Classification morphologique d'un échantillon optique d'amas de galaxies

Florent Rostagni

▶ **To cite this version:**

Florent Rostagni. Classification morphologique d'un échantillon optique d'amas de galaxies. Autre. Université Nice Sophia Antipolis, 2014. Français. NNT : 2014NICE4055 . tel-01127411

HAL Id: tel-01127411

https://theses.hal.science/tel-01127411v1

Submitted on 7 Mar 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITÉ DE NICE - SOPHIA ANTIPOLIS - UFR Sciences

ÉCOLE DOCTORALE SFA
SCIENCES FONDAMENTALES ET APPLIQUÉES

T H È S E

pour obtenir le titre de

Docteur en Sciences

de l'Université de Nice - Sophia Antipolis
Discipline : Sciences de la Terre, Univers et Espace

Présentée et soutenue par

Florent ROSTAGNI

Classification morphologique d'un échantillon optique d'amas de galaxies

Thèse dirigée par Sophie MAUROGORDATO et Christophe BENOIST

préparée à l'Observatoire de la Côte d'Azur

soutenue le 25 septembre 2014

Jury :

Président :	Frédéric THÉVENIN	-	Laboratoire Lagrange
Rapporteurs :	Roser PELLO	-	LATT
	Christophe ADAMI	-	LAM
Examinateur :	Jean-Luc SAUVAGEOT	-	CEA
Directeurs :	Sophie MAUROGORDATO	-	Laboratoire Lagrange
	Christophe BENOIST	-	Laboratoire Lagrange

Remerciements

Avec la rédaction de ce mémoire, une page se tourne sur ces cinq années de thèse qui furent à la fois riches, difficiles et pleines de rebondissements. C'est l'occasion pour moi de remercier ici toutes les personnes qui m'ont accompagnées de près ou de loin tout au long de mon parcours.

Tout d'abord, ma première pensée s'adresse à Stéphanie, ma compagne qui aura été là durant ce long voyage et qui a su me soutenir du mieux possible dans les moments difficiles. Ensuite, je pense évidemment à ma famille et à ma belle-famille pour leur présence et leur aide.

Je tiens évidemment à remercier mes directeurs de thèse, Sophie Maurogordato et Christophe Benoist, pour m'avoir permis d'avoir découvert ce monde fabuleux de l'astrophysique extragalactique, pour leur soutien et pour tout ce qu'ils m'ont apporté durant mon stage de Master 2 et la thèse.

Les gens avec lesquels j'ai collaborés m'ont également beaucoup apporté, notamment Chiara Ferrari, Éric Slezak, Alberto Cappi et Jean-Christophe Mauduit. Les différents membres des équipes Castel puis Galaxie/Galaxies m'ont également beaucoup apporté au travers de discussions ou réunions d'équipe : Alejandra Recio-Blanco, Vanessa Hill, Clare Worley, Arwa Dabbech, Giulia Maccario, Jose Pacheco, Albert Bijaoui, Bertrand Chauvinaud, Patrick de Laverny, Georges Kordopatis, Mathieu van der Swaelmen, Guillaume Guiglion, Sarunas Mikolaitis, Alvaro Rojas, Sébastien Bourguignon, Sinan Anis, Khoran Yelkençi.

Je tiens également à remercier les laboratoires Cassiopée puis Lagrange de leur accueil et de leur soutien durant ces cinq années de thèse ainsi que l'Observatoire de la Cote d'Azur. Par ailleurs, je tiens à remercier l'équipe des visites de l'observatoire pour m'avoir permis de devenir guide pour les visiteurs, ce qui m'a beaucoup plu et permis d'apprendre beaucoup du contact avec le public. En particulier, Clémence Durst, Geneviève Georget, Dominique Schraen, Frédéric Thévenin, Mathieu Conjat, Jean-François Consigli, Thiubault Merle, Nicolas Brundu.

Je souhaite aussi remercier l'université de Nice et l'école Doctorale SFA pour m'avoir permis de réaliser cette thèse.

J'ai également passé de très bons moments avec les différents étudiants et post-docs rencontrés à l'observatoire, en plus de ceux déjà cités : Naomi Murdoch, Roxanne Ligi, Mathieu Havel, Momo Matter (certains l'appellent Alexis pour une raison inconnue), Seth Jackobson, Laurent Galluccio, Nicolas Crouzet.

Je dois une grande partie de ma survie durant ces années à l'observatoire à l'incontournable équipe du restaurant dont les plats n'ont rien à envier à la vue magnifique du restaurant : Nadia, Kharima, Ghislain et Khaled. Les semaines déchirures resteront parmi les moments les plus forts de mon passage à l'observatoire. Si l'objectif du restaurant est bien sûr de nourrir le personnel de l'observatoire, il est aussi un grand lieu de rencontre avec les personnels d'autres équipes ou d'autres bâtiments.

Une grande aventure que j'ai connue à l'observatoire a également été la défunte équipe de rugby, composée de Patrick de Laverny, Momo Matter, Aurélien

Crida, Mathieu Havel, Khaled Ben Saada, Jean-Marie Delanoy, Mamadou, Georges Kordopatis, Kevin Walsh, Nicolas Crouzet, Nicolas Brundu.

Je remercie les services administratifs (Rose Pinto, Sylvie Goletto, Sophie Rousset), intérieurs (Hakim, Nathalie Nergeault, Christian Capriani) et informatiques (Jean-Michel Mercier, Daniel Lecron, Serge Blanc, Arielle Willm, Arnaud Pailleux, Jean-Philippe Ghibaudo, Marie-Laure Minuissi) pour toute l'aide qu'ils m'ont apportée quand j'en avais besoin.

Enfin, je remercie tous les membres de mon jury d'avoir pris le temps de lire attentivement mon mémoire et qui ont rendu cette thèse possible : Roser Pello, Jean-Luc Sauvageot, Frédéric Thévenin et Christophe Adami.

Table des matières

1 Introduction **1**

2 Les amas de galaxies **7**
2.1 Formation des structures 7
2.1.1 Le cadre théorique de formation des structures 7
2.1.2 Des fluctuations de densité de l'univers primordial vers les halos 8
2.1.2.1 L'origine des fluctuations et le fond diffus cosmologique 8
2.1.2.2 Croissance linéaire des fluctuations 10
2.1.2.3 Croissance non-linéaire des structures 12
2.1.3 Le modèle de formation hiérarchique et les contraintes cosmologiques 14
2.2 Le contenu des amas 21
2.2.1 La matière noire 21
2.2.2 Le gaz 24
2.2.3 Propriétés des galaxies d'amas 29
2.2.3.1 Fonction de luminosité 29
2.2.3.2 Distribution des galaxies dans l'espace des phases . 32
2.2.3.3 Distribution des vitesses radiales 37
2.2.3.4 Distribution projetée des galaxies 39
2.3 La formation des amas 41
2.3.1 La croissance des amas 41
2.3.2 Description de la fusion entre deux amas 43

3 Revue des méthodes d'analyse morphologique des amas **49**
3.1 Caractérisation des amas par leur contenu en galaxies 49
3.2 Étude de la distribution des vitesses radiales 52
3.2.1 Étude de la multimodalité 53
3.2.2 Étude de la normalité 54
3.2.2.1 Tests de l'unimodalité 55
3.2.2.2 Tests basés sur l'asymétrie 55
3.2.2.3 Tests basés sur l'aplatissement 57
3.2.2.4 Tests basés sur la fonction de répartition 59
3.3 Analyse morphologique en projection 60
3.3.1 Détermination de la forme 60
3.3.1.1 Centroid Shift 61
3.3.1.2 Paramètres de forme 61
3.3.1.3 Symétrie 63
3.3.2 Études des profils 65

3.3.3 Combinaison de plusieurs critères . . . 66
3.3.4 Recherche de sous-structures . . . 66
3.3.4.1 Recherche des maxima locaux . . . 66
3.3.4.2 Multimodalité . . . 67
3.4 Analyse morphologique « 3D » . . . 69
3.4.1 La généralisation de méthodes 2D . . . 70
3.4.2 Le test Δ . . . 70
3.4.3 Le test α . . . 71
3.4.4 Le test ϵ . . . 73
3.4.5 Le test κ . . . 74

4 La méthode de caractérisation morphologique et de classification des amas 75
4.1 Est-il pertinent de classer les amas de galaxies ? . . . 75
4.1.1 État dynamique des amas et signatures de la croissance hiérarchique . . . 76
4.1.2 Définitions de structure et de système dans la présente étude 77
4.1.3 La morphologie des amas . . . 77
4.1.4 La classification morphologique adoptée . . . 80
4.2 Description de l'algorithme de caractérisation morphologique . . . 80
4.2.1 Étude de la distribution projetée . . . 81
4.2.1.1 Construction de cartes en densité . . . 81
4.2.1.2 Caractérisation des surdensités . . . 82
4.2.1.3 Association des galaxies aux surdensités . . . 84
4.2.2 Étude de la distribution des vitesses radiales . . . 85
4.2.2.1 Détermination de la vitesse radiale des surdensité et construction de la fonction de distribution des vitesses radiales de leurs galaxies . . . 86
4.2.2.2 Mesure des propriétés physiques des structures et analyse de la multimodalité . . . 86
4.2.2.3 Analyse de la normalité . . . 89
4.3 Description de l'algorithme de classification morphologique . . . 90

5 Description et validation des outils utilisés pour la caractérisation morphologique 97
5.1 Construction de fonctions de distribution continues à partir de l'utilisation d'ondelettes . . . 97
5.1.1 Présentation de l'idée générale . . . 98
5.1.2 Fonctions de distribution unidimensionnelle . . . 100
5.1.2.1 Description du logiciel *w1* . . . 100
5.1.2.2 Performance dans le cas d'une distribution gaussienne unimodale . . . 100
5.1.2.3 Conclusion . . . 107
5.1.3 Fonctions de distribution bidimensionnelle - Cartes en densité 108

5.1.3.1 Description . . . 108
5.1.3.2 Performance dans le cas d'une distribution gaussienne unimodale symétrique . . . 110
5.1.3.3 Performance dans le cas d'une distribution gaussienne unimodale elliptique . . . 110
5.1.3.4 Conclusion sur *wdensity* . . . 113
5.2 Caractérisation des distributions de points à une dimension . . . 113
5.2.1 Étude de la multimodalité par le logiciel EMMIX . . . 114
5.2.1.1 Description de l'algorithme . . . 114
5.2.1.2 Performance sur une distribution gaussienne unimodale . . . 115
5.2.1.3 Performance sur une distribution gaussienne bimodale . . . 116
5.2.2 Étude de la normalité par le logiciel ROSTAT . . . 119
5.2.2.1 Description de l'algorithme . . . 119
5.2.2.2 Performance sur une distribution gaussienne unimodale . . . 122
5.3 Caractérisation des cartes en densité . . . 124
5.3.1 Détection et séparation des surdensités . . . 124
5.3.2 Détermination des centres et des moments centrés d'ordre 2 des surdensités . . . 125
5.3.3 Calcul des profils circulaire et elliptique et détermination de la largeur à mi-hauteur et de la richesse . . . 129
5.3.4 Performance de l'algorithme de détection et de caractérisation des surdensités . . . 131

6 Description de la construction de l'échantillon d'amas d'analyse 139
6.1 Les catalogues d'amas de l'univers proche . . . 139
6.1.1 Les grands relevés du ciel . . . 139
6.1.1.1 Les premiers relevés digitaux du ciel COSMOS et APM . . . 140
6.1.1.2 Le 2dFGRS . . . 140
6.1.1.3 Le SDSS . . . 140
6.1.2 Les algorithmes de détection d'amas . . . 142
6.1.2.1 La méthode des matched filters . . . 143
6.1.2.2 La méthode maxBCG . . . 145
6.1.2.3 La méthode du C4 . . . 147
6.2 Sélection d'un échantillon d'amas : les amas du C4 . . . 148
6.3 Préparation de l'échantillon d'amas . . . 149
6.3.1 Récupération et préparation des données et sélection d'un sous-échantillon d'amas . . . 149
6.3.2 Définition de nouvelles coordonnées et d'un nouveau redshift 150
6.3.3 Sélection d'un sous-échantillon d'amas . . . 153

7 Application et Résultats **159**
7.1 Application de la méthode de caractérisation 159
7.1.1 Choix des paramètres de l'algorithme 159
7.1.2 Caractérisation morphologique des structures 164
7.1.2.1 Caractérisation morphologique des surdensités en projection dans le plan du ciel 165
7.1.2.2 Caractérisation morphologique des surdensités dans l'espace des vitesses 170
7.1.2.3 Caractéristiques de la BCG des structures 172
7.1.2.4 Comparaison de la caractérisation avec le catalogue NORASS 176
7.2 Classification morphologique des amas 177
7.2.1 Présentation de la classification morphologique des amas . . . 178
7.2.2 Étude de la dépendance de la classification par rapport aux paramètres 181
7.2.3 Analyse des amas les 50% les plus riches 185
7.2.4 Comparaison entre la spectroscopie et la photométrie 189
7.3 Comparaison avec d'autres études 190
7.3.1 Comparaison avec les études optiques 190
7.3.2 Comparaison avec les simulations 198
7.4 Détails d'amas particuliers 199
7.4.1 Abell 1437 199
7.4.2 Abell 2244 200

8 Conclusion et perspectives **203**
8.1 Conclusion 203
8.2 Perspectives 206
8.2.1 Amélioration de la méthodologie 206
8.2.2 Évolution des galaxies d'amas et propriétés de la BCG 207
8.2.3 Propriétés physiques et état dynamique des amas 208
8.2.4 Utilisation de la méthode de classification à haut redshift . . 208

A Analyse des doublons de galaxies spectroscopiques **211**

B Tables **215**

C Mosaïques **333**

D Réduction des données **379**
D.1 Le projet DAFT/FADA 379
D.2 Les observations 379
D.3 La réduction des données 381

Liste des Abréviations **383**

Bibliographie 385

Chapitre 1

Introduction

Les amas de galaxies sont les structures gravitationnellement liées les plus massives de l'univers. Dans le cadre du modèle cosmologique standard, l'univers est considéré homogène et isotrope et son évolution est régie par les lois de la gravitation, elle-même décrite par la relativité générale (Einstein, 1915), et qui s'oppose à son expansion. Environ 380 000 ans après le Big-Bang, la densité de l'univers devient telle que la lumière peut se propager librement et parvenir jusqu'à nous. La première lumière qui s'est alors échappée de l'univers nous parvient aujourd'hui sous la forme d'un rayonnement fossile appelé le fond diffus cosmologique (ci-après CMB pour Cosmic Microwave Background). L'analyse du spectre du CMB révèle des fluctuations de température très petites, de l'ordre de 10^{-5} (voir figure 1.1). Comme ces fluctuations de température correspondent à des fluctuations de densité, le CMB révèle que l'univers était alors extrêmement homogène. Ces fluctuations de densité se sont ensuite amplifiées entraînant l'effondrement gravitationnel de la matière dans les régions les plus froides, formant les premières structures massives.

Selon le modèle standard, la croissance des structures se fait de manière hiérarchique : les petites unités s'assemblent pour en former de plus grandes. Sous l'action de la gravitation, les galaxies se regroupent dans des structures filamentaires aux nœuds desquelles se trouvent les amas de galaxies. La figure 1.2 représente la distribution des galaxies de l'univers proche : la structure filamentaire est clairement visible. La croissance des amas de galaxies se fait par accrétion continue de galaxies le long des filaments de galaxies (West, 1994) et plus rarement par la fusion avec un groupe ou un autre amas de galaxies (Briel et al., 1991; Einasto et al., 2012). Des observations d'amas de galaxies en optique (Geller & Beers, 1982; Dressler & Shectman, 1988b) aussi bien qu'en X (Jones & Forman, 1999) ont mis en évidence des morphologies complexes et la présence de sous-structures dans les amas indiquant des états dynamiques non relaxés, signe que le processus de formation des structures est toujours à l'œuvre.

Différents modèles cosmologiques ont été avancés pour expliquer la distribution de matière observée dans l'univers proche ainsi que son évolution. La figure 1.3 représente l'évolution de la distribution de matière issue de simulation de quatre modèles cosmologiques différents. Ces quatre modèles donnent des distributions similaires de matière noire à $z = 0$ mais le temps de formation des structures dépend du modèle. Cela se traduit par une fonction de masse à une époque donnée qui varie d'un modèle à un autre. Ainsi, les amas de galaxies occupent une place particulière dans la cosmologie : déterminer leur vitesse de croissance et l'évolution de leur fonction de masse en fonction du redshift permet de contraindre les paramètres

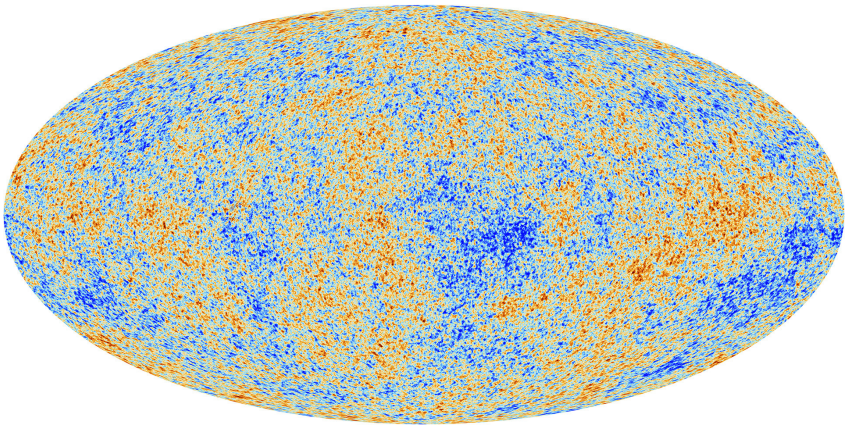


FIGURE 1.1 – Fond diffus cosmologique observé par le satellite Planck (Planck Collaboration et al., 2013). L'échelle de couleur est la suivante : le bleu (respectivement rouge) représente une température de −(respectivement +) 200 µK par rapport à la température moyenne.

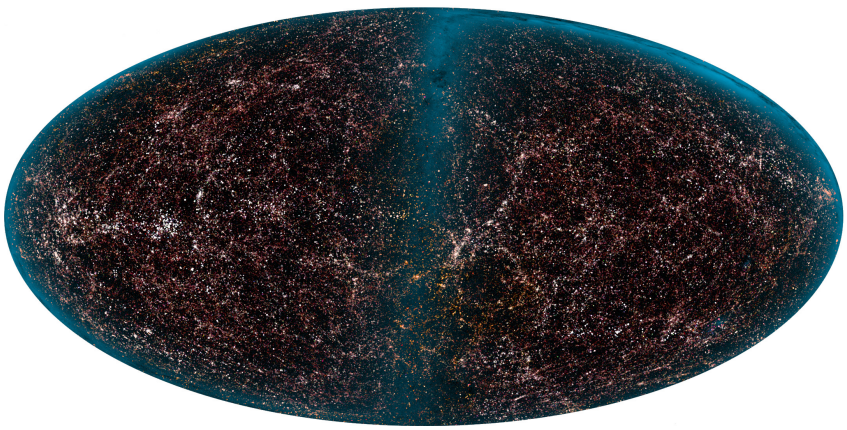


FIGURE 1.2 – Distribution des galaxies dans l'univers proche du relevé 2MASS (Skrutskie et al., 2006).

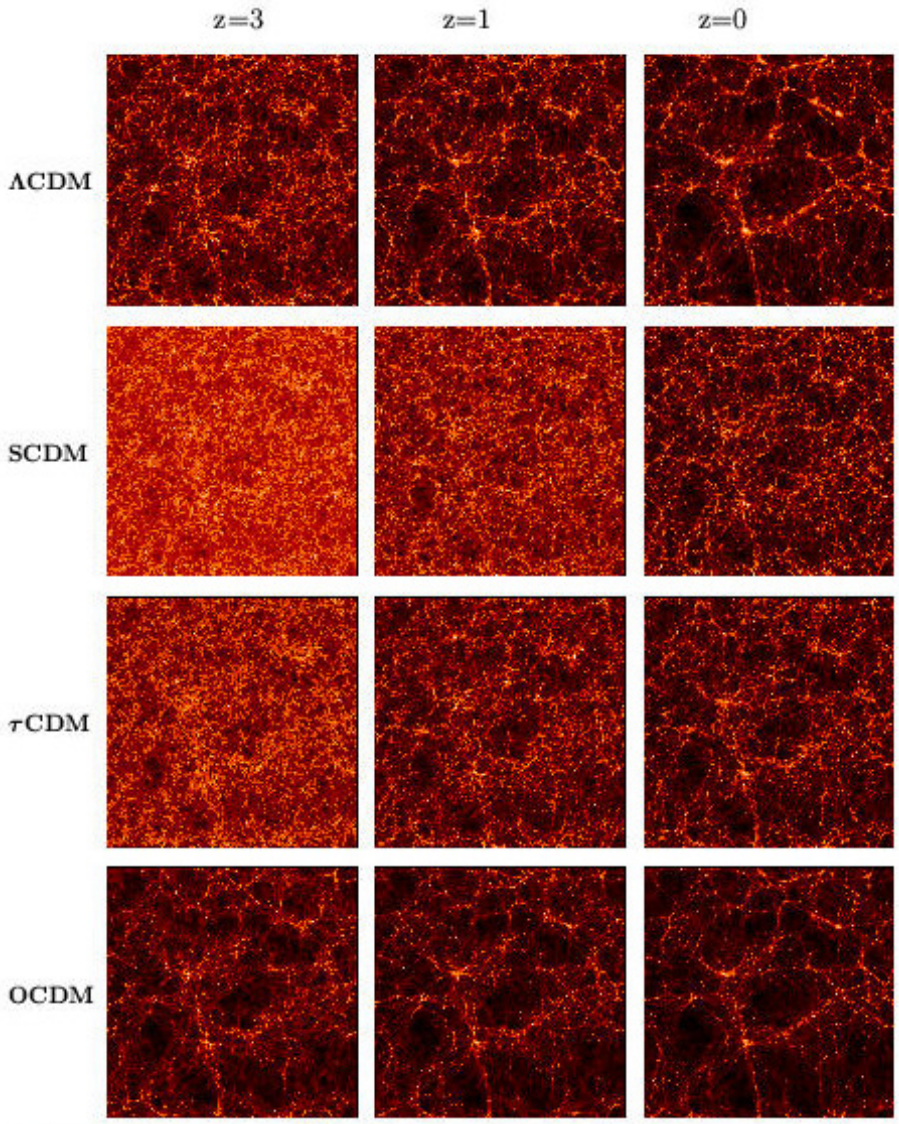


FIGURE 1.3 – Simulations numériques de différents modèles d'univers à trois époques différentes (Jenkins et al., 1998; Thomas et al., 1998). Le contraste de densité est normalisé par rapport à la densité maximale pour un univers et à une date donnés.

cosmologiques. La mesure de ces deux quantités est réalisée en déterminant l'état dynamique des amas.

Outre son importance pour contraindre les paramètres cosmologiques, l'état dynamique des amas peut avoir une influence non négligeable sur la détermination de leurs propriétés physiques, en particulier leur masse. En effet, la masse des amas n'est pas directement mesurable et est estimée indirectement au travers d'autres grandeurs mesurables. Connaissant ensuite les relations entre la masse et les observables, il est possible de déterminer la masse des amas. Parmi les relations d'échelle connues, on peut citer par exemple la relation R-M (richesse - masse), la relation L_X-M (luminosité X - masse) ou Y_X-M (Y_X étant une mesure issue des observations X des amas). Ces relations d'échelle présentent une dispersion intrinsèque mais l'état dynamique complexe des amas augmente cette dispersion de manière artificielle. Ceci entraîne donc un biais dans la détermination de la masse des amas et par suite dans l'estimation de leur fonction de masse. Dès lors, l'utilisation des amas comme traceur cosmologique via leur fonction de masse nécessite de connaître de manière précise leur état dynamique.

L'état dynamique des amas est donc au cœur de nombreuses questions. Toutefois la détermination de l'état dynamique des amas nécessite de connaître de manière précise les propriétés de leur contenu : galaxies, gaz et matière noire. En effet, si les galaxies se comportent comme des particules non collisionnelles et suivent le potentiel gravitationnel des amas, ce n'est pas le cas du gaz qui est sensible à la pression et a donc un temps d'évolution caractéristique différent de celui des galaxies. Cela se traduit par des morphologies d'amas qui peuvent être différentes en X et en optique. Dans le cadre du scénario de formation hiérarchique, on s'attend ainsi à ce que les amas en cours de formation présentent un fort degré de structuration dont les signatures sont visibles dans la morphologie X et/ou optique. Historiquement, les grandes études de l'état dynamique des amas ont été basées sur des relevés de référence, d'abord en optique (Bautz & Morgan, 1970; Geller & Beers, 1982; Bird, 1994; Ramella et al., 2007) puis en X (Forman & Jones, 1982; Buote & Tsai, 1995; Schuecker et al., 2001). Ces études se concentraient essentiellement sur la distribution projetée des galaxies ou du gaz. Enfin, les premières mesures des vitesses radiales des galaxies ont permis d'analyser leur distribution (Beers et al., 1990; Bird, 1994). Grâce à la spectroscopie multi-objets (VIMOS, FORS2, ...) sur les grands télescopes, les vitesses radiales des galaxies sont maintenant disponibles pour de nombreux amas. Ces grands relevés ont ensuite permis de construire de grands catalogues d'amas en X et en optique. Des études récentes comme RASS-SDSS (Popesso et al., 2004), CLASH (Postman et al., 2012), LOCCUS (Smith et al., 2010) ou XXL (Pierre, 2011, 2012) ont été réalisées ou sont en cours afin de mener des études fines multi-longueur d'onde des amas de galaxies. De plus, les grands relevés optiques présents (2dF, SDSS, etc.) ou futurs (DES, LSST, Euclid, etc.) vont permettre de mener, au travers des galaxies, des études sur de grands échantillons d'amas. En effet, les amas sont des systèmes rares et une grande couverture du ciel et une grande profondeur sont nécessaires pour en détecter beaucoup. Il est donc opportun de développer de nouvelles méthodes d'analyse de la distribution projetée

et de la distribution des vitesses radiales des galaxies pour exploiter au mieux la quantité et la qualité de telles données.

L'objectif de cette thèse est d'établir une nouvelle classification d'amas basée sur des critères de morphologie optique. Cette classification repose sur la caractérisation fine des propriétés physiques des amas en projection et dans l'espace des vitesses radiales. Elle a été appliquée à un échantillon d'amas de l'univers proche (le C4 Miller et al., 2005), dont les données des galaxies proviennent d'un grand relevé (le SDSS). Parmi les perspectives de ce travail, cette classification pourra être utilisée non seulement pour mieux comprendre la dépendance des relations d'échelle en fonction de la morphologie optique en vue d'utiliser les amas comme sonde cosmologique mais aussi pour étudier l'influence de l'environnement des galaxies sur leurs propriétés physiques.

Tout d'abord, les propriétés physiques des amas sont décrites dans le chapitre 2. En particulier, leur formation dans un cadre cosmologique est présentée. Puis les propriétés physiques des trois composantes des amas, galaxies, gaz et matière noire, sont détaillées avec notamment les propriétés d'un amas idéal à l'équilibre. Enfin, la dernière section de ce chapitre s'intéresse à l'état dynamique des amas.

De nombreuses études ont été menées afin de quantifier la morphologie des amas. Un historique des classifications d'amas est présenté dans le chapitre 3.

La classification repose sur des propriétés physiques dont la méthode de mesure est décrite dans le chapitre 4. Les propriétés des amas en projection sont étudiées puis les propriétés dans l'espace des vitesses radiales sont analysées. En combinant ces deux analyses, une catalogue de structures est obtenu et, après avoir défini le voisinage des amas, est utilisé pour définir les différentes catégories morphologiques d'amas.

Les outils utilisés afin de caractériser la morphologie des amas sont présentés dans le chapitre 5 avec les différents paramètres utilisés pour leur application.

Les études morphologiques d'amas reposent sur l'analyse de grands catalogues d'amas de natures différentes dont les motivations et constructions sont présentées dans le chapitre 6. Le catalogue d'amas utilisé ici est celui du C4 (Miller et al., 2005) et les galaxies d'étude sont extraites du Sloan Digital Sky Survey (SDSS). Ce catalogue d'amas y est présenté en détails ainsi que la préparation et la sélection d'un sous-échantillon pour l'application de la méthode de caractérisation.

L'application de la méthode de caractérisation et de classification des amas est décrite dans le chapitre 7. Les résultats de la caractérisation morphologique et de la classification morphologique y sont présentés avec une analyse de la robustesse de la classification et une comparaison avec les études similaires de la littérature. Un article détaillant les résultats présentés est en cours de rédaction.

Les conclusions et perspectives de ce mémoire sont présentées dans le chapitre 8.

Dans ce mémoire, les notations suivantes sont utilisées :

– la vitesse de la lumière est notée c ;

- la constante universelle de la gravitation est notée G et vaut 6.67×10^{-11} m^3/kg/s^2 ;
- le paramètre de densité de la matière (noire et baryonique) est noté Ω_m ;
- le paramètre de densité de l'énergie sombre est noté Ω_Λ.

Chapitre 2

Les amas de galaxies

Les premières observations d'amas de galaxies remontent au début du XX$^{\text{ème}}$ siècle et ont été effectuées en optique. Dès 1906, Wolf a observé des concentrations de nébuleuses. Hubble (1925) a confirmé la nature extragalactique de ces nébuleuses qui ont alors été appelées galaxies. Les concentrations de nébuleuses sont donc devenues des concentrations de galaxies, dénommées amas de galaxies. À partir des années 30, de nombreuses études dédiées aux amas de galaxies sont menées, aussi bien pour détecter les amas (par exemple Abell, 1958) que pour comprendre leurs propriétés physiques (par exemple Zwicky, 1937, 1952). Ces études vont également permettre la construction des premiers catalogues d'amas. Jusque dans les années 70, les amas n'étaient observés qu'en optique et donc étudiés seulement au travers de leurs galaxies. Les premiers satellites X, lancés dans les années 70, ont permis de mettre en évidence la présence de gaz chaud au cœur des amas, dont la température est de l'ordre de $10^7 - 10^8$ K, gaz qui émet du rayonnement sous forme de bremsstrahlung thermique en X. Enfin, la distribution de la matière noire dans les amas a pu être observée de manière indirecte grâce aux lentilles gravitationnelles à partir des années 90 (Tyson et al., 1990).

Dans ce chapitre, les amas et leurs propriétés physiques vont être présentés et caractérisés. Le chapitre débute par la description de la formation des amas dans un contexte cosmologique (section 2.1). Le contenu des amas est ensuite détaillé : matière noire, gaz et galaxies. Les propriétés de chaque composante seront alors exposées (section 2.2). Enfin, l'influence de l'état dynamique des amas sur ces propriétés est décrite dans la section 2.3.

2.1 Formation des structures

2.1.1 Le cadre théorique de formation des structures

La dynamique de l'univers est régie par la gravitation, décrite par la théorie de la relativité générale (Einstein, 1915). On part aussi de l'hypothèse que le principe cosmologique est vérifié : l'univers est supposé homogène et isotrope (Peebles, 1993). L'espace-temps est donc décrit par la métrique de Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker. Dans ce modèle, l'homogénéité de l'univers est une homogénéité à grande échelle, bien plus grande que l'échelle des amas de galaxies. Par ailleurs, l'homogénéité et l'isotropie permettent d'obtenir les équations de Friedmann (1922) à partir

de l'équation d'Einstein (1915) et de la conservation de l'énergie :

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{3}{8\pi G}\left(H^2 + \frac{kc^2}{a^2}\right) \\ 2\dot{H} + H^2 &= -\frac{kc^2}{2a^2} - 8\pi G\frac{P}{c^2}, \end{aligned} \tag{2.1}$$

où a est le facteur d'échelle, $H = \dot{a}/a$ la constante d'Hubble, k la courbure spatiale de l'univers et P le terme de pression. Dans les modèles à géométrie plane, la courbure spatiale est nulle : $k = 0$. Dans ce cas, comme $a \geq 0$, la première équation de Friedmann permet de déduire que $\dot{a} \geq 0$. Ainsi, le facteur d'échelle a est une fonction croissante du temps ce qui signifie que l'univers est en expansion. De plus, l'univers débute par une singularité initiale : $a(0) = 0$. Cette singularité initiale se traduit également par une densité et une température infinies. De nombreuses observations, comme celle du fond diffus cosmologique, ont permis de montrer que l'univers est de géométrie plane, donc que $k = 0$ (de Bernardis et al., 2000). Toutefois, l'hypothèse d'homogénéité de l'univers doit être précisée du fait de l'observation de structures comme les galaxies, les amas, ... Ces structures révèlent un univers hétérogène jusqu'à des échelles de l'ordre d'une centaine de Mpc. Cependant, le principe cosmologique n'est pas violé car l'homogénéité de l'univers apparaît sur des échelles plus grandes, comme le révèle par exemple le CMB.

L'homogénéité de l'univers doit donc apparaître sur de plus grandes échelles. L'objectif des différents modèles cosmologiques est d'expliquer comment à partir d'un univers dense et homogène, les structures ont pu se former et s'amplifier.

2.1.2 Des fluctuations de densité de l'univers primordial vers les halos

2.1.2.1 L'origine des fluctuations et le fond diffus cosmologique

Actuellement, le scénario privilégié pour décrire l'origine des fluctuations présentes à la recombinaison est celui de l'inflation (Ade et al., 2014). L'univers primordial, extrêmement dense et chaud, est décrit dans le cadre de la physique quantique. Du fait de la densité d'énergie élevée, des paires de particules et d'antiparticules se créent et s'annihilent. La taille caractéristique de ces fluctuations est comparable à la longueur de Planck, de l'ordre de 10^{-35} m. Pendant un bref instant, les particules ainsi créées engendrent une hétérogénéité avant que la destruction de ces paires ne rétablissent l'homogénéité. Cet état de fait va durer jusqu'à environ 10^{-35} s après le big-bang. C'est à cette époque que débute l'inflation. L'inflation est une phase d'expansion très rapide de l'univers. L'inflation aurait seulement agrandi les distances comobiles sans modifier le rayon de Hubble ($R_H = c/H$ où H est la constante de Hubble). Les fluctuations quantiques dont la taille était comparable à l'échelle de Planck avant l'inflation se retrouvent après l'inflation avec une taille suffisamment grande pour subsister. Les fluctuations peuvent ensuite croître et la matière ordinaire s'effondrer dans les puits de potentiel de la matière noire.

A ces époques, l'univers est tellement dense qu'il est dominé par le rayonnement. La température est alors suffisamment élevée pour que les atomes d'hydrogène et d'hélium soient ionisés. Les électrons libres se comportent comme un plasma chaud empêchant la libre propagation de la lumière. Or, sous l'effet de l'expansion de l'univers, la température diminue et lorsqu'elle est suffisamment basse, aux alentours de 3000 K, les noyaux d'hydrogène et d'hélium peuvent capturer les électrons libres pour former des atomes neutres. Ce phénomène est appelé la recombinaison et a eu lieu à $z \simeq 1100$, environ 380 000 ans après le big-bang. Après la recombinaison, la densité d'électrons libres a chuté ce qui a permis aux photons de se propager librement : l'univers devient transparent. La première lumière qui s'est échappée après la recombinaison continue toujours de se propager et nous parvient sous la forme d'un rayonnement fossile à environ 3 K observable dans le domaine des micro-ondes et appelé fond diffus cosmologique (CMB).

Le CMB fut d'abord prédit par Gamow (1948b,a); Alpher & Herman (1948) puis observé pour la première fois par Penzias & Wilson (1965). Depuis lors, de nombreuses expériences ont mesuré les propriétés du CMB avec une précision grandissante, révélant une grande isotropie et son spectre détaillé.

L'univers étant à l'équilibre thermique à toute époque, en particulier au moment de la recombinaison, il constitue un corps noir. On s'attend donc à ce que le spectre du CMB suive la loi de Planck du corps noir. Cette hypothèse a pu être vérifiée grâce aux observations du satellite COBE lancé en 1989 et aux travaux de Mather et al. (1990). Des travaux ultérieurs réalisés par Fixsen et al. (1996) ont permis de quantifier l'accord entre le spectre du CMB et celui d'un corps noir, accord qui est d'une précision sans précédent en physique : ils ont trouvé une erreur quadratique moyenne de déviation au corps noir de l'ordre de 0.005%. Mather et al. (1990) ont pu également évaluer la température du CMB avec une précision de l'ordre de 0.1%. Cette mesure a été affinée par les successeurs de COBE, à savoir WMAP et Planck, et la valeur actuellement admise est de 2.726 K.

Les observations réalisées par COBE ont également permis de détecter des anisotropies dans le CMB (Mather et al., 1990). Ces fluctuations de températures, observées par le satellite Planck (Planck Collaboration et al., 2013), sont représentées sur la figure 1.1, le contraste de température $\Delta T/T$ mesuré est de l'ordre de 10^{-5}. L'analyse du spectre de puissance de ces fluctuations constitue un outil puissant pour contraindre les paramètres cosmologiques : l'interprétation de la position et de l'amplitude des pics est résumée sur la figure 2.1 (Hu et al., 1996).

Ces fluctuations de température montrent que le CMB n'est pas parfaitement isotrope et donc que l'univers n'est pas parfaitement homogène à l'époque de la recombinaison. Elles correspondent aux fluctuations de la densité de matière (noire) à l'époque de la recombinaison : les régions froides sont les régions les plus denses. Tant que les fluctuations sont faibles, leur croissance s'effectue dans le régime linéaire (voir section suivante). Les fluctuations observées dans le CMB sont suffisamment faibles pour se trouver encore dans le régime linéaire. Quand l'amplitude des fluctuations devient trop importante, l'évolution de ces fluctuations sort du régime linéaire et passe dans le régime non-linéaire (voir section 2.1.2.3).

2.1.2.2 Croissance linéaire des fluctuations

Cette section consacrée à la croissance des fluctuations dans le régime linéaire est basée sur les articles de Borgani (2008) et de Kravtsov & Borgani (2012). Avant de décrire la croissance des fluctuations de densité dans le régime linéaire, les notations et hypothèses sont introduites.

Notons $\vec{r} = a(t)\vec{x}$ la coordonnée physique correspondant à la coordonnée comobile $\vec{x}$, $a(t)$ étant le facteur d'échelle. La vitesse $\vec{v}$ d'une particule à la position $\vec{r}$ s'écrit : $\vec{v} = \dot{\vec{r}} = \dot{a}\vec{x} + a(t)\dot{\vec{x}}$. Le terme $\dot{a}\vec{x}$ représente l'expansion de l'univers, appelé flot de Hubble, et le terme $a(t)\dot{\vec{x}}$ représente la vitesse propre de la particule. Notons $\vec{u}$ la vitesse propre de la particule.

Notons $\rho(\vec{x})$ la densité de matière et $\delta(\vec{x}) = \dfrac{\rho(\vec{x}) - \bar{\rho}}{\bar{\rho}}$ le contraste de densité par rapport à la densité moyenne de l'univers $\bar{\rho}$.

Supposons un univers dominé par de la matière décrite par un fluide sans pression, c'est-à-dire ne subissant que l'interaction gravitationnelle. Trois équations régissent la dynamique newtonienne d'un tel fluide :

– l'équation de continuité :

$$\frac{\partial \delta}{\partial t} + \vec{\nabla}\left[(1+\delta)\vec{u}\right] = 0; \tag{2.2}$$

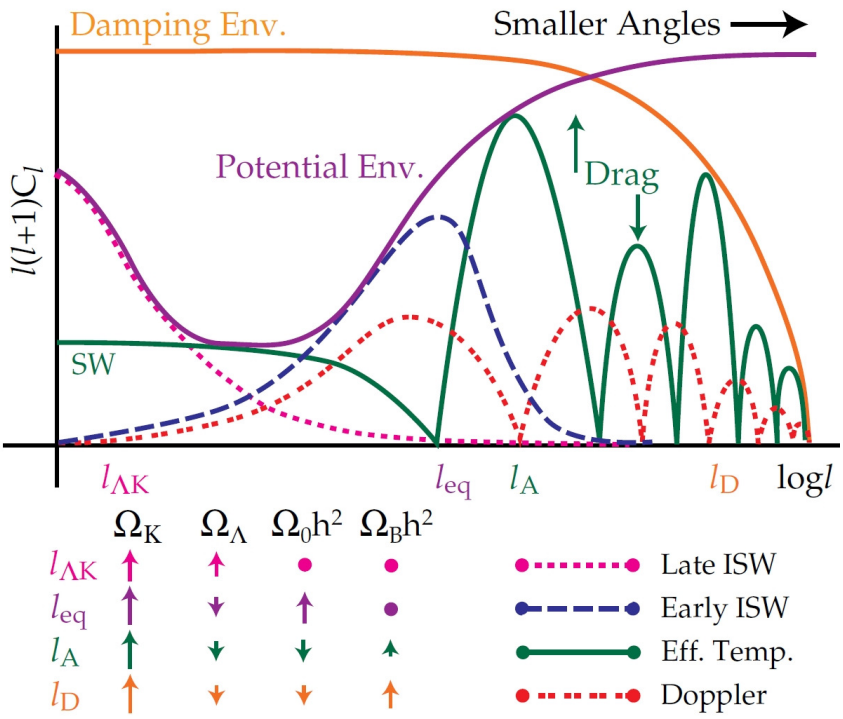


FIGURE 2.1 – Interprétation physique du spectre de puissance des hétérogénéités du fond diffus cosmologique (Hu et al., 1996).

– l'équation d'Euler :

$$\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + 2H(t)\vec{u} + (\vec{u}.\vec{\nabla}).\vec{u} = -\frac{\vec{\nabla}\phi}{a^2}; \tag{2.3}$$

– l'équation de Poisson :

$$\nabla^2\phi = 4\pi G\bar{\rho}a^2\delta; \tag{2.4}$$

Tant que les fluctuations sont faibles, les équations peuvent être linéarisées au premier ordre en δ et $\vec{u}$. C'est ce que l'on appelle le régime linéaire de croissance des fluctuations. Dans ce cadre, $\delta \ll 1$ et l'équation de continuité (2.2) devient :

$$\frac{\partial \delta}{\partial t} + \vec{\nabla}.\vec{u} = 0. \tag{2.5}$$

En dérivant l'équation 2.5 par rapport au temps, il vient :

$$\frac{\partial^2 \delta}{\partial t^2} + \vec{\nabla}\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} = 0. \tag{2.6}$$

Par ailleurs, linéariser l'équation d'Euler (2.3) permet d'obtenir :

$$\frac{\partial^2 \delta}{\partial t^2} - 2H(t)\vec{\nabla}.\vec{u} - \frac{\nabla^2\phi}{a^2} = 0.$$

En utilisant l'équation de Poisson (2.4), cette équation peut se réécrire :

$$\frac{\partial^2 \delta}{\partial t^2} - 2H(t)\vec{\nabla}.\vec{u} - 4\pi G\bar{\rho}\delta = 0. \tag{2.7}$$

L'équation 2.5 permet d'obtenir l'équation de l'instabilité de Jeans pour un fluide sans pression :

$$\frac{\partial^2 \delta}{\partial t^2} + 2H(t)\frac{\partial \delta}{\partial t} - 4\pi G\bar{\rho}\delta = 0 \tag{2.8}$$

Le terme $2H(t)\frac{\partial \delta}{\partial t}$ décrit le frein à la croissance exponentielle des fluctuations dû au flot de Hubble. Les solutions à cette équation s'écrivent sous la forme :

$$\delta(\vec{x}, t) = \delta_-(\vec{x})D_-(t) + \delta_+(\vec{x})D_+(t),$$

où $\delta_-(\vec{x})$ (respectivement δ_+) représente la densité de matière dans les régions moins (respectivement plus) denses que la moyenne $\bar{\rho}$ et $D_-(t)$ et $D_+(t)$ décrivent les modes de décroissance et de croissance des fluctuations de densité. Concernant le mode de croissance, sa formule exacte a été calculée par Heath (1977) :

$$D_+(t) = \frac{5}{2}\Omega_m E(z)\int_z^{+\infty} \frac{1+z'}{E(z')^2}dz', \tag{2.9}$$

où $E(z)$ contient l'évolution temporelle de la constante de Hubble : $H(z) = E(z)H_0$. Son expression est la suivante (Kravtsov & Borgani, 2012) :

$$E(z) = \sqrt{(1+z)^3\Omega_m + (1+z)^2(1-\Omega_m-\Omega_\Lambda) + (1+z)^{3(1+w)}\Omega_\Lambda}. \tag{2.10}$$

Les fluctuations de densité δ_+ s'amplifient selon $D_+(t)$ jusqu'à ce que le contraste de densité δ soit de l'ordre de l'unité. Ensuite, les fluctuations continuent de s'amplifier mais sortent du régime linéaire de croissance pour passer dans le régime non-linéaire.

2.1.2.3 Croissance non-linéaire des structures

Cette section consacrée à la croissance dans le régime non-linéaire des fluctuations de densité est basée sur les articles de Borgani (2008) et de Kravtsov & Borgani (2012) et sur les livres de Schneider (2006) et de Padmanabhan (1993).

La croissance non-linéaire des fluctuations de densité intervient quand celles-ci sont trop importantes pour pouvoir linéariser les équations afin de négliger les termes du second ordre. Cependant, il n'existe pas de solution analytique au système des trois équations (2.2, 2.3 et 2.4). Deux types d'approches ont été mises en œuvre pour trouver des solutions approchées : le développement de modèles simples basés sur le rajout d'hypothèses et les simulations numériques 3D.

Le modèle le plus simple pour étudier la croissance d'une surdensité est le modèle du collapse sphérique. Dans ce cadre, la surdensité est à symétrie sphérique. Soit R_{ini} le rayon initial de la surdensité et $\delta_{ini,int}$ le contraste de densité initial à l'intérieur de la sphère ($\delta_{ini,int} > 0$). Notons t_{ini} le temps initial et H_{int} la valeur de la constante de Hubble à l'intérieur de la sphère. Notons $\Omega_{ini,int}$ le paramètre de densité de la sphère à $t = t_{ini}$ qui vaut $\Omega_{ini,int} = \Omega(t_{ini})(1 + \delta_{ini,int})$, où $\Omega(t_{ini})$ est le paramètre de densité de l'univers à $t = t_{ini}$. La densité de la sphère vaut $\rho_{int}(\vec{r}, t) = \rho_{int}(t) = (1 + \delta_{int}(t))\bar{\rho}(t)$, où δ_{int} est le contraste de densité de la sphère et $\bar{\rho}$ est la densité moyenne de l'univers. En raison de la densité de la sphère plus élevée que la densité moyenne de l'univers, la gravitation à l'intérieur de la sphère est plus importante. Ceci implique que l'expansion de l'univers à l'intérieur de la sphère est plus faible que l'expansion moyenne de l'univers. L'expansion ayant pour conséquence la diminution de la densité moyenne de l'univers ($\bar{\rho} \propto a^{-3}$), cela entraîne une augmentation du contraste de densité δ_{int} à l'intérieur de la sphère. La décélération de la croissance du rayon de la sphère se poursuit jusqu'à ce que le rayon atteigne sa valeur maximale R_{turn}. La densité de la sphère au maximum d'expansion peut être dérivée :

$$\rho_{int}(t_{turn}) = \rho_c(t_{ini})\Omega_{ini,int}\left[\frac{\Omega_{ini,int} - 1}{\Omega_{ini,int}}\right]^3. \tag{2.11}$$

La valeur de t_{turn} peut également être exprimée de manière analytique en résolvant les équations de Friedmann dans le cadre d'un univers fermé :

$$t_{turn} = \frac{\pi}{2H_{int}}\frac{\Omega_{ini,int}}{(\Omega_{ini,int} - 1)^{3/2}} = \frac{3\pi}{32G\rho_{int}(t_{turn})}. \tag{2.12}$$

À la même époque, la densité moyenne de l'univers est $\bar{\rho}(t_{turn}) = (6\pi G t_{turn}^2)^{-1}$, ce qui permet de calculer la valeur exacte du contraste de densité de la sphère :

$$\delta_{int}(t_{turn}) = \frac{\rho_{int}(t_{turn})}{\bar{\rho}(t_{turn})} - 1 = \left(\frac{3\pi}{4}\right)^2 - 1 \simeq 4.6. \tag{2.13}$$

Une fois le maximum d'expansion atteint, la sphère se détache du flot de Hubble et s'effondre sur elle-même pour atteindre l'équilibre du viriel à la date $t = t_{vir}$.

Lorsque la sphère arrive à l'expansion maximale, son énergie cinétique interne est nulle, donc son énergie totale est constituée uniquement de son énergie potentielle U_{turn} qui vaut :

$$U_{turn} = -\frac{3}{5}\frac{GM^2}{R_{turn}}, \tag{2.14}$$

où R_{turn} est le rayon maximal de la surdensité et M la masse comprise à l'intérieur de ce rayon au moment du maximum d'expansion. D'après le théorème du viriel, quand $t = t_{vir}$ à l'équilibre, l'énergie totale E de la surdensité est égale à la moitié de l'énergie potentielle :

$$E = \frac{U_{vir}}{2} = -\frac{1}{2}\frac{3}{5}\frac{GM^2}{R_{vir}}, \tag{2.15}$$

où R_{vir} est le rayon de la surdensité lorsque l'équilibre du viriel est réalisé. Comme l'énergie se conserve durant l'effondrement, il vient $E = U_{turn}$, ce qui se traduit par $R_{vir} = R_{turn}/2$. De plus, durant l'effondrement, la masse à l'intérieur de la sphère se conserve également ce qui permet de déterminer la densité de la sphère à l'équilibre du viriel atteint à la date $t = t_{vir}$:

$$\rho_{int}(t_{vir})R_{vir}^3 = \rho_{int}(t_{turn})R_{turn}^3 \Longrightarrow \rho_{int}(t_{vir}) = \rho_{int}(t_{turn})\left(\frac{R_{turn}}{R_{vir}}\right)^3 = 8\rho_{int}(t_{turn}). \tag{2.16}$$

On peut montrer que le temps nécessaire pour aller du maximum d'expansion à l'équilibre du viriel est égal au temps nécessaire pour atteindre l'expansion maximale, c'est-à-dire : $t_{vir} = 2t_{turn}$. Cela permet de calculer la densité moyenne de l'univers lors de l'équilibre du viriel : $\rho(t_{vir}) = \left(6\pi G t_{vir}^2\right)^{-1}$. Par ailleurs, le contraste de densité au maximum d'expansion valait environ 4.6, donc $\rho_{int}(t_{turn}) \simeq 5.6\bar{\rho}(t_{turn})$. À partir de là, le contraste de densité à l'équilibre du viriel peut être estimé :

$$\delta_{int}(t_{vir}) = \frac{\rho_{int}(t_{vir})}{\bar{\rho}(t_{vir})},$$

en utilisant l'équation 2.16 et en remplaçant la densité moyenne de l'univers par sa valeur, il vient :

$$\delta_{int}(t_{vir}) = \frac{8\rho_{int}(t_{turn})}{\left(6\pi G t_{vir}^2\right)^{-1}} = 8\rho_{int}(t_{turn}) \times 6\pi G t_{vir}^2.$$

Comme $\rho_{int}(t_{turn}) \simeq 5.6\bar{\rho}(t_{turn})$ et comme $\bar{\rho}(t_{turn}) = \left(6\pi G t_{turn}^2\right)^{-1}$, le contraste de densité peut s'écrire :

$$\delta_{int}(t_{vir}) \simeq 8 \times 5.6\frac{6\pi G t_{vir}^2}{6\pi G t_{turn}^2} = 44.8\left(\frac{t_{vir}}{t_{turn}}\right)^2.$$

Enfin, comme $t_{vir} = 2t_{turn}$, on obtient comme contraste de densité $\delta_{int}(t_{vir}) \simeq 180$. Les observations et les simulations numériques confirment cet ordre de grandeur pour le contraste de densité des amas de galaxies.

Cette valeur du contraste de densité (arrondie à 200) à l'équilibre du viriel a ensuite été reprise dans de nombreuses études sur les amas pour déterminer leur

rayon du viriel : le rayon du viriel est le rayon à l'intérieur duquel la densité est supérieure à $200\bar{\rho}$. Les paramètres des amas sont alors notés avec l'indice $_{200}$: le rayon du viriel R_{vir} devient R_{200}, la densité à l'intérieur de R_{200} est notée ρ_{200} et la masse de la structure M_{200}.

Le modèle du collapse sphérique présente toutefois certaines limitations (Kravtsov & Borgani, 2012). Une première limitation est l'effondrement de la fluctuation en une seule structure. En effet, les simulations numériques ont montré que la densité à l'intérieur d'une surdensité n'est pas uniforme : une surdensité est composée d'un ensemble de pics de densité de profil et de courbure différents. Ces pics de densité deviennent des galaxies individuelles, des paires ou des groupes de galaxies. Du fait de leur profil et de leur courbure différents, les pics de densité ne s'effondrent pas à la même vitesse, ce qui augmente la durée de l'effondrement de la fluctuation globale. Une seconde limitation découle de la première : la fluctuation étudiée dans le collapse sphérique est isolée, elle n'interagit avec aucune autre fluctuation. Là encore les simulations numériques ont montré qu'une fois la fluctuation fragmentée les différentes sous-structures croissent non seulement d'après le modèle du collapse sphérique mais aussi en interagissant les unes avec les autres : elles fusionnent entre elles sous l'effet de la gravitation. Les observations de paires de galaxies ou de groupes ont d'ailleurs révélé la nature fréquente de la fusion de ces systèmes. En outre, les structures les plus massives engendrent d'importantes forces de marée ce qui a pour effet d'allonger les halos moins massifs qui ne seront alors plus sphériques. L'effet résultant est la création de filaments denses connectant les régions les plus massives (Bond et al., 1996). Les régions les plus massives croissent ensuite en accrétant la matière le long de ses filaments denses. Il est à noter que l'accrétion continue de matière le long de ces filaments n'est pas constante : des structures plus ou moins denses sont accrétées au cours du temps par une structure massive et il arrive ainsi que deux structures massives fusionnent par ce biais. La croissance des structures se fait donc à partir de briques élémentaires qui fusionnent entre elles pour donner une structure plus importante : c'est le modèle de croissance hiérarchique des structures.

2.1.3 Le modèle de formation hiérarchique et les contraintes cosmologiques

Comme expliqué dans la section précédente, une fois les structures les plus massives formées, celles-ci allongent les halos voisins sous l'effet de marée. Ce phénomène donne naissance à une structure filamentaire de l'univers, avec à l'intersection des filaments les structures les plus massives. La figure 1.2 montre la distribution des galaxies de l'univers proche issue du relevé 2MASS (Skrutskie et al., 2006) et révèle cette distribution filamentaire des galaxies. Cette structuration de l'univers a été reproduite par les simulations numériques (voir figure 2.2). De plus, elle apparaît tôt dans l'histoire de l'univers quelque soit le modèle cosmologique (voir figure 1.3 du présent mémoire, d'après Jenkins et al., 1998; Thomas et al., 1998). La formation hiérarchique des structures consiste en l'agglomération de structures de faible masse

en structures plus massives. Les structures les plus massives croissent alors par deux mécanismes : l'accrétion continue des briques élémentaires et par fusion avec des structures de masse équivalente. L'accrétion continue de briques élémentaires correspond à l'accrétion continue de galaxies ou de groupes le long des filaments. La fusion entre deux structures massives survient quand les deux structures se sont rapprochées le long d'un filament. Ce phénomène de croissance a été prédit par les simulations cosmologiques traçant la croissance des structures massives (Eke et al., 1998b; Cohn & White, 2005, 2008). Les figures 2.3 et 2.4 montrent les courbes de croissance d'amas issues des simulations numériques de Eke et al. (1998b); Cohn & White (2005). La figure 2.5 montre le *merger tree* de deux halos, c'est-à-dire l'évolution de la masse en fonction du temps de plusieurs halos issus de ces simulations.

La signature de l'accrétion continue de halos sur les courbes de croissance de la masse et les merger tree est la croissance continue de la masse, par opposition à la fusion entre structures massives qui entraîne une forte augmentation de la masse sur des échelles de temps courtes, provoquant une discontinuité. L'accrétion continue de galaxies est particulièrement bien mise en évidence par une pente douce sur les merger tree de Eke et al., 1998b (voir figure 2.3) et de Cohn & White, 2005 (voir figure 2.4). La croissance par fusion de structures de masse équivalente est quant à elle représentée sur les courbes de croissance de la masse et les merger tree par une flèche, par exemple :

- pour l'amas c108a à $t \simeq 9.5$ Gyr (figure 2.3) ;
- pour l'amas c109a à $t \simeq 9.5$ Gyr (figure 2.3) ;
- pour l'amas c1010a à $t \simeq 7$ Gyr (figure 2.3) ;

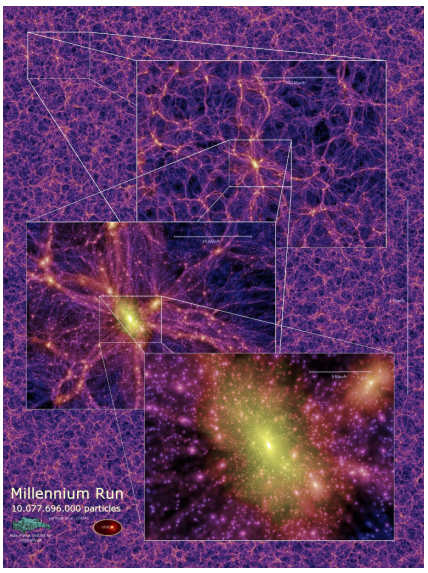


FIGURE 2.2 – Distribution projetée de la matière noire à $z = 0$ issue de la simulation du Millenium (Springel et al., 2005).

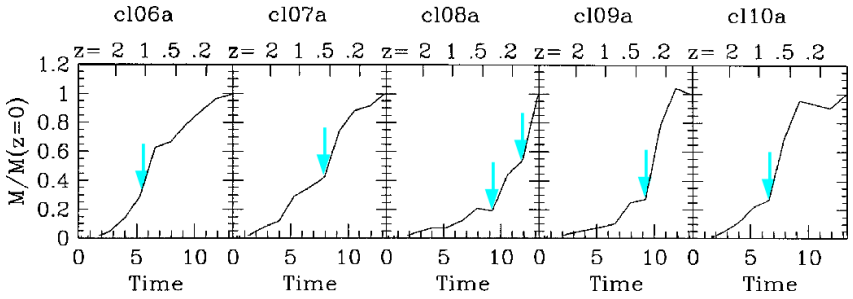


FIGURE 2.3 – Courbes de croissance de la masse de cinq amas de galaxies issus des simulations de Eke et al. (1998b). L'unité temporelle est le milliard d'années. Les flèches cyan représentent les fusions majeures subies par les amas.

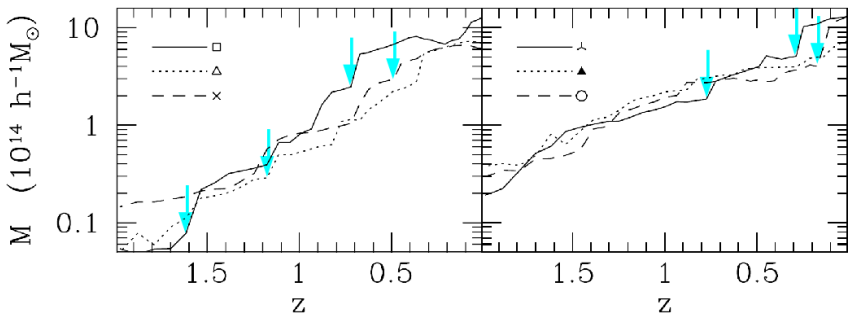


FIGURE 2.4 – Courbes de croissance de la masse de six amas de galaxies issus des simulations de Cohn & White (2005). Les flèches cyan représentent les fusions majeures subies par les amas.

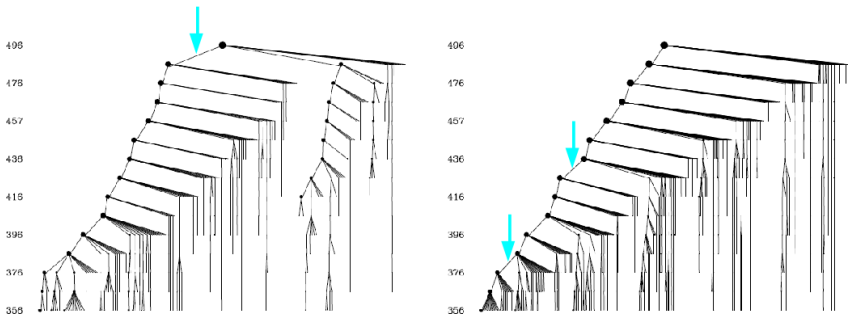


FIGURE 2.5 – Merger tree de deux halos issus des simulations de Cohn & White (2008). La surface du symbole est proportionnelle à la masse des halos, l'âge de l'univers est représenté sur l'axe vertical en millions d'années. Les flèches cyan représentent les fusions majeures subies par les amas.

– pour l'amas « carré » à $z \simeq 0.7$ (figure 2.4, panneau de gauche) ;
– pour l'amas « rond » à $z \simeq 0.3$ (figure 2.4, panneau de droite).

Au-delà de l'accrétion continue et de la croissance par fusion, ces simulations nous apportent plusieurs renseignements sur la formation hiérarchique des structures. Une première information est que toutes les structures massives font l'expérience d'au moins une fusion avec une structure massive au cours de leur existence et que ces fusions ont lieu quelque soit l'époque, même à $z = 0$ (voir l'amas rond sur le panneau de droite de la figure 2.4). Une estimation statistique de la fraction d'amas en train de fusionner ou ayant fusionné récemment a été réalisée par les simulations de Cohn & White (2005). Ainsi, la figure 2.6 (panneau de gauche) montre qu'environ 5% des amas de masse $M \geq 10^{14} h^{-1}\,\mathrm{M}_\odot$ à $z = 0$ sont issus de la fusion majeure entre deux systèmes de rapport de masse inférieur à 1:3, fusion ayant eu lieu durant le dernier milliard d'années. Si le temps caractéristique de retour à l'équilibre des halos après une fusion est connue, ces simulations permettent alors de mesurer la fraction d'amas à l'équilibre et peuvent donc servir de référence pour les études observationnelles.

Ces simulations montrent également qu'il y a moins de fusions à bas redshift

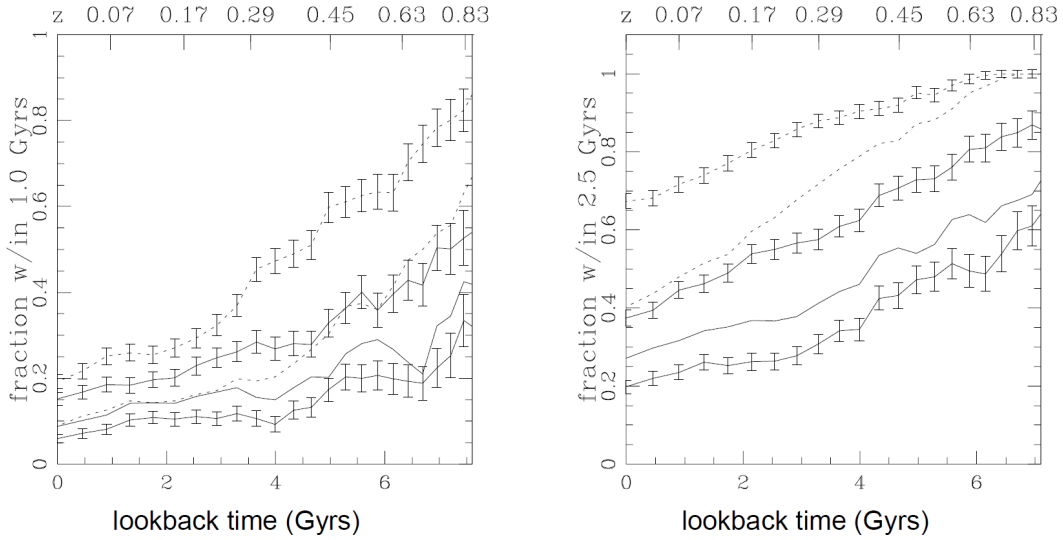


FIGURE 2.6 – Fractions d'amas ayant subi une fusion durant le dernier milliard d'années (à gauche) ou durant les derniers 2.5 milliards d'années (à droite) d'après les simulations de Cohn & White (2005). Les courbes en trait plein représentent la fraction d'amas ($M \geq 10^{14} h^{-1}\,\mathrm{M}_\odot$) dont les deux progéniteurs ont un rapport de masse inférieur à 1:10, 1:5 et 1:3 (de haut en bas). Les courbes en pointillés représentent la fraction d'amas ayant un rapport $M_f/M_i \geq 1.2$ et 1.33 (de haut en bas), M_i étant la masse du progéniteur le plus massif et M_f la masse finale du système.

qu'à haut redshift. Cela est dû à la diminution du nombre de halos quand l'âge de l'univers augmente en raison d'une part des fusions déjà subies et d'autre part de la diminution de la densité de halos avec l'expansion de l'univers.

Une autre information apportée par ces simulations est l'évolution de la fonction de masse des halos en fonction du redshift. La figure 2.7 représente cette évolution pour deux modèles cosmologiques différents d'après les simulations de Evrard et al. (2002). Cette figure met également en évidence le modèle de formation hiérarchique des structures. Initialement, pour $0.5 \leq z \leq 1.2$, il y a peu de systèmes de masse $M \geq 10^{15} h^{-1}\,\mathrm{M}_\odot$ (moins de 10^{-4} par degré carré). Puis les halos fusionnent entre eux pour donner des halos plus massifs : les halos peu massifs disparaissent donc pour devenir des halos plus massifs. Ainsi, entre $z = 0.5$ et $z = 0.2$, la fonction de masse des halos a évolué : il y a moins de systèmes peu massifs ($M \simeq 10^{13} h^{-1}\,\mathrm{M}_\odot$) et des halos de masse supérieure à $M \geq 10^{15} h^{-1}\,\mathrm{M}_\odot$ commencent à apparaître. Comme expliqué plus haut, la formation des structures a toujours lieu dans l'univers proche, ce qui signifie que l'augmentation de masse des halos au détriment du nombre

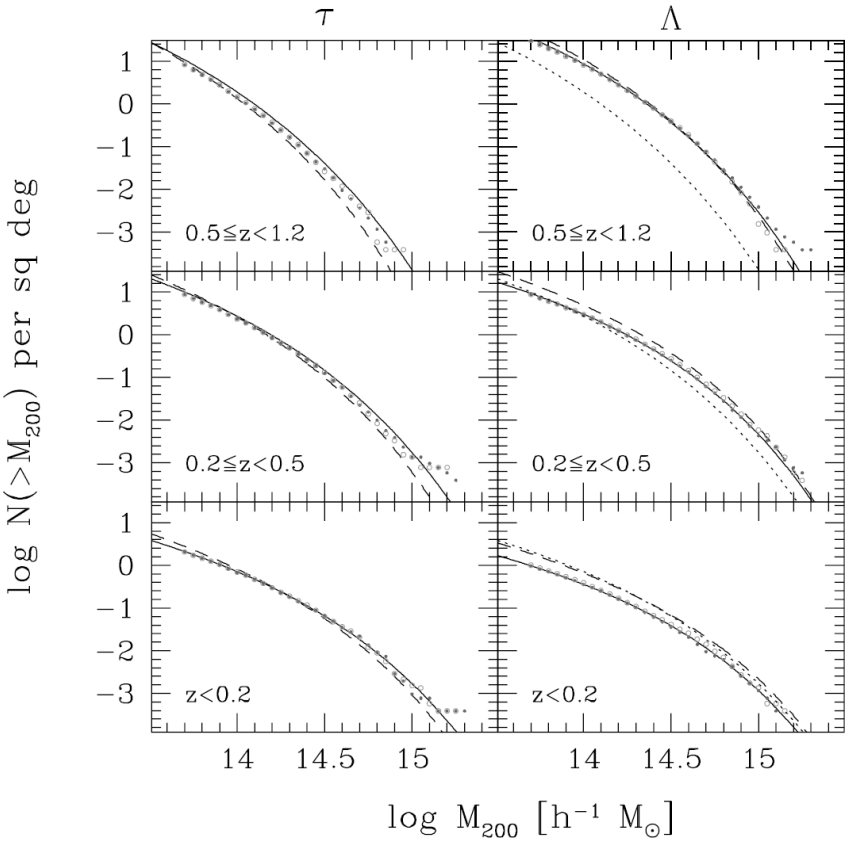


FIGURE 2.7 – Fonction de masse des halos dans les simulations de Evrard et al. (2002) à trois époques données pour deux modèles d'univers : le modèle τCDM et le modèle ΛCDM.

de halos de faible masse se poursuit. C'est ce que révèle la troisième ligne de la figure 2.7.

Une autre information que nous apportent les simulations numériques de la croissance des structures est leur fonction de masse. La fonction de masse des halos a été calculée pour différents modèles cosmologiques par Bahcall & Cen (1993), voir figure 2.8. De nombreuses études observationnelles ont ensuite essayé de mesurer cette fonction de masse (Eke et al., 1998a; Borgani et al., 2001; Vikhlinin et al., 2003; Mantz et al., 2008).

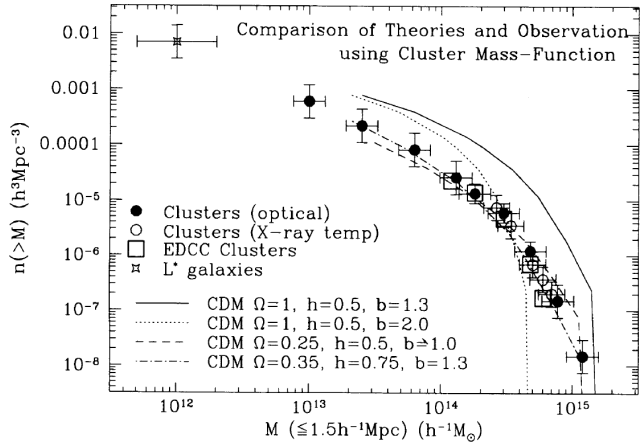


FIGURE 2.8 – Fonction de masse des halos de l'univers proche calculée par Bahcall & Cen (1993) pour différents modèles cosmologiques.

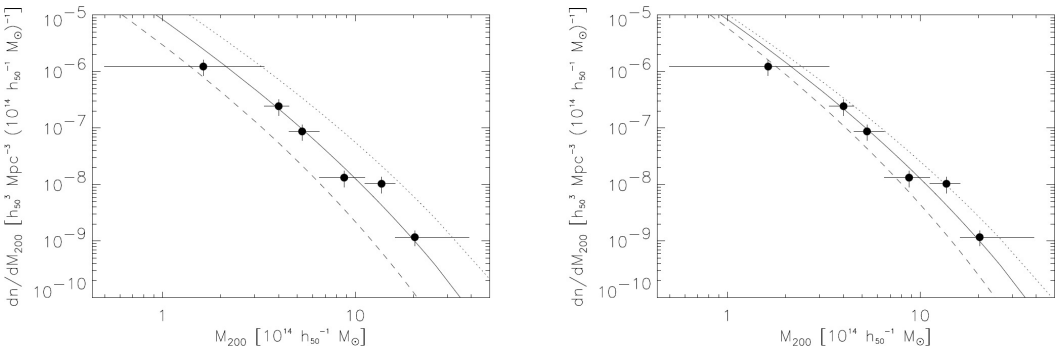


FIGURE 2.9 – Fonction de masses des amas de l'univers proche observée par HIFLUGCS (Reiprich et al., 2001) comparée aux prédictions de six modèles cosmologiques. À gauche, $\sigma_8 = 0.80$ est constant et Ω_m varie : le trait plein représente $\Omega_m = 0.2$, les tirets $\Omega_m = 0.1$ et les pointillés $\Omega_m = 0.4$. À droite, $\Omega_m = 0.2$ est constant et σ_8 varie : le trait plein représente $\sigma_8 = 0.80$, les tirets $\sigma_8 = 0.70$ et les pointillés $\sigma_8 = 0.90$.

Les simulations numériques permettent également de tester l'influence des paramètres cosmologiques sur la formation des structures. Dans les univers de faible densité, les structures se forment rapidement mais atteignent des masses peu élevées alors que dans les univers de forte densité les structures se forment plus lentement mais atteignent des masses plus importantes (Jenkins et al., 1998). La figure 1.3 représente l'évolution de la distribution de matière noire pour différents modèles cosmologiques et met en évidence la différence de vitesse de croissance des structures entre ces différents modèles. La fonction de masse des amas de l'univers proche permet de contraindre l'amplitude du spectre de puissance à l'échelle de 8 Mpc σ_8 et le paramètre de densité de la matière Ω_m. Pour lever la dégénérescence entre ces paramètres, il faut analyser des relevés plus profonds afin de connaître l'évolution de la fonction de masse en fonction de l'âge de l'univers (Richstone et al., 1992; Evrard et al., 1993; Bahcall & Cen, 1993). Des fonctions de masse prédites par différents jeux de paramètres cosmologiques sont représentées sur les figures 2.8 et 2.9 et celles obtenues avec deux échantillons d'amas (Bahcall & Cen, 1993; Reiprich et al., 2001). De nombreuses études observationnelles ont essayé de contraindre les paramètres cosmologiques de cette manière (Eke et al., 1998a; Borgani et al., 2001;

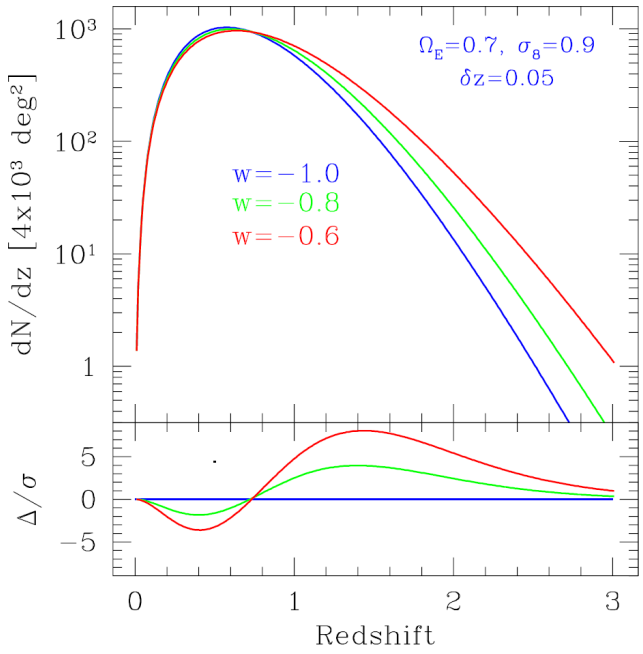


FIGURE 2.10 – Évolution du nombre d'amas en fonction de leur redshift pour différentes équations d'état de l'énergie sombre. Le panneau du bas représente les variations relatives par rapport à $w = -1$. Le nombre d'amas est issue de simulations numériques réalisées par Mohr et al. (2003) pour le relevé du South Pole Telescope en micro-ondes dans lequel les amas sont détectés par effet Sunyaev & Zeldovich (1969).

Vikhlinin et al., 2003; Mantz et al., 2008). Le comptage des halos en fonction du redshift peut aussi servir à contraindre les modèles cosmologiques comme le montre la figure 2.10 (Mohr et al., 2003) : différentes équations d'état de l'énergie sombre prédisent des nombres différents d'amas selon le redshift. L'influence de l'équation d'état dans le comptage d'amas se manifeste autour de $z = 0.5$ et autour de $z = 1.5$ mais pour des raisons différentes. Aux alentours de $z = 0.5$, les différences de comptage résultent d'un effet de volume d'univers sondé : à une magnitude de coupure donnée, le volume d'univers sondé dépend fortement des paramètres cosmologiques. Aux alentours de $z = 1.5$, les différences de comptage sont dues à différentes vitesses de formation des amas.

2.2 Le contenu des amas

Les premières études des amas de galaxies en tant qu'objet d'étude scientifique (Zwicky, 1933, 1937; Abell, 1958) ont été basées sur les galaxies. En effet, à cette époque, seul le domaine optique du rayonnement était accessible aux astronomes.

Par ailleurs, la dispersion des vitesses mesurée dans les amas, notamment Coma (Zwicky, 1933), semblait en contradiction avec l'estimation de leur masse basée sur la luminosité des galaxies. Zwicky (1933) proposa alors quatre hypothèses pour expliquer cette différence, parmi lesquelles la présence d'une matière non lumineuse.Le problème de la masse des amas en resta là, si ce n'est que dans les années 70, Rubin & Ford (1970); Rubin et al. (1978) mirent en évidence la présence de matière noire dans les galaxies en analysant leur courbe de rotation. À l'aune de cette découverte, la dynamique des galaxies dans les amas fut à nouveau étudiée, ce qui permit de conclure à la présence de matière noire à l'échelle des amas. Le gaz des amas a pour sa part été observé à partir des années 70 par les premiers satellites X (Uhuru puis Einstein).

Les amas de galaxies sont composés de galaxies (pour environ 5%), de gaz (pour environ 15%) et de matière noire (pour environ 80%).

2.2.1 La matière noire

La matière noire constitue environ 80% de la masse des amas et n'interagit avec la matière ordinaire qu'au travers de la gravitation qu'elle génère. La matière noire a été introduite dans les amas pour expliquer la différence entre la masse lumineuse et la masse dynamique des amas. La masse lumineuse est la somme de la masse des galaxies composant les amas ; la masse dynamique est la masse obtenue en appliquant le théorème du viriel aux amas sous l'hypothèse que les amas sont des systèmes liés à l'équilibre. Il s'avère que ces deux estimations donnent des mesures très différentes de la masse des amas puisque la masse dynamique est environ 20 fois plus grande que la masse lumineuse. Pour expliquer cette différence de masse, plusieurs hypothèses ont été avancées :

– les amas ne sont pas des systèmes gravitationnellement liés donc le théorème du viriel ne s'y applique pas ;

– la loi de la gravitation doit être modifiée ;
– de la matière non observée est contenue dans les amas.

Si les amas n'étaient pas des systèmes gravitationnellement liés, ils se disperseraient en un temps $t_{disp} \simeq l/\sigma_v$, où l est la taille caractéristique des amas et σ_v est la dispersion des vitesses. Or ce temps caractéristique de dispersion est inférieur au temps de Hubble : pour l'amas de Coma, Coles & Lucchin (1995) ont trouvé $t_{disp} \simeq 1/16H_0$. Cela signifie que de nombreux amas auraient eu le temps de se disperser après leur « formation » et donc que les galaxies d'amas devraient se retrouver dispersées dans le champ. Étant issues de la dispersion des amas, ces galaxies devraient (i) avoir un grand mouvement propre et (ii) être du même type morphologique que les galaxies d'amas, à savoir elliptiques et lenticulaires. Les observations des galaxies du champ ont montré qu'aucune de ces deux propriétés n'était vérifiée : les galaxies de champ sont principalement des galaxies spirales et ces galaxies ont peu ou pas de mouvement propre. Ainsi, les amas ne se désagrègent pas et constituent donc des systèmes gravitationnellement liés. Une autre solution a été envisagée pour résoudre le problème de la masse manquante : modifier la loi de la gravitation. Toutefois, à l'heure actuelle, les modifications de la gravitation permettent d'expliquer la matière noire seulement à des échelles particulières et pas à toutes les échelles où elle est actuellement nécessaire. Par exemple, la théorie MOND (Milgrom, 1983) permet d'expliquer les courbes de rotation des galaxies mais pas la masse manquante des amas. Ainsi, le modèle en vigueur pour expliquer la masse des amas est l'existence d'une matière noire, non encore détectée en laboratoire. Par ailleurs, les observations des lentilles gravitationnelles (à partir des années 90) ont permis de mesurer la masse des amas indépendamment de considérations dynamiques et ont confirmé que la masse des amas est bien environ 20 fois plus grande que la masse lumineuse.

La nature de la matière noire est pour l'instant toujours inconnue. Avant les premiers satellites X, un candidat à la matière noire était le gaz contenu dans les amas. Les premières observations en X avec le satellite Uhuru ont montré que, même si les amas contiennent environ 5 fois plus de gaz que de galaxies, il n'est pas suffisant pour expliquer leur masse. D'autres candidats, essentiellement sous la forme d'astres ou de galaxies faibles, ont été envisagés mais sans succès. À l'heure actuelle, sous l'hypothèse que la matière noire est une particule, la particule la plus probable est une particule massive interagissant faiblement avec la matière (WIMP pour Weakly Interacting Massive Particule). Les WIMPs, de par leur masse, interagissent avec la matière ordinaire au travers de la gravitation. Par contre, les WIMPs et la matière ordinaire n'interagissent pas ou très peu via les interactions électromagnétique, faible et forte. Cette absence d'interaction avec la matière ordinaire rend leur détection très difficile et n'a pour l'instant jamais été réalisée en laboratoire. Ainsi les principales évidences de l'existence de la matière noire proviennent des observations de galaxies (courbe de rotation) et d'amas (dynamique des galaxies).

La méconnaissance de la nature de la matière noire n'a toutefois pas empêché la mesure de certaines de ces propriétés. En particulier le comportement dynamique de la matière noire a été mis en évidence d'abord par des simulations cosmologiques :

les particules de matière noire sont des particules non collisionnelles ne subissant que l'interaction gravitationnelle. À partir de cette propriété, de nombreuses études ont été réalisées sur la matière noire, notamment sur sa distribution dans les amas. Dans le cas d'un amas relaxé, de nombreuses simulations ont permis de mettre en évidence des profils décrivant la distribution de matière noire.

Grâce à des simulations cosmologiques, Navarro et al. (1995, 1997) ont pu mesurer le profil des halos de matière noire. Le profil qu'ils ont obtenu a été ensuite appelé profil NFW. Son expression est la suivante :

$$\rho_{NFW}(r) = \frac{\rho_0}{r/R_s\,(1 + r/R_s)^2} \tag{2.17}$$

où ρ_0 est la densité centrale et R_s est le rayon d'échelle du halo. Dans leurs travaux ils ont également montré que ce profil de matière noire est universel : il ne dépend pas des paramètres cosmologiques (voir figure 2.11). En effet, quelque soit la cosmologie qu'ils ont utilisée dans leurs simulations, ils ont trouvé que ce profil ajustait la distribution de la matière noire dans les amas relaxés. Des observations récentes de lentilles gravitationnelles (strong lensing) ont également permis une mesure de la distribution de matière noire dans les amas, confirmant les modèles théoriques issus

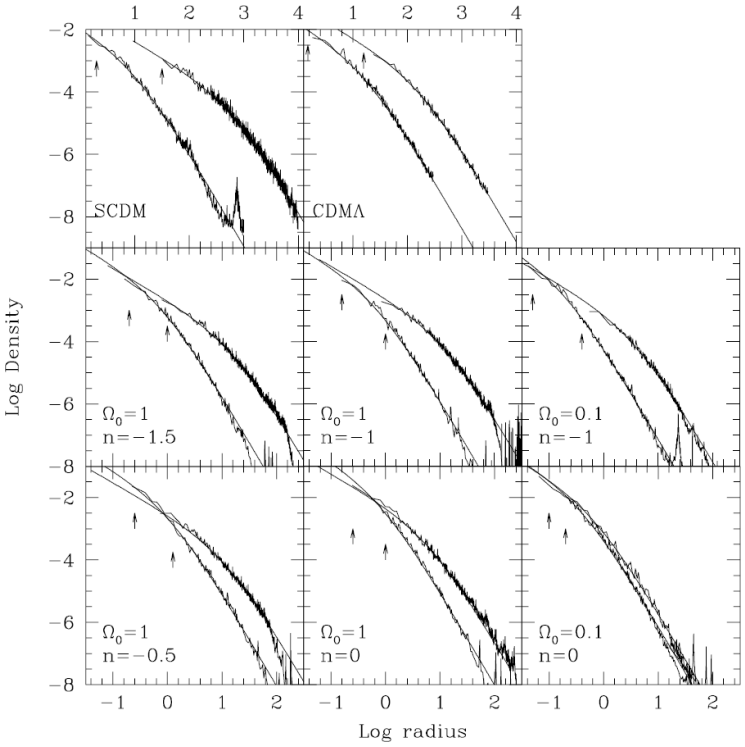


FIGURE 2.11 – Profils de densité du halo de matière noire le plus massif (directement au dessous de la flèche la plus à droite) et du halo le moins massif (flèche de gauche) pour différents modèles cosmologiques. Les ajustements par le profil NFW sont représentés par les courbes lisses (Navarro et al., 1997).

des simulations. Par exemple, la figure 2.12 est une image de l'amas ZwCl0024+17 obtenu avec le télescope spatial Hubble sur laquelle a été superposée la distribution de matière noire révélée par le lentillage gravitationnel.

2.2.2 Le gaz

Les amas de galaxies contiennent environ 20% de gaz d'origine primordiale enrichi en métaux par les vents galactiques, les galaxies à noyau actif (AGN pour Active Galaxy Nuclei) et les SuperNovae (SNe). Le gaz intra-amas est chauffé par des ondes de chocs se propageant durant la formation des structures et notamment lors de la fusion entre structures de masses comparables. Le phénomène de fusion majeure d'amas étant le phénomène le plus énergétique de l'univers, de grandes quantités d'énergie potentielles sont transmises au gaz qui atteint des températures allant de 10^7 à 10^8 K. Ce gaz chauffé émet du rayonnement de type bremsstrahlung thermique aux alentours de 3×10^{-11} m donc dans le domaine des rayons X. Il se trouve d'ailleurs que les amas de galaxies sont les sources les plus brillantes dans le domaine des rayons X avec les galaxies à noyau actif (ci-après AGN) : leur luminosité X, notée L_X, varie entre 10^{43} erg/s pour les moins massifs et 10^{45} erg/s pour les plus massifs. Il s'agit d'une émission diffuse (par opposition à des sources ponctuelles) s'étendant sur des distances de l'ordre du Mpc. La luminosité X du gaz dépend de la densité ρ_g du gaz :

$$L_X(\vec{r}) \propto \rho_g^2(\vec{r}). \tag{2.18}$$

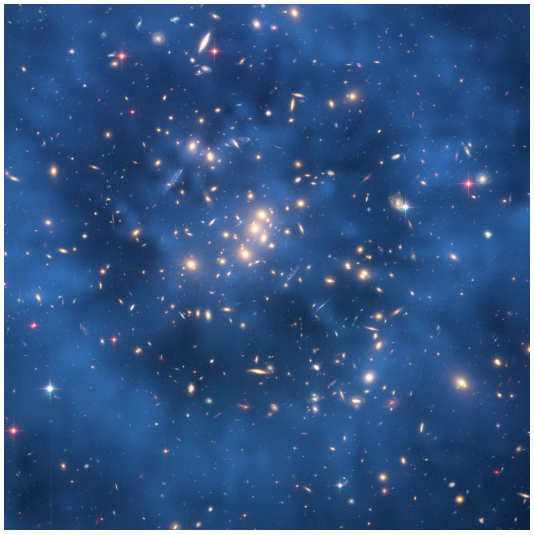


FIGURE 2.12 – Amas ZwCl 0024+17 observé par le télescope spatial Hubble. La distribution de matière noire déterminée par le lentillage gravitationnel est représentée en bleu.

Les amas sont les seules sources X étendues, les autres sources X sont des sources ponctuelles comme les AGN. Ainsi, l'étude des amas en X s'est pratiquement faite sans aucun effet de projection, contrairement aux études optiques dans lesquelles les galaxies d'avant et d'arrière-plan contaminent les observations des amas (van Haarlem et al., 1997; Reblinsky & Bartelmann, 1999). Pour cette raison, les études des amas de galaxies ont connu un fort développement en X dans les années 80-90 (les AGN peuvent quand même poser des problèmes en raison de leur luminosité élevée). Toutefois, jusqu'aux satellites Chandra, XMM et Suzaku, seules les régions centrales des amas étaient étudiées en X du fait de la faible luminosité X des régions externes (la luminosité L_X étant proportionnelle au carré de la densité de gaz).

La thermodynamique du gaz des amas est régie par différents phénomènes physiques : l'interaction du gaz avec les galaxies d'amas et avec le champ magnétique des amas ainsi que la présence de sous-structures attestant la fusion d'amas. En première approximation, l'influence des galaxies sur le gaz est le réchauffement local et l'enrichissement en métaux de ce dernier par les AGN et par les SuperNovae (SNe). Concernant les champs magnétiques, dont l'origine est encore incertaine, ils sont responsables de rayonnement synchrotron observable en ondes radio. Toutefois, l'intensité du champ magnétique dans les amas est de l'ordre de $0.1 - 1$ µG (Feretti et al., 2012), ce qui est trop faible pour avoir une influence importante sur le gaz. Enfin, la formation hiérarchique des amas mélange du gaz provenant de structures différentes : la fusion de structures s'accompagne d'ondes de chocs se propageant dans tout le gaz intra-amas et le réchauffant. Le modèle le plus simple pour décrire le gaz d'un amas est l'hypothèse hydrostatique. En effet, la vitesse du son c_s dans un gaz vaut

$$c_s \simeq \sqrt{\frac{P}{\rho_g}} \simeq \sqrt{\frac{k_B T}{\mu m_p}} \simeq 1000 \text{ km/s},$$

où P est la pression du gaz, ρ_g sa densité, T sa température, μ le poids moléculaire moyen (ici environ $1/2$ car tous les atomes sont ionisés et sont pour environ $3/4$ des atomes d'hydrogène), m_p la masse du proton et k_B la constante de Boltzmann. Le temps caractéristique nécessaire à une onde acoustique pour se propager d'un bout à l'autre de l'amas est de l'ordre de

$$t_{oa} = \frac{2R}{c_s} \simeq 9 \times 10^9 \text{ ans},$$

où R est le rayon de l'amas, de l'ordre de 1 Mpc. Ce temps caractéristique est inférieur au temps caractéristique de la dynamique des amas (voir section 2.2.3.2), ce qui signifie que le gaz d'un amas a le temps d'atteindre l'équilibre hydrostatique avant que cet amas ne subisse une autre interaction. Un gaz à l'équilibre hydrostatique vérifie l'équation de Poisson :

$$\nabla P = -\rho_g \nabla \phi.$$

Ici ϕ représente le potentiel gravitationnel total de l'amas, incluant le potentiel du gaz et celui de la matière noire. Cette équation signifie que les forces de pression du

gaz empêchent le gaz de s'effondrer sur lui-même du fait de la gravité. Dans le cas de l'approximation sphérique, l'équation précédente devient :

$$\frac{dP}{dr} = -\rho_g \frac{d\phi}{dr} = -\rho_g \frac{GM(r)}{r^2},$$

où $M(r)$ est la masse comprise à l'intérieur du rayon r. Comme $P = \rho_g k_B T/\mu m_p$, il vient :

$$\frac{dP}{dr} = \frac{k_B}{\mu m_p}\frac{d\rho_g T}{dr} = -\frac{G}{r^2}\rho_g M(r),$$

qui peut se réécrire de la manière suivante :

$$M(r) = -\frac{k_B r^2 T}{G\mu m_p}\left(\frac{d\ln\rho_g}{dr} + \frac{d\ln T}{dr}\right).$$

Cette équation est très importante car elle permet de calculer, pour un amas à l'équilibre hydrostatique, son profil de masse à partir de son profil de densité et de son profil de température. Les observations X permettent de mesurer d'une part la densité projetée et d'autre part le spectre projeté du gaz. Pour obtenir les profils, il faut déduire le profil du gaz à partir de sa densité projetée et il faut déterminer le profil de température à partir du spectre. Pour la mesure du profil, l'hypothèse de symétrie sphérique a déjà été faite, donc il suffit de s'en resservir pour obtenir le profil de densité du gaz. La mesure du profil de température est plus complexe, une description détaillée a été réalisée par Ikebe et al. (1997); Vikhlinin et al. (2005). Enfin, une fois le profil de masse obtenu, son intégration permet de calculer la masse des amas, qui est très importante pour contraindre les modèles cosmologiques (voir section 2.1.3).

Toutefois, comme la mesure du profil de température du gaz nécessite un long temps d'intégration et une résolution angulaire importante, sa mesure n'a été réalisée que pour un nombre limité d'amas et en général proches (Pratt et al., 2007).

Une première simplification du modèle hydrostatique est le modèle du gaz isotherme : la température du gaz est supposée uniforme, ce qui permet de déduire le profil de masse directement à partir du profil de densité. De plus, si le modèle de la sphère isotherme est appliqué à l'amas (matière noire et galaxies, voir section suivante), alors on peut montrer que (Schneider, 2006) :

$$\frac{d\ln\rho}{dr} = -\frac{1}{\sigma_v^2}\frac{GM}{r^2} \tag{2.19}$$

et

$$\frac{d\ln\rho_g}{dr} = -\frac{\mu m_p}{k_B T}\frac{GM}{r^2}. \tag{2.20}$$

En combinant ces deux équations, on obtient :

$$\frac{d\ln\rho_g}{dr} = \frac{d\ln\rho}{dr} \times \frac{\mu m_p \sigma_v^2}{k_B T}, \tag{2.21}$$

ce qui implique :

$$\rho_g(r) = [\rho(r)]^\beta \tag{2.22}$$

où l'on a posé $\beta = \frac{\mu m_p \sigma_v^2}{k_B T}$. Cela signifie donc que le gaz peut être utilisé comme traceur du potentiel gravitationnel d'un amas à l'équilibre hydrostatique. Dans le cas du modèle de la sphère isotherme, ce modèle est appelé le modèle β. Ce modèle est pertinent pour décrire un amas à l'équilibre mais se révèle très insuffisant dans le cas d'un amas en cours d'interaction ou en cours de relaxation.

Comme la densité du gaz est plus élevée au centre des amas et comme la luminosité X du gaz dépend du carré de la densité, le cœur des amas est très brillant en rayons X. De plus, ce rayonnement étant du bremsstrahlung thermique, il permet de refroidir le gaz. Il en résulte que le gaz au cœur des amas est froid, en comparaison avec le gaz en périphérie des amas. En effet, au cœur des amas, la densité du gaz est importante donc son émissivité est grande. Comme le rayonnement du gaz est d'origine thermique, cette forte émissivité du gaz central entraîne une diminution rapide de la température du gaz au centre de l'amas, d'où la présence d'un cœur froid. Cependant, plus un gaz est froid plus les forces de pression diminuent, ce qui permet au gaz de s'effondrer davantage sur lui-même, augmentant sa densité. Comme la densité du gaz augmente, son émissivité augmente à son tour et ainsi de suite. Par ce phénomène de refroidissement, le gaz des amas devrait se refroidir sur des échelles de temps très courtes devant l'échelle de temps caractéristique des amas et donc de nombreux amas avec du gaz froid devraient être observés. De plus, cet effondrement du gaz devrait entraîner un fort taux de formation stellaire au centre de l'amas. Ces deux phénomènes furent très bien reproduits par les premières simulations hydrodynamiques des amas mais ne sont pas observés. D'autres mécanismes physiques sont donc nécessaires pour expliquer l'arrêt du refroidissement du gaz. L'un de ces mécanismes est le feedback des AGN. Les AGN éjectent du matériel dans le milieu intra-amas et comme ce matériel est chaud il réchauffe le milieu intra-amas, contrebalançant ainsi le refroidissement thermique du gaz. Ainsi, le profil de température du gaz peut être utilisé afin de comprendre l'état dynamique des amas : un amas relaxé possède un cœur froid et la température du gaz augmente en s'éloignant du centre.

Comme il a été décrit plus haut, les galaxies ont une influence sur la thermodynamique du gaz au travers des AGN et des SNe qui réchauffent localement le gaz et l'enrichissent en métaux. La question de l'influence du gaz sur les galaxies d'amas n'a pas encore été discutée. D'un point de vue dynamique, il s'agit de savoir si la présence de gaz modifie la trajectoire des galaxies dans le potentiel gravitationnel des amas. De nombreuses observations (Vollmer et al., 2004; Yagi et al., 2013) et de nombreuses simulations numériques (Kronberger et al., 2008; Bekki, 2014) ont été réalisées afin de comprendre cette interaction entre le gaz et les galaxies. Les simulations numériques ont permis de mettre en évidence l'interaction entre le gaz galactique et le gaz intra-amas. Kronberger et al. (2008) ont simulé une galaxie (matière noire et gaz) en interaction avec le gaz d'un amas (voir figure 2.13). Leurs simulations ont permis de vérifier que la matière noire et les étoiles ne sont pas affectées par le gaz intra-amas et elles ont montré que le gaz galactique peut être arraché à la galaxie hôte selon la vitesse de la galaxie par rapport au gaz et se-

lon la densité du gaz intra-amas. Ce dernier phénomène est appelé le ram-pressure stripping et est le principal candidat pour expliquer la différence de populations de galaxies entre les amas et le champ. En enlevant le gaz des galaxies durant leur accrétion par un amas, celles-ci ne peuvent plus former d'étoiles et voient leur type évoluer de spirale vers lenticulaire et elliptique. De plus, ce gaz arraché peut entraîner une intense formation stellaire dans la queue des galaxies (Bekki, 2014). Concernant l'interaction entre le gaz intra-amas et les galaxies, il faut donc retenir que le gaz n'affecte pas la dynamique des galaxies dans les amas mais qu'il affecte leurs populations stellaires.

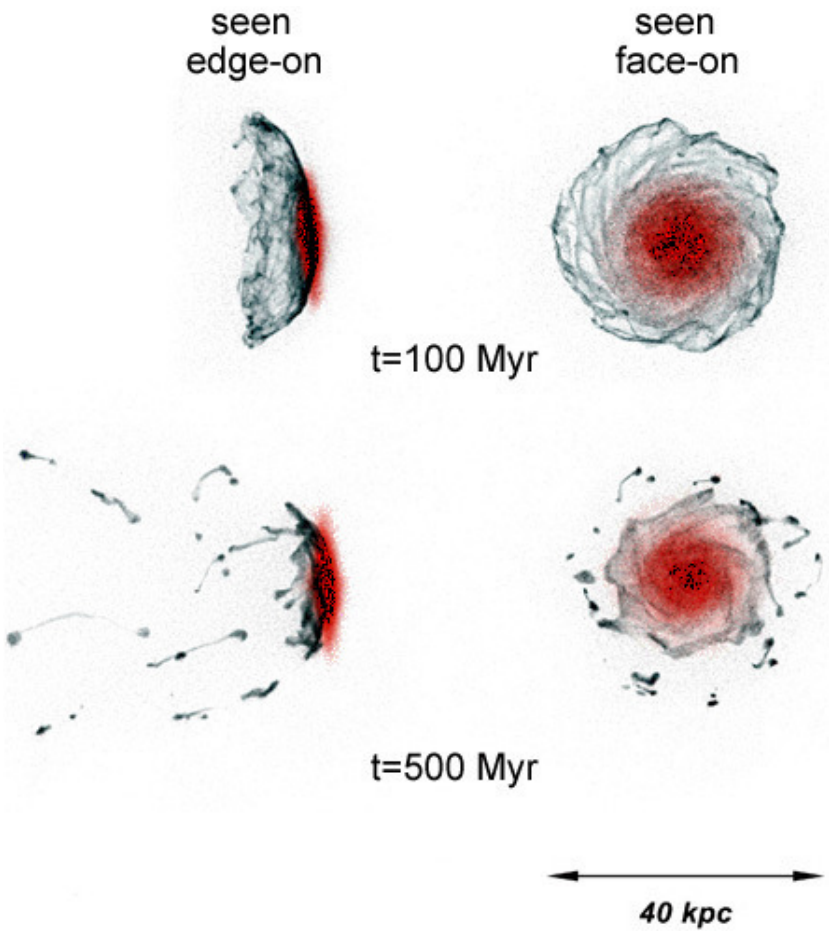


FIGURE 2.13 – Simulation d'une galaxie se déplaçant dans du gaz intra-amas (Kronberger et al., 2008). Le gaz galactique est représenté en gris et les étoiles nouvellement formées en rouge. La galaxie est représentée à deux dates différentes et vue sous deux angles différents : par la tranche à gauche et de face sur la droite.

2.2.3 Propriétés des galaxies d'amas

Les galaxies représentent seulement 5% de la masse des amas mais sont essentielles pour l'étude de ces derniers. De nombreuses propriétés des galaxies d'amas ont été mises en évidence grâce aux nombreuses études qui leur ont été consacrées. Parmi celles-ci, sont décrites dans cette section : leur fonction de luminosité, leur distribution dans l'espace des phases permettant l'étude de la distribution de leur vitesse radiale et de leur distribution projetée et les effets d'environnement. Deux caractéristiques importantes des galaxies sont utilisées pour décrire les propriétés : les galaxies tracent le potentiel gravitationnel des amas et se comportent comme des particules non collisionnelles.

2.2.3.1 Fonction de luminosité

La fonction de luminosité des galaxies, $n(L)$, représente la distribution de la luminosité des galaxies : $n(L)dL$ est donc le nombre de galaxies ayant une luminosité comprise entre L et $L + dL$. Des études aussi bien observationnelles que théoriques ont essayé de déterminer la fonction de luminosité des amas. De nombreux modèles ont été avancés (par exemple celui de Zwicky, 1957) jusqu'au modèle de Schechter (1976), qui propose la fonction de luminosité suivante :

$$n(L) = N^* \left(\frac{L}{L^*}\right)^{\alpha} \exp\left\{-\frac{L}{L^*}\right\} \tag{2.23}$$

où L^* est une luminosité caractéristique des amas et N^* représente le facteur de normalisation. N^* est relié au nombre de galaxies N_{L^*} ayant une luminosité plus grande que L^* par la relation : $N_{L^*} = N^*\Gamma(1-\alpha, 1)$ (Schechter, 1976; Sarazin, 1986) où Γ est la fonction Γ d'Euler incomplète : $\Gamma(a, x) = \int_x^\infty e^{-t}t^{a-1}dt$. Cette fonction de luminosité est représentée sur la figure 2.14. Deux jeux de données réelles sont représentés sur cette figure : la fonction de luminosité observée en tenant compte (cercles noirs) de la galaxie la plus brillante (ci-après BCG, pour Brightest Cluster Galaxy) et sans en tenir compte (cercles blancs). Les avantages que présente cette fonction par rapport aux précédentes fonctions de luminosité est qu'elle est de classe C^∞ et qu'elle représente une fonction de distribution, dont tous les moments sont définis. De plus cette expression présente l'avantage d'avoir été prédite analytiquement par le modèle de formation des galaxies de Press & Schechter (1974). En outre, de nombreuses observations ultérieures ont montré que cette fonction ajuste de manière satisfaisante la fonction de luminosité des amas réguliers, si la BCG est exclue de l'analyse pour les galaxies brillantes. Il semble raisonnable de retirer la BCG de cette analyse car son évolution est très différente de celle des autres galaxies d'amas : de par sa position centrale, la BCG accrète un grand nombre de galaxies alors que les collisions entre galaxies dans les amas sont rares (voir section 2.2.3.2, équation 2.28). La BCG ne rentre donc pas dans le champ d'application du modèle de Press & Schechter (1974).

Schechter (1976) a montré que cette fonction de luminosité est universelle pour tous les amas de galaxies, avec $\alpha = -1.25$ et L^* correspond au coude de la fonction

de Schechter situé à la magnitude absolue $M_V^* \approx -21.9 + 5\log h$ (voir figure 2.14). Du fait de l'universalité de L^*, la fonction de luminosité de Schechter (1976) peut être utilisée comme indicateur de distance. En effet, la distance comobile entre un observateur et un amas de galaxies est suffisamment grande pour pouvoir faire l'hypothèse que les galaxies se trouvent toutes à la même distance (comobile) de l'observateur. Dans ce cas, le coude de la fonction de luminosité d'un amas situé à la distance d sera observé à la magnitude apparente m^* correspondant à la magnitude absolue M^*. En utilisant la formule du module des distances :

$$m^* - M^* = 5\log_{10}\left(\frac{d}{10\,\mathrm{pc}}\right),$$

la distance d de l'amas peut être estimée de la manière suivante :

$$d = 10^{m^*-M^*} \times 10\,\mathrm{pc}. \tag{2.24}$$

En couplant cette mesure de distance des amas avec la mesure de leur redshift, il est alors possible de contraindre les modèles cosmologiques de la même manière qu'avec les Supernovae de type Ia. Toutefois en pratique, la détermination de la fonction de

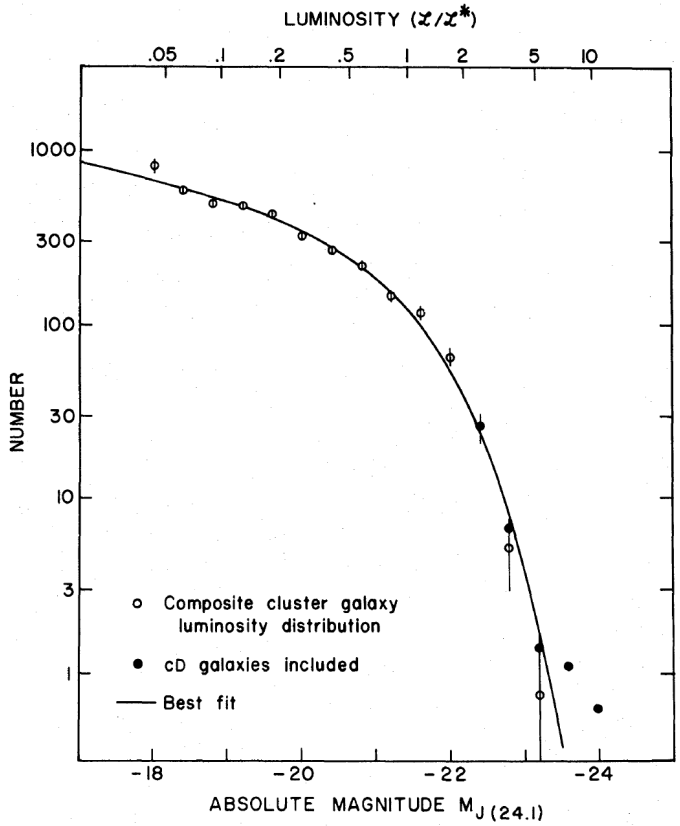


FIGURE 2.14 – Fonction de luminosité de Schechter (1976) ajustée sur des données réelles, en tenant compte de la BCG (cercles noirs) ou non (cercles blancs).

luminosité des amas est difficile à hauts redshifts à cause du biais de Malmquist et de l'évolution des propriétés spectro-photométriques des galaxies d'amas, ce qui rend la mesure de m^* incertaine. Aussi, comme la distance d dépend de l'exponentielle de m^*, l'erreur relative sur m^* donne une erreur relative sur d encore plus grande.

Des études récentes de la fonction de luminosité ont mis en évidence une seconde composante : celle-ci serait nécessaire pour décrire la fonction de luminosité des amas pour les galaxies faibles (Driver et al., 1994; Smith et al., 1997; Boyce et al., 2001; Beijersbergen et al., 2002; Trentham & Tully, 2002; Sabatini et al., 2003). Ces études étant réalisées sur quelques amas (Coma, Virgo, Leo, Abell 963, Abell 2254, Abell 866, le groupe autour de NGC1407 et celui autour de NGC1023), il aura fallu attendre 2005 pour que soit réalisée une étude statistique de la fonction de luminosité des amas mettant en évidence le caractère universel de la présence de deux composantes (Popesso et al., 2005b). La grande couverture et la profondeur du SDSS ont permis d'avoir un nombre important d'amas proches (130) et sa profondeur a permis de détecter les galaxies faibles, rendant possible l'observation de la seconde composante de la fonction de luminosité pour tous ces amas. Pour la première composante, Popesso et al. (2005b) ont retrouvé la fonction de Schechter (1976) classique (pente α proche de -1.25 quelque soit la bande et $M^*_{r'} \simeq -21.2$). Concernant la seconde composante, ils ont montré qu'elle suit également une fonction de Schechter et que sa pente varie selon la bande utilisée entre -1.6 (en bande u') et -2.1 (en bande z'). Pour M^* de la seconde composante, ils ont trouvé pour $M^*_{r'} \simeq -18.3$ en bande r'. Ce double ajustement de la fonction de luminosité est meilleur que l'ajustement par une simple fonction de Schechter (1976), pour lequel ils ont trouvé $\alpha \simeq -1.3$ et $M^*_{r'} \simeq -21.6$. Ce résultat de Popesso et al. (2005b) a par la suite été retrouvé ou pris comme référence pour l'étude de la fonction de luminosité des amas dans de nombreuses études (Blanton et al., 2005; Hansen et al., 2005; González et al., 2006; Mendes de Oliveira et al., 2006; Cypriano et al., 2006; Olsen et al., 2007; Yamanoi et al., 2007; Tempel et al., 2009; Alshino et al., 2010; de Filippis et al., 2011).

La fonction de luminosité est très importante pour toutes les études concernant les amas car la représentation des amas au travers des galaxies dépend fortement du critère de sélection appliqué aux galaxies. L'utilisation d'une magnitude de coupure judicieuse permet d'échantillonner la partie utile de la fonction de luminosité. Ce point est crucial car un mauvais échantillonnage de la fonction de luminosité peut mener à des interprétations erronées. Par exemple, la recherche de sous-structure dans les amas de galaxies permet de contraindre leur état dynamique. Or certaines sous-structures sont composées d'une galaxie principale avec un cortège de galaxies satellites beaucoup plus faibles, comme c'est le cas dans le Groupe Local que ce soit autour de la Voie Lactée ou autour de la galaxie d'Andromède. Si la magnitude de coupure est trop basse par rapport à M^* alors seule la galaxie principale de telles sous-structures sera observée. Dès lors, si un observateur observait le Groupe Local avec une magnitude de coupure trop basse, il ne verrait que la Voie Lactée et la galaxie d'Andromède et conclurait à tort qu'il s'agit d'une paire de galaxies au lieu d'un groupe.

2.2.3.2 Distribution des galaxies dans l'espace des phases

Cette section est basée sur les ouvrages de Sarazin (1986); Binney & Tremaine (1987); Schneider (2006); Aguilar (2008). Cette section vise à décrire la manière dont la fonction de distribution des galaxies dans l'espace des phases peut être dérivée.

La dynamique des galaxies dans un amas est régie par deux équations :

– l'équation de Poisson

$$\nabla^2\phi(\vec{r}) = 4\pi G\rho(\vec{r}) \tag{2.25}$$

où ϕ est le potentiel gravitationnel et ρ la densité en masse, évalués en $\vec{r}$;

– l'équation de Boltzmann

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \vec{v}.\frac{\partial f}{\partial \vec{x}} - \vec{\nabla}\phi\frac{\partial f}{\partial \vec{v}} = \left(\frac{\partial f}{\partial t}\right)_{coll} \tag{2.26}$$

où f est la fonction de distribution des galaxies dans l'espace des phases.

Ce système d'équations ne peut pas être résolu de manière analytique et donc le système doit être simplifié.

Dans l'équation de Boltzmann le terme de gauche correspond aux variations dues au mouvement d'une galaxie dans le potentiel et le terme de droite correspond aux variations dues aux collisions entre galaxies. La différence entre ces deux termes est l'échelle de temps sur laquelle ils se réalisent.

L'échelle caractéristique de temps pour le terme de gauche est le temps dynamique, t_{dyn}, le temps nécessaire à une galaxie pour accomplir une orbite complète. Une estimation du temps dynamique est le rapport entre la taille caractéristique de l'amas R et la vitesse moyenne des galaxies $\langle v\rangle$: $t_{dyn} \approx R/\langle v\rangle \approx 1.5h^{-1} \times 10^9$ ans (Sarazin, 1986; Schneider, 2006).

L'échelle caractéristique de temps pour le transfert d'énergie dans les collisions de galaxies t_{coll} est égal à $\frac{\langle v\rangle^3}{8\pi G^2 m^2 n \log\Lambda}$ (Chandrasekhar, 1942; Spitzer & Harm, 1958; Sparke & Gallagher, 2000), où m est la masse moyenne des galaxies, n la densité de galaxies en nombre et $\Lambda = b_{max}/b_{min}$ avec b_{max} (respectivement b_{min}) le paramètre d'impact maximal (respectivement minimal). Ici le paramètre d'impact maximal est la taille de l'amas R, que l'on peut relier à $\langle v\rangle$ par la relation $R = \frac{GNm}{\langle v\rangle^2}$ et le paramètre minimal est le paramètre d'impact des collisions massives, $r_{coll} = \frac{2Gm}{\langle v\rangle^2}$. Ainsi $\Lambda = \frac{R}{r_{coll}} = \frac{GNm}{\langle v\rangle^2}\frac{\langle v\rangle^2}{2Gm} = \frac{N}{2}$ (Sarazin, 1986).

Afin d'évaluer t_{coll} et le rapport entre les deux échelles de temps, il faut utiliser le théorème du viriel. Pour un amas à l'équilibre, le théorème du viriel permet de relier l'énergie cinétique des galaxies à leur énergie potentielle : $\frac{1}{2}Nm\langle v\rangle^2 = \frac{G(Nm)^2}{2R}$, où N est le nombre de galaxies dans l'amas. On peut déduire de cette relation :

$$\langle v\rangle^2 = \frac{GNm}{R}. \tag{2.27}$$

En remplaçant la densité n par $\frac{3N}{4\pi R^3}$, le rapport t_{coll}/t_{dyn} devient donc :

$$\frac{t_{coll}}{t_{dyn}} = \frac{\langle v\rangle^3}{8\pi G^2 m^2 \frac{3N}{4\pi R^3}\log(N/2)} \times \frac{\langle v\rangle}{R} \qquad = \frac{\langle v\rangle^4 R^2}{6G^2m^2N\log(N/2)}.$$

En utilisant l'équation 2.27, le rapport devient :

$$\frac{t_{coll}}{t_{dyn}} = \frac{N}{6\log(N/2)} \approx 30. \tag{2.28}$$

Les amas de galaxies contenant environ un millier de galaxies, le rapport entre le temps dynamique et l'échelle de temps des collisions est de l'ordre de 30. En outre, plus le nombre de galaxies augmente, plus ce rapport augmente et plus l'influence des collisions diminue. Ce résultat ne signifie pas que plus il y a de galaxies, moins il y a de collisions mais il signifie que c'est l'influence des collisions sur la dynamique des galaxies qui diminue par rapport au potentiel de l'amas. Ce résultat peut s'illustrer avec l'exemple suivant : soit un amas de masse M, de rayon R et avec N galaxies toutes de masse m. Doubler le nombre de galaxies en gardant les paramètres de l'amas constants, donc en divisant la masse de chaque galaxie par 2, a deux effets concurrents sur les collisions. Le premier est de doubler le nombre de collisions, ce qui augmente l'effet dû aux collisions et donc réduit l'échelle de temps caractéristique des collisions. Le second effet est de diminuer l'influence gravitationnelle des galaxies entre elles. La force gravitationnelle entre deux corps étant proportionnelle au produit de leur masse, celle-ci est donc diminuée d'un facteur 4. Comme l'influence gravitationnelle entre galaxies diminue, chaque collision sera moins efficace pour modifier la trajectoire des galaxies ce qui augmentera le temps caractéristique des collisions. L'effet résultant est une diminution de l'influence des collisions lorsque le nombre de galaxies augmente alors que le potentiel de l'amas reste inchangé. De cette façon, la dynamique des galaxies est gouvernée par le potentiel gravitationnel de l'amas et non par les collisions. Ainsi, dans un amas, les galaxies ont le temps de faire un grand nombre d'orbites avant que leur trajectoire ne soit modifiée significativement par l'interaction avec les autres galaxies. Dès lors, lorsque l'on s'intéresse à l'équilibre des amas, la variation de l'espace des phases due aux collisions entre galaxies devient négligeable : $\left(\frac{\partial f}{\partial t}\right)_{coll} \simeq 0$. On peut donc considérer que les galaxies se comportent dans le potentiel gravitationnel des amas comme des particules non collisionnelles. Dans ce cas, l'équation de Boltzmann (équation 2.26) devient alors l'équation de Boltzmann sans collision :

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \vec{v}.\frac{\partial f}{\partial \vec{x}} - \vec{\nabla}\phi.\frac{\partial f}{\partial \vec{v}} = 0. \tag{2.29}$$

Afin de déterminer la distribution des galaxies dans l'espace des phases, il faut résoudre l'équation de Poisson (équation 2.25) et l'équation de Boltzmann sans collision (équation 2.29), les conditions aux limites devant être déduites des observations. Toutefois, les observations ne permettent pas de déterminer toutes les conditions aux limites et donc le système d'équations ne peut pas être résolu sans simplification ou hypothèse supplémentaire (Aguilar, 2008).

Trois méthodes alternatives ont été proposées afin de résoudre ce système d'équations. La première consiste à écrire différemment l'équation de Boltzmann sans collision et à faire l'hypothèse d'état stationnaire (Binney & Tremaine, 1987). La seconde n'utilise aucune hypothèse sur la dynamique de l'amas mais se concentre

sur la détermination de la distribution des galaxies dans l'espace des vitesses en utilisant les équations de Jeans (1915). Comme la première méthode, la troisième (Schneider, 2006) est basée sur des hypothèses dynamiques : un modèle pour la dynamique des galaxies est adopté afin de simplifier le système d'équations avant de le résoudre.

Dans la première approche (Binney & Tremaine, 1987; Aguilar, 2008), en remplaçant $\vec{v}$ par $\vec{x}$ et en utilisant la relation $\vec{a} = \vec{v} = -\vec{\nabla}\phi$ dans l'équation 2.29, on obtient :

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \vec{x}.\frac{\partial f}{\partial \vec{x}} + \vec{v}.\frac{\partial f}{\partial \vec{v}} = 0.$$

qui peut se réécrire en faisant intervenir la dérivée particulaire $\frac{Df}{Dt}$:

$$\frac{Df}{Dt} = 0.$$

Cette équation signifie que la fonction de distribution ne change pas le long de la trajectoire d'une galaxie (théorème de Liouville). Si de plus l'amas est dans un état stationnaire, alors les orbites des galaxies deviennent stables et la fonction de distribution f doit être une fonction des intégrales du mouvement, d'après le théorème de Jeans. Les solutions du système d'équations sont donc les fonctions de distribution de la forme : $f = f(E)$, $f = f(E, J)$, $f = f(E, J^2)$ etc. où E est l'énergie et J le moment angulaire.

La seconde approche est basée sur les équations de Jeans (1915) et permet de ne pas faire d'hypothèse sur l'état de l'amas ou sur la dynamique (Binney & Tremaine, 1987). Les équations de Jeans sont obtenues en s'intéressant aux moments de la fonction de distribution dans l'équation de Boltzmann. Dans un système à symétrie sphérique et en se donnant la densité de galaxies ρ, le passage aux moments d'ordre 2 par rapport au vecteur vitesse dans l'équation de Boltzmann sans collision donne :

$$\frac{d\left(\rho\sigma_r^2\right)}{dr} + \frac{\rho}{r}\left[2\sigma_r^2 - \left(\sigma_\theta^2 + \sigma_\varphi^2\right)\right] = -\rho\frac{d\phi}{dr}.$$

En choisissant une densité ρ de galaxies, l'intégration de l'équation ci-dessus permet de déterminer la fonction de distribution des galaxies dans l'espace des phases. Le choix de la densité utilisée mérite une attention particulière pour obtenir une fonction de distribution physique (Aguilar, 2008). De plus, cette méthode permet d'obtenir seulement des informations générales sur la fonction de distribution (ses moments) et non pas sur sa forme générale.

La troisième approche est entièrement basée sur des modèles de l'évolution dynamique des galaxies. Le modèle le plus communément utilisé est le modèle de la sphère isotherme (Zwicky, 1957; King, 1966; Sarazin, 1986; Binney & Tremaine, 1987), basé sur les hypothèses suivantes :

- les galaxies suivent le potentiel de l'amas ;
- elles sont thermalisées ;
- la dispersion des vitesses des galaxies ne dépend pas de $\vec{r}$;
- f est stationnaire.

Avec ces hypothèses, les galaxies se comportent dans le potentiel de l'amas comme les particules d'un gaz à l'équilibre isotherme. Ainsi la distribution de leur vitesse est isotrope, indépendante de $\vec{r}$ et est décrite par une distribution maxwellienne. Déterminer la fonction de distribution revient donc à déterminer $n(r)$ et la fonction de distribution des galaxies dans l'espace des phases s'écrit :

$$f\left(r,v\right)=n(r)\frac{1}{\left(2\pi\sigma_r^2\right)^{3/2}}\exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{v}{\sigma_r}\right)^2\right\}.$$

À l'équilibre dynamique, le gradient de pression est égal à l'accélération :

$$\frac{dP}{dr}=-\rho\frac{GM(r)}{r^2},, \tag{2.30}$$

où ici ρ est la densité *projetée* de galaxies et $M(r)$ est la masse à l'intérieur d'une sphère de rayon r :

$$M(r)=4\pi\int_0^r dr' r'^2\rho(r).$$

En multipliant les deux termes de l'équation 2.30 par r^2/ρ puis en dérivant par rapport à r, on obtient :

$$\frac{d}{dr}\left(\frac{r^2}{\rho}\frac{dP}{dr}\right)+4\pi Gr^2\rho=0. \tag{2.31}$$

De plus, dans la théorie cinétique des gaz, la pression et la température sont reliées par : $P=nk_BT$; et la température est reliée à la dispersion des vitesses par : $\frac{3}{2}k_BT=\frac{m}{2}\langle v^2\rangle$. On peut donc écrire :

$$\frac{dP}{dr}=\frac{d}{dr}\left(nk_BT\right)=k_BT\frac{dn}{dr}=\frac{k_BT}{m}\frac{d\rho}{dr}=\frac{\langle v^2\rangle}{3}\frac{d\rho}{dr}=\sigma_v^2\frac{d\rho}{dr}$$

où la dernière étape du calcul provient de l'isotropie de la distribution des vitesses : $\langle v^2\rangle=3\sigma_v^2$. En réinjectant cette relation dans l'équation 2.31, on obtient :

$$\sigma_v^2\frac{d}{dr}\left(\frac{r^2}{\rho}\frac{d\rho}{dr}\right)+4\pi Gr^2\rho=0. \tag{2.32}$$

Les solutions de cette équation ne peuvent pas être déterminées de manière analytique (Schneider, 2006). De nombreuses solutions ont toutefois été avancées. Parmi celles-ci, il y a le modèle de la sphère isotherme avec singularité dans lequel $\rho(r)=\frac{\sigma_v^2}{2\pi Gr^2}$. Ce modèle de densité résout l'équation 2.32 mais a deux inconvénients. Le premier est que la densité centrale, en $r=0$, diverge ce qui n'est pas observé. Le second est que ce profil de densité donne une masse totale proportionnelle à r et donc qui diverge elle aussi. Ainsi, afin que ce modèle puisse être utilisé pour décrire les régions externes des amas, il faut introduire un rayon de coupure (Zwicky, 1957; Bahcall, 1973) au-delà duquel la densité vaut 0. King (1962) a proposé une autre troncature en se donnant comme fonction de distribution dans l'espace des phases :

$$f(r,v)\propto\exp\left\{\frac{\phi(0)-\phi(r)}{\sigma_{r,\infty}^2}\right\}\times\left[\exp\left\{-\frac{v^2}{2\sigma_{r,\infty}^2}\right\}-\exp\left\{\frac{\phi(r)}{\sigma_{r,\infty}^2}\right\}\right], \tag{2.33}$$

où $\sigma_{r,\infty}$ est la dispersion des vitesses d'un amas non tronqué. La troncature qu'il effectue est alors réalisée dans l'espace des vitesses : il annule la fonction de distribution pour les vitesses supérieures à la vitesse d'échappement v_e de l'amas. En intégrant la fonction de distribution (équation 2.33) par rapport aux vitesses, la densité est déterminée comme une fonction du potentiel. Il reste alors à résoudre l'équation de Poisson (équation 2.25) pour trouver le potentiel et en déduire la densité. Toutefois, la résolution de l'équation de Poisson dans ce cadre n'est pas analytique. King (1962) a également montré que dans le cadre des amas globulaires et galactiques, on s'attend à une extension finie des amas à cause des forces de marée dues à la galaxie hôte. Dans le cadre des galaxies dans les amas, l'extension finie n'est pas due aux forces de marée des structures à plus grandes échelles mais est due à l'équilibre dynamique des amas. De plus, en première approximation, les galaxies se comportent dans le potentiel de l'amas de galaxies comme les étoiles dans un amas d'étoiles : elles peuvent être considérées comme des masses ponctuelles, comme des particules non collisionnelles et ne sentent que le potentiel gravitationnel de l'amas. Ainsi, les amas de galaxies doivent avoir une extension finie. La première solution que propose King est la suivante :

$$f(r) = f_0 \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_t} \right)^2 \tag{2.34}$$

où f_0 est la constante de normalisation et r_t est le rayon au-delà duquel f devient nulle. Avec les observations de Gascoigne & Burr (1956), King montre que cette densité ajuste bien les régions externes des amas globulaires. Toutefois, cette densité n'est pas encore satisfaisante car il reste la singularité centrale. King propose alors une autre densité pour ajuster la densité centrale :

$$f(r) = \frac{f_0}{1 + \left(\frac{r}{r_c} \right)^2} \tag{2.35}$$

où f_0 est la densité centrale et r_c est un facteur d'échelle dont King (1962) dit qu'il peut être appelé rayon de cœur. Toujours en utilisant les observations de Gascoigne & Burr (1956), King (1962) montre que cette densité ajuste très bien les régions centrales des amas. En combinant les équations 2.34 et 2.35, King propose la densité suivante :

$$f(r) = f_0 \left[\frac{1}{\left(1 + \left(\frac{r}{r_c} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}} - \frac{1}{(1 + c^2)^{\frac{1}{2}}} \right]^2 \tag{2.36}$$

où $c = r_t / r_c$ est le paramètre de concentration. Cette densité prend en compte deux paramètres à ajuster, r_c et c, et est représentée sur la figure 2.15 pour différentes concentrations. Une simplification de cette densité est la suivante (Sarazin, 1986) :

$$f(r) = \frac{f_0}{\left(1 + \left(\frac{r}{r_c} \right)^2 \right)^{3/2}}. \tag{2.37}$$

Il s'agit de la densité de King (1962) et elle ne dépend que d'un seul paramètre : le rayon de cœur r_c.

Quelque soit la manière de déterminer la fonction de distribution des galaxies dans l'espace des phases pour un amas à l'équilibre, son intégration par rapport aux variables spatiales et aux vitesses tangentielles permet de calculer la distribution des vitesses radiales des galaxies. Son intégration par rapport aux coordonnées de vitesse et par rapport à la coordonnée radiale permet de calculer la distribution projetée des galaxies. Ces deux propriétés sont étudiées dans les sections suivantes.

2.2.3.3 Distribution des vitesses radiales

La distribution des vitesses radiales a d'abord été étudiée avec les observations. Dès 1937, Zwicky a supposé que la distribution des vitesses radiales d'un amas à l'équilibre suit une loi gaussienne dont la dispersion des vitesses est reliée à la masse de l'amas d'après le théorème du viriel (voir équation 2.39). De nombreuses observations ultérieures ont ensuite permis de vérifier cette hypothèse (Beers et al., 1982; Bird & Beers, 1993).

Les modèles théoriques permettant d'expliquer cette distribution gaussienne des vitesses radiales ont été développés durant les années 60-70 avec les premiers modèles de la formation des amas. Dans le cadre du modèle de la sphère isotherme (Zwicky, 1957; King, 1966), les galaxies sont thermalisées et leurs vitesses suivent

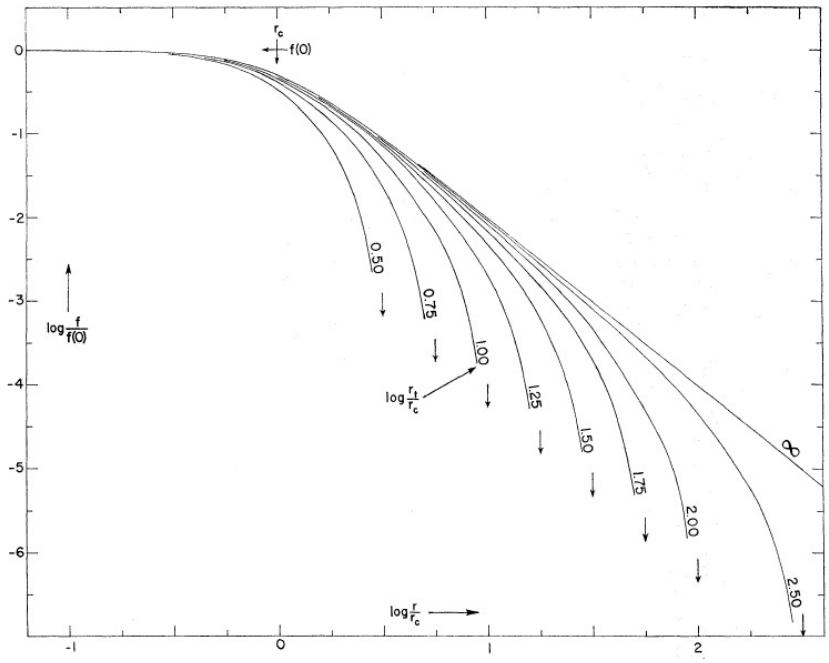


FIGURE 2.15 – Distribution de King (1962) pour différents paramètres de concentration $c = r_t/r_c$, où r_c est le rayon de cœur et r_t le rayon de coupure.

donc une distribution maxwellienne. Ce modèle a ensuite été vérifié par des observations de la distribution projetée des galaxies par Rood et al. (1972), Yahil (1974), Bahcall (1975) ou encore Peterson & King (1975). L'autre modèle pour expliquer la formation des amas, la relaxation violente développée par Lynden-Bell (1967), permet de thermaliser les galaxies sur une échelle de temps inférieure au temps de Hubble, ce qui veut dire que les amas ont eu le temps d'atteindre l'équilibre dynamique. Les premières simulations cosmologiques d'amas (Gott, 1973; Aarseth, 1974; Aarseth & Lecar, 1975) ont permis de vérifier la validité de ce modèle. Ainsi, la distribution maxwellienne de la vitesse des galaxies a d'abord été supposée dans l'analyse des observations des amas puis a reçu un développement théorique qui a été confirmé par des simulations numériques.

Pour obtenir la distribution des vitesses radiales, il faut donc intégrer la distribution maxwellienne des vitesses. À l'équilibre, l'amas est isotrope et donc la distribution des vitesses s'écrit :

$$f(v) \propto v^2 \exp\left\{-\frac{mv^2}{2k_BT}\right\}.$$

Or $3k_BT = m\langle v^2\rangle$, où $\langle v^2\rangle$ est la dispersion des vitesses en trois dimensions et m la masse moyenne des galaxies (voir section précédente). Dans le cadre isotrope, on a $\langle v^2\rangle = \sigma_v^2/3$ où σ_v est la dispersion des vitesses selon la ligne de visée et donc $\frac{m}{k_BT} = 1/\sigma_v^2$. La distribution des vitesses peut donc se réécrire :

$$f(v) \propto v^2 \exp\left\{-\frac{v^2}{2\sigma_v^2}\right\}.$$

En intégrant le long de la ligne de visée, on obtient une distribution gaussienne pour la fonction de distribution des vitesses radiales :

$$f(v) = \frac{N}{\sqrt{2\pi\sigma_v^2}} \exp\left\{-\frac{(v-\bar{v})^2}{2\sigma_v^2}\right\}$$

où N est le nombre de galaxies dans l'amas, $\bar{v}$ est leur vitesse radiale moyenne et σ_v la dispersion des vitesses le long de la ligne de visée.

Dès la fin des années 70, la distribution gaussienne des vitesses radiales est admise par la communauté pour décrire un amas à l'équilibre dynamique et ne fait plus l'objet de discussion depuis. L'application du théorème du viriel aux amas relaxés permet de relier, sous l'hypothèse d'isotropie de la distribution des vitesses, la dispersion des vitesses à la masse des amas. Pour un amas, à l'équilibre dynamique, le théorème du viriel permet de relier l'énergie cinétique E_k à la moitié de l'énergie potentielle U :

$$E_k = \frac{1}{2}M\langle v^2\rangle = \frac{1}{2}U = \frac{1}{2}\frac{GM^2}{R_g}, \tag{2.38}$$

où M est la masse de l'amas, $\langle v^2\rangle$ la dispersion des vitesses des galaxies de l'amas et R_g son rayon gravitationnel. Dans le cas isotrope, la dispersion des vitesses $\langle v^2\rangle$

est reliée à la dispersion des vitesses radiales σ_v par la relation $\langle v^2 \rangle = 3\sigma_v$. On peut donc déduire la masse à partir de la mesure de la dispersion des vitesses radiales et du rayon gravitationnel :

$$M = 3\frac{R_g \sigma_v^2}{G}. \tag{2.39}$$

Cette relation a été utilisée par de nombreux auteurs (Zwicky, 1933; Popesso et al., 2005a; Nastasi et al., 2014) pour mesurer la masse des amas à partir de la dispersion des vitesses.

2.2.3.4 Distribution projetée des galaxies

Dans la section 2.2.3.2, plusieurs modèles de distribution projetée des galaxies ont été mis en évidence lors de la détermination de la fonction de distribution dans l'espace des phases. Toutefois, il n'y a pas de solution exacte pour la partie spatiale de la fonction de distribution des galaxies $f(r)$. Dès lors de nombreux profils de densité projetée ont été utilisés et quelques uns des plus utilisés sont développés ici : le modèle de la sphère isotherme, le profil de King (1962) et le profil NFW (Navarro et al., 1995, 1997).

Dans le modèle de la sphère isotherme, la distribution projetée des galaxies doit vérifier l'équation 2.32. Une méthode simple de résolution de cette équation consiste à chercher une solution en loi de puissance : $\rho(r) = Cr^\alpha$. Le premier terme de l'équation devient :

$$\sigma_v^2 \frac{d}{dr}\left(\frac{r^2}{\rho}\frac{d\rho}{dr}\right) = \sigma_v^2 \frac{d}{dr}\left(\frac{r^{2-\alpha}}{C}\alpha C r^{\alpha-1}\right) = \alpha\sigma_v^2 \frac{d}{dr}(r) = \alpha\sigma_v^2.$$

Le second terme vaut :

$$4\pi G r^2 \rho = 4\pi G r^2 C r^\alpha = 4\pi C G r^{2+\alpha}.$$

L'équation 2.32 devient donc :

$$\alpha\sigma_v^2 + 4\pi C G r^{2+\alpha} = 0.$$

Cette relation doit être vraie pour tout r, il faut donc $2 + \alpha = 0$ et donc $\alpha = -2$. L'équation devient alors :

$$-2\sigma_v^2 + 4\pi C G = 0,$$

d'où

$$C = \frac{\sigma_v^2}{2\pi G},$$

et on trouve ainsi :

$$\rho(r) = \frac{\sigma_v^2}{2\pi G r^2}. \tag{2.40}$$

Comme expliqué dans la section 2.2.3.2, ce profil de densité pose deux problèmes : la singularité centrale et l'extension infinie de l'amas entraînant une divergence de la masse en r. Ces deux propriétés sont en contradiction avec les observations qui

révèlent une densité centrale ρ_0 finie (Yahil, 1974; Biviano et al., 1996) et une masse finie (**?**Mantz et al., 2010).

Une solution permettant d'éviter la singularité centrale est la densité de King (équation 2.37). L'intégration de la densité de King par rapport à la variable z donne une loi de Cauchy, appelé ici profil de King (Sarazin, 1986) :

$$\rho(r) = \frac{\rho_0}{1 + \left(\frac{r}{r_c}\right)^2}. \tag{2.41}$$

Binney & Tremaine (1987) donne une version approchée de la distribution projetée de King (1962), représentée sur la figure 2.16 pour différentes valeurs du rapport $\phi(0)/\sigma^2$. Seule une différence pour les potentiels centraux élevés est à noter entre le profil obtenu par Binney & Tremaine (1987) et celui de Sarazin (1986). En pratique, les observations de galaxies d'amas à grandes distances du centre sont difficiles et ne permettent pas encore de trancher en faveur de l'un des deux profils.

Par ailleurs, pour les grandes valeurs du rayon $r \gg r_c$, l'équation 2.37 devient $f(r) \approx f_0 r^{-3}$ et la masse au rayon r est alors :

$$M(r \gg r_c) = \iiint_{s=0}^{s=r} f(s) d^3s = M\left(r'\right) + \iiint_{s=r'}^{s=r} f(s) d^3s$$

avec $r_c \ll r' \leq r$ et r' fini, donc $M\left(r'\right)$ est finie aussi. Posons

$$A = \iiint_{s=r'}^{s=r} f(s) d^3s \propto \int_{r'}^{r} s^{-3} s^2 ds = \int_{r'}^{r} s^{-1} ds = \log\left(\frac{r}{r'}\right).$$

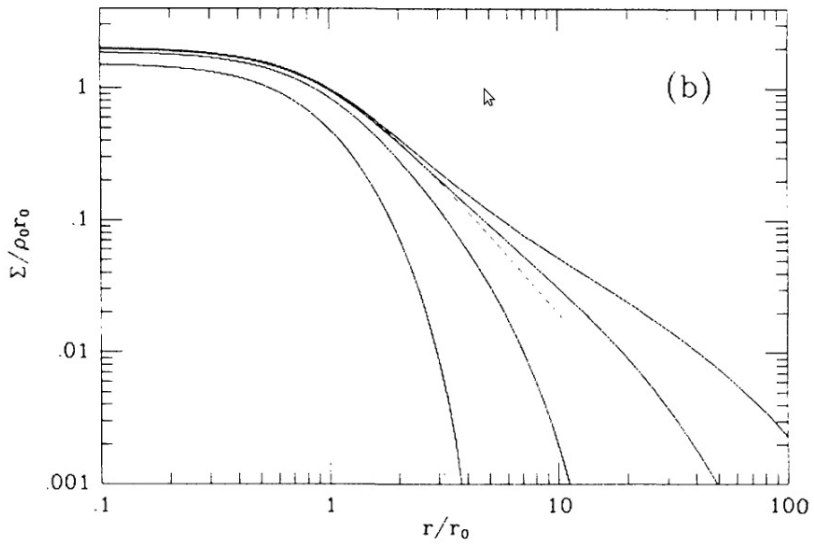


FIGURE 2.16 – Profil de King (1962), déduit par une intégration numérique de Binney & Tremaine (1987). Quatre modèles sont représentés pour quatre valeurs de $\psi(0)/\sigma^2$ (définis section 2.2.3.2) de haut en bas : 12, 9, 6 et 3, correspondant à un amas dont le potentiel gravitationnel est de plus en plus faible ; et $r_0 = \sqrt{\frac{9\sigma^2}{4\pi G\rho_0}} \approx r_c$.

Ainsi A et donc $M(r)$ se comportent comme $\log(r)$ pour les grands rayons et donc divergent. Concernant la masse des amas, malgré la divergence, le profil de King est plus satisfaisant que le modèle de la sphère isotherme car la divergence de la masse se fait en $\log(r)$ alors que pour la sphère isotherme la divergence est en r.

Enfin, comme mentionné dans la section 2.2.1, Navarro et al. (1995, 1997) ont déduit le profil NFW de simulations cosmologiques pour la matière noire dans les amas à l'équilibre dynamique (équation 2.17, figure 2.11). Comme la matière noire contribue à hauteur d'environ 80% dans la masse des amas, c'est sa distribution qui définit le potentiel gravitationnel des amas. Ainsi pour un amas à l'équilibre, si on fait l'hypothèse que les galaxies suivent le potentiel, alors les galaxies doivent suivre un profil NFW également.

2.3 La formation des amas

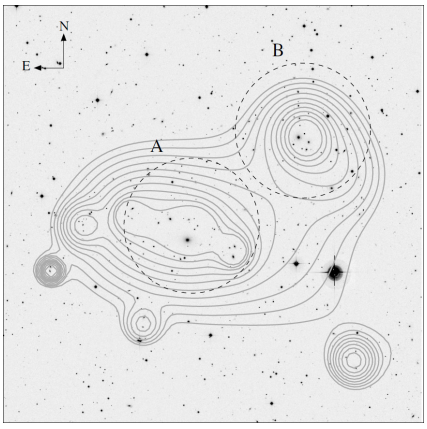
2.3.1 La croissance des amas

Dans le cadre du scénario de croissance hiérarchique des structures, les amas croissent par accrétion de matière de deux manières : par accrétion continue de galaxies et de petits groupes et par fusion avec des systèmes de masse comparable. L'accrétion continue concerne l'accrétion de galaxies individuelles et de groupes de galaxies le long des filaments. La fusion avec un système de masse comparable désigne la fusion de l'amas avec un groupe ou un amas de masse comparable. Ces deux types d'accrétion de matière perturbent l'état dynamique des amas et laissent des signatures sur leurs observables.

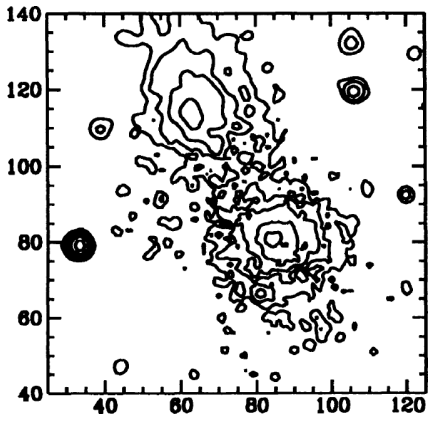
Le processus d'accrétion d'une galaxie ou d'un petit groupe sur un amas est un processus rapide par rapport à l'accrétion d'une structure plus massive par le même amas. Une telle accrétion met en jeu des gains de masse relativement faibles par rapport à la masse totale de l'amas et entraîne une faible augmentation du nombre de galaxies de l'amas (une ou quelques galaxies par rapport à quelques milliers). L'influence de l'accrétion continue sur l'état dynamique des amas est donc très limitée. En revanche, l'accrétion continue contribue à une fraction significative de la masse des amas car elle a lieu tout au long de leur vie (voir les courbes de croissance et les merger tree présentés dans la section 2.1.3 Eke et al., 1998b; Cohn & White, 2005, 2008). Cette accrétion le long des filaments a été détectée récemment au travers du gaz (Crawford et al., 2005) mais aussi à l'aide des galaxies (Jones et al., 2010). L'accrétion continue de galaxies n'est pas étudiée dans le présent mémoire.

Concernant la fusion d'un amas avec un groupe ou un amas de masse comparable, il s'agit du phénomène le plus énergétique de l'univers : l'énergie gravitationnelle dissipée est de l'ordre de 10^{64} erg. Une partie de cette énergie chauffe le gaz des amas, ce qui explique les températures élevées que celui-ci atteint, de l'ordre de 10^{7-8} K (voir section 2.2.2). Avec de telles énergies mises en jeu, le temps nécessaire à un système issu de la fusion de deux amas pour atteindre l'équilibre est long (plusieurs milliards d'années) quelque soit la composante (voir section 2.2). Aux échelles des amas, la distribution des galaxies étant un traceur de la distribu-

tion de la matière noire, le temps dynamique des galaxies est comparable à celui de la matière noire et est de l'ordre du milliard d'années (il est de l'ordre du temps caractéristique dynamique, voir section 2.2.3.2). Sachant que ce temps de retour à l'équilibre est long, il est légitime de se demander si les amas de galaxies ont le temps d'atteindre l'équilibre entre deux phénomènes de fusion. La réponse à cette question dépend du temps caractéristique entre deux fusions. Si ce temps est inférieur au temps de retour à l'équilibre, les amas subissent de nombreuses interactions qui les empêchent de retourner à l'équilibre. Si ce temps est supérieur au temps de retour à l'équilibre, les amas subissent peu de fusions et ont le temps d'atteindre l'équilibre entre deux interactions. Cette réponse a été apportée par l'analyse des simulations cosmologiques qui permet de mesurer le taux de fusion des amas. Plus précisément, la fraction d'amas ayant subi une fusion durant les précédents n milliards d'années est mesurée. Par exemple, les simulations de Cohn & White (2005) ont montré qu'environ 20% des amas à $z = 0$ sont issus de la fusion entre deux systèmes de rapport de masse inférieur à 1:10 durant le dernier milliard d'années. Si les phénomènes de fusion sont pris en compte jusqu'à 2.5 milliards d'années, cette fraction atteint plus de 60% (voir figure 2.6). Les simulations montrent ainsi qu'environ 40% des amas n'ont pas subi d'interaction majeure durant les dernières 2.5 milliards d'années. Comme cet intervalle de temps est légèrement supérieur au temps caractéristique de retour à l'équilibre pour les galaxies et la matière noire, on s'attend à ce qu'environ 40% des amas de l'univers local soient à l'équilibre ou proches de l'atteindre. Ainsi, la fusion est un événement rare dans la vie d'un



A3921 (Ferrari et al., 2005)



A2163 (Buote & Tsai, 1995)

FIGURE 2.17 – Exemples d'amas de l'univers proche en cours de fusion. À gauche est représenté l'amas A3921 observé en bande R (Ferrari et al., 2005). Les contours représentent les courbes d'isodensité des galaxies appartenant à la séquence rouge. À droite sont représentés les contours d'isointensité X de l'amas A1750 (Buote & Tsai, 1995). Deux systèmes en train de fusionner sont visibles sur chacune de ces images.

amas et ceux-ci ont le temps d'atteindre l'équilibre entre deux fusions. Toutefois, la fusion d'amas est un événement suffisamment probable (environ 20% des amas ont subi une fusion dans le dernier milliard d'années, Cohn & White, 2005) pour qu'une fraction non négligeable (supérieure à 20%) des amas de l'univers proche soient hors équilibre. De nombreuses observations ont mis en évidence des fusions d'amas se déroulant dans l'univers proche (Kolokotronis et al., 2001; Ferrari et al., 2005; Hashimoto et al., 2008, voir figure 2.17 pour quelques exemples).

2.3.2 Description de la fusion entre deux amas

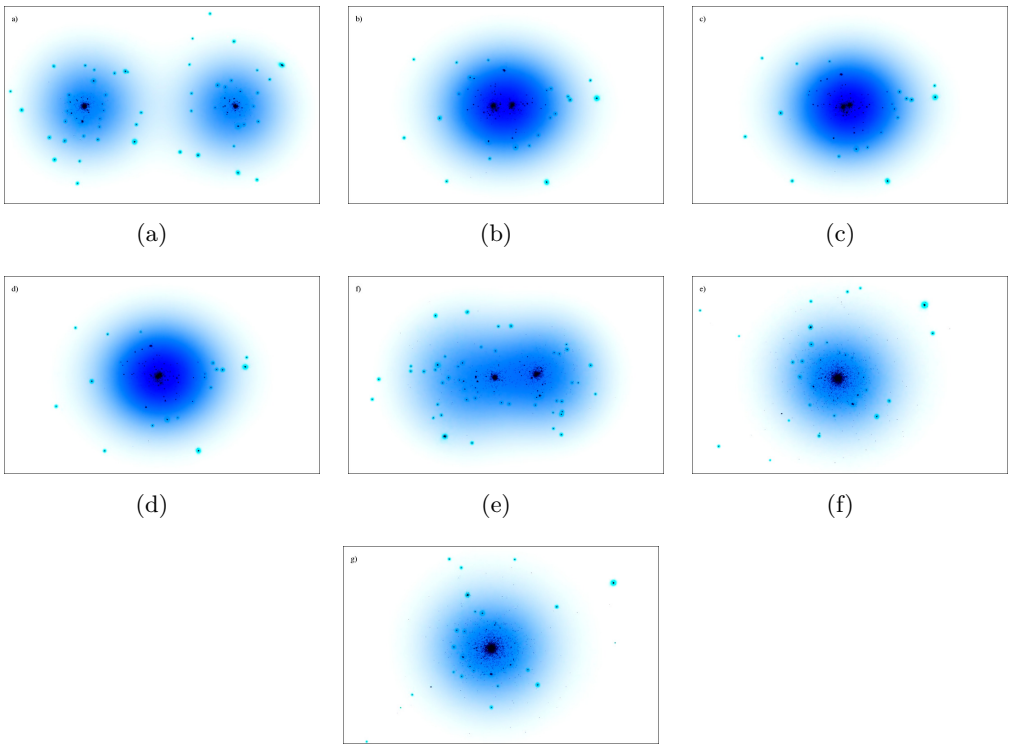
En plus de permettre de mesurer la fraction d'amas ayant subi une fusion avec un système de masse comparable durant les n derniers milliards d'années, les simulations permettent de déterminer à quelle distance deux amas perçoivent leur influence gravitationnelle. Ainsi, elles ont montré que deux amas de masse $M = 10^{15}\,\mathrm{M}_\odot$ et distants d'environ 10 Mpc sont suffisamment massifs pour fusionner en un temps inférieur au temps de Hubble (Schindler & Mueller, 1993; Cohn & White, 2005; Wu et al., 2013b,a). La distance maximale d_{inter} à laquelle deux amas de masse M se détachent du flot de Hubble, ce qui marque le début du processus de fusion, peut s'écrire : $d_{inter} = (GM/H_0^2)^{1/3}$. Cette distance vaut environ 1 Mpc pour deux amas de masse $M = 10^{13}\,\mathrm{M}_\odot$ et environ 10 Mpc pour deux amas de masse $M = 10^{15}\,\mathrm{M}_\odot$. Cette distance définit donc, pour un amas donné, le volume (zone d'influence) à l'intérieur duquel les autres structures présentes (groupes ou amas) vont fusionner avec l'amas.

Durant la fusion entre deux amas de masse comparable, les hypothèses d'équilibre faites dans la section 2.2 et utilisées pour décrire le comportement de la matière noire, du gaz et des galaxies ne sont plus valables.

Le comportement des composantes des amas hors équilibre, durant une fusion, a été étudié au travers de nombreuses simulations numériques. Ici, la fusion entre deux amas de même masse est détaillée en se basant sur les simulations numériques de Schindler & Boehringer (1993); Takizawa (1999); Ricker & Sarazin (2001); Berrington & Dermer (2003). Les simulations diffèrent entre elles par (i) le choix des paramètres cosmologiques, (ii) l'angle sous lequel est observée la fusion et (iii) les composantes principalement étudiées. Schindler & Boehringer (1993) ont étudié l'évolution de la distribution des vitesses radiales des galaxies dans le cas d'une fusion sur la ligne de visée. Takizawa (1999) s'est intéressé à la distribution du gaz et de sa température lors d'une fusion en projection dans le plan du ciel. Berrington & Dermer (2003) se sont penchés sur l'évolution de la distribution tridimensionnelle des galaxies et de la matière noire.

L'interaction entre deux amas de même masse ($10^{15}\,\mathrm{M}_\odot$) est représentée sur les figures 2.18, 2.19 et 2.20 et elle peut se décomposer en plusieurs étapes.

Initialement, les deux amas sont distants l'un de l'autre (voir figures 2.18(a), 2.19(a) et 2.20(a)) et sont encore à l'équilibre. Ainsi, à ce stade, aucune indication de l'interaction entre ces amas n'est observable. Leurs distributions des vitesses radiales ne montrent aucun écart à la gaussianité, leurs distributions projetées de



(a) (b) (c)

(d) (e) (f)

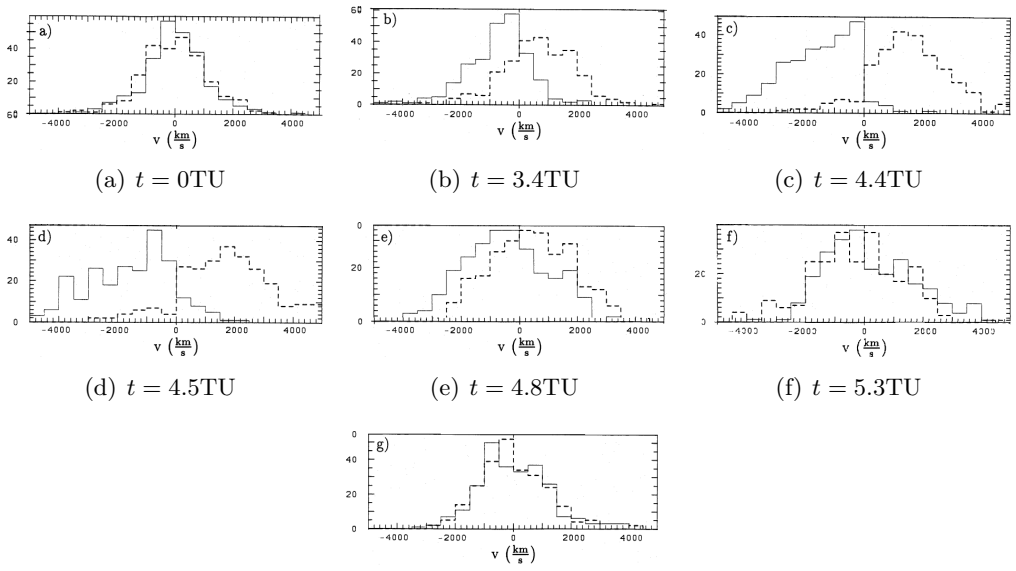
(g)

FIGURE 2.18 – Évolution de la distribution de la matière noire dans les amas (en turquoise) et dans les galaxies (en bleu) ainsi que la distribution des galaxies (en noir) lors de la fusion entre deux amas de même masse $M = 10^{15}\,\mathrm{M}_{\odot}$. Ces images sont extraites d'un film issu des simulations de Berrington & Dermer (2003) (`http://rberring.iweb.bsu.edu/animations.html`).

matière noire, de gaz et de galaxies sont symétriques et ils présentent un cœur froid en leur centre.

Puis, du fait de la gravitation, les deux amas se rapprochent (voir figure 2.18(b)) et en raison des forces de marée, des signatures de l'interaction commencent à apparaître. Pour la matière noire et les galaxies, en projection dans le plan du ciel, les deux amas initialement sphériques sont étirés le long de la direction d'interaction et deviennent alors elliptiques (voir figure 2.18(b)). Concernant la distribution des vitesses radiales, une augmentation de la dispersion des vitesses est observée avec l'apparition d'asymétrie (voir figures 2.19(b) et 2.19(c)). Enfin, le gaz entre les deux amas commence à être comprimé ce qui se traduit par une augmentation de sa température (voir figure 2.20(b)).

L'interaction se poursuit et les amas se « croisent » alors une première fois (voir figure 2.18(c)). Il s'agit en fait du premier croisement des halos de matière noire qui se traversent entraînant avec eux les galaxies. Au niveau de la distribution projetée



(a) $t = 0$TU (b) $t = 3.4$TU (c) $t = 4.4$TU

(d) $t = 4.5$TU (e) $t = 4.8$TU (f) $t = 5.3$TU

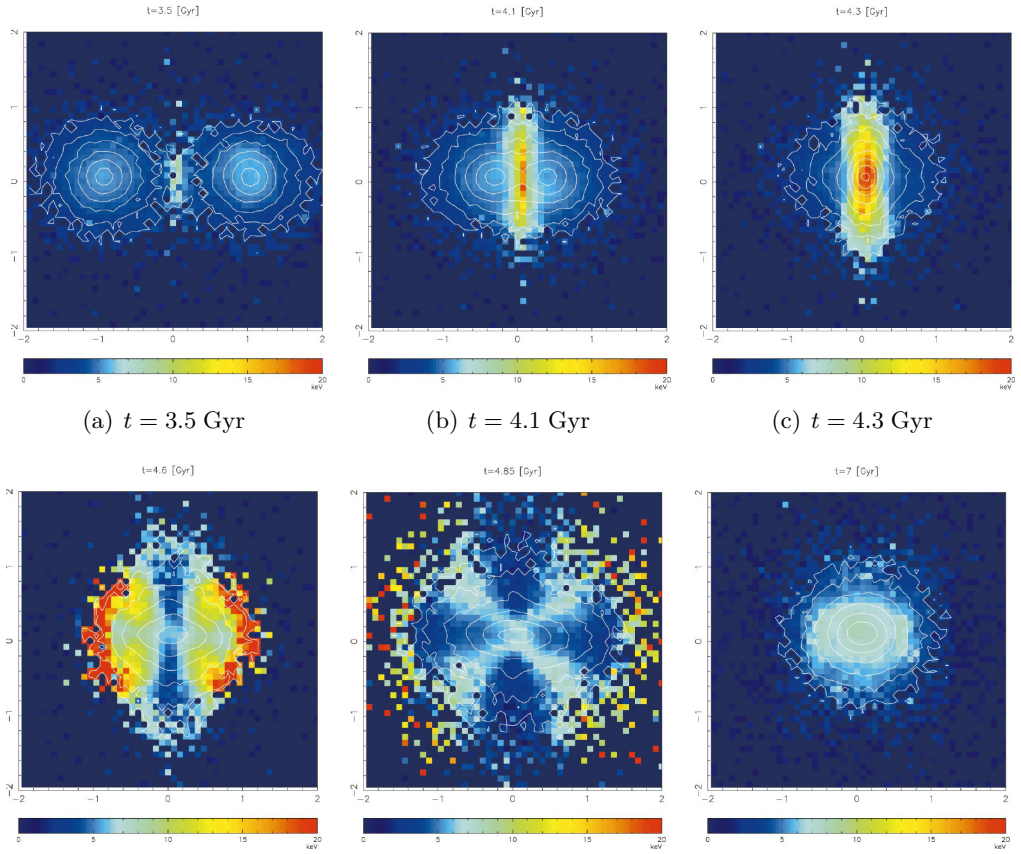
(g) $t = 6.0$TU

FIGURE 2.19 – Évolution de la distribution des vitesses radiales des galaxies lors de la fusion entre deux amas de masse $M = 10^{15}\,\mathrm{M}_\odot$, d'après des simulations de Schindler & Boehringer (1993).

de matière noire ou des galaxies, cela se traduit par l'observation d'une seule composante, d'abord elliptique (voir figure 2.18(c)) puis sphérique (voir figure 2.18(d)). Dans l'espace des vitesses radiales, la représentation en histogrammes de la distribution des vitesses radiales des galaxies telle que présentée par Schindler & Boehringer (1993) ne permet pas de distinguer deux composantes : une seule composante (un seul pic) est observée avec une très grande dispersion des vitesses (plusieurs milliers de km/s, voir figure 2.19(d)). À ce stade de l'interaction, la vitesse relative entre les deux amas est alors maximale et est l'ordre de 3500 km/s. Quant au gaz, si sa distribution projetée indique également la présence d'une seule composante, il est à noter que le cœur froid des deux amas fusionne et que la compression du gaz continue. Cela a pour conséquence la disparition du cœur froid au centre du système tel qu'il est observé à ce stade. Ce cœur froid est remplacé par du gaz chaud au centre du système (voir figure 2.20(c)).

À ce moment-là de l'interaction, pour la distribution de matière noire et des galaxies, se produit une relaxation violente (Lynden-Bell, 1967), ce qui a pour effet de diminuer fortement la vitesse relative des deux amas. La figure 2.19(e) montre cette diminution des vitesses dans l'espace des vitesses radiales. Pour le gaz, ce moment marque le début de la propagation de l'onde de compression qui choque tout le gaz intra-amas (voir figure 2.20(d)).

Malgré tout, la relaxation violente ne permet pas d'annuler les vitesses relatives des deux amas, dont les distributions de matière noire et de galaxies réussissent à se



(a) $t = 3.5$ Gyr (b) $t = 4.1$ Gyr (c) $t = 4.3$ Gyr

(d) $t = 4.6$ Gyr (e) $t = 4.85$ Gyr (f) $t = 7$ Gyr

FIGURE 2.20 – Évolution de la densité (contours blancs) et de la température (en couleurs) du gaz lors de la fusion entre deux amas de même masse, d'après des simulations de Takizawa (1999).

traverser. En projection, la distribution des galaxies passe d'une seule composante sphérique à une composante elliptique puis à deux composantes elliptiques (voir figure 2.18(e)). Ces deux composantes s'éloignent jusqu'à une distance d'environ $0.2R_{turn}$. Dans l'espace des vitesses radiales, on assiste à la transformation d'une composante avec une grande dispersion des vitesses en deux composantes discernables présentant de l'asymétrie (skewness) qui sera conservée jusqu'à ce que les deux composantes refusionnent. Lorsque la distance maximale est atteinte, les vitesses relatives des deux amas redeviennent nulles (voir figure 2.19(f)). Concernant le gaz, l'onde de choc continue de se propager (voir figure 2.20(e)).

Ensuite, les deux amas rechutent l'un sur l'autre, les distributions des vitesses radiales changent de côté et l'onde de choc se propage encore. Pour la matière noire et les galaxies, ce phénomène se passe de façon similaire à la première chute aussi bien en projection que dans l'espace des vitesses radiales. Les vitesses relatives sont cependant différentes : elles sont beaucoup plus faibles durant la deuxième ren-

contre (voir figures 2.18(f) et 2.19(f)). Ceci induit que lors de la relaxation violente, les deux composantes ne peuvent se retraverser, les distributions de matière et de galaxies fusionnent définitivement. La relaxation violente rend la distribution projetée des galaxies sphérique et la distribution des vitesses radiales gaussienne (voir figures 2.18(g) et 2.19(g)).

Le gaz qui a été chauffé par la fusion et par le passage de l'onde de choc évacue l'énergie emmagasinée sous forme de rayonnement thermique et retrouve une distribution symétrique et un cœur froid en son centre (voir figure 2.20(f)). Cependant, cette dernière étape ne se déroule pas à la même vitesse pour le gaz d'une part et la matière noire et les galaxies d'autre part. Si la matière noire et les galaxies atteignent l'état d'équilibre en moins d'un milliard d'années, il en faut beaucoup plus pour le gaz, de l'ordre de quatre milliards d'années.

Ainsi, les simulations mentionnées permettent de mettre en évidence d'une part une différence entre le comportement des galaxies et de la matière noire et celui du gaz, différence essentiellement due à l'aspect non collisionnel des deux premiers par rapport au gaz qui subit des forces de pression. D'autre part, elles montrent que le temps nécessaire pour atteindre l'équilibre dépend de la composante étudiée. La mesure de l'état dynamique des amas nécessite donc de connaître à la fois la dynamique du gaz et des galaxies. Cela est d'autant plus vrai que les fusions observées ne se déroulent jamais parfaitement sur la ligne de visée ou en projection dans le plan du ciel, ce qui rajoute une difficulté pour déterminer l'état dynamique. En outre, le paramètre d'impact est rarement nul, ce qui modifie notamment le comportement du gaz (Ricker & Sarazin, 2001). La figure 2.21 illustre l'influence du paramètre d'impact sur la fusion. Les galaxies et le gaz sont donc complémentaires pour la détermination de l'état dynamique des amas.

Connaître l'état dynamique d'un amas de galaxies signifie répondre à la question

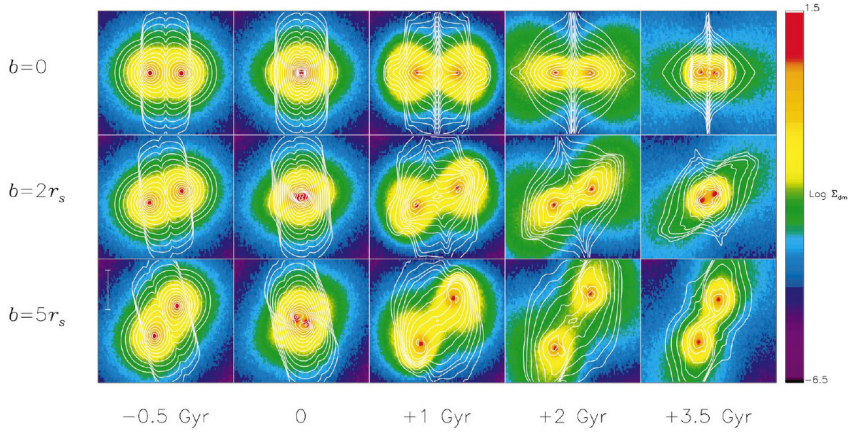


FIGURE 2.21 – Modèles de fusion d'amas pour trois paramètres d'impact b différents, d'après Ricker & Sarazin (2001). La densité projetée de matière noire est représentée en couleur et celle du gaz par les contours blancs.

suivante : quel est le degré d'interaction qu'est en train de subir l'amas ? Si l'amas ne subit aucune interaction importante, alors il est considéré à l'équilibre dynamique. Si l'amas subit une interaction non négligeable, cette dernière doit être quantifiée :

- s'agit-il d'une interaction avec un amas de masse équivalente ?
- l'amas présente-t-il des sous-structures ?
- combien de structures massives sont en cours d'interaction ?
- à quel stade de l'interaction le système est-il observé ?

Si les études de la littérature sur l'état dynamique s'entendent sur ces questions, leur interprétation de l'interaction, de masse équivalente, du terme de sous-structure et du stade d'interaction est différente. En pratique, cela se traduit essentiellement dans le choix des seuils à utiliser pour quantifier ces propriétés et dans la manière de détecter les sous-structures et l'interaction.

Chapitre 3

Revue des méthodes d'analyse morphologique des amas

Ce chapitre présente une revue des différentes méthodes d'analyse morphologique des amas. Quatre catégories de caractérisation d'amas ont été ici définies selon leur nature. Le premier type de caractérisation présenté concerne les caractérisations basées sur le contenu en galaxies des amas (section 3.1). Ensuite, les caractérisations des amas basées sur l'analyse de la distribution des vitesses radiales des galaxies sont présentées (section 3.2). Puis les caractérisations d'amas basées sur l'analyse de la distribution projetée (gaz ou galaxies) sont détaillées (section 3.3). Les dernières caractérisations présentées sont celles basées sur les galaxies et utilisant les trois informations : position projetée (α, δ) et redshift z (section 3.4).

3.1 Caractérisation des amas par leur contenu en galaxies

Les premières tentatives de caractérisation de la morphologie des amas ont été basées sur le contenu en galaxies des amas. Parmi les nombreuses caractérisations développées, trois sont encore souvent utilisées : les types de Bautz & Morgan (1970) et le « tuning fork » de Rood & Sastry (1971).

Bautz & Morgan (1970) ont établi une classification des amas basée sur la galaxie la plus brillante (BCG) et des galaxies les plus brillantes. Selon la magnitude apparente de ces galaxies, ils ont défini trois classes d'amas (voir table 3.1). La classe I correspond aux amas dans lesquels la BCG est de type cD. La BCG des amas de la classe II n'est pas une galaxie cD mais est plus brillante que les elliptiques géantes que l'on trouve dans l'amas de la Vierge. Enfin la classe III comprend les amas n'ayant pas de galaxie dominante. Afin de mieux prendre en compte les différents contrastes entre la BCG et les autres galaxies brillantes, Bautz & Morgan ont rajouté deux classes intermédiaires : I-II et II-III.

Rood & Sastry (1971) ont développé une classification basée sur les dix galaxies les plus brillantes des amas. Ils ont défini six catégories d'amas (voir table 3.2) selon la position, la magnitude et la taille de ces galaxies. Ils définissent la taille d'une galaxie comme la somme de son demi-petit axe et de son demi-grand axe.

Si la classification Bautz & Morgan a une vocation purement descriptive des amas, Rood & Sastry sont allés plus loin en donnant une interprétation évolutive de leur classification. En effet, à partir de leurs catégories d'amas, ils ont déduit un

TABLE 3.1 – Classification de Bautz & Morgan (1970).

Classe	Description
I	Présence d'une galaxie cD
I-II	Intermédiaire
II	La BCG n'est pas une cD mais est plus brillante que les elliptiques géantes de l'amas de la Vierge
II-III	Intermédiaire
III	Pas de galaxie dominante

TABLE 3.2 – Classification de Rood & Sastry (1971).

Type	Description
cD	Taille de la galaxie cD au moins trois fois plus grande que les autres galaxies
B (binaire)	– 2 galaxies cD – Distance entre les 2 cD moins de dix fois supérieure à la taille de la plus grande galaxie
L (linéaire)	Au moins les trois galaxies les plus brillantes alignées avec une séparation constante
C (cœur)	Au moins les quatre galaxies les plus brillantes près du centre
F (plat)	Distribution aplatie de nombreuses galaxies parmi les dix plus brillantes
I (irrégulier)	– Galaxies distribuées de façon irrégulière – Pas de centre bien défini

schéma évolutif des amas analogue à celui de Hubble (1936) pour les galaxies (voir figure 3.1), appelé « tuning fork » d'après sa forme. Le schéma se lit de la droite vers la gauche : initialement les amas se trouvent soit de la catégorie I (irrégulier) soit de la catégorie F (plat). Ensuite leur évolution est dictée par la gravitation : les amas atteignent à l'équilibre dynamique et au cours de ce processus voient leurs galaxies centrales fusionner. Ainsi, les amas de type I deviennent des amas de type C (cœur) car leurs galaxies se rassemblent en quelques galaxies plus grandes près du cœur de l'amas. Les amas de type F voient leurs galaxies se sédimenter le long du demi-grand axe des amas pour former quelques galaxies plus importantes alignées sur ce demi-grand axe et donc devenir des amas de type L (linéaire). Les galaxies les plus importantes des amas de types C et L continuent à fusionner entre elles pour donner dans les deux cas deux galaxies cD et les amas deviennent donc un seul amas B (binaire). Les deux galaxies cD fusionnent ensuite entre elles pour donner une seule cD et les amas de type B deviennent des amas de type cD.

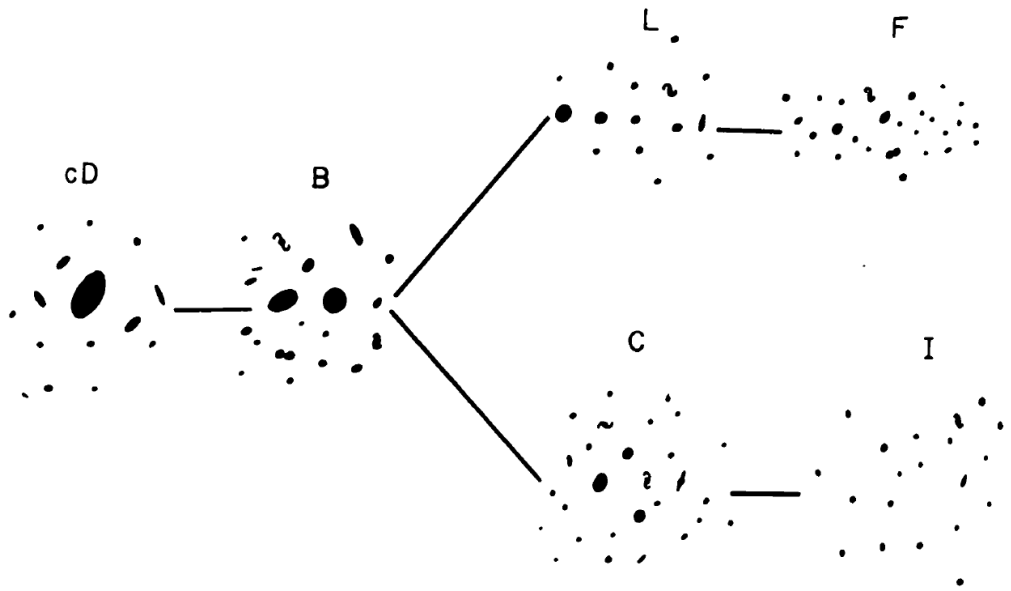


FIGURE 3.1 – « Tuning fork » : diagramme d'évolution des amas de galaxies de Rood & Sastry (1971). L'évolution des amas se lit de la droite vers la gauche.

Cette première interprétation dynamique d'une classification morphologique par Rood & Sastry était basée uniquement sur des observations. Struble & Rood (1982) ont pu raffiner l'interprétation des catégories de Rood & Sastry (1971) grâce aux premières simulations cosmologiques. Dans cette nouvelle interprétation (voir le diagramme de la figure 3.2 qui se lit, cette fois-ci, de gauche à droite), le moteur de l'évolution des amas est toujours la gravitation et la recherche de l'équilibre des amas. La différence tient uniquement à l'enchaînement des types d'amas. Ici le stade initial de tous les amas est le type I puis ils évoluent jusqu'au type F. À ce moment-là l'évolution des amas présente une bifurcation entre deux catégories possibles d'amas : le type C et le type L. La fin de l'évolution à partir de ces deux types est la même que précédemment.

Pour étudier l'état dynamique des amas en vue de contraindre les modèles cosmologiques (voir section 2.1.3), il est nécessaire d'établir une classification morphologique reposant sur des critères physiques d'évolution des amas. La classification de Bautz & Morgan (1970) et de Rood & Sastry (1971), revue par Struble & Rood (1982), reposent uniquement les propriétés des galaxies en projection. Elles ne peuvent donc pas permettre de quantifier l'état dynamique des amas et donc ne peuvent pas être utilisées pour contraindre les modèles cosmologiques. Pour quantifier plus précisément l'état dynamique des amas, il aura fallu attendre les développements théoriques des années 70-80 qui ont permis de comprendre la dynamique

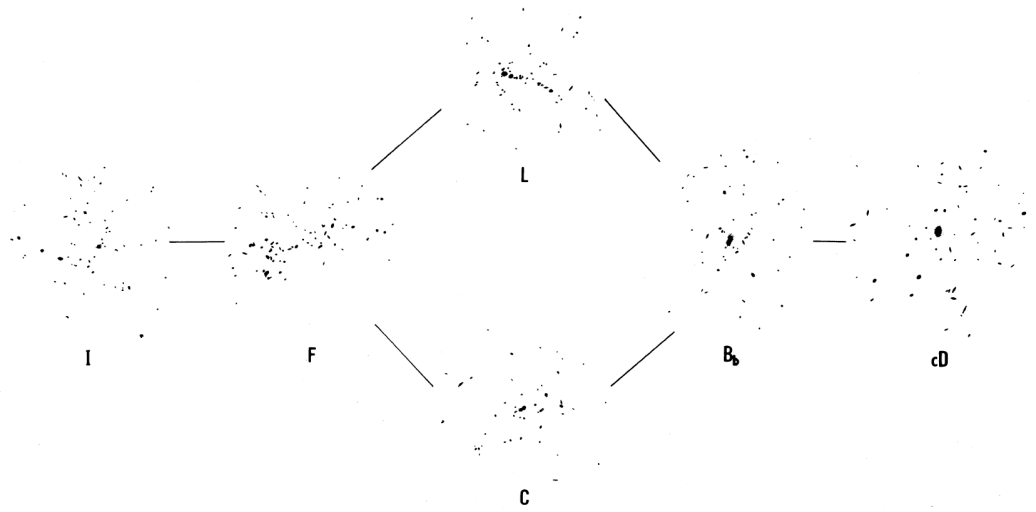


FIGURE 3.2 – Révision du « Tuning fork » : diagramme d'évolution des amas de galaxies de Struble & Rood (1982). L'évolution des amas se lit de la gauche vers la droite, contrairement au « tuning fork » initial (voir figure 3.1).

interne et externe des amas ainsi que les signatures des phénomènes d'interaction entre structures (voir section 2.2.3.2). De plus ces classifications de contenu sont basées sur l'optique et peuvent donc être sujettes à des effets de projection qui contaminent les amas par des galaxies d'avant et/ou d'arrière-plan. Il s'agit en réalité d'un problème plus global qui est la sélection des galaxies membres d'amas (Yahil & Vidal, 1977). Avec les débuts de l'astronomie X dans les années 80, le gaz des amas a pu être observé et de nombreux auteurs ont montré que les effets de projection en X sont moins importants qu'en optique (van Haarlem et al., 1997; Reblinsky & Bartelmann, 1999), ce qui rend possible une analyse directe des observations X. Pour l'optique, il aura fallu attendre les années 90 et la spectroscopie multi-objets afin de mesurer rapidement un grand nombre de redshifts pour pouvoir sélectionner les galaxies membres et ainsi limiter les effets de projection.

Ces avancées théoriques et technologiques ont permis de développer de nouvelles méthodes de classification, basées sur les propriétés physiques des amas, que ce soit le long de la ligne de visée avec l'étude de la distribution des vitesses radiales des galaxies (section 3.2), dans le plan du ciel avec l'étude de la distribution projetée (section 3.3) ou en combinant les deux pour les méthodes « 3D » (section 3.4).

3.2 Étude de la distribution des vitesses radiales

Les développements théoriques de King (1966) et Lynden-Bell (1967) confirmés par les simulations cosmologiques de Gott (1973) et d'Aarseth (1974; 1975) ont

permis de mettre en évidence la gaussianité de la distribution des vitesses radiales des galaxies d'un amas à l'équilibre dynamique. L'apparition de la spectroscopie multi-objets a permis de bien échantillonner les amas en vitesses et d'accéder à une analyse détaillée de la distribution des vitesses radiales de leurs galaxies.

Partant de l'hypothèse selon laquelle, dans un amas à l'équilibre dynamique (voir section 2.2.3.3), les vitesses radiales des galaxies suivent une distribution gaussienne, deux types d'étude peuvent être menées : détermination de la multimodalité de la distribution et analyse de sa normalité.

3.2.1 Étude de la multimodalité

L'analyse de la multimodalité de la distribution des vitesses radiales des galaxies d'amas repose sur l'hypothèse suivante : toute distribution des vitesses radiales peut être modélisée par une mixture de gaussiennes. L'objectif de ce type d'analyses est de déterminer le nombre de composantes gaussiennes de la distribution des vitesses radiales ainsi que leurs paramètres (leur vitesse moyenne, leur dispersion des vitesses et leur nombre de galaxies) qui reproduit au mieux la distribution totale. Ces méthodes peuvent être rangées en deux catégories : celles nécessitant une connaissance approchée du nombre de composantes gaussiennes et de leurs paramètres et celles ne nécessitant aucun a priori. Toutefois, la différence entre ces deux types de méthodes réside seulement dans la manière dont elles sont initialisées, l'ajout d'un a priori ayant permis d'améliorer la convergence vers la meilleure solution.

Parmi les méthodes nécessitant un a priori, l'algorithme KMM (Ashman et al., 1994) a été utilisé. Pour les méthodes ne nécessitant aucun a priori, l'algorithme Mclust a été utilisé (Einasto et al., 2012). Ces algorithmes reposent sur l'algorithme Expectation Maximization (EM) développé par (Dempster et al., 1977) et fonctionnent de la manière suivante. Soit un échantillon $\{y_i\}_{i=1,N}$ de N points. La log-vraisemblance $\mathcal{L}$ de l'ajustement par une mixture de g gaussiennes est calculée par :

$$\log \mathcal{L}(\mathbf{\Psi}) = \sum_{j=1}^{N} \log \sum_{i=1}^{g} \pi_i \phi(y_j, \mu_i, \sigma_i), \tag{3.1}$$

où les π_i sont les proportions de mélange des composantes, la fonction ϕ est la densité de probabilité d'observer les paramètres (μ_i, σ_i) et $\mathbf{\Psi}$ est le vecteur des proportions de mélange et des paramètres : $\mathbf{\Psi} = (\pi_1, \ldots, \pi_{g-1} g, \theta^T)^T$, où $\theta = (\mu_1, \ldots, \mu_g, \sigma_1, \ldots, \sigma_g)$. L'objectif de Mclust est de trouver les paramètres des g gaussiennes permettant de maximiser la log-vraisemblance $\mathcal{L}$.

Dans la suite de cette section, les termes de log-vraisemblance et de vraisemblance sont utilisés pour désigner la log-vraisemblance. Dans le cas de composantes gaussiennes, la vraisemblance peut se réécrire de la manière suivante :

$$\log \mathcal{L}(\mathbf{\Psi}) = \sum_{i=1}^{g} \sum_{j=1}^{N} z_{ij} \log \left\{ \pi_i \phi(y_j; \mu_i, \sigma_i) \right\}, \tag{3.2}$$

où les z_{ij} valent 1 ou 0 si le point y_j appartient ou non à la composante i. L'algorithme EM est alors appliqué pour résoudre l'équation 3.2. Pour passer à l'itération

$k+1$ à partir de l'itération k, l'étape E nécessite le calcul de l'espérance conditionnelle de la vraisemblance :

$$Q\left(\mathbf{\Psi};\mathbf{\Psi}^{(k)}\right) = E_{\mathbf{\Psi}^{(k)}}\left\{\log \mathcal{L}(\mathbf{\Psi})|y_{obs}\right\}.$$

L'étape E est alors effectuée en remplaçant les z_{ij} par :

$$\begin{aligned} z_{ij} &= E_{\mathbf{\Psi}^{(k)}}\left\{Z_{ij}|y_j\right\} \\ &= \mathrm{pr}_{\mathbf{\Psi}^{(k)}}\left\{Z_{ij}=1|y_j\right\} \\ &= \frac{\pi_i \phi(y_j;\mu_i,\sigma_i)}{\sum_{l=1}^{g}\pi_l\phi(y_j;\mu_l,\sigma_l)}. \end{aligned}$$

Une fois la $k+1$-ème étape E réalisée, la $k+1$-ème étape M doit être effectuée. Elle consiste à trouver la valeur $\mathbf{\Psi}^{(k+1)}$ de $\mathbf{\Psi}$ qui maximise $Q\left(\mathbf{\Psi},\mathbf{\Psi}^{(k)}\right)$. Cela est obtenu par la détermination des paramètres θ et des proportions de mélange :

$$\pi_i^{(k+1)} = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} z_{ij}, \tag{3.3}$$

$$\mu_i^{(k+1)} = \frac{\sum_{j=1}^{N} z_{ij} y_j}{\sum_{j=1}^{N} z_{ij}} \tag{3.4}$$

et

$$\sigma_i^{(k+1)} = \frac{\sum_{j=1}^{N} z_{ij}\left(y_j-\mu_i^{(k+1)}\right)^T}{\sum_{j=1}^{N} z_{ij}}. \tag{3.5}$$

L'algorithme EM construit une suite de vraisemblances $\mathcal{L}^{(k)}$. Cette suite est croissante et admet comme limite finie la vraisemblance $\mathcal{L}^*$. La procédure itérative est arrêtée quand la différence de vraisemblance entre deux itérations successives est inférieure à un certain seuil. Les paramètres θ obtenus lors de la dernière itération sont ceux décrivant les composantes de la mixture.

Quand un utilisateur cherche à décrire un échantillon de points sans connaître le nombre de composantes, il demande à Mclust de décrire son échantillon par plusieurs mixtures dont le nombre de composantes varient entre g_1 et g_2. Pour une mixture de g_c composantes avec $g_1 \leq g_c \leq g_2$, Mclust utilise l'algorithme EM pour déterminer la vraisemblance et les paramètres des composantes. La solution retenue est celle minimisant la vraisemblance.

3.2.2 Étude de la normalité

La normalité de la distribution des vitesses radiales a été étudiée au travers de divers tests statistiques. Tout d'abord, des tests visant à quantifier l'unimodalité d'une distribution ont été utilisés en ce sens. De nombreux tests ont également été mis au point pour quantifier l'asymétrie et l'aplatissement en vue d'en déduire la normalité. Enfin, des tests portant sur la fonction de répartition ont été aussi développés pour juger la normalité de distributions de vitesses radiales.

3.2.2.1 Tests de l'unimodalité

Pour étudier l'unimodalité de la distribution des vitesses radiales, deux tests statistiques ont été utilisés. Le test de Shapiro-Wilk (Shapiro & Wilk, 1965) est effectué de la manière suivante. Soit une distribution de vitesses radiales $\{v_i\}_{i=1,N}$, avec les v_i ordonnées. Soit la grandeur W définie comme :

$$W = \frac{\left(\sum_{i=1}^{N} a_i v_i\right)^2}{\sum_{i=1}^{N} (v_i - \bar{v})^2}, \tag{3.6}$$

avec $\bar{v}$ la moyenne arithmétique des vitesses radiales et

$$(a_1, \ldots, a_N) = \frac{m^T V^{-1}}{(m^T V^{-1} V^{-1} m)^{1/2}},$$

où $m = (m_1, \ldots, m_N)$ sont les valeurs des ordres de la statistique d'une loi normale et V est la matrice de covariance des ordres. Pour une distribution gaussienne unimodale d'une infinité de vitesses radiales, W tend vers 1. Shapiro & Wilk (1965) ont créé une table à deux entrées décrivant les différentes valeurs de W en fonction du nombre de galaxies N et du degré de confiance de normalité unimodale. Il est donc possible pour un échantillon de galaxies donné d'en déduire le degré de confiance via la valeur mesurée de W.

Le I-test, mis au point par Martinez & Iglewicz (1981) est une autre mesure de l'unimodalité utilisée pour la distribution des vitesses radiales des galaxies dans les amas. Soit la distribution de vitesses radiales $\{v_i\}_{i=1,N}$. Soit la grandeur I définie comme :

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{N} (v_i - \bar{v})^2}{\sigma_{v,BI}^2 (N-1)}, \tag{3.7}$$

où $\bar{v}$ est la moyenne arithmétique des vitesses radiales et $\sigma_{v,BI}$ la dispersion des vitesses mesurées par la méthode du biweight (équation 5.8 Tukey, 1958). Comme pour le test de Shapiro-Wilk, pour une distribution gaussienne unimodale d'une infinité de vitesses radiales, I tend vers 1. Martinez & Iglewicz (1981) ont également créé une table à deux entrées décrivant les différentes valeurs de I en fonction du nombre de galaxies N et du degré de confiance de normalité unimodale. Il est donc possible pour un échantillon de galaxies donné d'en déduire le degré de confiance via la valeur mesurée de I.

3.2.2.2 Tests basés sur l'asymétrie

L'asymétrie peut également être utilisée comme indicateur de normalité d'une distribution. Deux indicateurs d'asymétrie ont été mis au point. Le premier est le coefficient d'asymétrie noté B_1 et défini par :

$$B_1 = \frac{\sum_{i=1}^{N} (v_i - C_v)^3}{N S_v^2}, \tag{3.8}$$

où C_v est une mesure de la moyenne et S_v une mesure de la dispersion des vitesses. Une distribution gaussienne étant symétrique, dans le cas d'une distribution gaussienne unimodale d'une infinité de galaxies, B_1 tend vers 0. D'Agostino & Tietjen (1971); D'Agostino (1973) ont créé une table à deux entrées décrivant les différentes valeurs de B_1 en fonction du nombre de galaxies et du degré de confiance de normalité. Il est donc possible pour un échantillon de galaxies donné d'en déduire le degré de confiance de normalité via la valeur mesurée du coefficient d'asymétrie B_1. Bird & Beers (1993) ont montré que cet estimateur B_1 souffre de contamination par des valeurs extrêmes. En effet, d'une part les estimateurs de vitesse moyenne et de dispersion des vitesses sont très sensibles aux valeurs extrêmes, qui apparaissent respectivement à la puissance 1 et 2. D'autre part, l'estimateur B_1 est davantage sensible car les valeurs extrêmes apparaissent à la puissance 3 dans la somme du numérateur.

Pour palier à ce problème, Bird & Beers (1993) ont utilisé un second indicateur appelé le Finch Index (FI), développé par Finch (1977). Le FI est calculé de la manière suivante. Soit une distribution de vitesses radiales $\{v_i\}_{i=1,N}$ ordonnées. Soient $R_i = x_{N-k+i} - x_{N-1-k+i}$ et $L_i = x_{k+2-i} - x_{k+1-i}$ pour tout $i \leq k$, où k est le plus grand entier inférieur ou égal à $\frac{N+1}{2}$. Les L_i et R_i sont une mesure des trous dans la distribution de vitesses radiales (respectivement à gauche et à droite de la médiane) et peuvent servir d'indicateur d'asymétrie : si l'un des deux est systématiquement plus grand que l'autre alors la distribution est asymétrique. Cependant cette mesure de l'asymétrie est également sensible aux valeurs extrêmes. L'idée de Finch (1977) consiste à attribuer un poids statistique w_i à chacun des points, les poids les plus importants étant attribués aux points proches de la moyenne :

$$w_i = c \sum_{j=k-i-1}^{k+i-1} \frac{1}{j},$$

où c est la constante de normalisation telle que $\sum w_i^2 = 1$. Son indicateur est alors défini par :

$$FI = \sum_{i=1}^{N} w_i \frac{R_i - L_i}{R_i + L_i}. \tag{3.9}$$

Dans le cas d'une distribution gaussienne symétrique d'une infinité de points, FI tend vers 0. Bird & Beers (1993) ont tabulé la statistique du FI en fonction du nombre de points et du degré de gaussianité.

Il est toutefois à noter que l'utilisation du coefficient d'asymétrie B_1 n'est pas aussi problématique que suggéré par Bird & Beers (1993). En effet, depuis Yahil & Vidal (1977), l'étude de la distribution des vitesses radiales des galaxies d'amas se fait par réjection itérative à $3\sigma_v$. La réjection itérative à $3\sigma_v$ est un processus itératif de deux étapes. La première consiste à calculer la vitesse radiale moyenne $\bar{v}$ et la dispersion des vitesses σ_v des galaxies. La seconde consiste à sélectionner les galaxies dont la vitesse radiale appartient à l'intervalle $[\bar{v} - 3\sigma_v; \bar{v} + 3\sigma_v]$. La réjection est arrêtée lorsque la convergence du nombre de galaxies est atteinte. À chaque itération de ce processus, les galaxies au-delà de $3\sigma_v$ sont éliminées, réduisant

ainsi la dispersion des vitesses à chaque itération. De cette manière, la présence de valeurs extrêmes est fortement limitée et permet d'utiliser le coefficient d'asymétrie B_1 comme indicateur de normalité.

3.2.2.3 Tests basés sur l'aplatissement

L'aplatissement peut également être utilisé comme indicateur de normalité d'une distribution. Plusieurs indicateurs ont été mis au point. Le premier est le coefficient d'aplatissement noté B_2 et défini par :

$$B_2 = \frac{N}{S_v^2} \sum_{i=1}^{N} (v_i - C_v)^4 \,, \tag{3.10}$$

où C_v est une mesure de la moyenne et S_v une mesure de la dispersion des vitesses. Dans le cas d'une distribution gaussienne, le coefficient d'aplatissement B_2 vaut 3. D'Agostino & Tietjen (1971); D'Agostino (1973) ont créé une table à deux entrées décrivant les différentes valeurs de B_2 en fonction du nombre de galaxies et du degré de confiance de normalité. Il est donc possible pour un échantillon de galaxies donné d'en déduire le degré de confiance de normalité via la valeur mesurée du coefficient d'aplatissement B_2. Tout comme pour le coefficient d'asymétrie B_1, Bird & Beers (1993) ont montré que l'estimateur B_2 souffre de contamination par des valeurs extrêmes. Cet effet est plus important que pour B_1 car ils apparaissent à la puissance 4 au lieu de la puissance 3 pour B_1.

Là encore, pour pallier à ce problème , Bird & Beers (1993) ont développé et utilisé un second indicateur appelé le Tail Index (TI). Le TI est calculé de la manière suivante. Soit une distribution de vitesses radiales $\{v_i\}_{i=1,N}$ ordonnées. Le TI est défini par :

$$TI = \frac{v(0.90) - v(0.10)}{v(0.75) - v(0.25)}, \tag{3.11}$$

où $v(f)$ est la vitesse radiale dont le rang est le plus proche de fN. Dans le cas d'une distribution gaussienne, le TI vaut 1.90. Tout comme pour le Finch Index, il est à noter que l'utilisation du coefficient d'aplatissement B_2 n'est pas aussi problématique que suggéré par Bird & Beers (1993) en raison de la réjection itérative à $3\sigma_v$ qui élimine une partie des valeurs extrêmes. La statistique du TI a été tabulée par Bird & Beers (1993).

D'autres tests statistiques utilisant les ailes de la distribution des vitesses radiales ont été développés. Yahil & Vidal (1977) ont utilisé la statistique de a de Pearson & Hartley (1962) définie comme :

$$a = \frac{1}{N\sigma_v} \sum_{i=1}^{N} |v_i - \bar{v}|, \tag{3.12}$$

où $\bar{v}$ est une mesure de la vitesse radiale moyenne et σ_v une mesure de la dispersion des vitesses. Pearson & Hartley (1962) ont tabulé cette statistique et ont montré que dans le cas d'une distribution gaussienne d'une infinité de points, la statistique

tend vers $\sqrt{2/\pi} \simeq 0.7979$. Une valeur de a inférieure à 0.7979 indique des ailes surélevées par rapport à une distribution gaussienne.

Yahil & Vidal (1977) ont développé un test de normalité à partir du test de Shapiro & Wilk (1965). Ce test est basé sur la mesure de W_* défini par :

$$W_* = \frac{1}{(N-1)\sigma^2}\left[\sum_{i=1}^{[N/2]} a_i \left(v_{N+1-i} - v_i\right)\right]^2 \tag{3.13}$$

$$= W - \frac{2}{(N-1)\sigma^2}\sum_{i=1}^{[N/2]} v_i v_{N+1-i}, \tag{3.14}$$

où $[N/2]$ désigne la partie entière de $N/2$, les v_i sont ordonnées et W est le test de Shapiro & Wilk (1965) (voir section 3.2.2.1). Les coefficients a_i ont été calculés par Shapiro & Wilk (1965). Shapiro & Wilk (1965) ont créé une table à deux entrées décrivant les différentes valeurs de W en fonction du nombre de galaxies et du degré de confiance de normalité. Il est donc possible pour un échantillon de galaxies donné d'en déduire le degré de confiance de normalité via la valeur mesurée de W.

Le test de la statistique u (Pearson & Stephens, 1964) a également été utilisé. La mesure de u est définie pour un ensemble de vitesses radiales $\{v_i\}_{i=1,N}$ ordonnées comme :

$$u = \frac{v_N - v_1}{\sigma_v}, \tag{3.15}$$

où σ_v est une mesure de la dispersion des vitesses. Les grandes valeurs de u traduisent de la contamination par des valeurs extrêmes et les petites valeurs indiquent une distribution plus étroite qu'une distribution gaussienne de même dispersion des vitesses.

Enfin, le dernier test statistique de la normalité basé sur l'aplatissement s'appelle le « Double-Root Residuals » (ci-après DRR). Les DRR ont été développés par Gebhardt & Beers (1991). Pour un ajustement gaussien donné, ils sont basés sur le calcul de différence de nombres de galaxies dans des bins de vitesses radiales. Soit la série de bins de vitesses radiales b_i, les DRR_i sont calculés de la manière suivante :

$$\mathrm{DRR}_i = \sqrt{1 + 4N_{data,i}} - \sqrt{1 + 4N_{modèle,i}} \qquad \text{si } N_{data,i} \geq 1 \tag{3.16}$$

$$\mathrm{DRR}_i = 1 - \sqrt{1 + 4N_{modèle,i}} \qquad \text{si } N_{data,i} = 0, \tag{3.17}$$

où $N_{data,i}$ est le nombre de galaxies dans le bin i et $N_{modèle,i}$ est le nombre de galaxies dans le bin i calculé d'après l'ajustement gaussien. Les valeurs des DRR sont utilisées pour interpréter la normalité d'une distribution : un $\mathrm{DRR} > 2$ signifie une différence entre le modèle et les données de 2σ, c'est-à-dire significatif à 95%. Ce test a été utilisé uniquement sur des modèles de distributions gaussiennes unimodales (Yahil & Vidal, 1977). En toute généralité, les DRR peuvent être utilisés pour évaluer la qualité de modèles de distributions gaussiennes multimodales.

3.2.2.4 Tests basés sur la fonction de répartition

La dernière catégorie de tests est basée sur la comparaison entre la fonction de répartition mesurée à partir des données et un modèle représentant ces données. Soit $F(v)$ la fonction de répartition mesurée des vitesses radiales $\{v_i\}_{i=1,N}$ ordonnées. La fonction de répartition est définie comme :

$$F(v) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{v_i \leq v} v_i. \tag{3.18}$$

Les différents tests présentés ici ont tous été utilisés dans le cadre de modèle de distribution des vitesses radiales gaussiennes unimodales. Dans ce cas, la modélisation des données consiste donc à déterminer la vitesse radiale moyenne $\bar{v}$ et la dispersion des vitesses σ_v. La fonction de répartition du modèle gaussien F_g est reliée à la fonction d'erreur erf :

$$F_g(v) = \frac{1}{2} \left(1 + \mathrm{erf} \left(\frac{v - \bar{v}}{\sqrt{2\sigma^2}} \right) \right). \tag{3.19}$$

Le premier test statistique de normalité basé sur la fonction de répartition est le test d'Anderson & Darling (1952). Anderson & Darling (1952) ont développé la statistique A^2 définie comme : $A^2 = -N - S^2$, où

$$S^2 = \sum_{k=1}^{N} \frac{2k-1}{N} \Big[\log \left(F(v_k) \right) + \log \left(1 - F(v_{N+1-k}) \right) \Big]. \tag{3.20}$$

Dans le cadre d'une modélisation de la fonction de distribution de vitesses radiales par une loi gaussienne dont la vitesse radiale moyenne $\bar{v}$ et σ_v sont tirées des données, la statistique A^2 devient A^{2*} définie comme :

$$A^{2*} = A^2 \left(1 + \frac{0.75}{N} + \frac{2.25}{N^2} \right). \tag{3.21}$$

D'Agostino & Stephens (1986) ont créé une table à deux entrées décrivant les différentes valeurs de A^2 et de A^{2*} en fonction du nombre de galaxies et du degré de confiance de normalité. Il est donc possible pour un échantillon de galaxies donné d'en déduire le degré de confiance de normalité via la valeur mesurée de A^{2*}.

Le test de Kolmogorov-Smirnov (souvent appelé test de Kolmogorov) a également été utilisé pour vérifier l'hypothèse d'une distribution gaussienne unimodale. Stephens (1974) a raffiné la définition de la statistique de Kolmogorov-Smirnov et lui a donné sa forme actuelle, notée D^*. La statistique de Kolmogorov-Smirnov, notée D, est définie comme le maximum entre D^+ et D^- :

$$D^+ = \max \left| \frac{i}{N} - F_g(v_i) \right| \tag{3.22}$$

et

$$D^- = \max \left| F_g(v_i) - \frac{i-1}{N} \right|. \tag{3.23}$$

Stephens (1974) a introduit la statistique D^* afin de « normaliser » la statistique de Kolmogorov-Smirnov :

$$D^* = D\left(\sqrt{N} + 0.12 + \frac{0.11}{\sqrt{N}}\right). \tag{3.24}$$

De cette manière la statistique D^* ne dépend pas du nombre de galaxies de l'échantillon. Stephens (1974) a tabulé les valeurs de D^* en fonction du degré de confiance de normalité.

La statistique de Kuiper V est une alternative au test de Kolmogorov-Smirnov. La statistique V est définie comme $V = D^+ + D^-$, avec les mêmes D^+ et D^- que ceux définis pour le test de Kolmogorov-Smirnov. Stephens (1974) a également tabulé la statistique de Kuiper V en fonction du degré de confiance de normalité et du nombre de points.

Le test de Cramér-Von Mises a été utilisé pour évaluer la normalité de la distribution des vitesses radiales en se basant sur la fonction de répartition. Ce test nécessite le calcul de la statistique $T = n\omega^2$ définie par :

$$T = n\omega^2 = \frac{1}{12N} + \sum_{i=1}^{N}\left[\frac{2i-1}{2N} - F(x_i)\right]^2. \tag{3.25}$$

Anderson (1962) a tabulé les valeurs de T en fonction du nombre de points et du degré de confiance de normalité.

Enfin, le test de Watson (1961) est basée sur une variante de la statistique de Cramér-Von Mises :

$$U^2 = T - N\left(\bar{F} - \frac{1}{2}\right)^2, \tag{3.26}$$

où T est la statistique de Cramér-Von Mises et $\bar{F}$ est la moyenne arithmétique de la fonction de répartition mesurée : $\bar{F} = \sum_{i=1}^{N} F(v_i)/N$. Watson (1961); Stephens (1974) ont tabulé la statistique de U^2 en fonction du nombre de points et du degré de confiance de normalité.

3.3 Analyse morphologique en projection

L'analyse morphologique des amas de galaxies en projection peut se faire de deux manières : en étudiant la forme des structures afin de détecter des écarts à la symétrie circulaire, en étudiant les profils ou bien en recherchant des sous-structures. Avant de présenter la recherche de sous-structures en projection, une méthode récente combinant plusieurs critères basés sur la forme et sur les profils est présentée.

Dans cette section, la distribution projetée des amas, que ce soit celle du gaz ou celle des galaxies, sous-entend la distribution continue et est notée $\Sigma(\mathbf{r})$.

3.3.1 Détermination de la forme

De nombreuses méthodes de détermination de la forme des amas ont été utilisées, que ce soit en X ou en optique.

3.3.1.1 Centroid Shift

Mohr et al. (1993) ont développé la technique du *centroid shift* pour détecter l'asymétrie de la distribution projetée étudiée des amas, que ce soit la distribution du gaz en X ou celle des galaxies en optique. Le *centroid shift* consiste à calculer le moment d'ordre 1 noté $M_1(r)$, la moyenne, de la distribution étudiée dans différents rayons autour du maximum de la distribution. Un déplacement du moment d'ordre 1 est alors interprété comme une asymétrie de la distribution et donc la possible présence de sous-structures. De nombreuses études ultérieures ont utilisé le *centroid shift* pour réaliser l'analyse morphologique des amas, parmi lesquelles on peut citer Kolokotronis et al. (2001); Hashimoto et al. (2007); Ventimiglia et al. (2008). Il est d'ailleurs à noter que certains raffinements ont été apportés à cette méthode. Par exemple Kolokotronis et al. (2001) ont défini la quantité sc :

$$sc = \sqrt{(x_1 - x_P)^2 + (y_1 - y_P)^2}, \tag{3.27}$$

où (x_1, y_1) sont les coordonnées du moment d'ordre 1 calculés dans un rayon défini par l'observateur et (x_P, y_P) sont les coordonnées du maximum de la distribution.

3.3.1.2 Paramètres de forme

Les paramètres de forme sont les moments centrés d'une distribution. Dans cette section, le moment centré d'ordre i est noté M_i. Par exemple, dans le cas de la distribution projetée des amas (gaz ou galaxies), les moments centrés d'ordre 2 sont les demi-grand et petit axes et leur angle d'orientation. De nombreuses méthodes d'utilisation des paramètres de forme ont été développées en vue d'interprétation morphologique.

Les moments centrés d'ordre 2 ont été directement utilisés par West & Bothun (1990); Jing et al. (1995); Hashimoto et al. (2007).

La combinaison la plus simple des moments centrés d'ordre 2 est le calcul de l'ellipticité. Soit a (respectivement b) le demi-grand (respectivement demi-petit) axe d'un amas. L'ellipticité ϵ est définie par :

$$\epsilon = 1 - \frac{b}{a}. \tag{3.28}$$

L'ellipticité a été utilisée pour quantifier la morphologie des amas dans de nombreuses études, notamment par Jones & Forman (1999); Kolokotronis et al. (2001); Plionis (2002); Hashimoto et al. (2007).

Buote & Tsai (1995) ont défini les *power ratio* pour étudier la morphologie des amas. Cette méthode consiste à mesurer les *powers* de la distribution projetée des amas et à en calculer le rapport. Buote & Tsai (1995) ont défini les *powers* d'ordre m, noté P_m, comme :

$$P_m = \frac{a_m^2 + b_m^2}{2m^2 R^2}, \tag{3.29}$$

où R est le rayon à l'intérieur duquel est calculé P_m et les a_m et b_m sont calculés à partir de la distribution projetée Σ des amas :

$$a_m(R) = \int_{R' \leq R} \Sigma(r') \left(R'\right)^m \cos(m\phi') d^2r' \tag{3.30}$$

$$b_m(R) = \int_{R' \leq R} \Sigma(r') \left(R'\right)^m \sin(m\phi') d^2r'. \tag{3.31}$$

Les *powers* dépendent de la position de l'ouverture dans laquelle ils sont calculés. Buote & Tsai (1995) ont utilisé deux centres : le centroid, c'est-à-dire la position annulant le *power* P_1 et la position du maximum de la distribution projetée. Ils notent les *powers* calculés à partir du centroid P_m et ceux à partir du maximum $P_m^{(pk)}$. Buote & Tsai (1995) donnent l'interprétation suivante pour les *powers*. Le *power* P_2 est relié à l'ellipticité de la distribution, P_3 permet de mettre en évidence le caractère bimodale de la distribution projetée et P_4 est similaire à P_2 mais est sensible à des variations sur de plus petites échelles que P_2. Le *power* $P_1^{(pk)}$ permet de mettre facilement en évidence les distributions bimodales dont les composantes sont semblables.

Buote & Tsai (1995) ont défini quatre *power ratio* : P_2/P_0, P_3/P_0, P_4/P_0 et $P_1^{(pk)}/P_0^{(pk)}$. Ces *power ratio* permettent une interprétation plus fine que les *powers* seuls pour deux raisons. Tout d'abord, la division par P_0 ou par $P_0^{(pk)}$ permet de les normaliser et donc de pouvoir comparer des amas de différentes intensités (notamment pour la distribution du gaz en X). Ensuite, les *power ratio* permettent de savoir si la distribution projetée est plus ou moins concentrée : une faible valeur de P_m/P_0 indique une distribution plutôt concentrée alors qu'une grande valeur de P_m/P_0 indique une distribution plutôt étalée. Les moments d'ordre supérieurs ou égaux à 5 ne sont pas utilisés car ils sont essentiellement sensibles aux distributions bimodales dont les composantes ont un rapport plus grand que 1:10. L'interprétation physique des *power ratio* est la suivante. Les deux ordres impaires permettent de détecter la bimodalité de la distribution projetée : ils sont nuls dans le cas d'une distribution unimodale et différents de 0 pour une distribution bimodale. Ils renseignent également sur le rapport des composantes :

- une grande valeur de $P_1^{(pk)}/P_0^{(pk)}$ et une faible valeur de P_3/P_0 indiquent que les deux composantes sont de rapport 1:1 ;
- une faible valeur de $P_1^{(pk)}/P_0^{(pk)}$ et une grande valeur de P_3/P_0 indiquent que les deux composantes sont d'intensités différentes.

Les deux ordres paires permettent quant à eux de distinguer les distributions bimodales des distributions unimodales elliptiques.

Buote & Tsai (1995) ont montré sur des images simulées que les *power ratio* permettent de détecter la bimodalité avec une distance de séparation des deux composantes comprises entre 0.5 Mpc et 1.5 Mpc et dont le rapport est inférieur à 1:10. De plus, les *power ratio* doivent être calculés dans plusieurs ouvertures car ils sont sensibles aux variations ayant la taille de l'ouverture. Pour les distributions unimodales, le choix de l'ouverture n'affecte pas l'interprétation physique mais permet de s'assurer de l'unimodalité. Le comportement des *power ratio* en fonction de

l'ouverture dans le cas d'une distribution bimodale est le suivant : le *power ratio* $P_1^{(pk)}/P_0^{(pk)}$ n'est pas sensible à l'ouverture, mais les autres *power ratio* atteignent leur maximum quand l'ouverture correspond à la séparation. Buote & Tsai (1995) ont simulé plusieurs modèles de distributions projetées (ils ont simulé l'émission X). Ils ont évalué les *power ratio* sur ces modèles et donné la table permettant d'interpréter les valeurs observées des *power ratio* par rapport à ces modèles.

Rhee et al. (1991a) ont également développé une mesure de l'ellipticité des amas à partir de la mesure des moments de la distribution de galaxies. Ils ont défini les moments μ d'ordre a, b de la manière suivante :

$$\mu_{ab} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i - x_0)^a (y_i - y_0)^b, \tag{3.32}$$

où les (x_i, y_i) sont les coordonnées de la i-ème galaxie et (x_0, y_0) sont les coordonnées du centre de la distribution défini comme la galaxie la plus brillante dans un rayon de 0.5 Mpc du centre de Rood & Sastry (1971). À partir de ces moments, ils en déduisent l'ellipticité ϵ et l'angle d'orientation θ. L'ellipticité est calculée à partir de l'élongation e :

$$\epsilon = 1 - \sqrt{\frac{1-e}{1+e}}, \tag{3.33}$$

où l'élongation est calculée par :

$$e = \frac{\sqrt{(\mu_{20} - \mu_{02})^2 + 4\mu_{11}^2}}{\mu_{20} + \mu_{02}}. \tag{3.34}$$

L'angle d'orientation θ est calculé par :

$$\theta = \frac{1}{2}\tan^{-1}\left(\frac{2\mu_{11}}{\mu_{20} - \mu_{02}}\right). \tag{3.35}$$

3.3.1.3 Symétrie

West et al. (1988) ont mis au point le test β permettant de mesurer l'asymétrie de la distribution des galaxies. Pour un amas donné, la première étape de ce test consiste à en définir le centre comme la position moyenne. La seconde étape est la mesure de la densité locale autour d'une galaxie i. La densité locale est évaluée comme la distance moyenne à ces cinq plus proches galaxies voisines, cette densité est notée d_i. Enfin durant la troisième étape la densité locale $d_{0,i}$ du point diamétralement opposé à la galaxie i est calculée. Dans le cas d'une distribution symétrique, le rapport $d_{0,i}/d_i$ doit être proche de 1 pour toutes les galaxies. West et al. (1988) ont défini la statistique β comme :

$$\beta = \log_{10}\left(\frac{d_{0,i}}{d_i}\right). \tag{3.36}$$

Pour une distribution symétrique, la valeur moyenne de β, $\bar{\beta}$, doit être proche de 0. La valeur de $\bar{\beta}$ permet de détecter et de quantifier les asymétries de la distribution :

les distributions symétriques ont un $\bar{\beta} \simeq 0$ alors que les asymétriques ont $\bar{\beta} > 0$. Il est à noter que β permet de mettre en évidence des sous-structures, là où $\beta > 0$. L'évolution de $\beta(r)$ permet également de détecter la distance à laquelle les asymétries apparaissent. Les valeurs de $\bar{\beta}$ pour une distribution symétrique ont été tabulées par Krywult & Flin (1999). Ce test peut également être utilisé dans le cas d'une distribution continue (l'intensité du gaz en X ou la distribution projetée continue des galaxies). Dans ce cas, la densité locale d_i devient la densité locale à la position (x_i, y_j) et doit être évaluée dans un certain rayon R (Schuecker et al., 2001).

De par sa nature, le test β est sensible aux asymétries « miroirs » (Pinkney et al., 1996) et il est insensible à l'ellipticité de la distribution. De plus, Pinkney et al. (1996) ont montré que ce test est inefficace pour détecter les amas bimodaux dont le rapport de masse est voisin de 1:1. En effet, dans ce cas, le centre utilisé sera exactement au milieu des deux amas et les densités locales miroirs sont égales.

Rhee et al. (1991a) ont également mis au point un test d'asymétrie de la distribution projetée. Il s'agit du test d'élongation de Fourier. Ce test est basé sur l'hypothèse que la distribution azimutale des galaxies suit une loi du type :

$$N(\phi) = \frac{N_0}{2\pi}\left(1 + \frac{N_1}{N_0}\cos\left(2\phi - 2\phi_0\right)\right), \tag{3.37}$$

où N_0 est le nombre total de galaxies, N_1 est l'amplitude d'élongation et ϕ_0 la position azimutale de l'amas. N_1 est défini par

$$N_1 = 2\sqrt{S^2 + C^2}, \tag{3.38}$$

où

$$S = \sum N(\phi)\sin(2\phi) \quad \text{et} \quad C = \sum N(\phi)\cos(2\phi). \tag{3.39}$$

La position azimutale ϕ_0 est définie comme :

$$\phi_0 = \frac{1}{2}\arctan\left(\frac{S}{C}\right). \tag{3.40}$$

À partir de ces grandeurs, Pinkney et al. (1996) ont défini la force d'élongation FE :

$$FE = \frac{N_1}{\sqrt{2N_0}} = \frac{2\sqrt{S^2 + C^2}}{\sqrt{2N_0}}. \tag{3.41}$$

Pinkney et al. (1996) ont simulé des observations afin de tester l'efficacité de plusieurs tests pour caractériser la distribution projetée. Ces simulations ont montré que la force d'élongation FE est le test le plus efficace pour détecter les sous-structures.

Une autre manière de mesurer l'asymétrie a été proposée par Wen & Han (2013). Dans une image (qui peut être un image X ou tout autre fonction de distribution projetée) dont l'intensité est notée $I(x_i, y_j)$ et est centrée sur le barycentre, ils ont

défini le facteur d'asymétrie α comme $\alpha = \Delta^2/S^2$. Le paramètre S représente la normalisation :

$$S^2 = \sum_{i,j} I(x_i, y_j). \tag{3.42}$$

Le paramètre Δ est la mesure de l'asymétrie non normalisée :

$$\Delta^2 = \frac{1}{2} \sum_{i,j} [I(x_i, y_j) - I(-x_i, -y_j)]^2 \tag{3.43}$$

. Ces quantités sont mesurées dans $R_{500} = \frac{2}{3} R_{200}$. Un facteur d'asymétrie proche de 0 indique une distribution symétrique alors qu'un facteur d'asymétrie proche de 1 indique une distribution asymétrique.

Wen & Han (2013) ont aussi proposé de mesurer le « ridge flatness » comme $\beta = c^R_{200}/\overrightarrow{c_{200}}$ pour mesurer l'asymétrie. Ces quantités sont basées sur l'ajustement par un profil unidimensionnel de King (1962). Cela consiste à ajuster pour une direction ϕ donnée la distribution projetée par un profil de King (1962) :

$$I(r) = \frac{I_0}{1 + \left(\frac{r}{R_0}\right)^2}, \tag{3.44}$$

où I_0 est l'intensité centrale et R_0 le rayon à ajuster. Le rayon R_0 est alors mesuré dans 72 directions différentes et permet de définir, pour ces 72 directions, le paramètre $c_{200} = R_{200}/R_0$ où R_{200} est le rayon du viriel et dont la moyenne est notée $\overrightarrow{c_{200}}$. Pour un amas relaxé, la symétrie est attendue ce qui se traduit par une valeur de R_0 indépendante de la direction et donc $\beta \simeq 1$. Pour un amas non relaxé, le ridge flatness β sera inférieur à 1.

3.3.2 Études des profils

Les profils des distributions projetées peuvent également être utilisés pour quantifier la morphologie des amas en ajustant les profils mesurés par des profils théoriques et en mesurant les écarts. Wen & Han (2013) ont proposé une telle méthode basée sur l'ajustement des profils par un profil elliptique de King (1962) :

$$I_{\text{modèle}}(x_i, y_j) = \frac{I_0}{1 + \left(\frac{r_{iso}}{R_0}\right)^2}, \tag{3.45}$$

où $r^2_{iso} = (x\cos\theta + y\sin\theta)^2 + \epsilon^2(-x\sin\theta + y\cos\theta)^2$ avec ϵ représente l'ellipticité et θ l'angle d'orientation. Ils ont alors défini la déviation normalisée δ comme :

$$\delta = \frac{1}{S^2} \sum_{i,j} [I(x_i, y_j) - I_{\text{modèle}}(x_i, y_j)]^2 \tag{3.46}$$

où S^2 est le facteur de normalisation (voir équation 3.42). Un amas relaxé a un profil proche du profil de (King, 1962, voir section 2.2.3.4) et donc un δ faible.

3.3.3 Combinaison de plusieurs critères

Des combinaisons linéaires de différents paramètres utilisés pour mesurer la forme et/ou les profils peuvent être également envisagées. Une étude récente de Wen & Han (2013) a proposé de définir le paramètre Γ à partir de trois paramètres qu'ils ont définis : α, β (section 3.3.1.3) et δ (section 3.3.2, équation 3.46). Ils ont ainsi remarqué la présence d'un plan dans l'espace (α, β, δ) séparant les amas relaxés des amas non relaxés et donc que la distance Γ d'un amas à ce plan permet de quantifier un degré de relaxation. Le plan des amas relaxés est défini par :

$$\beta = A\alpha + B\delta + C, \tag{3.47}$$

avec $A = 1.9$, $B = 3.58$ et $C = 0.1$. Ils donc défini Γ comme :

$$\Gamma = \frac{\beta - A\alpha - B\delta - C}{k}, \tag{3.48}$$

où $k = \sqrt{1 + A^2 + B^2}$. Les amas non relaxés ont un $\Gamma < 0$, les amas relaxés sont ceux ayant un $\Gamma > 0$ et plus Γ augmente plus l'amas est relaxé.

3.3.4 Recherche de sous-structures

La recherche directe de sous-structures peut se décomposer en deux types de méthodes : la recherche de maxima locaux de la distribution projetée et l'analyse de la multimodalité de la distribution projetée.

3.3.4.1 Recherche des maxima locaux

La recherche de maxima locaux consiste à détecter les maxima locaux de la distribution projetée des amas. De nombreux auteurs ont utilisé cette méthode, parmi lesquels Geller & Beers (1982); Pisani (1993); Escalera et al. (1994); Slezak et al. (1994); Pisani (1995, 1996); Jones & Forman (1999); Krywult & Flin (1999); Krywult et al. (1999); Burgett et al. (2004); Flin & Krywult (2006); Ramella et al. (2007). La différence entre ces différentes références réside dans la distribution étudiée. Il peut s'agir aussi bien de la distribution projetée des galaxies reconstruites par une certaine méthode que de la distribution du gaz observé en X. La recherche de maxima locaux se fait en balayant tous les pixels de l'« image » et en regardant l'intensité des pixels voisins. Une liste de maxima locaux est obtenue et les maxima locaux pas suffisamment significatifs sont filtrés pour garder un catalogue de maxima locaux significatifs. Ces maxima locaux définissent l'amas, ses sous-structures et les structures voisines.

Cette méthode présente l'avantage d'être utilisable à toutes les longueurs d'onde d'observation des amas. Cependant, cette méthode ne permet pas de mettre en évidence les asymétries et les épaulements de la distribution projetée, qui peuvent représenter des sous-structures des amas.

3.3.4.2 Multimodalité

Une autre alternative pour détecter directement des sous-structures consiste à réaliser une étude de la multimodalité de la distribution projetée. Une méthode souvent utilisée est le test de bimodalité de Lee (1979), mis au point pour les amas de galaxies par Fitchett & Webster (1987); Fitchett (1988). Ce test est utilisé pour détecter la bimodalité d'un amas à partir des positions projetées des galaxies. Ce test est basé sur la projection des coordonnées des N galaxies d'un amas sur une droite d'angle ϕ. Cette droite est ensuite découpée en $N-1$ intervalles, à la position de chaque galaxie. Dans chaque intervalle j est calculée la grandeur $P_{\phi,j}$ définie par :

$$P_{\phi,j} = \frac{\sigma_t}{\sigma_l + \sigma_r} - 1, \tag{3.49}$$

où les σ sont définis comme :

$$\sigma = \sum_i (x_i - \mu)^2, \tag{3.50}$$

où les $\{x_i\}_{i=1,n}$ représentent les positions projetées sur la droite d'angle ϕ des N galaxies. La grandeur μ est la moyenne arithmétique des x_i : $\mu = \sum_{i=1}^{n} x_i/N$. Concernant les σ, l'indice $_t$ désigne l'ensemble des galaxies de la partition, donc la somme va de $i = 1$ à $i = N$. Les indices $_l$ et $_r$ désignent l'ensemble des galaxies de la partition se trouvant respectivement à gauche et à droite de la partition j : pour σ_l la somme porte donc sur les indices allant de $i = 0$ à $i = j$ alors que pour σ_r la somme porte sur les indices allant de $i = j + 1$ à $i = N$. La fonction de Lee évaluée à l'angle ϕ est alors définie comme le maximum des $P_{\phi,j}$:

$$L(\phi) = max_j \left\{P_{\phi,j}\right\}. \tag{3.51}$$

La fonction de Lee a le comportement suivant dans le cas d'un amas bimodal : elle présente un maximum pour l'angle ϕ correspondant à l'angle reliant les deux amas. Afin de détecter la bimodalité, Fitchett (1988) a utilisé le rapport L_{rat} entre le maximum et le minimum de la fonction de Lee. Les grandes valeurs de L_{rat} indiquent la bimodalité de la distribution projetée des galaxies. Ce test pourrait être utilisé également dans le cas de distribution continue en utilisant tous les pixels de l'« image » pondérés par leur « intensité » (Schuecker et al., 2001).

Une autre méthode pour détecter la multimodalité à partir de la distribution discrète des galaxies est la méthode de percolation (souvent appelé friend-of-friend) utilisée pour la première fois dans ce cadre par Rhee et al. (1991b). Le principe de cette méthode est de connecter toutes les galaxies dont la distance est inférieure à une certaine distance r_1. Si la distance r_1 est petite par rapport à la distance moyenne entre galaxies, les ensembles de galaxies connectées seront petits, et plus r_1 augmente plus la taille des ensembles de galaxies connectées augmente. La percolation est atteinte quand toutes les galaxies sont connectées, la valeur de r_1 est alors notée r_c. Pour s'affranchir de la distance moyenne entre les galaxies, la grandeur B a été définie et utilisée au lieu de r_1 :

$$B = \pi r_1^2 \bar{n}, \tag{3.52}$$

où $\bar{n}$ est la densité projetée moyenne de galaxies, elle est donc reliée à la distance moyenne entre galaxies r_g : $\bar{n} = 1/r_g^2$. La valeur de B atteinte lors de la percolation est notée B_c. Les sous-structures sont détectées quand, lorsque B augmente, deux structures fusionnent pour en donner une plus massive.

La séparation angulaire entre galaxies a également été utilisée comme test de multimodalité. Ce test a été mis au point par Rhee et al. (1991b) et consiste à mesurer la quantité θ_{HM} définie comme :

$$\theta_{HM}^{-1} = \frac{2}{N(N-1)} \sum_{i>j} \frac{1}{\theta_{ij}}, \tag{3.53}$$

où les θ_{ij} sont les distances projetées entre galaxies. Une fois la quantité θ_{HM} mesurée, elle est divisée par $\bar{\theta}$. La statistique de $\theta_{HM}/\bar{\theta}$ renseigne sur la multimodalité de la distribution des galaxies. La valeur 1 est attendue dans le cas d'une distribution unimodale idéale (une infinité de galaxies) et Rhee et al. (1991b) ont montré avec des simulations que les valeurs comprises entre 0.8 et 1.2 correspondent également à des distribution unimodales.

La méthode de l'arbre couvrant minimal (*minimal spanning tree*) (Zahn, 1971) a également été utilisée dans le cas des galaxies (Barrow et al., 1985; Bhavsar & Ling, 1988, ont détecté des filaments de cette manière). Cette méthode fait appel à la théorie des graphes. Rhee et al. (1991b) ont modifié cette méthode afin de l'appliquer à la recherche de sous-structures dans les amas de galaxies. La première étape de construction de l'arbre couvrant minimal consiste à choisir une galaxie au hasard. La seconde étape consiste à connecter cette galaxie à sa plus proche voisine. Ces deux galaxies forment le premier arbre, noté Π_1. Les arbres suivants sont obtenus par itération : la galaxie la plus proche d'une galaxie de l'arbre Π_{k-1} mais n'appartenant pas à cet arbre lui est connecté pour donner l'arbre Π_k. Un arbre contenant toutes les galaxies de l'échantillon est appelé arbre couvrant. La longueur de l'arbre final est alors calculée comme la somme des distances connectant les galaxies. Un tel algorithme de construction d'arbre assure la minimalité de l'arbre (Zahn, 1971) : cet arbre est l'arbre couvrant dont la longueur est la plus courte. Toutefois, l'arbre couvrant minimal est très sensible au bruit (Rhee et al., 1991b). Deux opérations peuvent être réalisées pour résoudre ce problème : l'élagage et la séparation. L'élagage consiste à retirer certaines connexions de galaxies pour obtenir la structure filamentaire la plus longue (voir figure 3.3c). La séparation consiste à couper l'arbre couvrant minimal en plusieurs morceaux : les connexions plus grandes qu'un certain seuil sont retirées et séparent les différents arbres (voir figure 3.3d). La séparation de l'arbre couvrant minimal permet de détecter les structures de galaxies (amas, groupes et sous-structures). Rhee et al. (1991b) recommande d'utiliser comme distance de séparation la distance d_{seuil} définie comme : $d_{seuil} = 0.75 r_g$, où r_g est la distance moyenne entre galaxies. Une fois l'arbre couvrant minimal séparé, le nombre de morceaux est compté et un filtrage est appliqué : seuls les morceaux de plus de 5 galaxies sont conservés. Ces morceaux permettent de quantifier la multimodalité des amas.

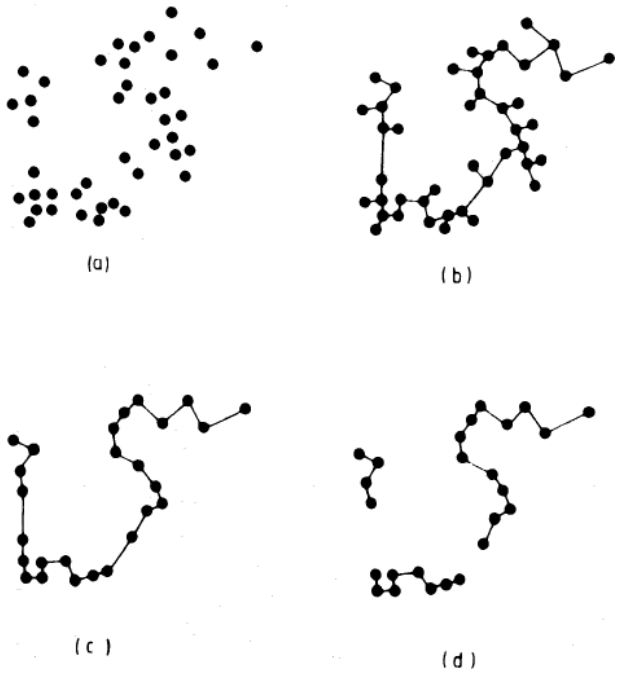


FIGURE 3.3 – Exemple d'arbre couvrant minimal (d'après Rhee et al., 1991b). L'échantillon de points utilisé est représenté en a et l'arbre couvrant minimal en b. Le panneau c représente un élagage de l'arbre couvrant minimal et le panneau d représente la séparation de l'arbre élagué.

Enfin, la multimodalité de la distribution des galaxies peut aussi être étudiée par une mixture de gaussiennes, comme pour la distribution des vitesses radiales. L'utilisation de ce type de méthodes pour les distributions de galaxies à deux dimensions n'en modifie pas le principe. Ces méthodes sont développées dans la section 3.2.1.

3.4 Analyse morphologique « 3D »

L'analyse morphologique à trois dimensions au sens stricte du terme n'est pas réalisable. En effet, d'une part les observations en X ne donnent accès qu'à la distribution projetée du gaz (voir section 2.2.2). D'autre part, le redshift des galaxies ne peut pas s'interpréter comme une mesure exacte de leur distance à cause du mouvement propre des galaxies. Cette section présente les méthodes utilisant les trois informations disponibles à partir des galaxies : leurs coordonnées en projection dans le plan du ciel et leur redshift. Le « 3D » dont il est question ici n'est donc pas un vrai 3D au sens de coordonnées cartésiennes ou sphériques mais au sens de 3 informations. Les méthodes « 3D » consistent à rechercher les sous-structures des amas au travers de différents tests statistiques.

3.4.1 La généralisation de méthodes 2D

Certaines méthodes de caractérisation morphologique des amas en projection dans le plan du ciel utilisant les positions des galaxies peuvent être généralisées en « 3D » en utilisant le redshift des galaxies comme troisième coordonnée. C'est le cas du test de Lee (1979) dont la généralisation à « 3D » a été proposée par Fitchett & Webster (1987), des méthodes de percolation et de l'arbre couvrant minimal. Pour le test de Lee (1979) à « 3D », Fitchett & Webster (1987) ont proposé d'utiliser la vitesse radiale des galaxies de la même manière que leurs coordonnées angulaires : la droite définie par l'angle ϕ est devenue la droite définie par les angles (ϕ, θ). Pinkney et al. (1996) ont toutefois mis en avant plusieurs défauts d'une telle généralisation : le temps de calcul beaucoup plus long que dans le cas à 2D [1] ou encore le problème de la normalisation par exemple. Pinkney et al. (1996) ont donc développé une alternative à la généralisation du test de Lee (1979) de Fitchett & Webster (1987). Au lieu d'utiliser les vitesses radiales des galaxies comme coordonnée supplémentaire, ils s'en servent pour pondérer le calcul des différents σ. Les grandeurs $P_{\phi,j}$ sont alors définies comme :

$$P_{\phi,j} = \frac{2\sigma_t}{\sigma_r + \sigma_l + \sigma_{vl+vr}} - 1, \tag{3.54}$$

où

$$\sigma_{vl+vr} = \frac{\sigma_t}{4\sigma_v}(\sigma_{vl} + \sigma_{vr}), \tag{3.55}$$

où l'indice $_v$ indique la dispersion des vitesses. Le test de Lee « 3D » est alors le même que le test de Lee 2D (voir section 3.3.4.2) avec cette nouvelle définition de la grandeur $P_{\phi,j}$. Il se comporte de la même manière qu'à 2D : pour une distribution unimodale, sa statistique de Lee tend vers 1. Pinkney et al. (1996) ont montré sur leurs simulations que le test de Lee « 3D » est plus efficace que le test de Lee 2D pour détecter la bimodalité. Comme pour le test de Lee 2D, le test de Lee 3D n'est sensible qu'à la multimodalité sans être sensible aux autres déformations de la distribution des galaxies, comme l'asymétrie par exemple.

Les méthodes de percolation et d'arbre couvrant minimal peuvent être également appliquées en trois dimensions. À cause du problème du redshift pour la distance radiale, ces méthodes n'ont pas été utilisées sur des observations. Ce problème de la troisième dimension ne se présente pas dans les simulations numériques qui ont accès à l'ensemble de l'espace des phases. C'est pour cette raison qu'elles ont intensément utilisé ce type de méthode dans les années 80-90 (Davis et al., 1985; Knebe et al., 2013).

3.4.2 Le test Δ

Le test Δ a été introduit par Dressler & Shectman (1988b). La première étape de ce test consiste à trouver les 10 galaxies les plus proches de chaque galaxie. Ensuite, à partir de ces onze galaxies, la vitesse radiale moyenne locale $\bar{v}_{local}$ et la dispersion locale des vitesses $\sigma_{v,local}$ sont calculées en faisant l'hypothèse d'une distribution des

1. Cette considération n'a plus trop de sens avec les ordinateurs actuels.

vitesses radiales gaussienne unimodale. La vitesse radiale moyenne globale $\bar{v}_{global}$ et la dispersion globale des vitesses $\sigma_{v,global}$ sont calculées avec toutes les galaxies et avec l'hypothèse de distribution des vitesses radiales gaussienne unimodale. Dressler & Shectman (1988b) définissent ensuite la déviation δ_i pour la galaxie i :

$$\delta_i^2 = \frac{11}{\sigma_v^2}\left[(\bar{v}_{local} - \bar{v}_{global})^2 + (\sigma_{v,local} - \ \sigma_{v,,global})^2\right]. \tag{3.56}$$

La statistique Δ est alors définie comme la somme des déviations δ_i. Dans le cas d'un amas unimodal dont la distribution des vitesses radiales est gaussienne, la statistique Δ tend vers le nombre de galaxies N de l'amas. Cependant, Δ peut s'éloigner significativement de N dans le cas d'un amas unimodal mais ayant une distribution des vitesses radiales non gaussienne. Dressler & Shectman (1988b) préconise alors de simuler *les amas observés* par des méthodes de Monte-Carlo pour calibrer la statistique Δ. Comme il s'agit de l'influence de la distribution des vitesses radiales qui doit être étudiée, les positions observées des galaxies sont conservées et il suffit de modifier leurs vitesses radiales par des tirages de Monte-Carlo pour réaliser la calibration de la statistique Δ.

Pinkney et al. (1996) ont étendu le test Δ en utilisant n galaxies au lieu de 10. Ils ont fait varier n et ont montré que la valeur de n maximisant l'efficacité de ce test est $n = \sqrt{N}$. Ils ont également montré que ce test ne permet pas de détecter la fusion de deux amas de même dispersion des vitesses quand la fusion a lieu dans le plan du ciel.

Girardi et al. (1997) ont utilisé une variante du test Δ initial en modifiant la définition de la déviation δ. Au lieu de prendre les n plus proches voisins pour chaque galaxie, ils ont utilisé les galaxies plus proches qu'une distance seuil, notée R_s. Pour détecter les sous-structures, plusieurs valeurs de R_s sont utilisées selon la taille des sous-structures recherchées.

La représentation graphique de δ, généralement appelée « Dressler's bubbles » est souvent utilisée pour visualiser les groupements de galaxies définissant les structures et permettent de confirmer à l'œil la statistique Δ (voir figure 3.4).

3.4.3 Le test α

Le test α a été introduit par West & Bothun (1990). Ce test est également appelé *centroid shift* mais ne correspond pas au *centroid shift* utilisé pour l'étude de la distribution projetée (voir section 3.3.1.1). L'idée de ce test est de chercher *localement* des structures à la fois dans l'espace des vitesses radiales et en projection. En ce sens ce test est similaire au test Δ.

La première étape de ce test consiste à mesurer la position moyenne des galaxies (x_c, y_c) en projection :

$$x_c = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i \quad , \quad y_c = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} y_i. \tag{3.57}$$

La seconde étape consiste à assigner un poids w_i à chaque galaxie i. Le poids w_i est défini par : $w_i = 1/\sigma_i$, où σ_i est la dispersion des vitesses de la galaxie i et de

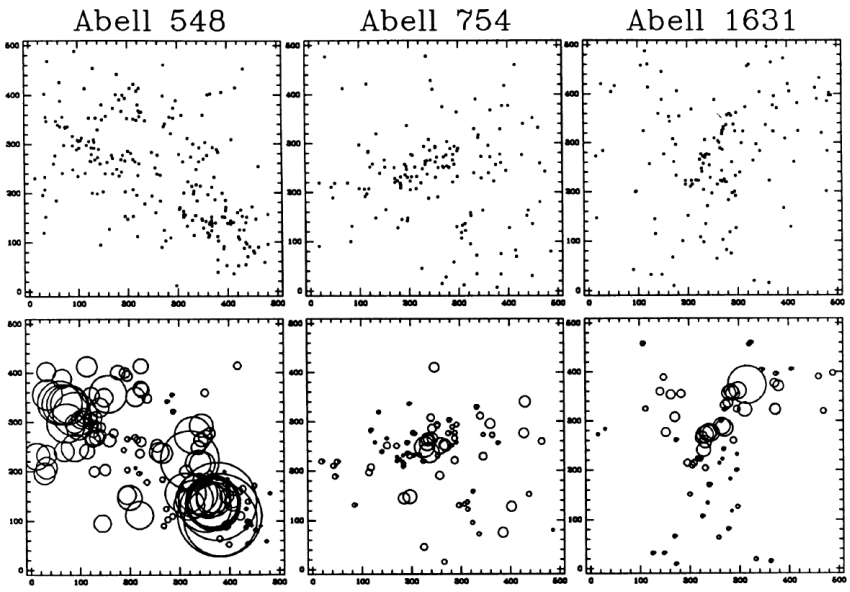


FIGURE 3.4 – Représentation graphique de δ (d'après Dressler & Shectman, 1988b) pour trois amas : Abell 548, Abell 754 et Abell 1631. La première ligne représente la distribution projetée des galaxies du catalogue de Dressler (1980). La seconde ligne représente la distribution projetée des galaxies du catalogue de Dressler (1980) pour lesquelles le redshift a été mesuré. Les galaxies sont représentées par des cercles dont le rayon mesure la déviation de la cinématique locale (des 10 galaxies voisines de la galaxie) par rapport à la cinématique globale : cette déviation est mesurée par δ. Une forte concentration spatiale de cercles de rayons proches indique la présence d'une sous-structure. Les coordonnées spatiales utilisées ne sont pas des angles mais des millimètres de plaques photométriques.

ses $n = 10$ plus proches voisins. La somme de tous les poids w_i est notée W. La troisième étape consiste à calculer pour chaque galaxie i la position moyenne locale $(x'_{c,i}, y'_{c,i})$ obtenue en utilisant la pondération :

$$x'_{c,i} = \frac{1}{W}\sum_{j=1}^{n+1} w_j x_j \quad , \quad y'_{c,i} = \frac{1}{W}\sum_{j=1}^{n+1} w_j y_j. \tag{3.58}$$

La quatrième étape consiste ensuite à calculer pour chaque galaxies i la différence γ_i entre la position moyenne (x_c, y_c) et la position moyenne locale $(x'_{c,i}, y'_{c,i})$:

$$\gamma_i = \sqrt{\left(x_c - x'_{c,i}\right)^2 + \left(y_c - y'_{c,i}\right)^2}. \tag{3.59}$$

La statistique α est alors construite en calculant la moyenne arithmétique des γ_i :

$$\alpha = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \gamma_i. \tag{3.60}$$

Pour être interprétée en termes de sous-structures, la valeur de α doit être comparée à des simulations de Monte-Carlo. Tout comme pour le test Δ, modifier les vitesses radiales des galaxies est suffisant. West & Bothun (1990) recommande de réaliser 1000 simulations pour un amas donné et d'en déduire la valeur moyenne $\bar{\alpha}$ ainsi que l'écart-type σ_α. Ils concluent sur la non unimodalité de la distribution si la valeur de α mesurée est au-delà de $2\sigma_{alpha}$ de la valeur moyenne $\bar{\alpha}$, ce qui correspond à 5% de significativité.

Là encore, comme pour le test Δ, Pinkney et al. (1996) ont montré que le choix le plus judicieux pour les n voisins étaient $n = \sqrt{N}$. De plus, ils affirment que 300 simulations sont suffisantes[2] et que 10% de significativité sont suffisants pour conclure à la non unimodalité de la distribution.

Pinkney et al. (1996) ont également mis au point une variante bidimensionnelle du test α en modifiant la pondération w_i. En effet, la pondération de West & Bothun (1990) est basée uniquement sur la dispersion des vitesses des galaxies. La pondération de Pinkney et al. (1996) est basée sur la dispersion des séparations des galaxies, ils ont défini $\sigma_{r,i}$ comme :

$$\sigma_{r,i} = \sqrt{\frac{\sum_{i,j=1}^{n} \left(\mathrm{sep}_{i,j} - \overline{\mathrm{sep}}\right)^2}{n(n-1)}}, \tag{3.61}$$

où $\mathrm{sep}_{i,j}$ est la distance projetée entre les galaxies i et j et $\overline{\mathrm{sep}}$ est la distance projetée moyenne des galaxies. Le calcul de α s'effectue ensuite de la même manière que dans le cas « 3D ». Pinkney et al. (1996) ont montré que cette variante est moins performante que la version originale.

3.4.4 Le test ϵ

Le test ϵ a été mis au point par Bird (1993). Ce test est une variante du test Δ (Dressler & Shectman, 1988b) : au lieu d'utiliser la dispersion des vitesses, ce test utilise un estimateur de masse. Pour cela le test ϵ a besoin de définir les n plus proches voisins d'une galaxie (ci-après NNG pour Nearest Neighbour Group), N dépendant du nombre total N de galaxies utilisées pour un amas donné. L'estimateur de masse projetée (Projected Mass Estimator) est défini pour la galaxie i par :

$$M_{PME,i} = \xi \left(\frac{24}{\pi G n}\right) \sum_{j=1}^{n} v_{zj}^2 r_j, \tag{3.62}$$

où r_j est la distance projetée entre la galaxie i et la galaxie j, $v_{zj} = v_j - \bar{v}$ où v_j est la vitesse radiale de la galaxie j et $\bar{v}$ est la vitesse radiale moyenne du groupe et ξ est une constante valant 4/3 dans cas d'isotropie. La statistique du test ϵ est alors évaluée par :

$$\epsilon = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} M_{PME,i}. \tag{3.63}$$

2. Là encore dans un soucis de gain de temps de calcul.

Afin de détecter la présence de sous-structures à l'aide de la statistique de ϵ, des tirages aléatoires de Monte-Carlo doivent être réalisés en mélangeant les positions et les vitesses radiales des galaxies. La présence de sous-structures sera alors mise en évidence par une valeur de ϵ mesurée inférieure aux valeurs obtenues des tirages de Monte-Carlo. Des tests menés par Bird (1993) et par Pinkney et al. (1996) ont montré que ce test est moins performant que les tests Δ et α mais qu'il est plus performant que les tests 2D pour détecter des sous-structures.

3.4.5 Le test κ

Le test κ a été mis au point par Colless & Dunn (1996) dans le but d'améliorer le test Δ. Pour cela, Colless & Dunn (1996) se sont basés sur une recombinaison différente pour obtenir les valeurs des δ_i, ils ont utilisé une recombinaison proche de celle utilisée pour le test de Kolmogorov-Smirnov (voir section 3.2.2.4). Au lieu de comparer la dispersion des vitesses locale avec la dispersion globale, ils comparent les distributions des vitesses radiales via le test de Kolmogorov-Smirnov. En fonction du nombre de voisins n considérés, ils définissent alors la statistique κ_n comme :

$$\kappa_n = -\sum_{i=1}^{N} \log\left(P_{KS}\left(D_i > D_{obs}\right)\right), \tag{3.64}$$

où D_i (respectivement D_{obs}) est la statistique de Kolmogorov-Smirnov des vitesses radiales de la galaxie i et de ses n voisins (respectivement de l'ensemble des vitesses radiales des galaxies) et $P_{KS}(D_i > D_{obs})$ mesure la probabilité que la D_i soit supérieur à D_{obs}. Press et al. (1986, 1992) ont tabulé les valeurs de $P_{KS}(D_i > D_{obs})$. Ainsi, κ_n est l'opposé la log-vraisemblance qu'il n'y ait pas de déviation localisée de le distribution des vitesses radiales à l'échelle de structures de n galaxies. La valeur de κ_n s'interprète de la manière suivante : plus elle est élevée, plus il est vraisemblable que la distribution des vitesses radiales locale diffère de la distribution globale. Toutefois, comme pour le test Δ, la significativité de la statistique κ_n doit être évalué à l'aide de simulations de Monte-Carlo.

Chapitre 4

La méthode de caractérisation morphologique et de classification des amas

Dans ce chapitre, une nouvelle classification morphologique des amas développé dans cette thèse est présentée. Il s'agit d'une classification 2+1D basée à la fois sur la distribution projetée des galaxies ainsi que sur la distribution de leurs vitesses radiales. Trois signatures observationnelles d'écart à l'équilibre sont recherchées pour classer les amas : la présence de plusieurs structures dans l'environnement proche des amas, l'ellipticité de la distribution projetée des galaxies et la non-gaussianité de la distribution des vitesses radiales.

Avant de décrire cette nouvelle classification morphologique, la première section du présent chapitre s'intéresse d'abord à justifier le développement d'une telle classification. Pour cela, les simulations cosmologiques de formation des amas sont décrites d'un point de vue physique puis d'un point de vue observationnel, c'est-à-dire par rapport aux signatures de la formation des amas sur les observables. À partir des signatures optiques de la formation des amas que l'on cherche à mettre en évidence dans ce mémoire, les notions de structures, de système et d'environnement proche sont redéfinies dans cette thèse. Enfin, en se basant sur les signatures et sur les notions redéfinies, une nouvelle classification morphologique des amas est présentée. La deuxième section de ce chapitre présente la méthode de caractérisation morphologique des structures nécessaires à la classification. La dernière section présente la méthode de classification des amas à partir des indicateurs morphologiques issus de la caractérisation des structures.

4.1 Est-il pertinent de classer les amas de galaxies ?

L'objet de la présente section est d'évaluer la pertinence d'une classification morphologique des amas de galaxies et de déterminer les paramètres à prendre en compte pour réaliser une telle classification. Une partie de la réponse à cette question est donnée par l'analyse des simulations cosmologiques. Celles-ci permettent de comprendre la dynamique de formation des amas et l'évolution de leur état dynamique. Les différentes perturbations à l'état d'équilibre peuvent être quantifiées afin d'obtenir les signatures observationnelles des différents phénomènes menant à la formation des amas. Ce sont ces signatures qui sont utilisées sur des données observationnelles pour établir des classifications d'amas. Ainsi après avoir détaillé les

simulations cosmologiques et les signatures observationnelles du processus de formation des amas, les termes employés dans cette étude sont définis et une nouvelle classification morphologique est présentée.

4.1.1 État dynamique des amas et signatures de la croissance hiérarchique

Comme expliqué dans la section 2.3.1, une fraction non négligeable d'amas de l'univers proche a subi un phénomène de fusion avec un système de masse comparable durant le dernier milliard d'années (environ 20% pour un rapport de masse plus petit que 1:10, voir figure 2.6 Cohn & White, 2005). Or le temps de retour à l'équilibre des amas est supérieur au milliard d'années (voir section 2.2.3.2). Cela signifie donc que ces amas n'ont pas encore atteint l'état d'équilibre. Afin de mesurer cette fraction d'amas hors équilibre à partir d'observations, il est nécessaire de connaître les signatures de la fusion d'amas sur les observables. Ces signatures sont décrites à l'aide des simulations dans la section 2.3.2.

La modélisation de la fusion d'amas a permis de mettre en évidence l'existence d'une zone d'influence autour d'un amas à l'intérieur de laquelle les structures vont fusionner avec l'amas. Les signatures de la fusion sont donc à rechercher dans cette zone. Celle-ci est définie par le rayon d_{inter}, dont la valeur dépend de la masse de l'amas (voir section 2.3.2). En pratique, la définition de la zone d'influence des amas nécessite également de définir un intervalle de vitesse radiale afin de s'affranchir des effets de projection. Comme expliqué dans la section 2.3, deux amas en train de fusionner et ayant initialement des vitesses relatives nulles se croisent une première fois avec des vitesses relative de l'ordre de 3500 km/s (Schindler & Boehringer, 1993). Cela signifie que deux amas pour lesquels la différence de vitesse radiale est inférieure à environ 3500 km/s vont fusionner (à condition qu'ils soient également suffisamment proches en projection dans le plan du ciel). Cette valeur a été retenue pour définir la zone d'influence des amas dans l'espace des vitesses radiales, elle est notée Δv.

La zone d'influence des amas dans laquelle un processus de fusion est en train de se produire ou se produira, est donc définie par deux paramètres : d_{inter} et Δv. Ces deux paramètres définissent un cylindre de rayon d_{inter} et de « hauteur » $\pm\Delta v$.

Pour deux amas en train de fusionner, il y a une difficulté à nommer les entités à différents moments de la fusion. En effet, selon le moment auquel est observé un système de deux amas en train de fusionner, ce système apparaît comme constitué soit de deux composantes (voir figures 2.18(a), 2.18(b) et 2.18(e)) soit d'une seule (voir figures 2.18(c), 2.18(d), 2.18(f) et 2.18(g)). Ce changement du nombre de structures discernables durant une fusion entraîne une ambiguïté sur les termes d'amas, de structure et de sous-structures. Par exemple, dans la littérature, en fonction des études, un système comprenant deux entités proches peut être désigné par le terme d'« amas bimodal » aussi bien que par « deux amas ». Par ailleurs, l'angle d'observation, le paramètre d'impact et des masses d'amas différentes ajoutent encore de la complexité à la description de la fusion en mélangeant les deux structures de

manière non triviale (voir section 2.3.2).

4.1.2 Définitions de structure et de système dans la présente étude

Afin de s'affranchir de cette difficulté sémantique, différents termes sont utilisés ici. Leurs définitions sont précisées dans cette section.

Le terme de structure désigne dans la présente étude une concentration de galaxies en projection et comme une composante unimodale plus ou moins gaussienne dans l'espace des vitesses radiales. De plus, une structure ne contient aucune sous-structures aux échelles considérées ici (de taille, de masse, etc. ; ces échelles sont décrites dans le paragraphe suivant).

Pour définir les structures, leurs échelles de taille et de dispersion des vitesses doivent être définies. La présente étude se concentre sur les structures suffisamment massives pour pouvoir être détectées et pour avoir une influence sur l'état dynamique des amas. Ainsi, l'objectif de la présente étude est de caractériser toutes les structures dont la taille (rayon) est comprise entre 0.5 et 1 Mpc et dont la dispersion des vitesses est supérieure à 150 km/s. La formule empirique de Finn et al. (2008) reliant le rayon du viriel à la dispersion des vitesses en fonction du redshift montre qu'une dispersion des vitesses de 150 km/s se traduit par un rayon du viriel d'environ 0.29 Mpc à $z = 0.1$. Ainsi les limites inférieures en taille et en dispersion des vitesses sont analogues, elles correspondent à une masse d'environ $10^{13}\,\mathrm{M}_{\odot}$. Un troisième paramètre est nécessaire afin d'assurer la significativité des structures : leur nombre de galaxies doit être supérieur au seuil $N_{gal,thresh} = 5$ afin d'avoir une statistique minimale pour caractériser les structures. Dans la présente étude, ce paramètre a été fixé à 5 galaxies.

Dans cette étude, le terme d'amas désigne la structure centrale d'un champ dont les coordonnées proviennent d'une autre étude (dans notre cas le C4, voir chapitre 6). Un système est défini à partir d'un amas : chaque système comprend, en plus de l'amas central, toutes les structures situées dans l'environnement proche de l'amas central. L'environnement autour des amas correspond à leur zone d'influence définie plus haut. Sa taille est définie par le rayon d_{inter} et par la tranche de vitesse radiale $\pm\Delta v$. Par abus de langage, le terme de système est souvent remplacé dans cette étude par le terme d'amas.

4.1.3 La morphologie des amas

Comme expliqué dans la fusion décrite plus haut et dans la section 2.3, la caractérisation morphologique des amas nécessite de mesurer le nombre de structures significatives (ayant une influence sur l'état dynamique) dans la zone d'influence des amas. En outre, la symétrie de la distribution projetée de leurs galaxies et la gaussianité de la distribution des vitesses radiales de leurs galaxies, qui sont des signatures optiques de la fusion entre systèmes de masse comparable, doivent également être quantifiées.

L'influence de chaque structure sur la morphologie des amas est mesurée par le

rapport de richesse (défini ici comme le rapport entre la richesse de la structure et celle de l'amas, voir section 4.3), suivant l'hypothèse où ce rapport de richesse est un traceur du rapport de masse. Si une structure de rayon 0.5 Mpc et de dispersion des vitesses de 150 km/s est bien détectée, son influence sur un amas dépend de ce rapport de richesse. Plus ce rapport est proche de 1, plus l'influence de la structure sur l'état dynamique de l'amas est importante. A contrario, plus ce rapport diminue, plus l'influence de la structure diminue. Le choix du rapport minimal considéré, noté r_{min}, dépend ainsi de l'interaction minimale que l'on veut caractériser. Toutefois, en pratique, le choix du rapport minimal est essentiellement lié au problème de complétude. Par exemple, avec un algorithme détectant toutes les structures plus massives que $10^{13}\,M_\odot$, le rapport de masse sondé dépend de la masse des amas. Pour un amas de $10^{15}\,M_\odot$, ce rapport peut atteindre 1:100 alors que pour un groupe de $5 \times 10^{13}\,M_\odot$ ce rapport ne peut atteindre que 1:5. Cet algorithme ne permet donc pas une description complète des amas au-delà d'un rapport de masse de 1:5. Ainsi, pour que les amas soient décrits de la même manière, le rapport de masse doit être limité, dans cet exemple, à 1:5. Avec ces contraintes, un certain consensus a été atteint dans la littérature pour la valeur de r_{min} : il est de l'ordre de 1:10 (Ramella et al., 2007; Einasto et al., 2012). C'est donc cette valeur $r_{min} = 10$ du rapport de richesse qui est utilisée dans la présente étude.

L'asymétrie de la distribution projetée se traduit par l'apparition d'ellipticité. Cette ellipticité peut avoir plusieurs origines : les effets de marée et la subsistance de structures ayant fusionné avec l'amas. Dans la fusion décrite plus haut, l'ellipticité est due aux effets de marée qu'exercent les deux amas l'un sur l'autre : les forces de marée allongent les deux amas avant leur fusion. Dans le cas d'une fusion entre amas de masses différentes, de l'ellipticité apparaît également mais pour une autre raison. En effet, les simulations de Ricker & Sarazin (2001) ont montré que cette ellipticité est due à la subsistance de l'amas le moins massif durant plusieurs orbites.

Ces modèles de la fusion d'amas montrent que l'ellipticité peut être utilisée pour caractériser la morphologie des amas. De nombreuses études ont utilisé l'ellipticité de la distribution des galaxies (Burgett et al., 2004; Strazzullo et al., 2005) ou celle de la distribution du gaz (Jones & Forman, 1992; Kolokotronis et al., 2001) en ce sens. Cependant, aucune valeur du seuil en ellipticité ϵ_{thresh} pour séparer les amas à symétrie circulaire des amas elliptiques n'est donnée. La valeur de ϵ_{thresh} a été fixée à 0.3 dans la présente étude.

La non gaussianité de la distribution des vitesses radiales des galaxies prend deux formes dans la fusion décrite plus haut (et en détails dans la section 2.3) : l'apparition d'asymétrie (skewness) et d'aplatissement (kurtosis). L'apparition d'asymétrie dans la distribution des vitesses radiales possède la même origine que l'apparition d'ellipticité en projection dans le plan du ciel : les effets de marée et la subsistance de structures ayant fusionné avec l'amas. Cette asymétrie peut être mesurée et une probabilité de gaussianité peut en être déduite. En ce qui concerne l'aplatissement, il s'agit en fait d'un surpeuplement des ailes de la distribution des vitesses radiales par rapport à une distribution gaussienne : la distribution apparaît alors plus plate qu'une distribution gaussienne. L'origine de l'aplatissement de la distribution des

vitesses radiales vient de la relaxation violente ayant lieu quand les deux structures se croisent (étapes 3 et 4 et début de l'étape 6). Cette relaxation entraîne d'une part l'éjection de galaxies du système et d'autre part induit une superposition de deux distributions gaussiennes asymétriques (en raison des effets de marée). L'éjection de galaxies est due à la grande énergie cinétique qui leur est communiquée durant la fusion et leur donne donc une grande vitesse. Ces galaxies vont peupler les queues de la distribution des vitesses radiales augmentant leur aplatissement. Concernant la superposition des distributions asymétriques, l'effet résultant sur la distribution des vitesses radiales est un déplacement du mode de la distribution entre les deux distributions et son élargissement (voir figure 4.1). Cet élargissement contribue également à l'aplatissement de la distribution des vitesses radiales. Tout comme pour l'asymétrie de la distribution des vitesses radiales, l'aplatissement peut être utilisé pour définir une probabilité de gaussianité.

Deux indicateurs de gaussianité de la distribution des vitesses radiales peuvent donc être définis à partir du modèle de fusion d'amas décrit dans la section 2.3 : à partir de l'asymétrie et à partir de l'aplatissement. Dans la littérature, ces deux indicateurs ont été utilisés à de nombreuses reprises en choisissant comme probabilité seuil de gaussianité $P_{min} = 95 - 98\%$ (par exemple Yahil & Vidal, 1977; Bird & Beers, 1993; Solanes et al., 1999; Einasto et al., 2012). Dans cette étude, la probabilité P_{min} retenue est de 98%.

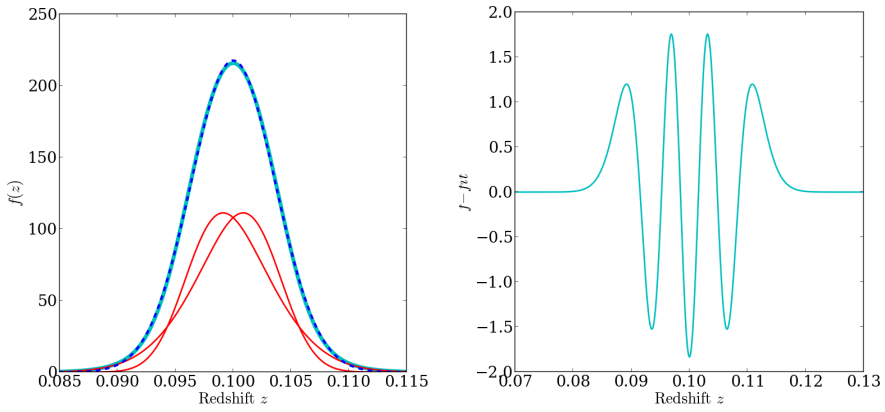


FIGURE 4.1 – Illustration de l'aplatissement de la distribution des vitesses radiales lors d'une fusion de deux amas de dispersion des vitesses $\sigma = 1000$ km/s. Dans l'espace des vitesses radiales, la fusion de deux amas est modélisée ici par deux gaussiennes asymétriques proches (représentées en rouge) dont l'observateur voit la somme (représentée en bleu). L'ajustement de la distribution des vitesses radiales résultante par une distribution gaussienne est représentée par les pointillés cyan. La différence entre la courbe observée (en bleu) et ajustée (en cyan) est représentée sur la courbe de droite. Les parties positives indiquent que la distribution observée (en bleu) est supérieure à la distribution gaussienne (en cyan). Cette courbe montre que les ailes de la distribution observée sont plus peuplées que celles de la gaussienne.

4.1.4 La classification morphologique adoptée

L'objectif de la présente étude est de mesurer les écarts à l'équilibre, l'état d'équilibre étant caractérisé par un système unimodal, à symétrie circulaire en projection et dont la distribution des vitesses radiales de ses galaxies est gaussienne. Trois indicateurs morphologiques présentés dans les sections précédentes permettent de quantifier l'écart à l'équilibre : le nombre de structures dans un système, l'ellipticité des structures et la gaussianité de la distribution des vitesses radiales. Le premier écart mesurable est la présence de structures dans la zone d'influence. La classification développée ici distingue trois catégories principales basées sur le nombre de structures dans la zone d'influence :

- les systèmes *unimodaux* : ces systèmes possèdent une seule structure dans leur zone d'influence ;
- les systèmes *bimodaux* : ces systèmes possèdent deux structures dans leur zone d'influence ;
- les systèmes *multimodaux* : ces systèmes possède au moins trois structures dans leur zone d'influence.

Le second écart à l'équilibre mesurable concerne l'ellipticité de la distribution projetée des galaxies. Il s'agit ainsi de vérifier que les structures sont à symétrie circulaire en projection. Pour cela, en notant ϵ l'ellipticité d'une structure, le seuil d'ellipticité ϵ_{thresh} défini plus haut est utilisé :

- si $\epsilon \leq \epsilon_{thresh}$ alors une structure est considérée comme à *symétrie circulaire* en projection ;
- si $\epsilon > \epsilon_{thresh}$ alors une structure est considérée comme *elliptique* en projection.

Enfin,le troisième écart à l'équilibre concerne la gaussianité de la distribution des vitesses radiales des galaxies. Il s'agit de vérifier que la distribution des vitesses radiales des galaxies des structures suit une loi gaussienne. Pour cela, en notant P la probabilité de gaussianité d'une structure, le seuil de probabilité P_{min} défini plus haut est utilisé :

- si $P \geq P_{min}$ alors la distribution des vitesses radiales des galaxies d'une structure est considérée comme *gaussienne* ;
- si $P < P_{min}$ alors la distribution des vitesses radiales des galaxies d'une structure est considérée comme *non gaussienne*.

La mesure de ces trois indicateurs est réalisée par l'algorithme de caractérisation morphologique des amas décrite dans la section suivante.

4.2 Description de l'algorithme de caractérisation morphologique

La caractérisation morphologique développée dans cette étude a pour objectif de permettre la mesure des indicateurs morphologiques décrits dans la section précédente afin d'établir une nouvelle classification des amas. Cette caractérisation consiste en la détection des structures d'un système et en la mesure de leurs pro-

priétés. Il s'agit d'une caractérisation 2+1D : en projection dans le plan du ciel et dans l'espace des vitesses radiales.

L'analyse de la distribution projetée des galaxies est décrite dans la section 4.2.1 et celle de la distribution des vitesses radiales des galaxies dans la section 4.2.2. Le schéma de la figure 4.10 illustre l'ensemble de l'algorithme de caractérisation et de classification morphologiques. La caractérisation morphologique des amas y est représentée en rouge et orange sur la page de gauche.

4.2.1 Étude de la distribution projetée

La distribution projetée des galaxies d'un amas à l'équilibre est à symétrie circulaire (voir section 2.2.3.4). De plus, cet amas à l'équilibre ne possède aucune structure dans sa zone d'influence. Ainsi pour caractériser la morphologie des amas en projection, il faut d'une part déterminer l'ellipticité de leur distribution projetée et d'autre part détecter des structures voisines. Comme expliqué dans la section 3.3, il est plus aisé de réaliser ce type d'analyse sur une distribution continue que sur une distribution discrète. La première étape de l'analyse de la distribution projetée des galaxies consiste donc à transformer la distribution discrète des galaxies en un champ continu, appelé ici carte en densité. La construction des cartes en densité est décrite dans la section 4.2.1.1. Les cartes en densité sont ensuite analysées : les surdensités significatives sont détectées et caractérisées par leurs moments d'ordre 2 et leur richesse (section 4.2.1.2). Les moments d'ordre 2 permettent d'évaluer l'ellipticité des surdensités et la richesse est utilisée afin de sélectionner les structures significatives d'un point de vue morphologique, c'est-à-dire ayant un rapport de richesse supérieur à r_{min}.

La recherche des structures est effectuée dans la zone d'influence des amas définie dans la section 4.1.1. Cette zone est un cylindre de rayon d_{inter} et de « hauteur » $2\Delta v$. Si du point de vue de l'interaction, deux amas perçoivent leur influence jusqu'à d_{inter}, il faut que les amas soient suffisamment proches pour que cette influence se fasse ressentir en termes de distribution projetée des galaxies. La distance à laquelle cette influence se fait ressentir est de l'ordre de 3 Mpc. Donc les structures voisines des amas doivent être recherchées dans un rayon $d_{inter} = 3\,\mathrm{Mpc}$ autour des amas.

4.2.1.1 Construction de cartes en densité

L'analyse de la distribution projetée des galaxies est réalisée à partir de cartes en densité. Les cartes en densité sont une représentation continue de la distribution projetée des galaxies. De telles cartes peuvent être obtenues de nombreuses manières : par exemple par le produit de convolution entre la distribution discrète des galaxies et un noyau adaptatif ou par une reconstruction basée sur une analyse en ondelettes.

Dans cette étude, la méthode utilisée est celle de l'analyse en ondelettes (voir section 5.1.1 pour plus de détails sur les analyses en ondelettes et section 5.1.3.1 pour l'algorithme de construction des cartes en densité). Les avantages d'une re-

construction sur la base d'ondelettes sont les suivants. Tout d'abord, les méthodes utilisant les ondelettes sont des méthodes non paramétriques : le signal reconstruit ne nécessite et ne dépend pas du choix d'un jeu de paramètres par l'utilisateur. Aussi, les méthodes en ondelettes permettent de sélectionner une gamme d'échelles utilisées dans la reconstruction finale. Ce dernier point est particulièrement intéressant dans le cadre de l'étude de la distribution projetée des amas : cela permet de sélectionner uniquement les échelles correspondant à la taille caractéristique des structures que l'on veut reconstruire, à savoir les amas de galaxies et leurs structures voisines. Dans cette analyse, les structures recherchées ont un diamètre allant de 1 à 2 Mpc, donc seules ces échelles sont utilisées pour la reconstruction finale.

La recherche de structures voisines est effectuée dans l'environnement à grande échelle autour des amas, défini comme l'environnement dans un rayon $d_{inter} = 3\,\mathrm{Mpc}$. Or, sachant que le rayon de coeur r_c d'un amas est de l'ordre de 1 Mpc, il est nécessaire de prendre en compte les galaxies situées dans un rayon plus grand, au moins $2r_c$. Cela signifie que les galaxies doivent être sélectionnées dans un rayon $\texttt{MAP_SIZE} = d_{inter} + r_c = 5\,\mathrm{Mpc}$ autour des amas construire les cartes en densité. De plus, les galaxies sélectionnées doivent avoir un redshift photométrique proche du redshift de l'amas : il est situé dans l'intervalle $[z_{amas} - \Delta z; z_{amas} + \Delta z]$. La largeur Δz de l'intervalle est fixée en fonction de l'erreur commise sur le redshift photométrique (Csabai et al., 2003, voir section 7.1.1 du présent mémoire).

Les cartes en densité représentent la fonction de distribution projetée des galaxies, donc les régions contenant du signal significatif correspondent à des régions plus denses que leur environnement (voir section 5.1.3). La figure 4.2 illustre un exemple de carte en densité d'un amas où la distribution discrète des galaxies est également représentée (en vert). Les structures (définies dans la section 4.1.2) sont de telles régions. Toutefois, dans la suite, le terme générique de surdensité est employé pour désigner ces régions car ces surdensités peuvent être composées de plusieurs composantes gaussiennes dans l'espace des vitesses radiales et donc correspondre à plusieurs structures.

4.2.1.2 Caractérisation des surdensités

Après avoir construit les cartes en densité, celles-ci doivent être analysées afin de détecter et caractériser toutes les surdensités d'un système au-dessus d'un seuil de détection, noté `DETECT_THRESH`, dont la valeur est discuté dans la section 7.1.1. La caractérisation des surdensités consiste à détecter la présence de structures dans un rayon d_{inter} et à évaluer leur ellipticité. Les paramètres physiques des surdensités également déterminés sont leurs coordonnées en projection dans le plan du ciel, leurs paramètres de forme, leur largeur à mi-hauteur et leur richesse.

Les coordonnées des surdensités sont nécessaires pour calculer la distance entre les surdensités pour voir si elles se trouvent dans un rayon d_{inter} autour des amas. Les paramètres de forme donnent une indication sur la taille des surdensités et sont utilisés pour déterminer leur ellipticité. Les moments d'ordre deux permettent de définir une ellipse pour chaque surdensité. La figure 4.3 montre ces ellipses dans

l'exemple précédent. Dans cette étude, l'ellipticité des surdensités est définie comme l'ellipticité de leur ellipse. La largeur à mi-hauteur, calculée à partir du profil de densité des surdensités, définit le rayon dans lequel la richesse des surdensités est mesurée comme leur flux.

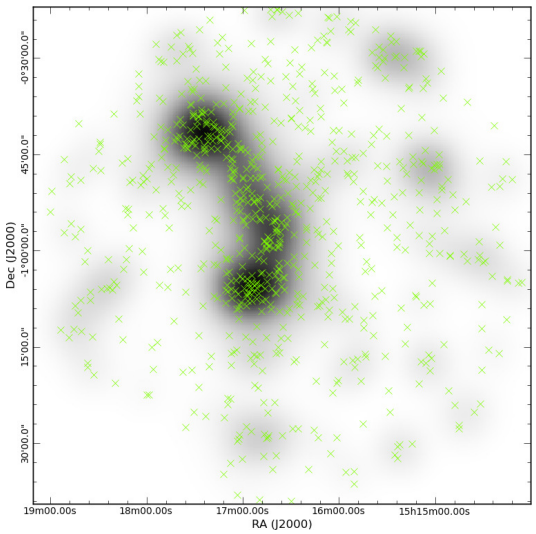


FIGURE 4.2 – Exemple de carte en densité de l'amas C4 0003. Les régions noires représentent les régions avec du signal significatif et les galaxies utilisées pour générer la carte sont représentées en vert.

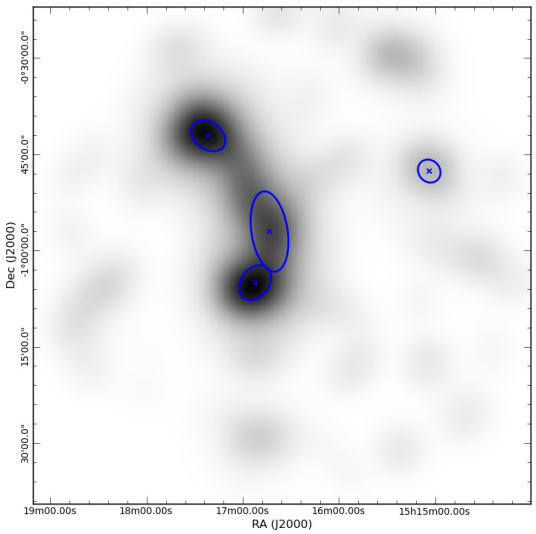


FIGURE 4.3 – Exemple de carte en densité de l'amas C4 0003 avec les ellipses bleues décrivant les surdensités détectées.

4.2.1.3 Association des galaxies aux surdensités

Pour analyser la distribution des vitesses radiales, les galaxies de chaque surdensité sont sélectionnées à partir de l'ellipse décrivant les surdensités. Ces dernières étant définies par les moments d'ordre 2 de la distribution, il est nécessaire de dilater ces ellipses d'un facteur multiplicatif noté ici $n_{ellipse}$ pour associer toutes les galaxies appartenant aux surdensités. Toutefois, en raison de ce facteur multiplicatif et en raison du facteur correctif des moments d'ordre 2 (voir section 5.3.2), certaines ellipses d'une même carte en densité peuvent être amenées à se recouvrir partiellement. Des galaxies peuvent alors se retrouver dans deux surdensités différentes. Pour éviter ce phénomène, les recouvrements d'ellipses dilatées doivent être détectés et corriger.

La détection du recouvrement des ellipses est basée le calcul de deux distances :

- la distance d_e entre les deux ellipses : il s'agit de la distance entre le centre des deux ellipses ;
- la distance d_{ca} de *closest approach* : il s'agit de la distance mesurée entre le centre des deux ellipses quand celles-ci sont tangentes, en connaissant leurs angles d'orientation et l'angle entre la droite reliant leurs centres et l'axe des abscisses.

La figure 4.4 illustre la mesure de ces deux distances. Le calcul de la distance de *closest approach* a été réalisé par Zheng & Palffy-Muhoray (2007a,b). Ainsi, le recouvrement d'ellipses est détecté si la distance d_e est inférieure à la distance d_{ca}.

Dans le cas où deux ellipses se recouvrent, la délimitation des ellipses peut se faire de deux manières :

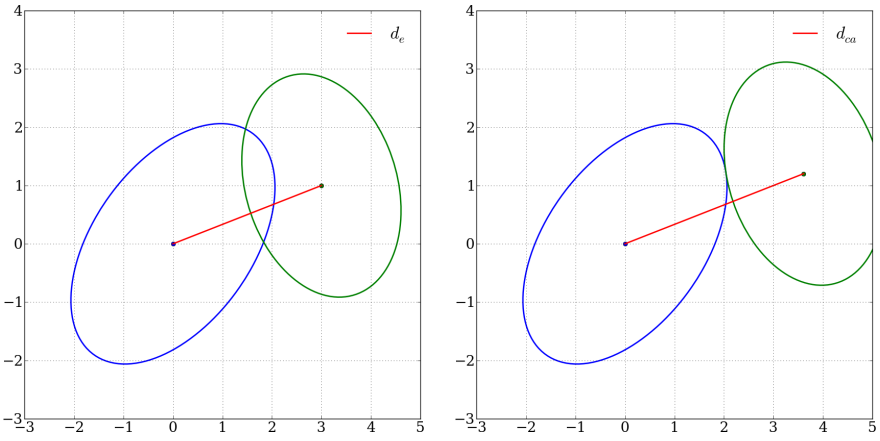


FIGURE 4.4 – Exemples des deux distances entre deux ellipses. À gauche, la distance d_e mesurée entre le centre des deux ellipses. À droite, la distance d_{ca} de *closest approach* entre les deux mêmes ellipses que sur la figure de droite avec les trois orientations identiques : l'orientation de l'ellipse bleu, l'orientation de l'ellipse verte et l'angle entre la droite joignant les centres des deux ellipses et l'axe des abscisses.

– en coupant les ellipses là où elles se recouvrent ;
– en multipliant les ellipses par un facteur multiplicatif commun, noté $n_{ell,overlap} < 1$ afin que les deux ellipses obtenues soient tangentes.

La figure 4.5 illustre ces deux manières de délimiter les ellipses.

La première méthode a été choisie dans ce mémoire car la seconde présente l'inconvénient de ne pas avoir le même critère de taille pour la sélection des galaxies en raison du facteur $n_{ell,overlap} < 1$ différent d'un couple d'ellipses à l'autre. La comparaison entre les différentes surdensités de l'ensemble de l'échantillon sera alors plus difficile que si le même facteur est appliqué à toutes les ellipses.

La mise en œuvre de la première méthode consiste à détecter les deux points d'intersection des ellipses. Cela est réalisé en échantillonnant la plus petite ellipse. Celle-ci est parcourue en vérifiant pour chaque point si celui-ci se situe à l'intérieur de la grande ellipse. Les points d'intersection sont situés entre deux points consécutifs dont l'un se trouve à l'intérieur de la grande ellipse et l'autre à l'extérieur. Ces deux points d'intersection définissent une droite, nommée ici la droite d'intersection.

Après avoir défini la droite d'intersection des deux ellipses, chaque galaxies est associée à l'ellipse située du même côté de la droite d'intersection.

4.2.2 Étude de la distribution des vitesses radiales

L'association des galaxies aux surdensités en prenant en compte les recouvrements (voir section précédente) permet d'analyser la distribution des vitesses radiales des galaxies de chaque surdensité.

L'objectif de l'analyse de la distribution des vitesses radiales est de caractériser dans l'espace des vitesses radiales les surdensités détectées en projection. Cette

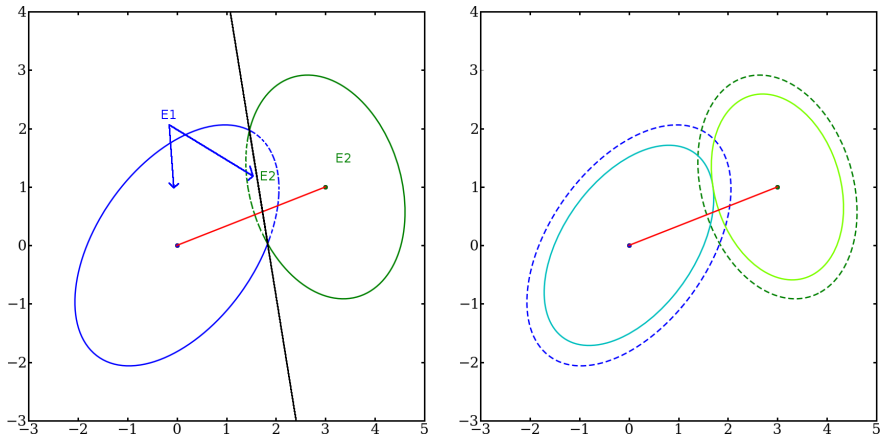


FIGURE 4.5 – Illustration des deux méthodes pour traiter les recouvrements d'ellipses. Les ellipses sont représentées en bleu et vert. À gauche, les ellipses sont coupées au niveau de leur intersection représentée par la droite en noire. À droite, les ellipses homothétiques tangentes sont utilisées, elles sont représentées en cyan et vert clair.

caractérisation est basée sur l'état d'équilibre : la distribution des vitesses radiales des galaxies d'un amas relaxé suit une loi gaussienne. La distribution des vitesses radiales des galaxies des surdensités peut s'écarter d'une distribution gaussienne de deux manières : elle peut présenter de la multimodalité ou ne pas être gaussienne. La mesure de ces deux écarts constitue l'analyse de la distribution des vitesses radiales de la présente méthode. De plus, la caractérisation dans l'espace des vitesses radiales consiste également à mesurer les propriétés physiques des structures le long de la ligne de visée, comme la vitesse radiale moyenne ou la dispersion des vitesses. Comme cette analyse est basée sur les vitesses radiales des galaxies, seules les galaxies dont la vitesse radiale a été mesurée sont utilisées.

4.2.2.1 Détermination de la vitesse radiale des surdensité et construction de la fonction de distribution des vitesses radiales de leurs galaxies

Afin de sélectionner les galaxies des surdensités dans l'intervalle de vitesse radiale $[v_{mode} - \Delta v; v_{mode} + \Delta v]$, il est d'abord nécessaire de déterminer la vitesse radiale v_{mode} de chaque surdensité. Dans la présente étude, cette vitesse radiale est définie comme le mode de la fonction de distribution des vitesses radiales de chaque surdensité, appelée ici FDV. Sa détermination nécessite donc d'évaluer la FDV de chaque surdensité. Tout comme les cartes en densité en projection dans le plan du ciel, la FDV est une représentation continue de la distribution discrète des galaxies dans l'espace des vitesses radiales. La méthode choisie pour construire la FDV est la même que celle utilisée pour les cartes en densité (voir sections 4.2.1.1 et 5.1.2.1). Toutefois, contrairement aux cartes en densité où les échelles reconstruites sont sélectionnées, toutes les échelles significatives sont utilisées pour la reconstruction de la FDV.

À partir de la FDV, la vitesse radiale de la surdensité est alors mesurée comme son mode dans l'intervalle $[v_{amas} - \Delta v; v_{amas} + \Delta v]$, où v_{amas} est la vitesse utilisée pour la définition de la zone d'influence de l'amas du système (la structure centrale du système, voir section 4.1.1). La vitesse radiale de chaque surdensité sert ensuite à déterminer leur zone d'influence dans l'espace des vitesses radiales comme l'intervalle $[v_{mode} - \Delta v; v_{mode} + \Delta v]$. Les galaxies associées à chaque surdensité et dont la vitesse radiale est située dans cet intervalle sont sélectionnées pour mesurer les propriétés physiques des structures dans l'espace des vitesses radiales et étudier la multimodalité et la gaussianité de la distribution des vitesses radiales de leurs galaxies.

4.2.2.2 Mesure des propriétés physiques des structures et analyse de la multimodalité

Dans cette étude, la mesure des propriétés physiques des structures dans l'espace des vitesses radiales (vitesse moyenne, dispersion des vitesses et nombre de galaxies) est réalisée en même temps que l'analyse de leur multimodalité. L'analyse de la

multimodalité consiste à rechercher la présence de plusieurs composantes dans la distribution des vitesses radiales.

La distribution des vitesses radiales des galaxies d'un amas à l'équilibre étant gaussienne, cette distribution gaussienne sert de base à la présente analyse. La recherche de la multimodalité est donc effectuée en ajustant la distribution des vitesses radiales par une mixture de gaussiennes. L'algorithme utilisé est le logiciel EMMIX dont les détails sont donnés dans la section 5.2.1.

La décomposition de la distribution des vitesses radiales des galaxies ne nécessite pas la fonction de distribution des vitesses radiales (FDV) : elle est réalisée directement sur les vitesses radiales. L'objectif de l'analyse de la multimodalité consiste à déterminer le nombre N_g de composantes gaussiennes qui ajustent au mieux la distribution des vitesses radiales ainsi que leurs paramètres (vitesse moyenne, dispersion des vitesses et nombre de galaxies).

Ainsi chaque surdensité est décomposée en une mixture de N_g composantes gaussiennes. Comme aucune contrainte sur le nombre de galaxies ou sur la dispersion des vitesses n'est utilisée lors de la décomposition, il arrive que certaines composantes aient moins de $N_{gal,thresh}$ galaxies et/ou que leur dispersion des vitesses soit inférieure à $\sigma_{v,thresh}$. De tels systèmes sont appelés dans la suite « pics fins ». Or de telles composantes ne correspondent pas à des structures significatives d'un point de vue morphologique (voir section 4.1.2) et doivent donc être retirées. Deux méthodes sont envisageables pour retirer les pics fins.

La première méthode consiste à filtrer les pics fins en les éliminant de l'analyse. L'information qu'ils contiennent est alors perdue et les galaxies leur appartenant sont également retirées de l'analyse.

La seconde méthode consiste à choisir une autre mixture de gaussiennes, ne contenant pas de pics fins. De cette manière, l'information contenue dans les pics fins est conservée au travers de la nouvelle mixture utilisée et toutes les galaxies sont donc utilisées.

Le choix de la méthode à appliquer est décidé au cas par cas pour chaque surdensité en calculant le χ^2 entre d'une part la FDV et d'autre part le résultat des deux méthodes. En effet, la FDV d'une surdensité est une représentation continue de la distribution des vitesses radiales des galaxies et, par construction, est proche de la distribution continue sous-jacente. La FDV peut donc être utilisée comme référence . Ainsi, la décomposition donnant le plus petit χ^2 est conservée comme mixture ajustant au mieux la distribution des vitesses radiales des surdensités.

La figure 4.6 illustre un exemple de distribution des vitesses radiales pour laquelle la mixture de gaussiennes contient trois pics fins. La mixture initiale ainsi est représentée (à gauche) avec la solution filtrée (au milieu) et avec la meilleure mixture ne contenant pas de pic fin (à droite). La valeur du χ^2 pour les deux nouveaux ajustements est indiquée en haut à droite : la mixture ne contenant pas de pic fin a un χ^2 plus petit que la solution filtrée et est donc retenue comme mixture décrivant la surdensité.

Enfin, un traitement particulier est réservé aux surdensités décrite par une mixture contenant une seule gaussienne ($N_g = 1$). L'ajustement retenu n'est pas celui

donné par le logiciel EMMIX mais celui donné par le logiciel ROSTAT en raison de ces meilleures performances (voir section 5.2.2).

Chaque surdensité est ainsi décrite par une mixture de gaussiennes contenant N_g composantes. Pour la composante i, sa vitesse moyenne, sa dispersion des vitesses et son nombre de galaxies sont notés respectivement $v_{peak,i}$, $\sigma_{v,peak,i}$ et $N_{gal,peak,i}$.

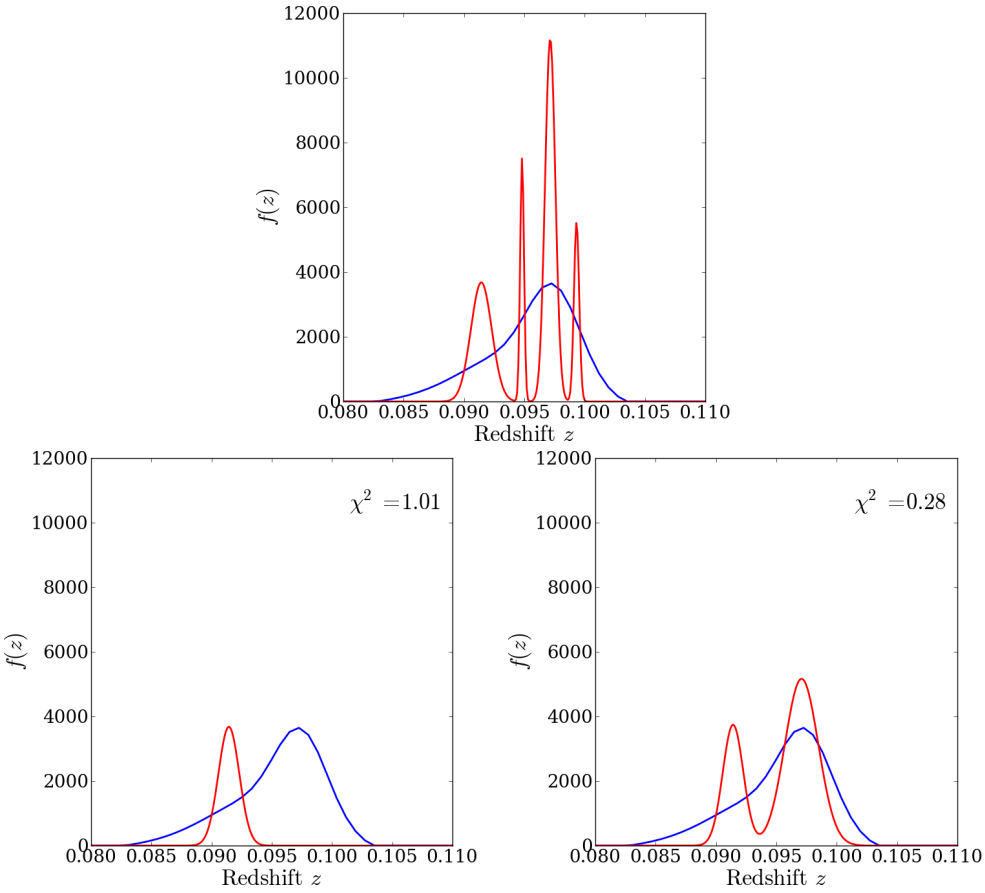


FIGURE 4.6 – Exemple de distribution des vitesses radiales de l'amas C4 0094, ajustée par une mixture de gaussiennes contenant des pics fins. Sur les trois panneaux, la fonction de distribution des vitesses radiales (FDV) est représentée en bleu, la mixture de gaussiennes en rouge. En haut, la meilleure mixture de gaussienne est représentée. Elle contient trois composantes dont la dispersion des vitesses est inférieure à $\sigma_{v,thresh}$, composantes appelées pics fins : il s'agit des trois composantes gaussiennes ayant les plus grandes vitesses moyennes. À gauche, les pics fins ont été filtrés (première méthode), ce qui modifie la mixture de gaussiennes. À droite, une autre mixture a été retenue : elle contient deux composantes gaussiennes qui ne sont pas des pics fins. La solution retenue est celle de droite qui minimise le χ^2.

4.2.2.3 Analyse de la normalité

Dans cette analyse, l'étude de la normalité de la distribution des vitesses radiales consiste à chercher un indicateur mettant en défaut l'hypothèse de la gaussianité de la distribution et à comprendre l'origine de cette non normalité. Concernant la distribution des vitesses radiales des amas en cours d'interaction, la non gaussianité résulte du mélange des distributions des vitesses radiales des structures en cours d'interaction. Comme indiqué dans la section 2.3, l'asymétrie de la distribution des vitesses radiales est observée lors de l'interaction entre un amas et une structure de masse plus petite, alors que les ailes non gaussiennes de la distribution sont observées dans l'interaction entre structures de même masse durant toutes les étapes de l'interaction (étapes 2 à 6). La question est alors de savoir si une distribution des vitesses radiales doit être décrite comme la superposition de plusieurs composantes gaussiennes ou bien comme une seule composante non gaussienne présentant de l'asymétrie et/ou de l'aplatissement (voir les exemples sur les figures 4.7 et 4.8).

Dans cette étude, la réponse à cette question est donnée par l'analyse de la multimodalité décrite dans la section 4.2.2.2. La gaussianité de la distribution des vitesses est donc testée uniquement quand une surdensité est décrite par une mixture de gaussiennes ne comprenant qu'une seule composante ($N_g = 1$). La gaussianité est alors testée en calculant les coefficients d'asymétrie B_1 et d'aplatissement B_2. Pour une surdensité donnée, leurs valeurs sont comparées aux valeurs théoriques pour lesquelles la probabilité de considérer la distribution non gaussienne alors qu'elle est gaussienne est supérieur à P_{min}. Dans le cas d'une distribution des vitesses à plusieurs composantes ($N_g \neq 1$), ces coefficients ne peuvent être utilisés comme

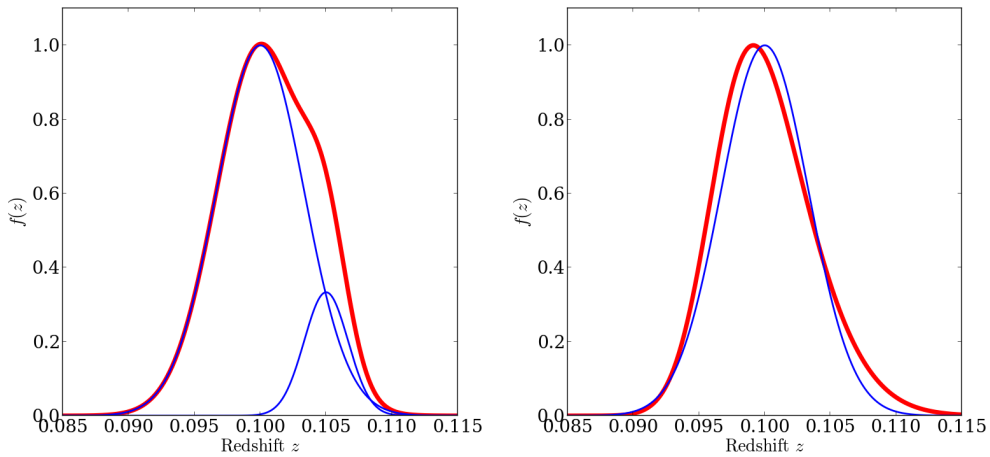


FIGURE 4.7 – Exemple de deux distributions des vitesses radiales asymétriques décrites l'une par une mixture de deux gaussiennes (à gauche) et l'autre par une seule composante asymétrique (à droite). Le trait rouge représente la distribution des vitesses radiales observées, le trait bleu représente les composantes gaussiennes issues de la mixture.

indicateurs de normalité car leur interprétation est basée sur l'hypothèse d'une distribution à une seule composante.

Ainsi deux estimateurs de la normalité sont utilisés dans cette étude : le coefficient d'asymétrie B_1 et le coefficient d'aplatissement B_2.

4.3 Description de l'algorithme de classification morphologique

La classification morphologique établie dans la section 4.1.4 s'appuie sur la caractérisation morphologique décrite dans la section précédente. La classification consiste alors à compter le nombre de structures significatives dans la zone d'influence des amas et à vérifier l'ellipticité de la distribution projetée de leurs galaxies et la gaussianité de la distribution des vitesses radiales de leurs galaxies. La classification est présentée sur la page de droite du schéma de la figure 4.10.

Les structures dans la zone d'influence des amas sont recherchées dans le cylindre de rayon d_{inter} et de « hauteur » $[v_{amas} - \Delta v; v_{amas} + \Delta v]$. Toutefois, il se peut qu'un amas se trouve dans le cylindre d'un autre amas. Ce cas de figure donne lieu à la détection de deux amas multimodaux identiques. Pour éviter de comptabiliser plusieurs fois de tels systèmes, une recherche des amas est d'abord conduite dans la zone d'influence des amas. Quand deux amas sont détectés comme voisin, seul le plus riche est alors conservé.

Les structures dans la zone d'influence des amas sont alors comptées dans le cy-

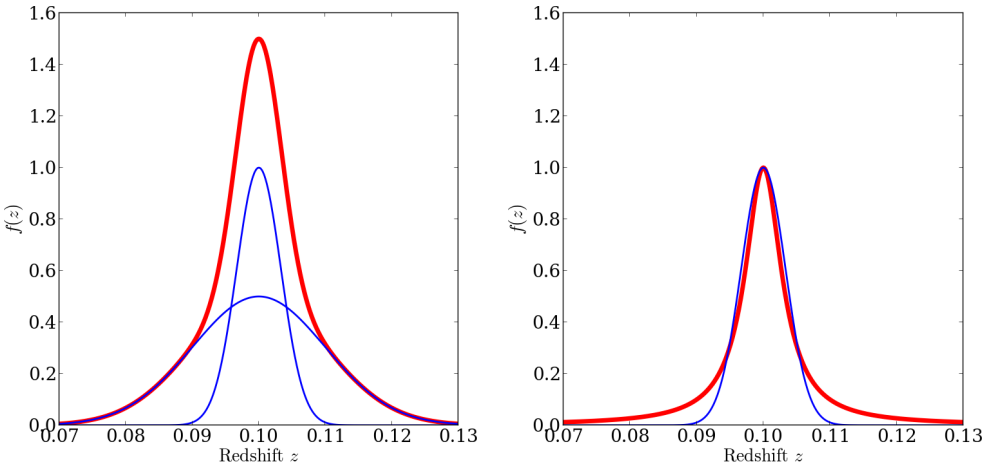


FIGURE 4.8 – Exemple de deux distributions des vitesses radiales présentant des ailes surpeuplées par rapport à une distribution gaussienne (aplatissement supérieur à 3) décrites l'une par une mixture de deux gaussiennes (à gauche) et l'autre par une seule composante avec des ailes surpeuplées (à droite). Le trait rouge représente la distribution des vitesses radiales observées, le trait bleu représente les composantes gaussiennes issues de la mixture.

lindre de chaque système. En fonction du nombre N_{struc} de structures, les systèmes sont classés comme *unimodaux* ($N_{struc} = 1$), *bimodaux* ($N_{struc} = 2$) ou *multimodaux* ($N_{struc} > 2$).

Il faut aussi vérifier la symétrie circulaire en projection et la gaussianité de la distribution des vitesses radiales des galaxies des amas (la structure centrale d'un système). Pour la symétrie circulaire en projection, leur ellipticité ϵ est comparée à l'ellipticité seuil ϵ_{thresh} : si $\epsilon \leq \epsilon_{thresh}$ alors l'amas est considéré comme étant à *symétrie circulaire en projection*, sinon il est considéré comme *elliptique*. Pour la gaussianité de la distribution des vitesses radiales des galaxies, deux indicateurs de normalité sont utilisés : les coefficients d'asymétrie B_1 et d'aplatissement B_2. Leurs valeurs sont alors comparées aux valeurs permettant d'affirmer que la probabilité que la distribution soit gaussienne est supérieur à P_{min}. Si les deux coefficients permettent d'affirmer que la probabilité que la distribution des vitesses radiales soit gaussienne est supérieure à P_{min}, alors la distribution des vitesses radiales est considérée comme *gaussienne*. Par contre, un seul coefficient en dessous de cette valeur permet de rejeter l'hypothèse de distribution gaussienne et donc la distribution des vitesses radiales sera considérée comme *non gaussienne*.

Pour les systèmes bimodaux et multimodaux, la zone d'influence a été découpée en trois régions : l'espace des vitesses radiales, en projection dans le plan du ciel et dans le « reste » du cylindre (voir figure 4.9). Une structure située dans la région espace des vitesses radiales est une structure issue de la même surdensité en projection que l'amas. Cette surdensité a été décomposée en plusieurs composantes gaussiennes. Les structures autres que l'amas sont les structures situées dans la région espace des vitesses radiales. Une structure située dans la région en projection dans le plan du ciel est une structure issue d'une surdensité différente de celle de l'amas mais dont la vitesse radiale est très proche de celle de l'amas : $|v_{amas} - v_{struc}| \leq \delta v$, où $\delta v = 1000$ km/s. Comme son nom l'indique, la région « reste » du cylindre désigne la région du cylindre n'appartenant ni à la région espace des vitesses radiales

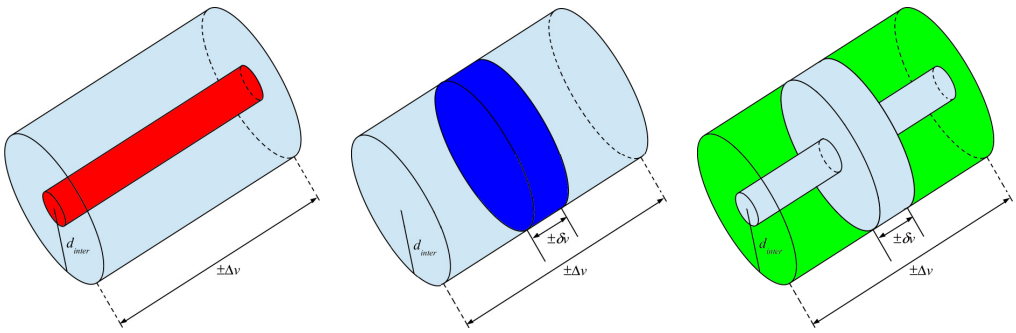


FIGURE 4.9 – Représentation des trois régions de la zone d'influence des amas (en bleu clair). À gauche est représenté la région espace des vitesses radiales (en rouge), au milieu la région en projection dans le plan du ciel (en bleu) et à droite la région « reste » du cylindre (en vert).

ni à la région en projection dans le plan du ciel. Les structures voisines sont alors comptées dans ces trois régions afin de préciser la classification. Pour les amas bimodaux, une seule structure autre que l'amas est détectée donc la classification se limite à préciser dans quelle région cette interaction a lieu. En revanche pour les amas multimodaux, comme plusieurs structures autres que l'amas ont été détectées, celles-ci peuvent se trouver dans des régions différentes. Toutes les combinaisons de régions peuvent ainsi apparaître et ces combinaisons sont prises en compte dans la classification.

La classification morphologique des amas peut se résumer de la manière suivante :

- les systèmes *unimodaux* : $N_{struc} = 1$
  - à *symétrie circulaire* en projection ($\epsilon \leq \epsilon_{thresh}$) et dont la distribution des vitesses radiales des galaxies est *gaussienne* ($P(B_1) \geq P_{min}$ et $P(B_2) \geq P_{min}$) ;
  - à *symétrie circulaire* en projection ($\epsilon \leq \epsilon_{thresh}$) et dont la distribution des vitesses radiales des galaxies est *non gaussienne* ($P(B_1) < P_{min}$ ou $P(B_2) < P_{min}$) ;
  - *elliptique* en projection ($\epsilon > \epsilon_{thresh}$) et dont la distribution des vitesses radiales des galaxies est *gaussienne* ($P(B_1) \geq P_{min}$ et $P(B_2) \geq P_{min}$) ;
  - *elliptique* en projection ($\epsilon > \epsilon_{thresh}$) et dont la distribution des vitesses radiales des galaxies est *non gaussienne* ($P(B_1) < P_{min}$ ou $P(B_2) < P_{min}$) ;
- les systèmes *bimodaux* : $N_{struc} = 2$
  - dans l'espace des vitesses radiales ;
  - en projection ;
  - dans le « reste » du cylindre ;
- les systèmes *multimodaux* : $N_{struc} > 2$
  - uniquement dans l'espace des vitesses radiales ;
  - uniquement en projection ;
  - uniquement dans le « reste » du cylindre ;
  - à la fois dans l'espace des vitesses radiales et en projection ;
  - à la fois dans l'espace des vitesses radiales et dans le « reste » du cylindre ;
  - à la fois en projection et dans le « reste » du cylindre ;
  - dans toutes les régions du cylindre.

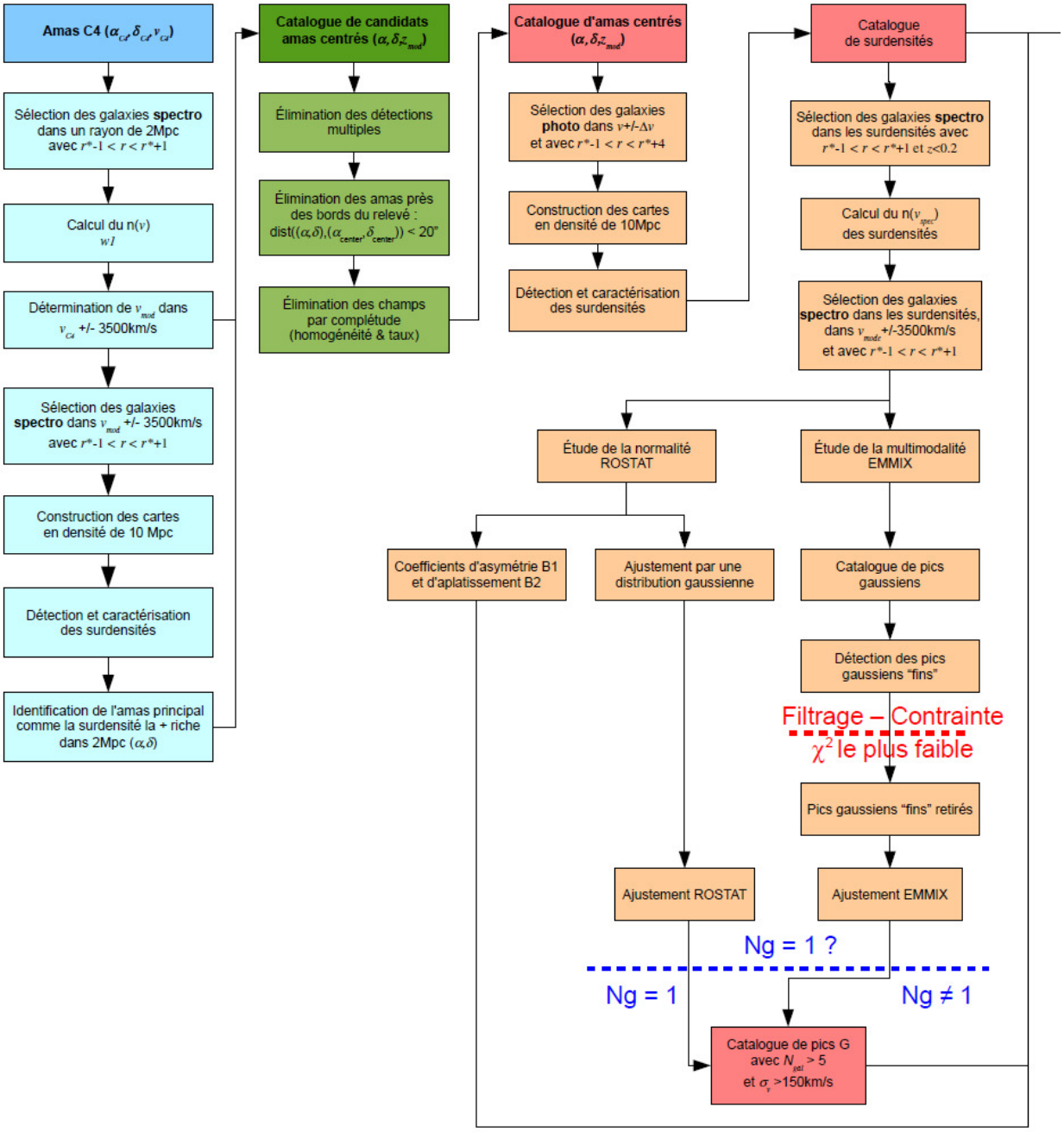
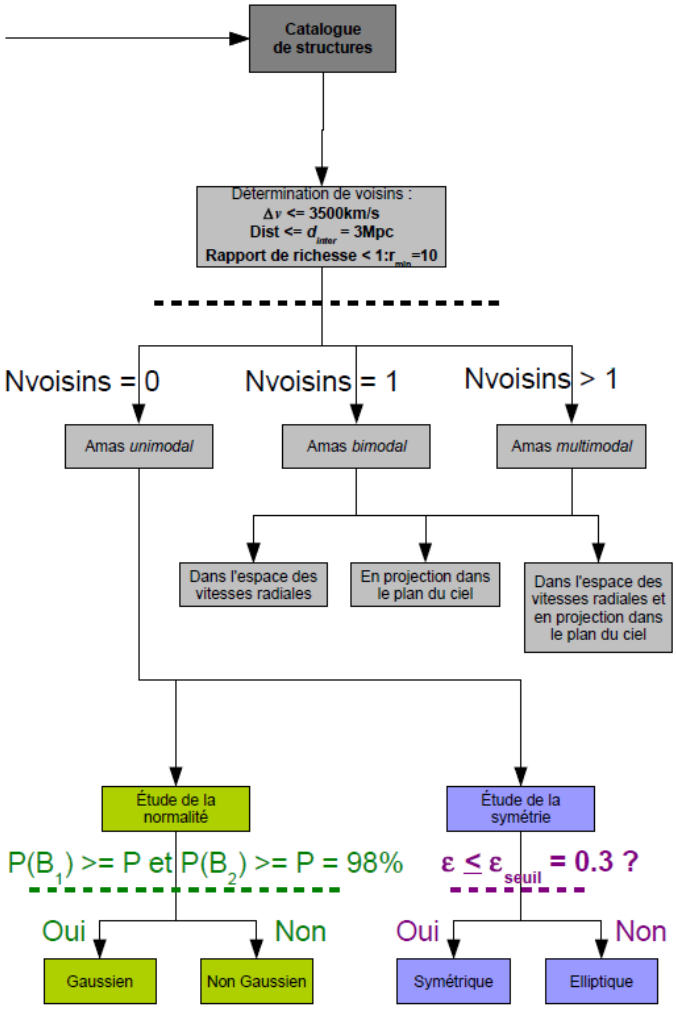


FIGURE 4.10 – Schéma descriptif de l'algorithme de caractérisation et de classification morphologique.


Catalogue de structures
Détermination de voisins :
Δv <= 3500km/s
Dist <= d_inter = 3Mpc
Rapport de richesse < 1:r_min=10
Nvoisins = 0
Nvoisins = 1
Nvoisins > 1
Amas unimodal
Amas bimodal
Amas multimodal
Dans l'espace des vitesses radiales
En projection dans le plan du ciel
Dans l'espace des vitesses radiales et en projection dans le plan du ciel
Étude de la normalité
Étude de la symétrie
P(B1) >= P et P(B2) >= P = 98%
ε ≤ ε seuil = 0.3 ?
Oui
Non
Oui
Non
Gaussien
Non Gaussien
Symétrique
Elliptique

Chapitre 5

Description et validation des outils utilisés pour la caractérisation morphologique

Dans ce chapitre, les différents outils utilisés pour la caractérisation morphologique des amas sont décrits. La section 5.1 présente les algorithmes utilisés pour construire des fonctions de distribution continues à partir de catalogues de points unidimensionnels et bidimensionnels. La section 5.2 décrit les algorithmes de caractérisation des échantillons de points unidimensionnels dans le cadre de l'analyse de la distribution des vitesses radiales : étude de la multimodalité et étude de la gaussianité. Enfin, la section 5.3 détaille les outils permettant la détection et la caractérisation des structures en projection.

5.1 Construction de fonctions de distribution continues à partir de l'utilisation d'ondelettes

Dans la méthode de caractérisation d'amas présentée dans cette thèse, il est nécessaire d'évaluer deux fonctions de distribution : la fonction de distribution des vitesses radiales des galaxies et la fonction de distribution de la position projetée des galaxies (appelée ici carte en densité). L'évaluation de la fonction de distribution des vitesses radiales est requise afin de détecter les structures sur la ligne de visée et d'en déterminer le mode qui définit la vitesse radiale des structures (voir section 5.1.2). La distribution projetée est quant à elle utilisée pour détecter et caractériser les structures en projection (voir section 5.1.3).

De nombreuses méthodes de reconstruction de fonctions de distribution ont été mises au point, parmi lesquelles les plus utilisées sont les méthodes basées sur les kernels adaptatifs (Kriessler & Beers, 1997) et celles basées sur les ondelettes (Slezak et al., 1994). Les méthodes basées sur les kernels adaptatifs consistent à convoluer le catalogue de points avec une fonction, le kernel, et à ajuster la taille de cette dernière afin d'obtenir le signal à l'échelle désirée. Les méthodes basées sur les ondelettes consistent à décomposer le catalogue de points dans une base de fonctions orthogonales, les ondelettes, pour ensuite en calculer la transformée inverse. Dans cette étude, la méthode choisie pour reconstruire les fonctions de distribution est une approche en ondelettes.

Après avoir présenté brièvement l'idée générale derrière la reconstruction d'une

fonction de distribution par la méthode des ondelettes (section 5.1.1), son application à des cas unidimensionnel (section 5.1.2) et bidimensionnel (section 5.1.3) est détaillée avec une évaluation des erreurs commises sur les paramètres mesurés par les différents algorithmes utilisés.

5.1.1 Présentation de l'idée générale

En mathématiques, une ondelette est une fonction de $\mathcal{L}^2(\mathbb{R})$. À partir d'une ondelette particulière $\psi(t)$, appelée ondelette mère, une famille d'ondelettes $\psi_{\tau,s}(t)$ est définie de la manière suivante :

$$\psi_{\tau,s}(t) = \frac{1}{s}\psi\left(\frac{t-\tau}{s}\right).$$

Le paramètre τ est un paramètre de position et le paramètre s est un paramètre d'échelle. Ainsi, la famille d'ondelettes $\psi_{\tau,s}$ représente l'ondelette $\psi(t)$ évaluée à la position τ et dilatée par le facteur d'échelle s, le facteur $1/s$ permettant de conserver la normalisation de l'ondelette mère. L'ensemble des positions τ constitue la grille de pixels sur laquelle est évaluée l'ondelette.

La transformée en ondelettes continue d'une fonction f consiste à déterminer les coefficients W évalués sur la grille de pixels à la position τ et à l'échelle s à partir du produit scalaire entre la fonction f et l'ondelette $\psi_{\tau,s}(t)$:

$$W(\tau, s) = \int f(t)\psi_{\tau,s}(t)dt. \tag{5.1}$$

Dans le cas où l'on souhaite reconstruire la fonction de distribution d'un échantillon de points discrets $\{x_i\}_{i=1,P}$, cadre de cette thèse, Mallat (1989) a montré que les échelles dyadiques sont suffisantes pour capter toute l'information du signal. Les échelles dyadiques sont les échelles correspondant aux puissances de 2 de la taille d'un pixel : la première échelle correspond à la taille de $2^0 = 1$ pixel, la deuxième à $2^1 = 2$ pixels, la troisième à $2^2 = 4$ pixels etc. L'avantage des échelles dyadiques est de ne pas avoir à calculer les coefficients à toutes les échelles, ce qui garantit la rapidité de calcul. Soit M le nombre de pixels de la grille sur laquelle est évaluée la transformée discrète. En posant m la coordonnée d'un pixel et $n \in \mathcal{N}$, la famille peut être réécrite :

$$\psi_{m,n} = 2^{-n/2}\psi\left(\frac{m}{2^n}\right). \tag{5.2}$$

Les coefficients de la transformée w sont alors calculés par le produit scalaire :

$$w(m, n) = \langle x, \psi_{m,n}\rangle$$

Une fois les coefficients $w(m, n)$ déterminés, il est possible de réaliser un seuillage afin de ne garder que les coefficients significatifs. Le seuillage peut être différent d'une échelle à l'autre en fonction des a priori connus sur la fonction de distribution à reconstruire. De plus, le calcul de la transformée inverse peut être effectué en sélectionnant certaines échelles pour ne garder que celles correspondant à la taille des

structures que l'on cherche à reconstruire. Enfin, la partie constante du signal n'est pas conservée dans la reconstruction finale. La fonction de distribution reconstruite sera alors composée de régions avec du signal significatif délimitées par des zones ne contenant que des zéros (voir figure 5.1 pour un exemple à une dimension).

En notant S l'ensemble des indices correspondant aux coefficients conservés après seuillage et sélection, la fonction de distribution recherchée F est évaluée en réalisant la transformée en ondelettes inverse. La fonction F peut être écrite de la manière suivante :

$$F(t) = \frac{1}{\mathcal{N}} \sum_{m=0}^{M} \sum_{n \in S} \langle x, \psi_{m,n} \rangle \psi_{m,n}(t),$$

où $\mathcal{N}$ est le facteur de normalisation.

Dans cette étude, l'ondelette mère utilisée est une fonction B-spline, définie par :

$$B_3(x) = \frac{1}{12} \left(|x-2|^3 - 4\,|x-1| + 6\,|x|^3 - 4\,|x+1|^3 + |x+2|^3 \right). \tag{5.3}$$

Les fonctions B-spline présentent deux avantages dans le cadre de la présente étude. Le premier est que ce sont des fonctions positives : $\forall x \in \mathbb{R} : B_3(x) \geq 0$. Cette propriété est importante ici car les ondelettes vont être utilisées pour évaluer des fonctions de distribution qui sont, par définition, positives. Le second avantage que présentent les B-splines est d'avoir un support compact : la fonction B_3 est nulle en dehors de l'intervalle $]-2;2[$; tout en étant de classe $\mathcal{C}^\infty$ sur $\mathbb{R}$. Cette propriété permet de calculer plus rapidement les transformées en ondelettes.

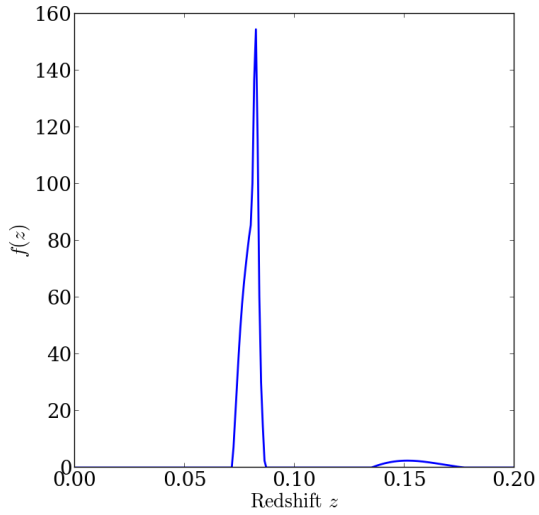


FIGURE 5.1 – Exemple de fonction de distribution (FD) des redshifts des galaxies de l'amas C4 numéro 0000 reconstruite par le logiciel *w1* en considérant toutes les échelles sauf la partie constante du signal. Cette FD est constituée de deux régions contenant du signal significatif (approximativement entre $z = 0.07$ et $z = 0.085$ et entre $z = 0.135$ et $z = 17.5$) entourée par des régions contenant des 0.

La section 5.1.2 décrit la reconstruction de fonctions de distribution unidimensionnelle à partir d'un échantillon de points avec le logiciel *w1*. La section 5.1.3 décrit la reconstruction de fonctions de distribution bidimensionnelle à partir d'un échantillon de points avec le logiciel *wdensity*.

5.1.2 Fonctions de distribution unidimensionnelle

Dans le cadre des fonctions de distribution unidimensionnelle (1D), le logiciel *w1* (Fadda et al., 1998) est utilisé. Une brève description est donnée dans la section 5.1.2.1 et son utilisation sur un échantillon de points issus d'une distribution gaussienne unimodale (une gaussienne à 1D) est décrite dans la section 5.1.2.2.

5.1.2.1 Description du logiciel *w1*

L'évaluation d'une fonction de distribution unidimensionnelle est réalisée par le logiciel *w1* (Fadda et al., 1998). L'algorithme fonctionne selon le principe de reconstruction par les ondelettes décrit dans la section 5.1.1. Le logiciel *w1* considère toutes les échelles dyadiques mais ne prend pas en compte la partie uniforme du signal dans la reconstruction finale. Il prend en entrée le catalogue de points dont la fonction de distribution doit être évaluée. Huit paramètres peuvent être fixés par l'utilisateur :

- les coordonnées extrémales de la grille de pixels où la fonction de distribution sera évaluée ;
- le nombre de points de la grille de pixels ;
- le nombre minimal d'objets du catalogue d'entrée pour générer un signal significatif à une position et une échelle données ;
- les paramètres $t1$, $t2$, $t3$ et $t4$ qui sont les seuillages appliqués respectivement aux échelles 1, 2, 3 et aux échelles au-delà de 4, ces paramètres sont en unité de σ.

Dans le cadre de l'évaluation de la fonction de distribution des vitesses radiales (notée ci-après FDV), celle-ci est évaluée sur 256 points entre 0 et 60000 km/s. Le nombre minimal d'objets (ici de galaxies) pour générer un signal à une position et une échelle données est fixé à 3. Les paramètres $t1$, $t2$, $t3$ et $t4$ sont fixés respectivement à 4, 3.5, 3 et 2.5. Une description complète des paramètres utilisés est présente dans la section 7.1.1. Les sous-sections suivantes décrivent les performances de *w1* sur des échantillons de points issus de distributions gaussiennes.

5.1.2.2 Performance dans le cas d'une distribution gaussienne unimodale

Le cas le plus simple pour vérifier les performances du logiciel *w1* est le cas d'une distribution gaussienne unimodale : à partir de points issus d'une loi gaussienne, *w1* doit permettre de reconstruire la loi gaussienne sous-jacente. Cinq indicateurs sont utilisés pour vérifier la pertinence de *w1* : le nombre de maxima locaux de la fonction de distribution (ci-après FD), la valeur du mode, la hauteur du maximum

et le χ^2. Pour mesurer ces indicateurs, des catalogues de points sont générés selon une loi gaussienne de moyenne 0.1 et d'écart-type 1/300 (ce qui correspond à un amas situé à $z = 0.1$ et avec une dispersion des vitesses de 1000 km/s). Les nombres de points N utilisés pour les catalogues vont de 20 à 100 par pas de 10. Pour chaque valeur de N, 100 tirages de points sont effectués et les fonctions de distribution de ces 100 tirages sont évaluées par *w1* afin de quantifier les erreurs commises. De plus, pour chaque valeur de N et pour chaque réalisation du tirage aléatoire, l'influence de la grille de pixels est étudiée. Pour cela, la grille est décalée sur un intervalle de deux pixels par pas de dixième de pixel. Les différents tests (détaillés dans les paragraphes suivants) révèlent que, de manière générale, la position de la grille n'a aucune influence sur les performances de *w1*.

Le premier test que doit passer *w1* est celui du nombre de maxima locaux : le logiciel *w1* doit reconstruire un seul maximum local. La figure 5.2 représente le pourcentage de détection d'un seul maximum local pour un nombre de points donné en fonction du décalage de la grille. Le pourcentage de détection est excellent : il est toujours supérieur à 98%. Pour 50 et 60 points, ce taux de détection ne vaut pas 100% : une seule réalisation pose problème et translater les points sur deux pixels ne permet pas d'améliorer la détection.

Le deuxième test est celui de la position du mode : pour une distribution gaussienne, le mode et la moyenne sont confondus. L'étude de la position du mode n'étant pertinente que dans le cas où un seul maximum local est détecté, seuls ces cas sont pris en compte. La figure 5.3 représente l'erreur moyenne, en pixels, commise sur la position du mode pour un nombre de points donné en fonction du décalage de la grille. En moyenne, l'erreur est très inférieure à un pixel et la valeur extrémale peut atteindre ± 6 pixels. Toutefois, les grandes erreurs restent marginales puisque, dans le cas le plus défavorable, le troisième quartile est inférieur à ± 2 pixels. Comme attendu, les valeurs extrémales et les troisièmes quartiles diminuent quand le nombre de points augmente.

Le troisième test est celui de la hauteur du maximum reconstruit par le logiciel *w1*. Là encore, ce test n'est pertinent que dans le cas où *w1* n'a généré qu'un seul maximum local et donc seuls ces cas sont considérés. La figure 5.4 représente l'évolution de la hauteur en fonction du décalage de la grille pour un nombre de points donné. La figure révèle que plus le nombre de points augmente, plus la hauteur est grande. La hauteur moyenne mesurée atteint la valeur théorique entre 40 et 50 points et la dépasse pour davantage de points. L'erreur de +10% est atteinte pour 60 points, au-delà l'erreur est encore plus importante. Ce comportement de la reconstruction de *w1* s'explique par les échantillons de points générés : la superposition des histogrammes à la reconstruction de *w1* montre un bon accord, la hauteur mesurée est en bon accord avec les histogrammes (voir figurefig :algo :ex-histo pour quelques exemples). En fait, c'est la limite du générateur aléatoire qui est atteinte ici et non pas celle de *w1*.

Le quatrième test consiste à vérifier que la largeur à mi-hauteur reconstruite par le logiciel *w1* correspond à la largeur à mi-hauteur théorique attendue. Ce test n'est pertinent que dans le cas où *w1* n'a généré qu'un seul maximum local et donc seuls

ces cas sont considérés. La figure 5.6 représente l'évolution de la largeur à mi-hauteur mesurée en fonction du décalage de la grille pour un nombre de points donné. La figure 5.6 montre que la largeur à mi-hauteur moyenne est souvent comprise dans un intervalle de ±1 pixel par rapport à la valeur théorique attendue. De plus, le troisième quartile se trouve aux alentours de 3 pixels. Aussi, la figure montre que plus le nombre de points augmente, plus l'erreur sur la largeur à mi-hauteur diminue et plus la précision de la mesure augmente : la valeur du troisième quartile diminue

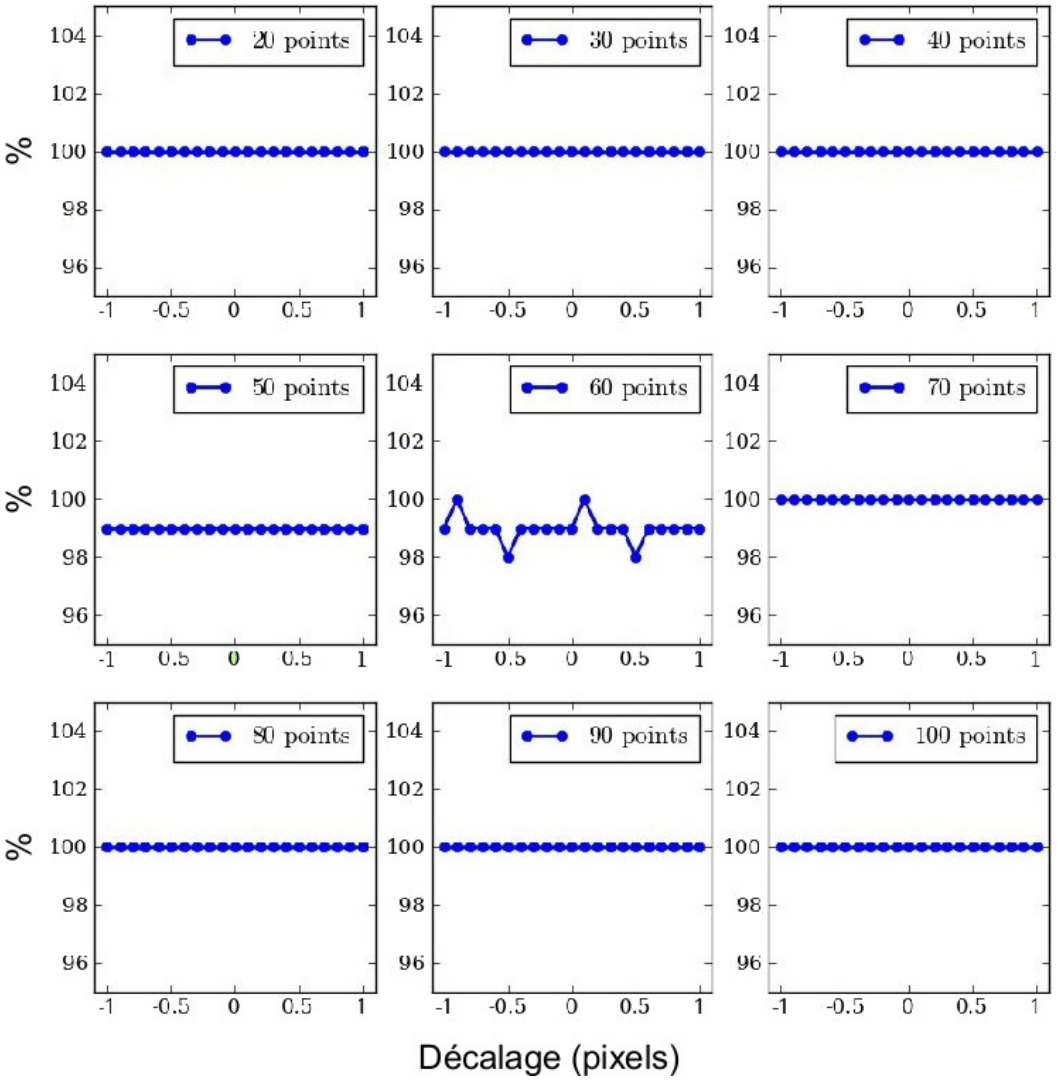


FIGURE 5.2 – Pourcentage du nombre de réalisations pour lesquelles le logiciel *w1* reconstruit un seul maximum local en fonction du décalage de la grille selon différents nombres de points N. La gaussienne modélisée a pour moyenne 0.1 et pour écart-type 1/300.

de 4 pixels pour 20 points et atteint 1 pixel pour 100. Pour des nombres de points faibles, $N \leq 40$, la FWHM est systématiquement surestimée par *w1*. Cela provient au bruit de Poisson dû à au faible nombre de points générés.

Le dernier test est celui de la qualité globale mesurée par le χ^2 calculé entre la FD et la vraie distribution gaussienne (voir sections 4.2.2.2 et 4.2.2.3). La figure 5.7

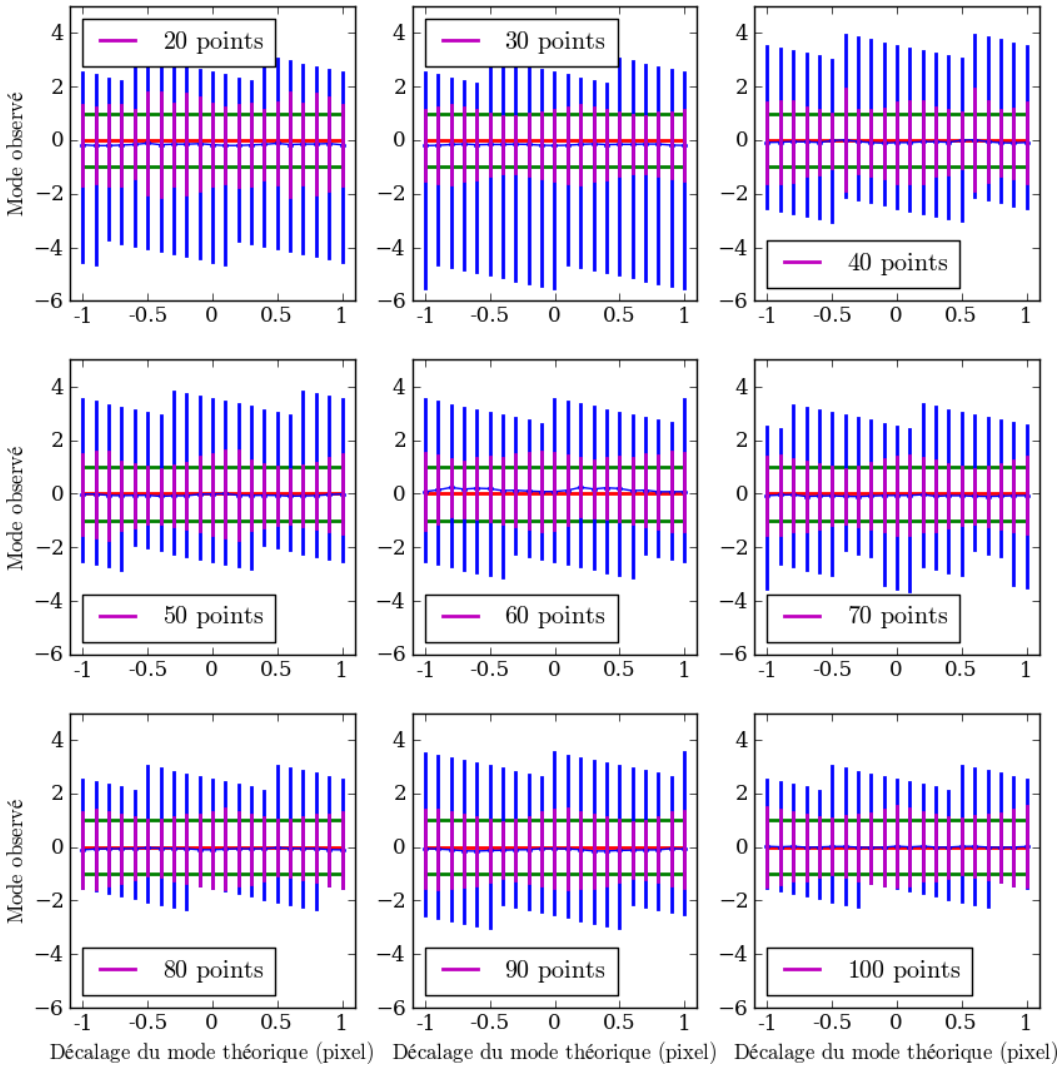


FIGURE 5.3 – Erreur moyenne (courbe bleue) en pixels, commise sur la position du mode par le logiciel *w1* dans les cas où un seul maximum local est détecté, selon différents nombres de points N. La gaussienne modélisée a pour moyenne 0.1 et pour écart-type 1/300. Le trait rouge représente une erreur nulle et les traits verts une erreur de ± 1 pixel. Les barres d'erreur bleues représentent les valeurs extrémales prises de l'erreur et les barres d'erreur magenta le troisième quartile de la distribution des erreurs mesurées.

représente l'évolution du χ^2 en fonction du décalage de la grille pour un nombre de points donné avec la dispersion à 1σ comme barres d'erreur. Comme attendu, plus le nombre de points augmente, meilleure est la reconstruction de la FD par le logiciel *w1* et donc plus la valeur du χ^2 diminue. Ce constat est vrai jusqu'à 40 points utilisés. Au-delà, comme la hauteur du maximum augmente, la FD s'éloigne de la vraie distribution gaussienne et le χ^2 augmente.

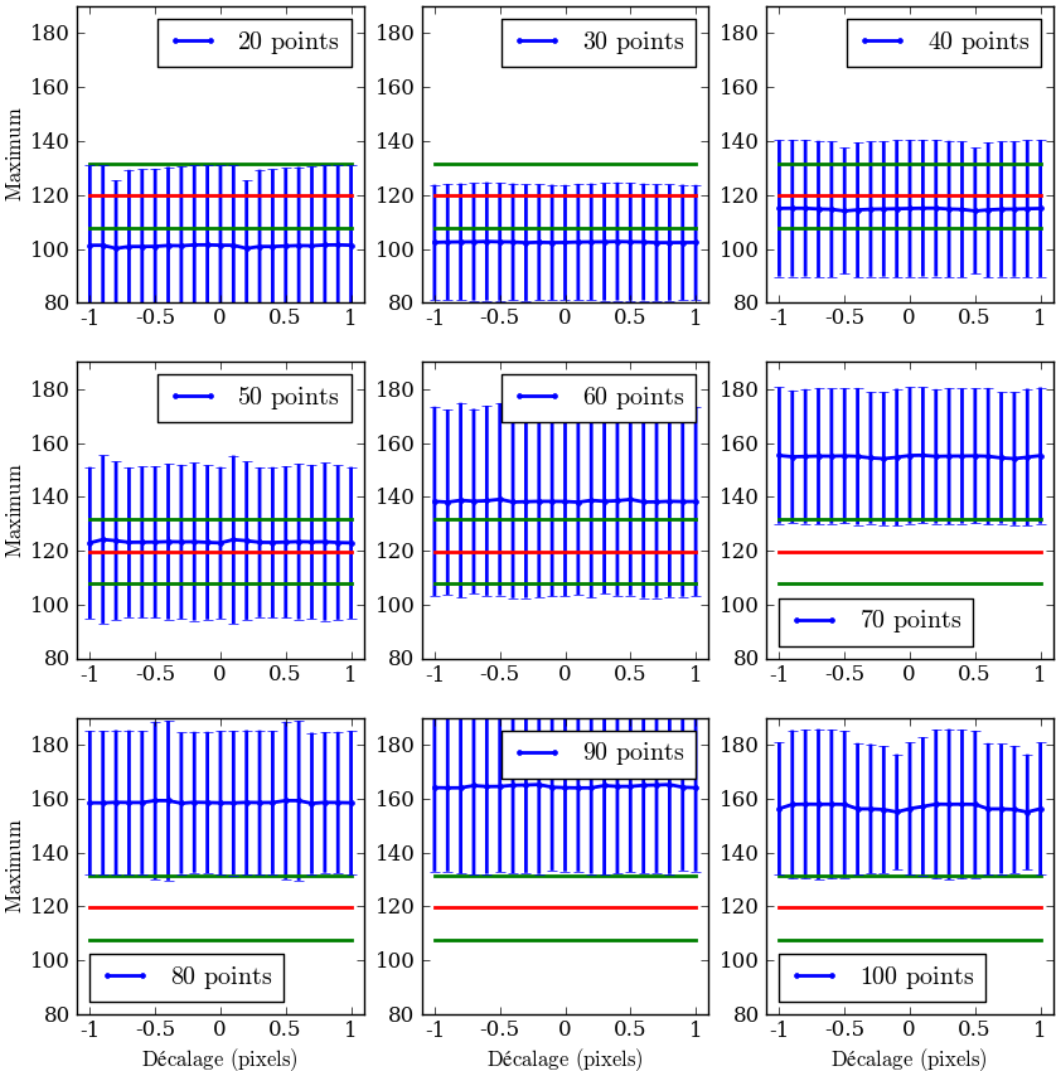


FIGURE 5.4 – Hauteur moyenne du maximum (courbe bleue) en pixels obtenue par le logiciel *w1* dans les cas où un seul maximum local est détecté, selon différents nombres de points N. La gaussienne modélisée a pour moyenne 0.1 et pour écart-type 1/300. Le trait rouge représente une erreur nulle et les traits verts une erreur de $\pm 10\%$. Les barres d'erreur bleues représentent la dispersion à $\pm 1\sigma$.

Ainsi dans le cas d'une distribution gaussienne unimodale, les cinq précédents tests ont montré que la FD reconstruite par le logiciel *w1* permet de retrouver la distribution gaussienne sous-jacente et ses paramètres de manière satisfaisante même avec peu de points. Le taux de détection d'un seul maximum local est supérieur à 98%. L'erreur commise sur la détermination du mode est inférieure à 1 pixel en moyenne et le troisième quartile correspond à une erreur de ± 2 pixels. En ce qui concerne l'erreur sur la largeur à mi-hauteur, elle est faible également : elle diminue de 4 à moins de 1 pixel entre 20 et 50 points. Au-delà, elle diminue encore et le troisième quartile atteint ± 1 pixel. L'erreur commise sur la détermination de la hauteur est comprise entre -15% (obtenue pour 20 points) et 40% (obtenue pour 90-100 points). La valeur du χ^2 diminue jusqu'à 40 points avant d'augmenter jusqu'à 90 points. Une comparaison des reconstructions de *w1* et des histogrammes des points

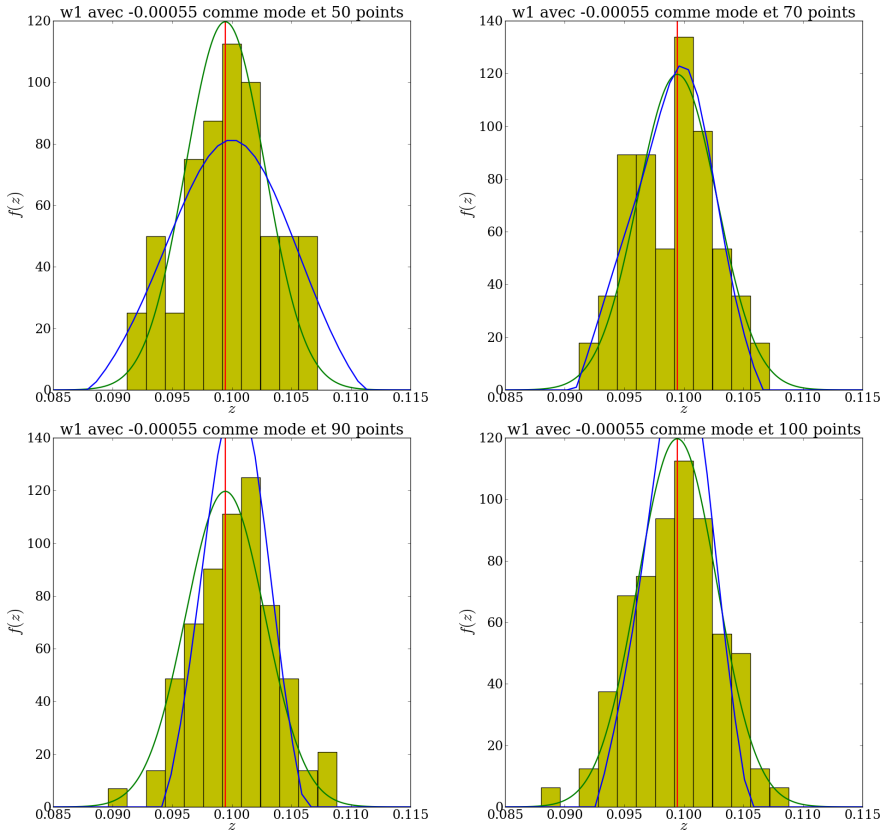


FIGURE 5.5 – Exemples de fonction de distribution reconstruites par le logiciel *w1* (Fadda et al., 1998, en bleu) à partir d'échantillons de points générés aléatoirement selon une loi gaussienne de moyenne 0.1 et d'écart-type 1/300 (pour simuler un amas situé à $z = 0.1$ et ayant une dispersion des vitesses de 1000 km/s, en vert). Quatre exemples sont représentés avec différents nombres de points générés, de gauche à droite et de bas en haut : 50, 70, 90 et 100. Les histogrammes sont représentés en jaune et le trait rouge représente le mode théorique.

générés révèlent un bon accord entre les deux, ce qui signifie que la reconstruction est satisfaisante et que les points générés s'écartent d'une distribution gaussienne.

En définitive, l'utilisation du logiciel *w1* pour reconstruire une distribution gaussienne est pertinente quelque soit le nombre de points de l'échantillon.

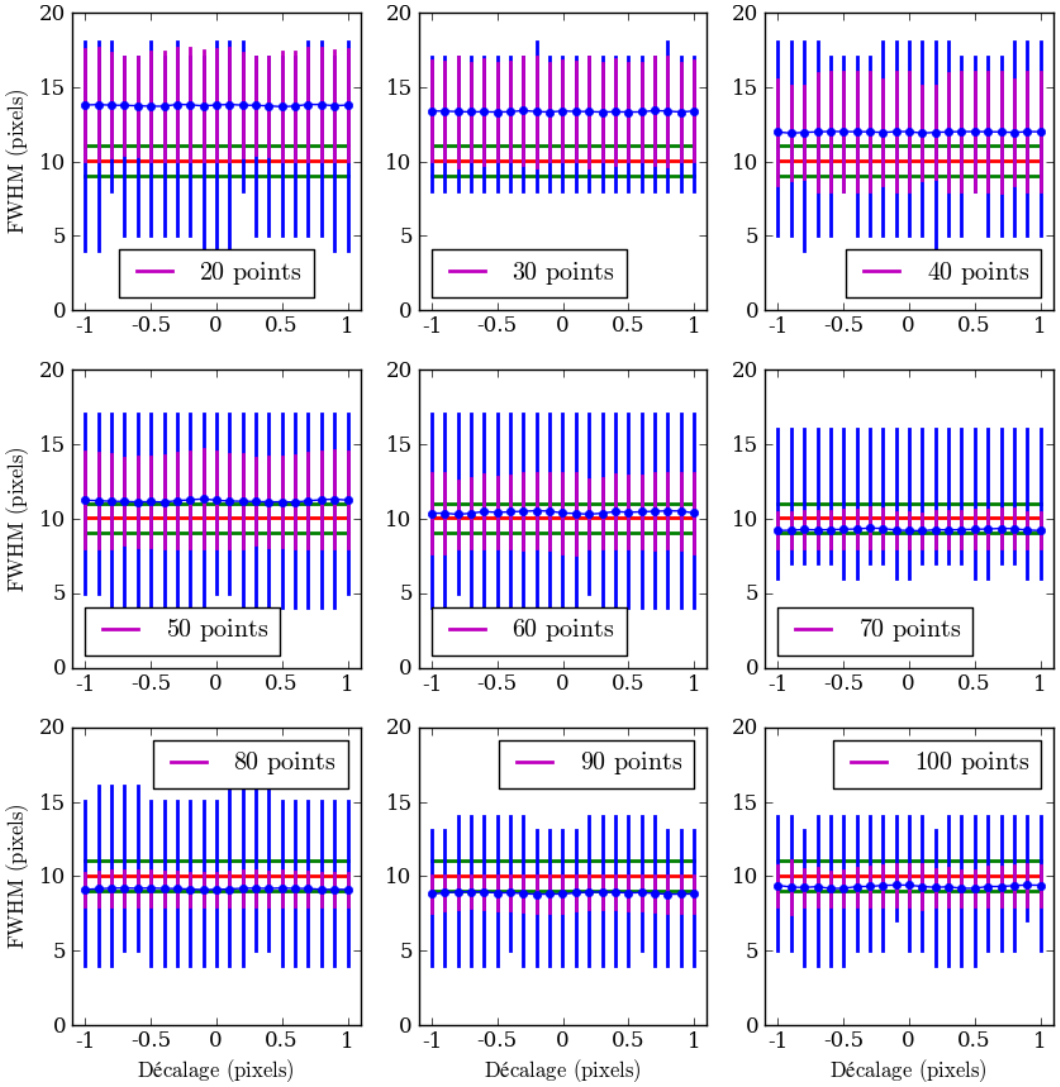


FIGURE 5.6 – Largeur à mi-hauteur (courbe bleue) en pixels obtenue par le logiciel *w1* dans les cas où un seul maximum local est détecté, selon différents nombres de points N. La gaussienne modélisée a pour moyenne 0.1 et pour écart-type 1/300. Le trait rouge représente la valeur théorique attendue et les traits verts une erreur de ± 1 pixel. Les barres d'erreur bleues représentent les valeurs extrémales mesurées pour la largeur à mi-hauteur et les barres d'erreur magenta représentent le troisième quartile de la distribution des largeurs à mi-hauteur mesurées.

5.1.2.3 Conclusion

Le logiciel *w1* permet de reconstruire la fonction de distrubition d'un échantillon de points grâce à une analyse en ondelettes. Dans le cadre d'un échantillon de points générés dans une distribution gaussienne unimodale et quelque soit le nombre de points, le logiciel *w1* s'est révélé être performant pour compter le nombre de maxima locaux de la fonction de distribution reconstuite (au moins 93% de détection) et déterminer son mode (l'erreur commise est de 1 pixel). De plus l'erreur commise me-

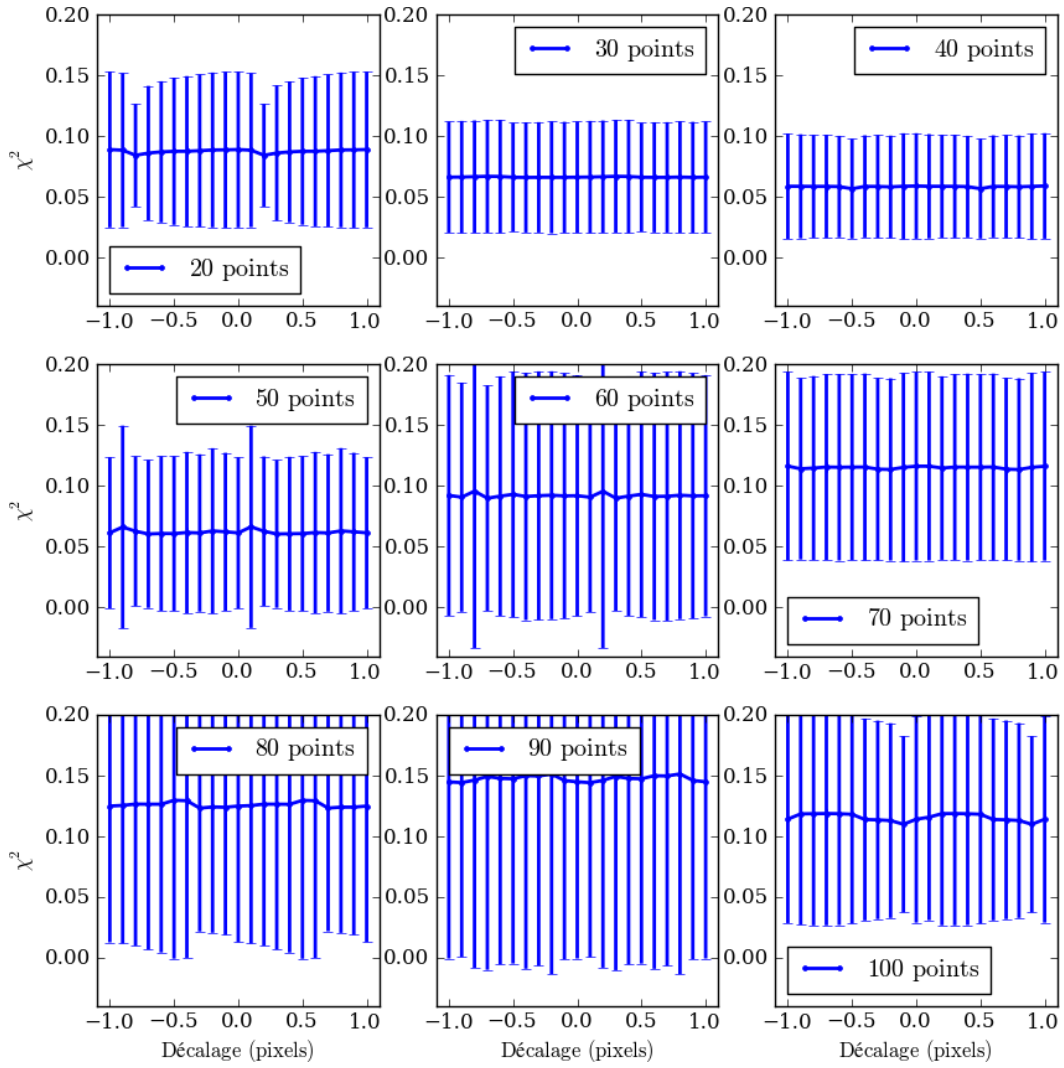


FIGURE 5.7 – Valeur du χ^2 calculé entre la FD obtenue par le logiciel *w1* et la vraie distribution gaussienne en fonction du nombre de points N. La gaussienne modélisée a pour moyenne 0.1 et pour écart-type 1/300. Les barres d'erreur représentent la dispersion à 1σ.

surée par le χ^2 entre la fonction reconstruite et la fonction de distribution théorique est faible, inférieur à 0.1.

5.1.3 Fonctions de distribution bidimensionnelle - Cartes en densité

Dans le cadre des fonctions de distribution bidimensionnelle (2D), le logiciel *wdensity* (Ferrari et al., 2005) est utilisé. Une brève description est donnée dans la section 5.1.3.1, son utilisation sur un échantillon de points issus d'une distribution gaussienne symétrique (respectivement elliptique) est décrite dans la section 5.1.3.2 (respectivement 5.1.3.3).

5.1.3.1 Description

Dans cette étude, les fonctions de distribution bidimensionnelle (2D) reconstruites par le logiciel *wdensity* correspondent à la distribution projetée des galaxies. Ils s'agit d'images appelées ici *cartes en densité*. L'algorithme fonctionne selon le principe décrit dans la section 5.1.1, le logiciel *wdensity* est donc le pendant à deux dimensions du logiciel *w1*. Tout comme *w1*, *wdensity* ne prend pas en compte la partie uniforme du signal dans la reconstruction finale. L'une des différences entre *w1* et *wdensity* est qu'il est possible pour l'utilisateur de sélectionner une gamme d'échelles à reconstruire dans *wdensity* alors que toutes les échelles, exceptée la partie uniforme, sont prises en compte pour la reconstruction dans *w1*. De plus, la dimension 2 nécessite de préciser la forme des ondelettes employées (symétriques ou elliptiques) : le logiciel *wdensity* utilise des ondelettes B-splines symétriques.

Le logiciel *wdensity* prend en entrée un catalogue de points avec leurs coordonnées équatoriales J2000 (α, δ) en degrés. Huit paramètres peuvent être fixés par l'utilisateur :

- le nombre de pixels sur l'axe d'ascension droite n_α et le nombre de pixels sur l'axe de déclinaison n_δ ;
- les coordonnées extrémales $\alpha_{min}, \alpha_{max}, \delta_{min}, \delta_{max}$ de la carte en densité reconstruite ;
- la plus petite échelle *li* et la plus grande *lf* à reconstruire.

Dans cette analyse, comme expliqué dans la section 7.1.1, les cartes en densité sont constituées de 320x320 pixels carrés (et sont donc elles-mêmes carrées) et les échelles utilisées pour la reconstruction finale sont les échelles 5 à 6, qui correspondent respectivement à 32 et à 64 pixels. La figure 5.8 représente un exemple d'application du locigiel *wdensity* sur un échantillon de 100 points distribués selon une gaussienne unimodale symétrique de moyenne $(160, 160)$ et d'écart-type 30 pixels : les différents plans de l'analyse, la somme de tous les plans et la somme des plans 5 et 6 y sont représentés, avec le catalogue de points représentés par les croix vertes.

Les sous-sections suivantes décrivent les performances de *wdensity* sur des échantillons de points issus de distributions gaussiennes bidimensionnelles. Les points

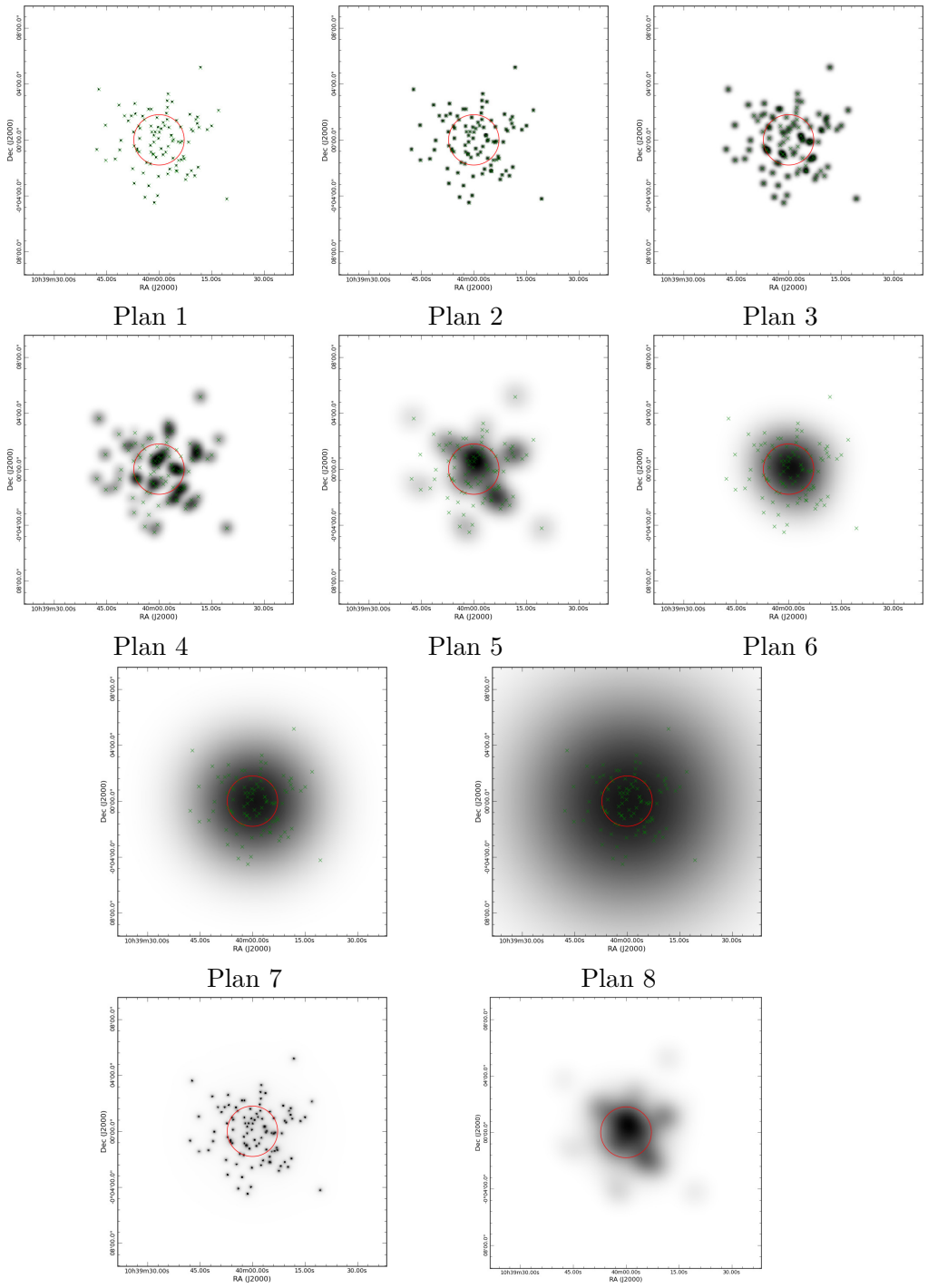


FIGURE 5.8 – Exemple d'application du logiciel *wdensity* sur un échantillon de 100 points distribués selon une loi gaussienne unimodale symétrique. Les cartes en densité possèdent 320x30 pixels. Le mode de la distribution gaussienne simulée est le centre de la carte et son écart-type est de 30 pixels (représenté par le cercle rouge). Le contraste est normalisé à 1 sur chaque image.

bidimensionnels sont générés de la manière suivante : pour un point X, ses coordonnées cartésiennes (x, y) sont obtenues séparément en générant deux nombres selon la même loi gaussienne. Pour plus de simplicité, les tests sont menés directement en coordonnées de pixels plutôt qu'en coordonnées équatoriales.

5.1.3.2 Performance dans le cas d'une distribution gaussienne unimodale symétrique

Le logiciel *wdensity*, étant l'extension à deux dimensions du logiciel *w1*, fonctionne de la même manière et donne les mêmes résultats de détection pour un échantillon de points issus d'une distribution gaussienne unimodale symétrique. Toutefois, comme seule une certaine gamme d'échelles est utilisée pour construire la carte finale, le flux mesuré dans les détections est différent du nombre de points constituant la détection. Ce facteur d'échelle doit être connu afin de corriger les mesures de flux, ce qui est appelé dans cette étude la richesse R.

Le test consiste donc à générer un échantillon de N points distribués selon une loi gaussienne bidimensionnelle, unimodale et symétrique. La distribution gaussienne choisie a pour moyenne $(160, 160)$, ce qui correspond au milieu de la carte, et pour écart-type $\sigma = 30$ pixels. L'écart-type σ de 30 pixels a été choisi car les structures recherchées dans la présente analyse ont une taille, mesurée par leur moment d'ordre 2, de l'ordre de 1 Mpc, ce qui correspond à 32 pixels sur une carte (voir section 4.1). Là encore, plusieurs nombres de points N ont été générés : 5, 10, 20, 30, 40 et 50 ; et pour chaque nombre de points N, 100 tirages aléatoires ont été réalisés. Les cartes en densité de toutes les réalisations, selon les différents N, ont été ensuite construites par *wdensity*. Les échelles sélectionnées pour la reconstruction sont les mêmes que celles qui seront utilisées dans l'analyse (voir sections 4.1 et 7.1.1), c'est-à-dire les échelles 5 et 6 correspondant respectivement à 32 et 64 pixels.

La richesse R a été mesurée par le programme *flux_aper* (voir section 5.3.3). La figure 5.9 représente la valeur moyenne de la richesse R mesurée en fonction du nombre de points et les barres d'erreur représentent la dispersion à 1σ. Pour une distribution gaussienne, la richesse étant mesurée dans la largeur à mi-hauteur, la valeur théorique attendue est : $R_{théo} = 0.67N$. Cette relation ne peut pas être obtenue ici car tous les plans en ondelettes ne sont pas utilisés dans la reconstruction finale. La figure 5.9 montre que la relation mesurée est $R = 0.17N$, avec un coefficient de corrélation de 0.83. La valeur de la richesse mesurée doit donc être corrigée d'un facteur $0.17/0.67 = 0.255$.

L'utilisation du logiciel *wdensity* avec les paramètres décrits plus haut est donc pertinente pour mesurer la richesse des surdensités, en prenant en compte un facteur de correction qui vaut $0.17/0.67 = 0.255$.

5.1.3.3 Performance dans le cas d'une distribution gaussienne unimodale elliptique

Après avoir vérifié que l'utilisation de *wdensity* dans le cas simple d'une distribution gaussienne unimodale et symétrique est pertinente, il faut vérifier son

comportement dans le cas d'une distribution gaussienne unimodale elliptique. En effet, le cas d'une distribution gaussienne elliptique, qui n'a pas d'analogue à une dimension, peut poser problème car les ondelettes utilisées sont symétriques. Ainsi, on s'attend à ce que l'ellipticité soit en partie gommée par les ondelettes symétriques de *wdensity*. Pour quantifier cet effet, une distribution gaussienne unimodale elliptique est générée. L'ellipticité ϵ est définie comme $\epsilon = 1 - b/a$, où a (respectivement b) est le demi-grand axe (respectivement demi-petit axe), les paramètres a et b étant les moments centrés d'ordre 2 de la distribution.

Le test s'intéresse à des distributions gaussiennes de différentes ellipticités. Il consiste à générer N points distribués selon une distribution gaussienne unimodale elliptique et à vérifier l'ellipticité des cartes en densité reconstruites par *wdensity* en considérant une gamme d'échelles donnée. La distribution gaussienne utilisée est située au centre de l'image $(160, 160)$. Les ellipticités considérées varient de $\epsilon = 0.1$ à 0.9 par pas de 0.1. L'écart-type de la distribution selon le grand axe vaut $\sigma_g = 50$ pixels et selon le petit axe il vaut $\sigma_p = \sigma_g * (1 - \epsilon)$. Les échelles utilisées pour la reconstruction sont les échelles 5 et 6 de l'analyse, ce qui correspond aux tailles comprises entre 32 et 64 pixels. Comme dans le cas de la distribution gaussienne unimodale symétrique, plusieurs nombres de points N ont été générés : de 20 à 90 par pas de 10 ; et 100 tirages aléatoires ont été réalisés pour chaque nombre de points N. Les cartes en densité de toutes les réalisations, selon les différents N, ont été construites par *wdensity*. Les moments d'ordre 2 sont ensuite mesurés sur les cartes en densité par le programme *dmap_analysis* détaillé dans la section 5.3. La figure 5.10 représente l'évolution de l'ellipticité sur les cartes en densité en fonc-

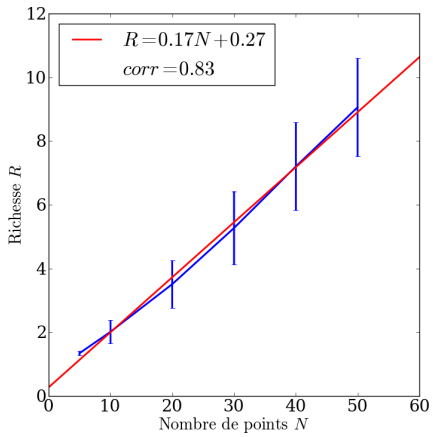


FIGURE 5.9 – Évolution de la richesse mesurée R issue des cartes en densité construites par *wdensity* en fonction du nombre de points N utilisés. La gaussienne générée est symétrique et a pour moyenne $(160, 160)$ et pour écart-type $\sigma = 30$. Les échelles considérées pour la reconstruction sont les échelles 5 et 6. Les barres d'erreur représentent la dispersion à 1σ autour de la richesse mesurée moyenne et le trait rouge représente la valeur théorique attendue.

tion de l'ellipticité théorique. Les barres d'erreur représentent la dispersion à 1σ de l'ellipticité mesurée. La figure révèle que l'ellipticité mesurée par *wdensity* n'est pas tout à fait l'ellipticité théorique. Les faibles ellipticités sont bien reconstruites avec suffisamment de points (environ 40). Avec moins de points, la reconstruction est moins bonne en raison du bruit de Poisson. De manière générale, plus le nombre de points augmente, meilleure est la reconstruction de l'ellipticité. Ces

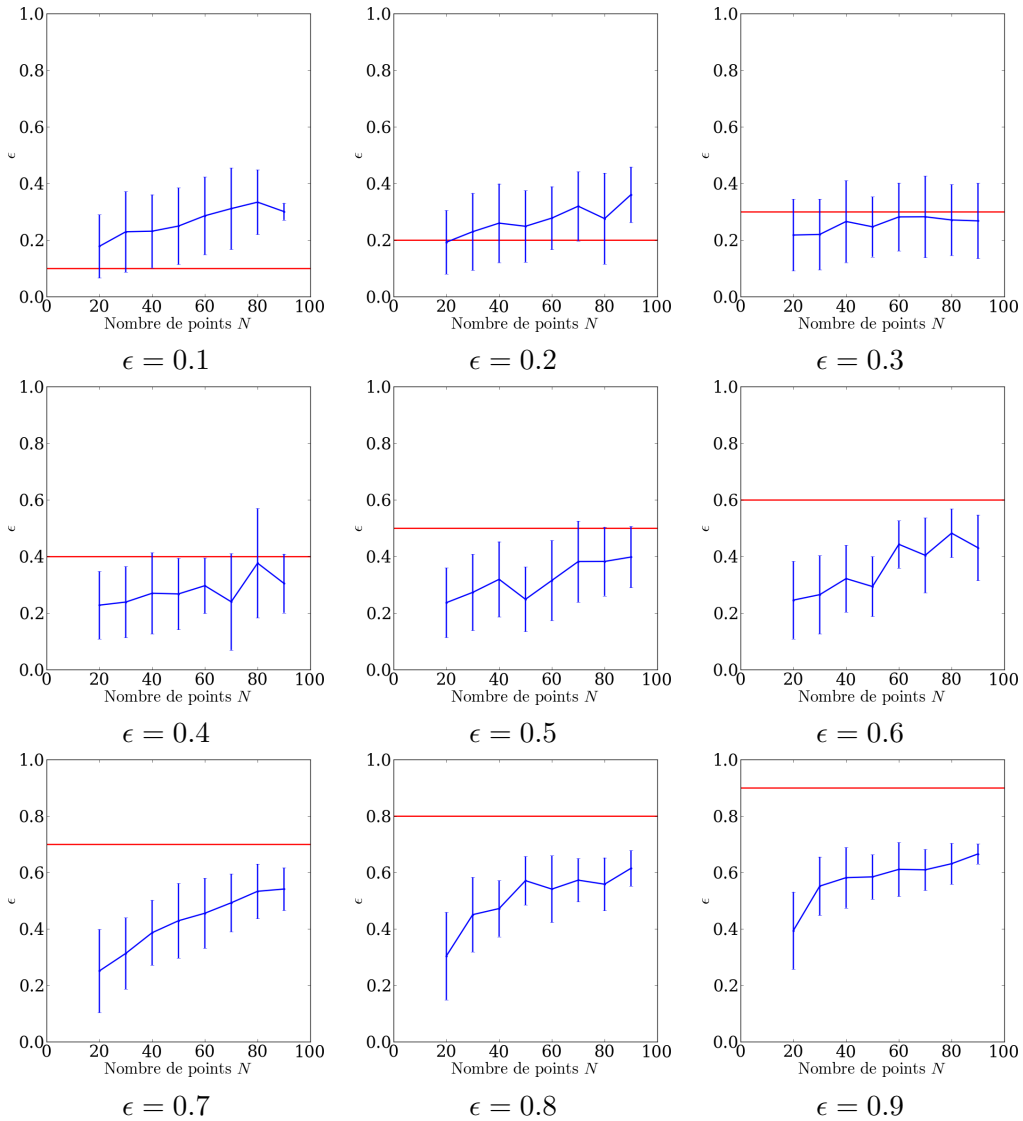


FIGURE 5.10 – Évolution de l'ellipticité mesurée (en bleu) sur les cartes en densité en fonction du nombre de points N pour différentes ellipticités théoriques (en rouge). Les échelles utilisées pour la construction des cartes sont les échelles 5 et 6, correspondant à des tailles de 32 et 64 pixels. Le trait rouge représente l'ellipticité théorique.

courbes montrent toutefois que l'ellipticité théorique peut être retrouvée à partir de l'ellipticité mesurée en fonction du nombre de points utilisés en appliquant une correction affine dont les coefficients en fonction du nombre de points sont donnés dans la table 5.1. Ce besoin de correction s'explique par les ondelettes symétriques utilisées qui ont tendance à symétriser les surdensités présentes dans les cartes en densité. Dans la présente étude, cette symétrisation est en partie limitée en raison de l'utilisation de plusieurs échelles dans la reconstruction finale.

5.1.3.4 Conclusion sur *wdensity*

Le logiciel *wdensity* permet de construire les cartes en densité de la distribution projetée des galaxies à l'aide d'une analyse en ondelettes. Dans le cadre de cette étude, son utilisation est pertinente pour reconstruire les structures dont la taille (diamètre) est comprise en 1 et 2 Mpc quand deux échelles sont utilisées, 1 et 2 Mpc. L'évaluation de l'utilisation des cartes en densité sur des distributions gaussiennes symétriques et elliptiques ont permis de montrer la pertinence de la reconstruction bien qu'une correction de la richesse et de l'ellipticité soit nécessaire. Dans l'application de la méthode de caractérisation (chapitre 7), ces corrections sont prises en compte.

5.2 Caractérisation des distributions de points à une dimension

Dans le cadre de cette thèse, la distribution de points à une dimension à caractériser est la distribution des vitesses radiales des galaxies d'amas. L'analyse de la distribution des vitesses radiales des galaxies d'amas consiste (i) à étudier la multimodalité de la distribution et (ii) vérifier l'hypothèse de composantes gaussiennes. L'analyse de la multimodalité est réalisée par le logiciel EMMIX (section 5.2.1) et les tests de composantes gaussiennes sont réalisés par le logiciel ROSTAT (voir

TABLE 5.1 – Coefficients de correction à appliquer pour l'ellipticité des surdensités en fonction du nombre de points.

N	Régression
20	$\epsilon_{théo} = 0.21\epsilon + 0.14$
30	$\epsilon_{théo} = 0.36\epsilon + 0.13$
40	$\epsilon_{théo} = 0.45\epsilon + 0.12$
50	$\epsilon_{théo} = 0.43\epsilon + 0.17$
60	$\epsilon_{théo} = 0.42\epsilon + 0.19$
70	$\epsilon_{théo} = 0.44\epsilon + 0.20$
80	$\epsilon_{théo} = 0.48\epsilon + 0.19$
90	$\epsilon_{théo} = 0.21\epsilon + 0.14$

section 5.2.2).

5.2.1 Étude de la multimodalité par le logiciel EMMIX

L'étude de la multimodalité de la distribution des vitesses radiales des galaxies d'amas permet de détecter et de caractériser les structures le long de la ligne de visée. Pour cela, le logiciel EMMIX (McLachlan & Peel, 1999) est utilisé. La présentation de l'algorithme d'EMMIX est faite dans les sections 5.2.1.1 et son utilisation sur une distribution gaussienne unimodale (respectivement bimodale) est détaillée dans la section 5.2.1.2 (respectivement 5.2.1.3).

5.2.1.1 Description de l'algorithme

Le logiciel EMMIX (McLachlan & Peel, 1999) permet d'ajuster une distribution de points de dimension quelconque par une mixture de gaussiennes. Le logiciel EMMIX est basé sur l'algorithme Expectation Maximization (EM) développé par Dempster et al. (1977). Les détails de l'algorithme EMMIX sont les mêmes que ceux présentés dans la section 3.2.1 pour les algorithmes cherchant à ajuster une distribution de points par une mixture de gaussiennes.

Une fois qu'EMMIX a calculé les paramètres des gaussiennes des différentes mixtures et leur log-vraisemblance associées, il calcule également trois indicateurs statistiques décrivant la qualité de l'ajustement par les différentes mixtures. L'utilisateur choisit le critère qu'il souhaite minimiser pour déterminer la mixture ajustant le mieux ses données. Ainsi, pour chaque mixture, EMMIX calcule :

- le Akaike Information Criterion (AIC, Akaike, 1973) ;
- le Bayesian Information Criterion (BIC, Schwarz, 1978) ;
- le Approximate Weight of Evidence (AWE, Banfield & Raftery, 1993).

Ces critères sont des variantes de la log-vraisemblance : ils prennent en compte une pénalité de complexité. Cette pénalité consiste à rajouter à la log-vraisemblance un terme positif dépendant du nombre de composantes de la mixture : plus ce nombre est important, plus la pénalité est importante. Les critères statistiques pour évaluer la qualité de l'ajustement par g composantes gaussiennes sont calculés de la manière suivante en notant $\mathcal{L}$ la vraisemblance.

Le AIC est calculé par EMMIX par la formule suivante :

$$\mathrm{AIC} = -2\log\left(\mathcal{L}\right) + 6N_g + 2. \tag{5.4}$$

Le BIC est calculé par EMMIX par la formule suivante :

$$\mathrm{BIC} = -2\log\left(\mathcal{L}\right) + \left(3N_g - 1\right)\log(N). \tag{5.5}$$

Le AWE est calculé par EMMIX par la formule suivante :

$$\mathrm{AWE} = -2\log\left(\mathcal{L}\right) + 2\left(3N_g - 1\right)\left(\frac{3}{2} + \log(N)\right). \tag{5.6}$$

Pour un échantillon de points donné, la meilleure solution est celle minimisant l'un des critères statistiques. Le choix du critère à minimiser dépend du type de

données d'étude. Afin de déterminer le critère qui correspond le mieux à la distribution des vitesses radiales des galaxies d'un amas, un amas situé au redshift $z = 0.1$ et de dispersion de vitesses de $\sigma_v = 1000$ km/s est simulé. Une sélection des galaxies a été effectuée afin de prendre en compte la largeur de la fenêtre de vitesse radiale utilisée (voir section 7.1.1). Pour tenir compte de cette sélection, les galaxies au-delà de $\Delta v = 3500$ km/s sont retirées des tests. Des amas de N galaxies (après troncature) sont générés aléatoirement, la vitesse radiale des galaxies suivant une distribution gaussienne de moyenne 0.1 et d'écart-type σ_v/c et N variant de 20 à 100 par pas de 2 puis par pas de 20 jusqu'à 200. Pour chaque nombre de points N, 100 tirages aléatoires sont réalisés.

La performance des critères est mesurée par le pourcentage de détection d'une seule distribution gaussienne par EMMIX. La figure 5.11 représente l'évolution du pourcentage de bonne détection pour les différents critères en fonction du nombre de points N. De manière générale, quand le nombre de points N augmente, la détection d'une seule gaussienne est meilleure. Le AIC est le moins bon critère pour détecter une seule gaussienne puisqu'il n'a qu'environ 50% de bonne détection. Le AWE et le BIC sont comparables avec un léger avantage pour le AWE pour les petits échantillon ($N < 25$) alors que le BIC est plus efficace pour $N \geq 25$ avec un taux de détection voisin de 90%. D'après ce test, la vraisemblance permet de détecter à coup sûr une seule gaussienne. Toutefois, il s'avère en réalité que la vraisemblance détecte *toujours* une seule gaussienne : les tests effectués sur deux gaussiennes (et détaillés dans la section 5.2.1.3) montre que dans ce cas aussi la vraisemblance détecte à coup sûr une seule gaussienne au lieu de deux. Ainsi la vraisemblance ne peut pas être utilisée dans cette analyse et c'est donc le BIC qui va être utilisé comme critère pour détecter le nombre de composantes de la mixture de gaussiennes.

Les tests décrits dans les sous-sections suivantes utilisent donc le BIC comme critère de sélection de la mixture de gaussiennes. C'est également ce critère qui est utilisé dans l'analyse de la multimodalité de la distribution des vitesses radiales des galaxies d'amas. Le BIC, tout comme les autres critères statistiques, permet de mesurer la qualité relative des différents ajustement EMMIX pour un échantillon de points donné : il permet de conclure sur quelle mixture choisir par rapport aux autres. Cependant, le BIC ne permet pas de mesurer la qualité absolue des ajustements : par exemple, si le BIC d'une distribution de N_1 points vaut $\mathrm{BIC}_1 = 1$ et le BIC d'une seconde distribution de $N_2 \neq N_1$ points vaut $\mathrm{BIC}_2 = 2$, on ne peut pas en conclure que l'ajustement de la première distribution est meilleur que celui de la seconde car $N_1 \neq N_2$.

5.2.1.2 Performance sur une distribution gaussienne unimodale

Les tests précédents sur la détection des gaussiennes par EMMIX peuvent être également utilisés pour évaluer la qualité des paramètres de la gaussienne modélisée : la moyenne et l'écart-type. Pour un nombre de points N donné, dans le cas où le BIC ne détecte qu'une seule gaussienne, la moyenne des moyennes de la gaussienne est calculée avec l'écart-type moyen. Les résultats pour EMMIX sont représentés en

bleu sur la figure 5.12. L'erreur relative sur la moyenne $\Delta M/\sigma$ est faible, de l'ordre de 0.5%, et ne semble pas diminuer quand le nombre de points augmente au-delà de $N > 30$. L'erreur relative sur l'écart-type $\Delta\sigma/\sigma$ est de l'ordre de 5% et plus le nombre de points augmente, meilleur devient la précision de la mesure.

5.2.1.3 Performance sur une distribution gaussienne bimodale

Après avoir évalué les performances d'EMMIX sur une distribution gaussienne unimodale en termes de détection et de caractérisation, son efficacité sur une distribution gaussienne bimodale est étudiée. Les tests sont réalisés sur le même modèle que les tests précédents : N points sont générés à partir d'une loi gaussienne de moyenne 0.1 et d'écart-type 1/300 (ce qui correspond là aussi à un amas situé à $z = 0.1$ et de dispersion des vitesses de 1000 km/s) et N varie de 20 à 100 par pas de 10. Pour un nombre de points N donné, 100 tirages aléatoires sont réalisés. La seconde gaussienne est obtenue en dupliquant et en translatant les points issus de la première d'un décalage Δ allant de 2 à 4σ par pas de dixième de σ.

EMMIX est alors exécuté sur les échantillons de points. Le premier test que doit passer EMMIX est celui de la détection des deux gaussiennes, détection basée sur le BIC. La figure 5.13 représente le taux de détection en fonction du décalage Δ selon le nombre de points N. Comme attendu, plus le nombre de points N et plus le décalage Δ augmentent, plus le taux de détection des deux gaussiennes augmente. Le taux de détection de 80% est atteint pour $N = 20$ quand la séparation entre les deux gaussiennes est de 4σ.

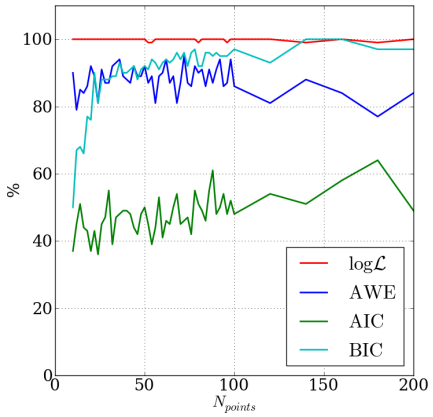


FIGURE 5.11 – Évolution du pourcentage de détection d'une seule gaussienne en fonction du nombre de points N pour les différents critères statistiques. Les pourcentages sont obtenus sur 100 réalisations d'amas à N galaxies avec troncature à ± 3500 km/s pour un amas de dispersion des vitesses $\sigma_v = 1000$ km/s. La vraisemblance est notée log Like et tracée en rouge, le AWE est tracée en bleu, le Akaike Information Criterion (AIC) en vert et le Bayesian Information Criterion (BIC) en cyan.

Après avoir vérifié qu'EMMIX détecte bien les deux gaussiennes, leurs paramètres sont étudiés : les moyennes et les écart-types. Pour ces mesures, seuls les cas

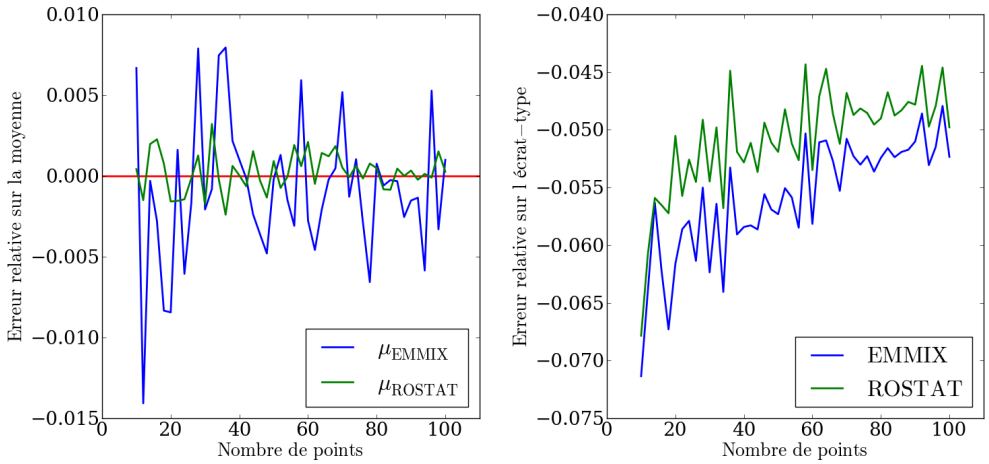


FIGURE 5.12 – Erreurs relatives sur la mesure de la moyenne (à gauche) et l'écart-type (à droite) d'une distribution gaussienne unimodale par les logiciels EMMIX (en bleu) et ROSTAT (en vert) en fonction du nombre de galaxies N. Les galaxies sont distribuées aléatoirement dans un intervalle de ± 3500 km/s autour de la moyenne, pour un amas de dispersion des vitesses $\sigma_v = 1000$ km/s.

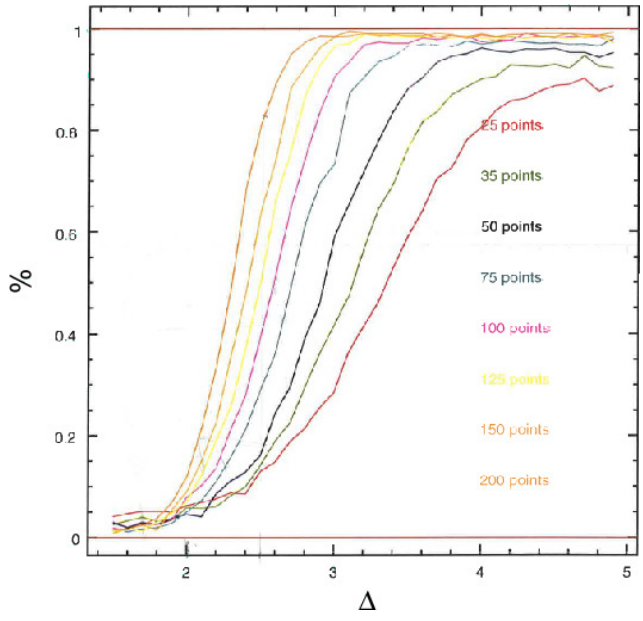


FIGURE 5.13 – Taux de détection de deux gaussiennes par le logiciel EMMIX sur une distribution gaussienne bimodale en fonction du décalage Δ selon le nombre de points N entre les deux gaussiennes.

où EMMIX a détecté deux gaussiennes sont pris en compte. La figure 5.14 représente la moyenne des deux gaussiennes calculée par EMMIX en fonction du décalage Δ selon le nombre de points N en bleu et en vert avec la valeur théorique en rouge. La figure 5.15 représente les écart-types des deux gaussiennes mesurés par EMMIX en fonction du décalage Δ selon le nombre de points N avec en rouge la valeur théorique. Pour un nombre de points N donné, plus le décalage Δ est grand, meilleures sont les mesures des moyennes et des écart-types . Pour un décalage Δ donné, plus le nombre de points N est grand, meilleures sont les mesures des moyennes et des écart-types.

Pour une séparation supérieure à 3σ dans le cas de gaussiennes identiques, le logiciel EMMIX permet donc de reconstruire les deux gaussiennes de manière satisfaisante (détection supérieure à 50%, erreurs sur la moyenne et l'écart-type inférieures respectivement à 30% et 20%) quelque soit le nombre de points. Pour des séparations plus faibles, le nombre de points nécessaires à un ajustement satisfaisant doit augmenter. Dans le cas réel, les deux gaussiennes n'ont pas le même écart-type, ce qui réduit davantage la qualité de l'ajustement. D'autres outils sont donc nécessaires pour détecter la présence de bimodalité : il s'agit de l'étude de la normalité d'une distribution.

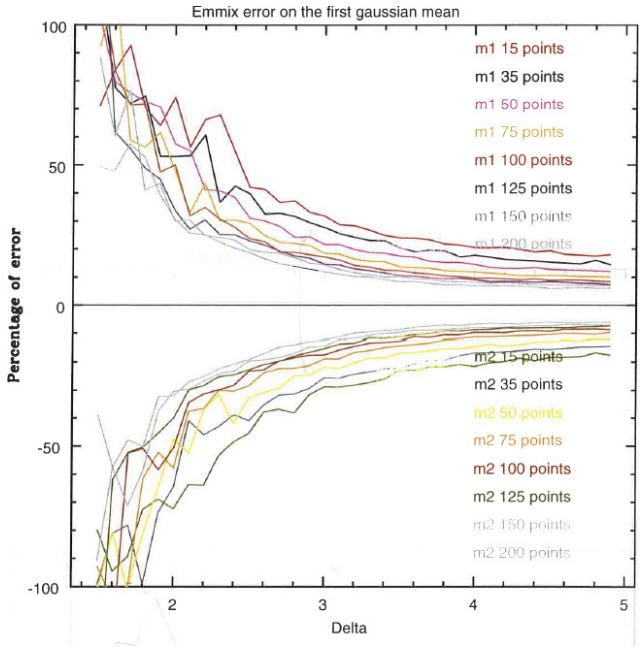


FIGURE 5.14 – Évolution en bleu des moyennes des deux gaussiennes mesurées par EMMIX sur une distribution de points gaussienne bimodale en fonction du décalage Δ selon le nombre de points N. Les traits rouges représentent la valeur théorique des moyennes.

5.2.2 Étude de la normalité par le logiciel ROSTAT

L'étude le normalité de la distribution de vitesses radiales est nécessaire pour vérifier l'hypothèse de distribution des vitesses radiales gaussienne en mesurant différents indicateurs de normalité. Pour cela, le logiciel ROSTAT (Beers et al., 1990) est utilisé. L'algorithme est décrit dans la section 5.2.2.1 et la précision des mesures pour une distribution gaussienne est évaluée dans la section 5.2.2.2.

5.2.2.1 Description de l'algorithme

Le logiciel ROSTAT est un logiciel dédié à l'étude de la distribution des vitesses radiales des galaxies d'amas. Pour une distribution de vitesses radiales donnée, il permet d'une part de la caractériser, en déterminant ses quatre premiers moments centrés et en identifiant les trous de la distributions (régions dépeuplées de galaxies), et d'autre part de vérifier sa normalité en réalisant de nombreux tests statistiques de normalité. Les tests de normalité n'étant pas utilisés dans cette étude, ils ne sont pas détaillés.

Pour le calcul des moments centrés, le logiciel ROSTAT fonctionne de la manière suivante. Pour calculer la moyenne (M_1) et l'écart-type (M_2), ROSTAT utilise plusieurs formules. Parmi celles-ci, il est recommandé (Beers et al., 1990) d'utiliser

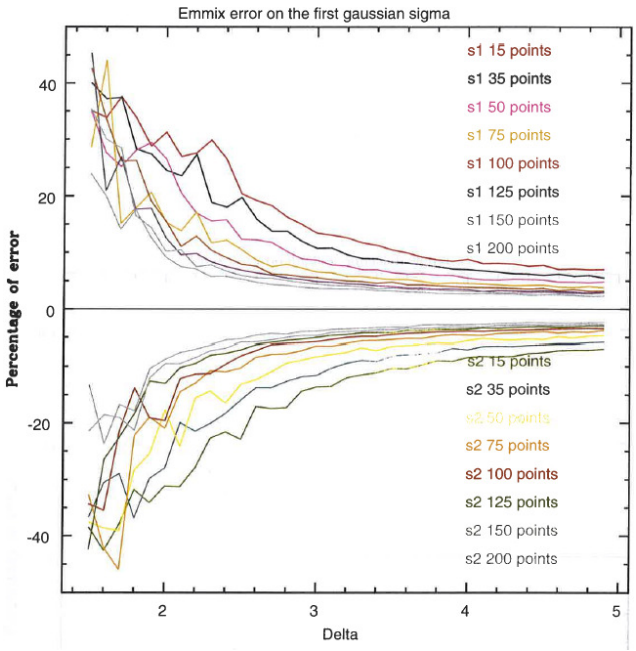


FIGURE 5.15 – Évolution en bleu et en vert des écart-types des deux gaussiennes mesurés par EMMIX sur une distribution de points gaussienne bimodale en fonction du nombre de points N. Les traits rouges représentent la valeur théorique des écart-types.

les méthodes du biweight de Tukey (1958). Pour un échantillon de points donné dont on veut estimer la moyenne $\bar{x}$ et l'écart-type σ à partir d'un échantillon de N points de coordonnées $\{x_i\}_{i=1,N}$, la moyenne est calculée par la formule suivante :

$$\bar{x} = X + \frac{\sum_{|u_i|<1} (x_i - X) \left(1 - u_i^2\right)^2}{\sum_{|u_i|<1} \left(1 - u_i^2\right)^2}, \tag{5.7}$$

où X est la médiane de l'échantillon et les u_i sont définis par :

$$u_i = \frac{x_i - X}{c \times \mathrm{MAD}},$$

où MAD (pour Median Absolute Deviation) est la médiane des écarts absolus à la médiane :

$$\mathrm{MAD} = \text{médiane}\,\{|x_i - X|\}$$

et c est une constante d'ajustement. La valeur de c a été fixée à 6 pour que le biweight puisse être utilisé pour de nombreuses distributions et pour inclure les points éloignés de la moyenne (jusqu'à 4σ, Mosteller & Tukey, 1977). La formule du biweight est aussi appliquée pour calculer l'écart-type :

$$\sigma = \frac{\sqrt{N \sum_{|u_i|<1} (x_i - X)^2 \left(1 - u_i^2\right)^4}}{\left|\sum_{|u_i|<1} \left(1 - u_i^2\right) \left(1 - 5u_i^2\right)\right|}, \tag{5.8}$$

avec les mêmes notations que pour la moyenne $\bar{x}$ mais en prenant 9 pour la valeur de la constante d'ajustement c (Beers et al., 1990).

À partir de la moyenne et de l'écart-type, ROSTAT calcule les coefficients d'asymétrie B_1 et d'aplatissement B_2. Le coefficient d'asymétrie B_1 est lié au moment centré d'ordre 3, M_3, par la relation $B_1 = M_3/(\sigma^{3/2})$ et il est calculé par la formule suivante :

$$B_1 = \frac{\sum_{i=1}^{N} (x_i - \bar{x})^3}{n \left[\frac{\sigma^2 (n-1)}{n}\right]^{3/2}}, \tag{5.9}$$

Le coefficient d'aplatissement B_2 est lié au moment centré d'ordre 4, M_4, par la relation : $B_2 = M_4/\sigma^2$; et ROSTAT utilise la formule suivante :

$$B_2 = \frac{\sum_{i=1}^{N} (x_i - \bar{x})^4}{n \left[\frac{\sigma^2 (n-1)}{n}\right]^{2}}. \tag{5.10}$$

Ces estimations de l'asymétrie et de l'aplatissement sont non biaisées et, pour une distribution gaussienne, elles produisent une erreur plus faible que les méthodes traditionnelles (voir figure 5.12).

Le calcul des coefficients d'asymétrie et d'aplatissement considère tous les points d'une distribution. Dans le cas d'une distribution unidimensionnelle, il faut donc considérer $\mathbb{R}$ en entier. Or ,dans cette étude, l'intervalle utilisé est en réalité tronqué à $\Delta v = 3500$ km/s. Cette troncature nécessite de corriger la valeur mesurée

du coefficient d'aplatissement B_2 qui est sensible aux ailes de la distribution (le coefficient d'asymétrie B_1 n'est pas sensible à cette coupure symétrique). Notons s le seuil de troncature. Dans le cas général, tronquer une distribution gaussienne g, de moyenne nulle et d'écart-type σ, au seuil s revient à la conserver sur l'intervalle symétrique $[-a, a]$, où a est défini par :

$$\begin{aligned} s &= g_0 \exp\left\{-\frac{a^2}{2\sigma^2}\right\} \\ \Rightarrow a &= \sqrt{2\sigma^2 \log\left(\frac{P}{s}\right)}, \end{aligned}$$

où P est la valeur de la gaussienne g en 0.

Le calcul du moment centré d'ordre 4, M_4, dans le cas d'une distribution gaussienne g (supposée de moyenne nulle) revient alors à calculer l'intégrale de la fonction h définie par $h(x) = x^4 g(x)$. Le calcul de M_4 s'écrit donc :

$$M_4 = \frac{1}{N} \int_{-a}^{a} x^4 P \exp\left\{-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right\} dx,$$

avec $N = P\sqrt{2\pi\sigma^2}$ est le coefficient de normalisation. M_4 devient alors :

$$M_4 = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \int_{-a}^{a} x^4 \exp\left\{-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right\} dx.$$

Notons I_4 l'intégrale :

$$\begin{aligned} I_4 &= M_4 \times \sqrt{2\pi\sigma^2} \\ &= \int_{-a}^{a} x^4 \exp\left\{-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right\} dx. \end{aligned}$$

En faisant le changement de variable $x = u\sqrt{2\sigma^2}$, il vient :

$$\begin{aligned} I_4 &= \int_{-D}^{D} u^4 e^{-u^2} \left(2\sigma^2\right)^{5/2} du \\ &= \left(2\sigma^2\right)^{5/2} \times 2 \int_{0}^{D} u^4 e^{-u^2} du, \end{aligned}$$

où $D = \frac{a}{\sqrt{2\sigma^2}} = \sqrt{\log\left(\frac{P}{s}\right)}$. En réalisant une intégration par parties, on obtient

$$\begin{aligned} \frac{I_4}{2\left(2\sigma^2\right)^{5/2}} &= \left[-\frac{u^3}{2} e^{-u^2}\right]_0^D - \int_0^D -\frac{3}{2} u^2 e^{-u^2} \\ &= -\frac{1}{2}\left(\log\left(\frac{P}{s}\right)\right)^{3/2} \times \frac{s}{P} + \frac{3}{2} \int_0^D u^2 e^{-u^2} du. \end{aligned}$$

Notons I le second membre de droite :

$$I = \int_0^D e^{-u^2} u^2 du.$$

Une seconde intégration par parties donne :

$$I = \left[-\frac{u}{2}e^{-u^2}\right]_0^D - \int_0^D e^{-u^2}du$$
$$= -\frac{\sqrt{\log\left(\frac{P}{s}\right)}}{2} \times \frac{s}{P} + \frac{1}{2}\int_0^D e^{-u^2}du.$$

L'intégrale du second membre est proportionnel à la fonction d'erreur erf :

$$\int_0^D e^{-u^2}du = \mathrm{erf}(D)\frac{\sqrt{\pi}}{2},$$

ce qui permet de réécrire I comme :

$$I = \frac{\sqrt{\pi}}{4}\mathrm{erf}\left(\sqrt{\log\left(\frac{P}{s}\right)}\right) - \frac{s}{2P}\sqrt{\log\left(\frac{P}{s}\right)}.$$

On peut alors revenir sur I_4 :

$$\frac{I_4}{2\left(2\sigma^2\right)^{5/2}} = -\frac{1}{2}\left(\log\left(\frac{P}{s}\right)\right)^{3/2}\frac{s}{P} + \frac{3}{2}\frac{\sqrt{\pi}}{4}\mathrm{erf}\left(\sqrt{\log\left(\frac{P}{s}\right)}\right)\frac{3s}{4P}\sqrt{\log\left(\frac{P}{s}\right)},$$

en simplifiant et en factorisant, I_4 peut se réécrire comme :

$$\frac{I_4}{\left(2\sigma^2\right)^{5/2}} = \frac{3\sqrt{\pi}}{4}\mathrm{erf}\left(\sqrt{\log\left(\frac{P}{s}\right)}\right) - \frac{s}{P}\sqrt{\log\left(\frac{P}{s}\right)}\left(\log\left(\frac{P}{s}\right) + \frac{3}{2}\right).$$

Le calcul M_4 peut alors être achevé :

$$M_4 = \frac{I_4}{PN} = \frac{I_4}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}$$
$$= \frac{\left(2\sigma^2\right)^{5/2}}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}\left[\frac{3\sqrt{\pi}}{4}\mathrm{erf}\left(\sqrt{\log\left(\frac{P}{s}\right)}\right) - \frac{s}{P}\sqrt{\log\left(\frac{P}{s}\right)}\left(\log\left(\frac{P}{s}\right) + \frac{3}{2}\right)\right]$$
$$= \frac{\left(2\sigma^2\right)^2}{\sqrt{\pi}}\left[\frac{3\sqrt{\pi}}{4}\mathrm{erf}\left(\sqrt{\log\left(\frac{P}{s}\right)}\right) - \frac{s}{P}\sqrt{\log\left(\frac{P}{s}\right)}\left(\log\left(\frac{P}{s}\right) + \frac{3}{2}\right)\right].$$

De là, le coefficient d'aplatissement B_2 peut être évalué : $B_2 = M_4/\sigma^4$

$$B_2 = \frac{4}{\sqrt{\pi}}\left[\frac{3\sqrt{\pi}}{4}\mathrm{erf}\left(\sqrt{\log\left(\frac{P}{s}\right)}\right) - \frac{s}{P}\sqrt{\log\left(\frac{P}{s}\right)}\left(\log\left(\frac{P}{s}\right) + \frac{3}{2}\right)\right]. \qquad (5.11)$$

5.2.2.2 Performance sur une distribution gaussienne unimodale

Le logiciel ROSTAT permettant de caractériser une distribution unidimensionnelle et de déterminer sa normalité, son utilisation doit être validée dans le cas d'un échantillon de points distribués selon une loi gaussienne unimodale. De nombreuses études ont utilisées ROSTAT (Maurogordato et al., 2000; Yang et al., 2004). De

nouveaux tests ont été réalisés ici afin d'être en accord avec les nombres de points utilisés dans cette étude.

Le test consiste donc ici à vérifier les performances de ROSTAT sur un échantillon de points distribués selon une loi gaussienne. Pour cela, les points générés pour les tests d'EMMIX sur une distribution gaussienne unimodale ont été réutilisés (voir section 5.2.1.1 pour un description des échantillons de points générés). La figure 5.12 présente les valeurs moyennes mesurées pour la moyenne (à gauche) et pour l'écart-type (à droite).

L'influence de la troncature de l'intervalle est corrigée par le facteur correctif $B_{2,cor}$ (équation 5.11). La figure 5.16 représente l'évolution des coefficients d'asymétrie B_1 et d'aplatissement B_2 en fonction du nombre de points N en rouge. La valeur théorique attendue dans l'intervalle $\pm\Delta v$ est représentée en vert. Une première observation des courbes permet de vérifier le comportement de ces indicateurs en fonction du nombre de points N. Le coefficient d'asymétrie B_1 ne dépend pas du nombre de points tandis que le coefficient d'aplatissement B_2 converge vers la valeur théorique quand le nombre de points N augmente. Ces résultats étaient attendus pour les raison suivantes.

Concernant le coefficient d'asymétrie B_1, deux raisons expliquent son indépendance par rapport au nombre de points. La loi gaussienne est une distribution symétrique et l'intervalle considéré est symétrique. Les valeurs mesurées du coefficient d'asymétrie B_1 non nulles sont alors issues du bruit de Poisson.

Pour le coefficient d'aplatissement B_2, le comportement est different. En effet, le coefficient d'aplatissement correspond à l'intégrale de la fonction $f(x) = x^4 g(x)$. La fonction f est symétrique, il n'y a donc pas de compensation entre les ailes de la

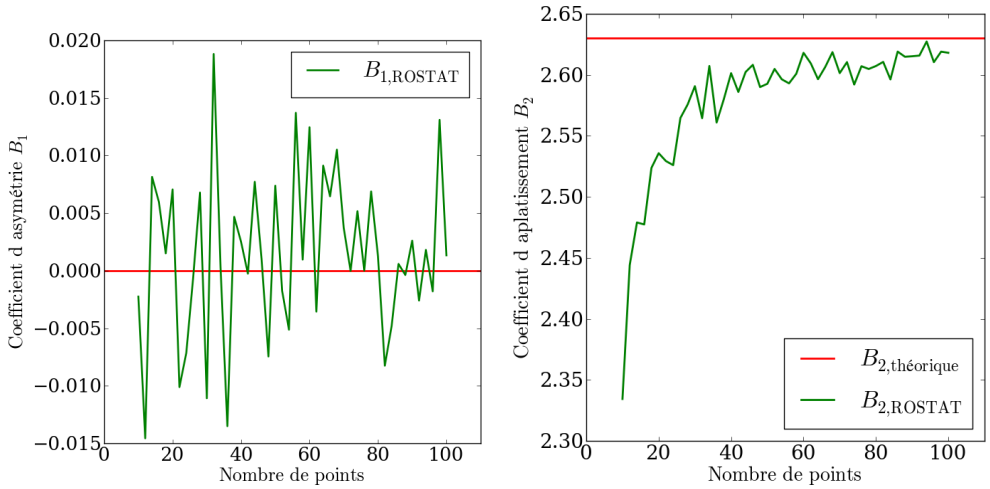


FIGURE 5.16 – Évolution des coefficients d'asymétrie B_1 et d'aplatissement B_2 calculés par ROSTAT en rouge en fonction du nombre de points N. La valeur théorique attendue pour une distribution gaussienne dans l'intervalle $\pm\Delta v$ est représentée en vert.

fonction et le calcul du coefficient d'aplatissement dépend de la troncature effectuée. Le calcul de la correction du coefficient d'aplatissement en fonction de la troncature est développé dans la section 5.2.2.1. Concernant l'influence du nombre de points utilisés pour le calcul, comme les valeurs éloignées de la moyenne contribuent fortement au coefficient d'asymétrie et comme ses valeurs sont rarement obtenues pour une distribution gaussienne, alors le nombre de points influence la valeur mesurée du coefficient d'aplatissement. En effet, dans un échantillon contenant peu de points, les valeurs générées seront en général toutes proches de la moyenne et leur contribution au coefficient d'aplatissement sera donc faible, ce qui induit une sous-estimation du coefficient d'aplatissement. Par contre, si le nombre de points générés est important, leur faible contribution vont s'ajouter et permettre au coefficient d'aplatissemenet de converger vers la valeur théorique.

Comme attendu de l'estimateur du coefficient d'asymétrie B_1 de ROSTAT (voir section 5.2.2.1), l'erreur commise est faible, de l'ordre de 1%. De même, l'erreur commise sur le coefficient d'aplatissement B_2 est faible : 30 points sont suffisants à ROSTAT pour commettre une erreur inférieure à 3%.

5.3 Caractérisation des cartes en densité

Cette section traite de la caractérisation des cartes en densité, fonction de distribution à deux dimensions. Une fois les cartes en densité construites par le logiciel *wdensity*, les structures significatives peuvent y être détectées. Par construction, les cartes en densité ne contiennent que les structures significatives (voir sections 5.1.1 et 5.1.3.1). De plus les cartes en densité ne sont pas des images astronomiques standards : le fond est nul et tous les pixels sont significatifs à au moins 2.5σ (voir sections 5.1.1 et 5.1.3.1). Cette particularité empêche d'utiliser les outils standards d'analyse d'images astronomiques et la méthode d'analyse de ces cartes est présentée ici. La méthode de détection et de séparation des surdensités est d'abord présentée puis leur caractérisation est abordée.

5.3.1 Détection et séparation des surdensités

La méthode de détection des surdensités consiste à relier tous les pixels contigus et au-dessus du seuil de détection noté ici s_m.

L'algorithme de détection cherche à connecter les pixels au-dessus de ce seuil. Une région de pixels connectés au-dessus du seuil est appelé un *domaine*. L'algorithme passe en revue tous les pixels ligne par ligne, et dans chaque ligne pixel par pixel. Soient i l'indice de la ligne et j l'indice du pixel sur la ligne. Pour le pixel (i, j), l'algorithme vérifie si ce pixel est au-dessus du seuil. Si le pixel n'est pas au-dessus du seuil, il est abandonné. Si le pixel est au-dessus du seuil alors il est conservé et l'algorithme vérifie si le pixel précédent sur la même ligne $(i, j-1)$ et le même pixel sur la ligne précédente $(i-1, j)$ n'appartiennent pas déjà à un domaine. Quatre cas sont alors à envisager :

1. ces deux pixels appartiennent à un même domaine préexistant identique D : le pixel (i, j) est alors rattaché au domaine D ;
2. ces deux pixels appartiennent à deux domaines D_1 et D_2 différents : le pixel (i, j) connecte donc les deux domaines D_1 et D_2 qui sont alors fusionnés pour ne donner qu'un seul domaine D ;
3. seul l'un des deux pixels appartient à un domaine : le pixel (i, j) est rattaché à ce domaine ;
4. aucun des deux pixels n'appartient à un domaine : un nouveau domaine est créé, contenant le pixel (i, j).

De cette manière tous les pixels contigus et au-dessus du seuil sont connectés en lisant la carte une seule fois, ce qui assure la rapidité de l'algorithme. Une fois tous les domaines connus, par souci d'échantillonnage des surdensités, seuls les domaines ayant au moins cinq pixels sont conservés. Pour chaque domaine, en plus de la liste de pixels appartenant au domaine, l'algorithme sort les paramètres suivants : le nombre de maxima locaux, le flux, l'aire, les coordonnées extrémales et le seuil de détection. Le flux d'un domaine correspond à la somme des intensités des pixels. Ici, il s'agit de cartes en densité, donc ce flux représente la richesse du domaine. Les coordonnées extrémales permettent de définir le rectangle minimal entourant le domaine.

À ce stade de la détection, l'algorithme fournit une liste de domaines avec leurs pixels mais ne sépare pas les structures mélangées. La séparation des structures est ici basée sur les maxima locaux : à chaque domaine doit correspondre un seul maximum local. La première chose que fait l'algorithme avant de séparer les structures est d'identifier les domaines à plusieurs maxima locaux. Si un domaine ne contient qu'un seul maximum local, alors il est conservé tel quel. Par contre, si un domaine a N maxima locaux, l'algorithme va chercher à le découper en N domaines par itération de la manière suivante. Pour se concentrer sur le domaine d'intérêt, une mini-carte est extraite : il s'agit de la carte en densité restreinte au rectangle minimal entourant le domaine. L'algorithme va alors travailler sur cette mini-carte par itération sur le seuil de détection : le seuil est augmenté jusqu'à couper le domaine en au moins deux domaines distincts. Dès qu'un domaine ne contient qu'un seul maximum local, ses pixels sont sauvegardés avec ses paramètres (son nombre de maxima locaux, son flux, son aire, et ses coordonnées extrémales) ainsi qu'avec le seuil de détection utilisé. De cette manière, le catalogue final des domaines contient autant de domaines que de maxima locaux dans la carte.

5.3.2 Détermination des centres et des moments centrés d'ordre 2 des surdensités

Les paramètres permettant de caractériser les surdensités sont de deux sortes : les paramètres scalaires et les profilsDans cette section sont décrits les paramètres scalaires et dans la section suivante sont décrits les profils.

Lors de la boucle sur les pixels et leur attribution à un domaine, l'algorithme calcule également les paramètres qui vont décrire les surdensités. En plus du nombre de maxima locaux n_{max}, du flux $SFPix$, de l'aire $iAire$, des coordonnées extrémales $(x_{min}, x_{max}, y_{min}, y_{max})$ et du seuil de détection s_{detec}, les paramètres calculés pour chaque surdensité sont :

- les coordonnées du barycentre (α_b, δ_b) ;
- la position (α_p, δ_p) et la densité $P_{barymax}$ du maximum ;
- les paramètres de forme qui permettent d'ajuster la surdensité par une ellipse : le demi-grand axe a, le demi-petit axe b et l'angle d'orientation θ.

Les paramètres de l'ellipse correspondent alors aux moments d'ordre 2 tournés de l'angle θ maximisant le moment centré $\langle x^2 \rangle$. Ils sont donc calculés à partir des moments centrés d'ordre 2 dans le repère (x, y) de la carte :

$$\langle x^2 \rangle = \frac{1}{SFPix} \sum_{i=1}^{N} P_i \left(x_i - x_b\right)^2 ,$$

$$\langle y^2 \rangle = \frac{1}{SFPix} \sum_{i=1}^{N} P_i \left(y_i - y_b\right)^2 ,$$

$$\langle xy \rangle = \frac{1}{SFPix} \sum_{i=1}^{N} P_i \left(x_i - x_b\right)\left(y_i - y_b\right) ,$$

où (x_i, y_i) sont les coordonnées du pixel i et P_i son intensité. Dans le repère tourné d'un angle ϕ, les moments centrés s'écrivent :

$$\langle x_\phi^2 \rangle = \cos^2\phi \langle x^2 \rangle + 2\cos\phi\sin\phi\langle xy \rangle + \sin^2\phi\langle y^2 \rangle, \tag{5.12}$$

$$\langle y_\phi^2 \rangle = \sin^2\phi \langle x^2 \rangle - 2\cos\phi\sin\phi\langle xy \rangle + \cos^2\phi\langle y^2 \rangle, \tag{5.13}$$

$$\langle xy_\phi \rangle = \sin\phi\cos\phi\left(\langle y^2 \rangle - \langle x^2 \rangle\right) + \left(\cos^2\phi - \sin^2\phi\right)\langle xy \rangle.$$

L'angle d'orientation de l'ellipse θ est alors déterminé en maximisant $\langle x_\phi^2 \rangle$, c'est-à-dire en annulant sa dérivée :

$$\left.\frac{\partial \langle x_\phi^2 \rangle}{\partial \phi}\right|_{\phi=\theta} = 0.$$

$$\Leftrightarrow -2\cos\theta\sin\theta\langle x^2 \rangle + 2\sin\theta\cos\theta\langle y^2 \rangle + 2\left(\cos^2\theta - \sin^2\theta\right)\langle xy \rangle = 0$$

$$\Leftrightarrow \left(-\langle x^2 \rangle + \langle y^2 \rangle\right)\cos\theta\sin\theta + \left(\cos^2\theta - \sin^2\theta\right)\langle xy \rangle = 0$$

$$\Leftrightarrow \cos\theta\sin\theta\left(\langle y^2 \rangle - \langle x^2 \rangle\right) = \left(\cos^2\theta - \sin^2\theta\right)\langle xy \rangle$$

$$\Leftrightarrow \frac{\cos\theta\sin\theta}{\sin^2\theta - \cos^2\theta} = \frac{\langle xy \rangle}{\langle y^2 \rangle - \langle x^2 \rangle}.$$

Or $\sin(2\theta) = 2\cos\theta\sin\theta$ et $\cos(2\theta) = \cos^2\theta - \sin^2\theta$. Il vient donc :

$$-\frac{1}{2}\tan(2\theta) = \frac{\langle xy \rangle}{\langle y^2 \rangle - \langle x^2 \rangle},$$

ce qui donne pour θ l'équation suivante :

$$\theta = \frac{1}{2} \arctan \left(\frac{2\langle xy \rangle}{\langle x^2 \rangle - \langle y^2 \rangle} \right). \tag{5.14}$$

Il reste alors à calculer les paramètres de l'ellipse a et b ajustant la surdensité : il s'agit des moments centrés d'ordre 2 calculés après rotation de l'angle θ (équations 5.12 et 5.13).

Le calcul des moments centrés d'ordre 2 s'effectue en utilisant les pixels d'un domaine. Or les domaines sont déterminés par un seuillage de la carte en densité et ce seuillage est variable, selon la présence de plusieurs maxima locaux dans un seul domaine. Il en résulte que les moments centrés d'ordre 2 sont évalués en échantillonnant différentes parties de la structure en fonction du seuillage. La figure 5.17 illustre cet effet dans un cas à une dimension. La courbe bleue représente la structure à détecter et à caractériser et les lignes rouge, verte, cyan et magenta représentent différents seuillages. Selon la sélection d'une fenêtre plus ou moins grande autour du barycentre, le moment centré d'ordre 2 ne sera pas évalué de la même manière car les ailes de la distribution seront plus ou moins coupées. L'influence du seuillage sur le calcul du moment centré d'ordre 2 peut être évalué analytiquement dans le cas d'une distribution gaussienne. Soit une distribution gaussienne, de moyenne nulle et d'écart-type σ, soit P le maximum de la distribution et soit s la valeur du seuillage.

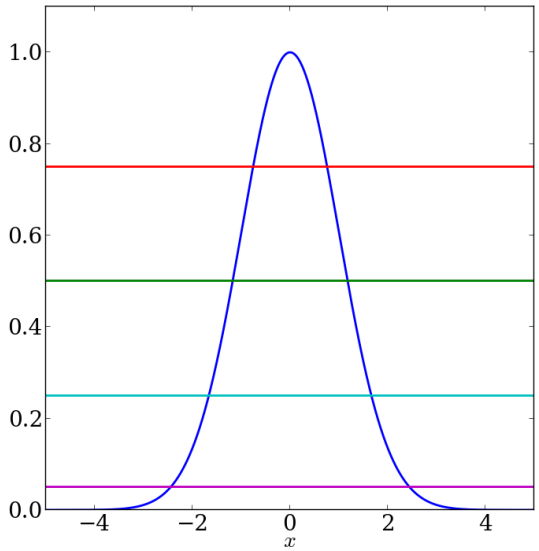


FIGURE 5.17 – Effet de différents seuils sur la partie échantillonnée d'une surdensité gaussienne (représentée en bleu). Les seuils à 75%, 50%, 25% et 5% sont représenté respectivement en rouge, vert, cyan et magenta. Plus le seuil est élevé, plus la partie échantillonnée de la surdensité est petite.

La valeur du seuillage s est obtenue à la distance d du maximum :

$$s = P \exp\left\{-\frac{d^2}{2\sigma^2}\right\},$$

ce qui permet de déduire la distance d :

$$d = \sqrt{2\sigma^2 \log(P/s)}. \tag{5.15}$$

Ainsi calculer le moment centré d'ordre 2, M^2, au-dessus du seuil s revient à le calculer dans l'intervalle $[-d, d]$:

$$M^2 = \frac{1}{N}\int_{-d}^{d} Px^2 \exp\left\{-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right\} dx,$$

où N représente le facteur de normalisation : $N = \sqrt{2\pi\sigma^2}P$. En faisant le changement de variable $u = \frac{x}{\sqrt{2}\sigma}$, M devient :

$$M^2 = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \int_{-\frac{d}{\sqrt{2}\sigma}}^{\frac{d}{\sqrt{2}\sigma}} \left(\sqrt{2}\sigma\right)^3 u^2 e^{-u^2} du = \frac{2\sigma^2}{\sqrt{\pi}} \int_{-\frac{d}{\sqrt{2}\sigma}}^{\frac{d}{\sqrt{2}\sigma}} u^2 e^{-u^2} du.$$

Or $d = \sqrt{2\sigma^2 \log(P/s)}$, donc :

$$\frac{d}{\sqrt{2}\sigma} = \frac{\sqrt{2}\sigma\sqrt{\log(P/s)}}{\sqrt{2}\sigma} = \sqrt{\log(P/s)} = A.$$

Le moment centré d'ordre 2 s'écrit donc :

$$M^2 = \sqrt{2\sigma^2}\sqrt{\pi}\int_{-A}^{A} u^2 e^{-u^2} du = \frac{4\sigma^2}{\sqrt{\pi}}\int_{0}^{A} u^2 e^{-u^2} du.$$

En intégrant par parties, il vient :

$$M^2 = \frac{4\sigma^2}{\sqrt{\pi}}\left[\left[-\frac{u}{2}e^{-u^2}\right]_0^A - \int_0^A -\frac{e^{-u^2}}{2} du\right].$$

Le second terme peut se réécrire :

$$\int_0^A \frac{e^{-u^2}}{2} du = \frac{1}{2}\int_0^A e^{-u^2} du = \frac{1}{2}\frac{\sqrt{\pi}}{2}\mathrm{erf}(A),$$

où erf est la fonction d'erreur. Ainsi le moment centré d'ordre 2 s'écrit :

$$\begin{aligned} M^2 &= \frac{4\sigma^2}{\sqrt{\pi}}\left[-\frac{A}{2}e^{-A^2} + \frac{\sqrt{\pi}}{4}\mathrm{erf}(A)\right] \\ &= \frac{2\sigma^2}{\sqrt{\pi}}\left[\frac{\sqrt{\pi}}{2}\mathrm{erf}\left(\sqrt{\log(P/s)}\right) - \frac{s}{P}\sqrt{\log(P/s)}\right]. \end{aligned}$$

Le moment centré d'ordre 2 observé M^2 et la valeur théorique σ^2 sont reliés par la relation suivante :

$$\sigma^2 = \frac{\sqrt{\pi}}{2}\left[\frac{\sqrt{\pi}}{2}\mathrm{erf}\left(\sqrt{\log\left(P/s\right)}\right) - \frac{s}{P}\sqrt{\log\left(P/s\right)}\right]^{-1} M^2. \tag{5.16}$$

Ainsi en raison de l'utilisation du seuil s, le moment centré d'ordre 2, M^2, doit être corrigé selon l'équation 5.16. En faisant l'hypothèse que l'angle d'orientation θ et l'ellipticité sont conservés quelque soit le seuil, cette correction est appliquée à toutes surdensités détectées après la séparation des structures. Toutefois, deux problèmes se posent avec ce facteur de correction. Le premier est que ce facteur de correction n'est valable que dans le cas d'une distribution gaussienne unimodale. Pour les cartes en densité, cela signifie que l'utilisation de ce facteur de correction n'est valable que quand un domaine ne présente qu'un seul maximum local au seuil de détection s_m. En effet, dans le cas d'un domaine à deux maxima locaux, le seuil va être augmenté jusqu'à séparer le domaine en deux, puis les moments centrés d'ordre 2 vont être calculés (sans correction). Or ces deux structures sont contaminées l'une par l'autre, comme l'illustre la figure 5.18. Sur cette figure sont représentées deux distributions gaussiennes à une dimension en bleu et rouge, ces deux gaussiennes ayant un recouvrement non nul, et leur somme est tracée en vert. On observe dans ce cas que les maxima locaux de la somme sont plus élevés que les maxima des gaussiennes sous-jacentes à cause de la contamination. Ainsi appliquer la formule de l'équation 5.16 n'est pas correct car les maxima locaux P sont surestimés, ce qui entraîne une surestimation des moments centrés d'ordre 2. Le second problème vient aussi de la séparation des surdensités. En augmentant la valeur du seuil, le nombre de pixels au-dessus du seuil diminue et donc le calcul des moments centrés d'ordre 2 souffre du faible échantillonnage des domaines : les effets de bord sont importants et entraînent ainsi une surestimation des moments centrés d'ordre 2.

Une fois les ellipses de chaque domaine déterminées, il est possible d'en calculer le rayon effectif R_{eff} défini comme le rayon du cercle de même surface. Le rayon effectif est alors évalué par la formule suivante :

$$R_{\mathit{eff}} = \sqrt{ab}. \tag{5.17}$$

5.3.3 Calcul des profils circulaire et elliptique et détermination de la largeur à mi-hauteur et de la richesse

Deux types de profils peuvent être réalisés autour des surdensités : le profil circulaire et le profil elliptique. Le profil circulaire est calculé à partir de la position du pic (α_p, δ_p) dans une ouverture circulaire alors que le profil elliptique est calculé à partir du barycentre dans une ouverture elliptique. Dans les deux cas, les différentes ouvertures pour le calcul du profil ont une épaisseur d'un pixel. Un problème rencontré par le calcul de profils de manière générale est les effets de bord, dus à la forme et à la taille des pixels. Les pixels sont carrés et ont une taille finie, donc sélectionner les pixels dans une ouverture, circulaire ou elliptique, implique de sélectionner des fractions de pixels. Prendre en compte des fractions de

pixels est compliqué et en pratique, ce problème est contourné en prenant des pixels plus petits et en faisant l'hypothèse que les effets de bord sont alors négligeables. Ainsi, pour le calcul des deux profils, chaque pixel est découpé en un carré de 5×5 sous-pixels dont l'intensité vaut 1/25e de l'intensité du pixel parent.

Deux différences sont à noter entre le calcul des profils circulaire et elliptique. La première est la sélection des pixels : pour le calcul du profil circulaire, tous les pixels d'une couronne sont utilisés alors que ce n'est pas le cas pour le profil elliptique. En effet, pour le profil elliptique, une réjection des pixels au-delà de 3σ de la moyenne est effectuée car de tels pixels sont probablement dus à une surdensité environnante contaminant la surdensité d'étude. Pour le profil circulaire, tous les pixels sont conservés. La seconde différence est la distance maximale à laquelle sont calculés

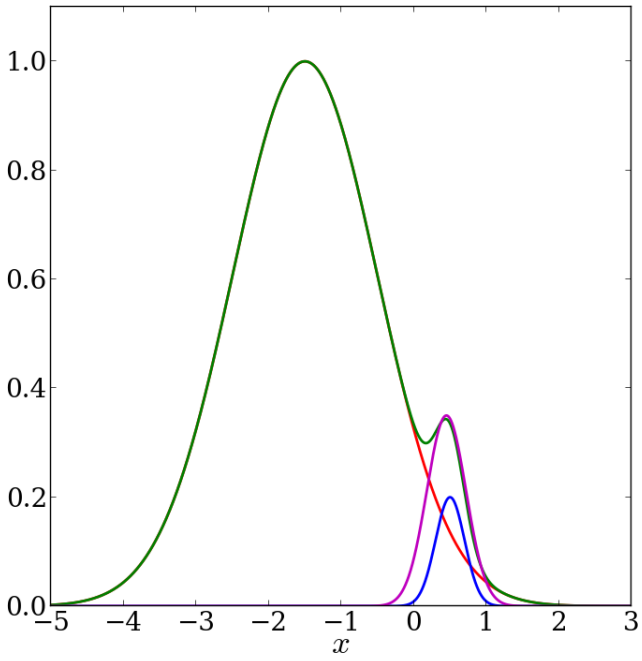


FIGURE 5.18 – Influence du mélange de deux distributions gaussiennes sur le calcul des moments. La courbe rouge représente une loi gaussienne non normalisée (son moment d'ordre 0 vaut 2.5), de moyenne $\mu_1 = -1.5$ et d'écart-type $\sigma_1 = 1$. La courbe bleue représente une loi gaussienne non normalisée (son moment d'ordre 0 vaut 0.05), de moyenne $\mu_2 = 0.5$ et d'écart-type $\sigma_2 = 0.2$. La courbe verte représente la somme des deux lois gaussiennes. La loi gaussienne bleue se trouvant dans les ailes de la rouge, la valeur du maximum observé est supérieur au maximum réel de la courbe bleue. Estimer le moment centré d'ordre 2 à partir de ce maximum conduit à une surestimation : la courbe magenta représente la loi gaussienne obtenue avec l'écart-type mesuré d'après l'algorithme. Les moments centrés d'ordre 2 des courbes bleue et magenta sont différents : celui de la courbe bleue vaut $\sigma_2 = 0.2$ alors que celui de la courbe magenta vaut 0.27.

les profils. Le profil circulaire est calculé jusqu'à une distance de 1.5 Mpc à partir du centre alors que le profil elliptique est calculé jusqu'à une ellipse homothétique de rapport 3 par rapport à l'ellipse décrivant la surdensité.

À partir du profil circulaire, la largeur à mi-hauteur FWHM (Full Width at Half Maximum) et la richesse R des amas peuvent être estimées. Le calcul de la largeur à mi-hauteur est standard, il s'agit du double de la distance à laquelle la densité est égale à la moitié de la densité centrale : $\rho\,(\mathrm{FWHM}/2) = \rho_0/2$, où ρ_0 est la densité centrale. Toutefois, comme tous les pixels sont utilisés pour le calcul du profil circulaire, les surdensités environnantes peuvent contaminer le profil. Dans ce cas, le profil n'a pas une décroissance monotone vers 0 (voir figure 5.19 pour un exemple) et il n'est pas pertinent d'aller chercher la distance à laquelle la densité devient égale à la moitié de la densité centrale. Pour remédier à ce problème, quatre autres « profils » sont calculés : dans les quatre directions cardinales depuis la position du pic. Ces profils vont servir à vérifier s'il n'y a pas de remontée de densité. S'il n'y a pas de remontée de densité, la FWHM est lue directement sur le profil. S'il y a une remontée de densité dans au moins l'une des quatre directions cardinales, cinq distances vont être déterminées : la FWHM directement à partir du profil (quelque soit sa forme) et les quatre positions des remontées (quand il n'y a pas de remontée, sa distance est placée à l'infini). La valeur de la FWHM retenue sera alors la plus petite entre ces cinq distances. Afin de contrôler où la FWHM a été évaluée, le rapport fw_level entre la densité centrale et la densité évaluée à la FWHM est calculé : $\mathrm{fw_level} = \frac{\rho_0}{\rho(\mathrm{FWHM}/2)}$. Ce rapport vaut 0.5 quand la FWHM est correctement évaluée et est supérieur à 0.5 sinon.

En connaissant le profil circulaire et la largeur à mi-hauteur FWHM des amas, leur richesse R peut être évaluée comme le flux dans une ouverture de diamètre FWHM :

$$R = \int_{r=0}^{\mathrm{FWHM}/2} \rho(r) dr. \tag{5.18}$$

Cette richesse est ensuite corrigée par le facteur correctif dépendant du nombre de points et présenté dans la section 5.1.3.2.

Les surdensités sont alors décrites par le jeu de paramètres suivant :

- le barycentre, de coordonnées (α_b, δ_b) ;
- le pic, de coordonnées (α_p, δ_p) ;
- les paramètres de l'ellipse : ses demi-grand et petit axes a et b, l'angle d'orientation θ et son rayon effectif R_{eff} ;
- la largeur à mi-hauteur FWHM et le rapport fw_level ;
- la richesse R.

5.3.4 Performance de l'algorithme de détection et de caractérisation des surdensités

L'algorithme de détection doit correctement détecter et caractériser les surdensités dans une image. Pour vérifier ses performances, des tests ont été réalisés sur

différents cas : le cas d'une image contenant une seule source gaussienne symétrique, le cas d'une gaussienne elliptique et le cas de deux sources gaussiennes mélangées.

Le premier test que doit passer l'algorithme de détection et de caractérisation des surdensités est celui d'une image contenant une source gaussienne symétrique. L'image simulée est une image de 320x320 pixels carrés contenant une source gaussienne symétrique située au centre de l'image, c'est-à-dire aux coordonnées $(160, 160)$, et d'écart-type $\sigma = 20$ pixels (voir figure 5.20). La largeur à mi-hauteur de la source vaut FWHM= 47 pixels. L'intensité au centre de la gaussienne est 1, ce qui implique que le richesse attendue, ici le flux mesuré dans la argeur à mi-hauteur, vaut $R_{théo} = \pi\sigma^2 = \simeq 1256$. Le programme de détection et de caractérisation est exécuté sur cette image avec différents seuils de pixels significatifs : de 0 à 0.9 par pas de 0.1. Quelque soit le seuil utilisé, la source est toujours détectée. Les résultats sont présentés dans la table 5.2. La colonne 1 représente le seuil de détection des pixels. Les colonnes 2 et 3 représentent la position mesurée du barycentre de la détection. Les colonnes 4 et 5 représentent le demi-grand et le demi-petit axes mesurés et la colonne 6 représente l'ange d'orientation du demi-grand axe par rapport à l'axe des x. La colonne 7 représente la largeur à mi-hauteur mesurée et la colonne 8 la richesse mesurée. Les résultats sont également représentés sur la figure 5.21. Les différentes images représentent l'image simulée par dessus laquelle est superposée

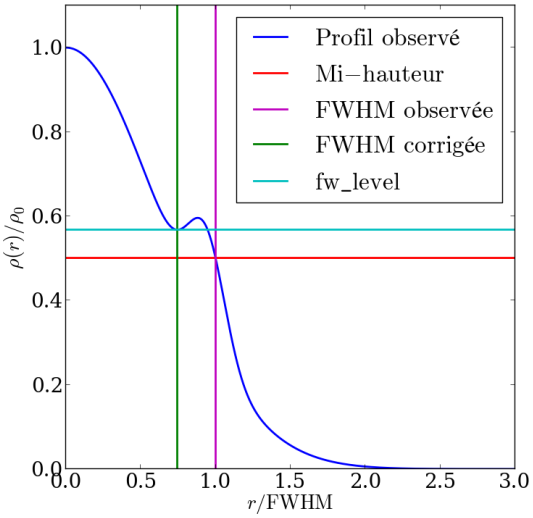


FIGURE 5.19 – Profil circulaire contaminé par une surdensité voisine. Le profil est tracé en bleu, la densité à laquelle doit être évaluée la largeur à mi-hauteur est représentée par la ligne rouge et l'estimation de la FWHM à ce niveau est représentée par la ligne magenta. La présence d'une surdensité se manifeste par la présence d'une remontée du profil. Comme cette remontée se trouve avant la FWHM, celle-ci n'est pas correctement estimée. La FWHM est alors estimée par le rayon où commence la remontée due à la surdensité voisine et est représentée en vert. Le niveau fw_level permettant de contrôler le calcul de la FWHM est représenté en cyan.

l'ellipse verte décrite par les moments a et b et par l'angle θ mesurés. Les cercles bleus représentent la mesure théorique. Tout d'abord, quelque soit le seuil utilisé, le programme retrouve toujours une source symétrique ($a = b$) auquel cas l'angle d'orientation vaut $\pm$45deg. Concernant les valeurs mesurées pour le barycentre, la largeur à mi-hauteur FWHM (à un pixel près) et la richesse R sont toujours retrouvés. Pour l'écart-type, dans le cas d'une source isolée, les effets de bord sont importants quand le seuil est élevé ce qui induit un écart-type mesuré plus grand que celui attendu (voir section 5.3.2). Mis à part cet effet à haut seuil, le programme retrouve parfaitement l'écart-type.

Le programme calcule également trois profils pour chaque détection : les profils circulaires de densité et de nombre et le profil elliptique de densité. Dans le cas d'une distribution gaussienne unimodale symétrique, le profil elliptique et le profil circulaire de densité sont égaux et donc seul le dernier est présenté ici. Le seuil de détection n'a aucune influence sur le calcul des profils, si ce n'est une troncature du profil : plus le seuil augmente, plus le nombre de pixels au-dessus du seuil diminue. Or les premiers pixels à passer sous le seuil de détection sont ceux éloignés du centre, augmenter le seuil a pour effet de couper le calcul du profil. Ainsi, les profils calculés pour les différentes valeurs du seuil sont identiques si ce n'est qu'ils sont tronqués à plus ou moins grande distance du centre. C'est pourquoi seuls les profils mesurés avec le seuil le plus bas, à 0.1, sont représentés ici. Le profil circulaire de densité est représenté en bleu et le profil théorique est représenté en rouge sur la figure 5.22. Le profil circulaire de nombre est représenté en bleu et le profil théorique est représenté en rouge sur la figure 5.23. Les profils mesurés, que ce soit en densité ou en nombre,

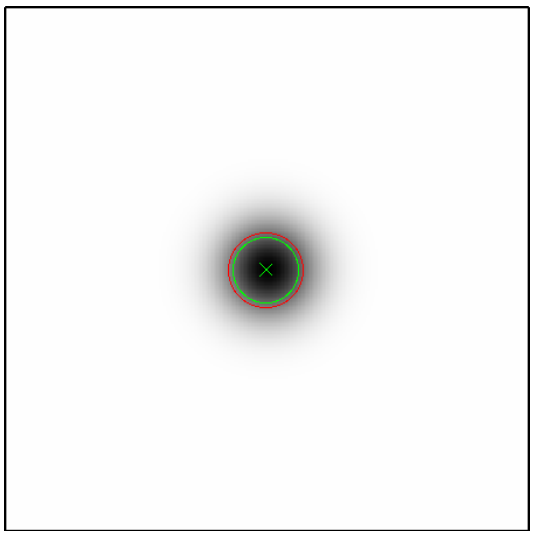


FIGURE 5.20 – Image de 320x320 pixels d'une source gaussienne symétrique d'écart-type $\sigma = 20$ pixels. Le cercle vert représente l'écart-type de la source et le rouge sa largeur à mi-hauteur.

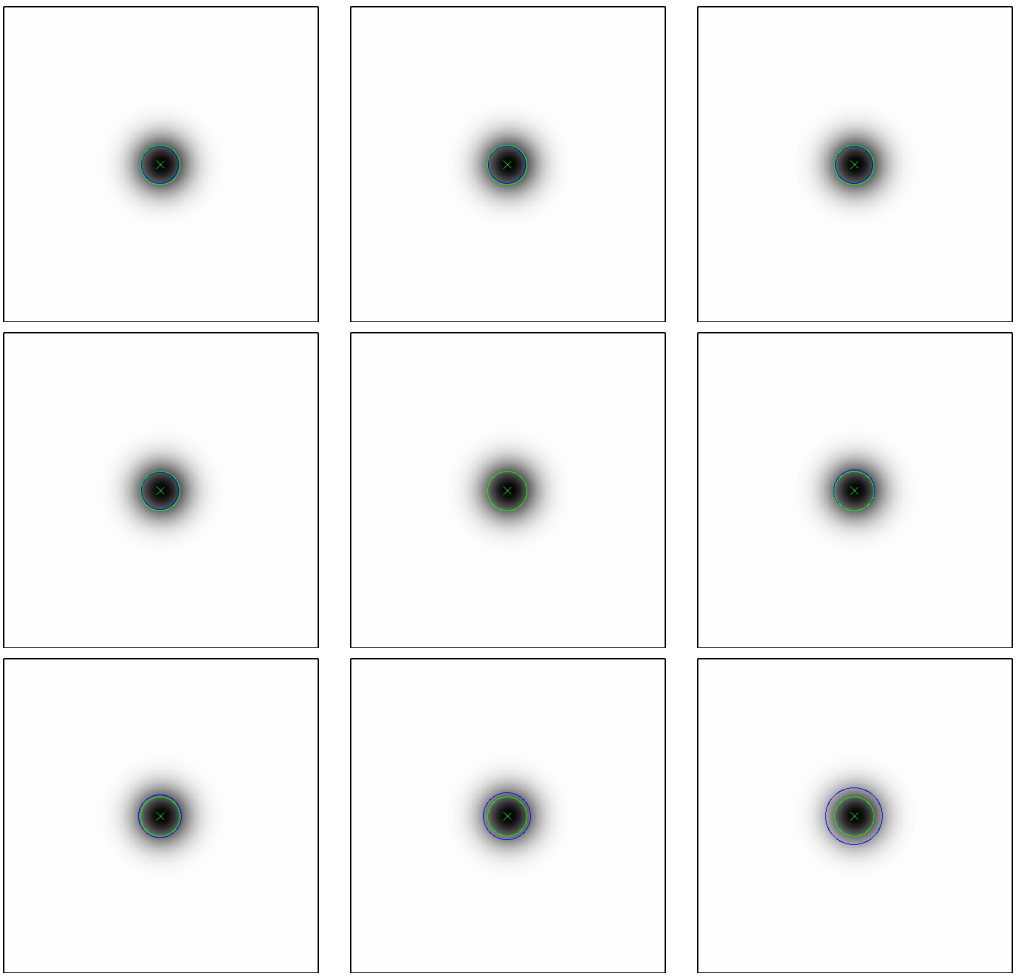


FIGURE 5.21 – Résultats de l'application du programme de détection et de caractérisation des sources dans une image astronomique sur une image contenant une seule source gaussienne symétrique située au centre de l'image et d'écart-type $\sigma = 20$ pixels. Les cercles verts représentent l'écart-type théorique et les ellipses bleues représentent les moments centrés d'ordre 2, a et b, mesurés avec l'angle d'orientation θ.

TABLE 5.2 – Résultats de l'application du programme de détection et de caractérisation des sources sur une image contenant une source gaussienne symétrique centrée en $(160, 160)$ et d'écart-type $\sigma = 20$ pixels, ce qui se traduit par une largeur à mi-hauteur FWHM= 47 pixels. Les longueurs sont en unité de pixels et les angles en degrés.

Seuil	x	y	a	b	θ	FWHM	R
0.1	160	160	19.303	19.303	-45.00	48	1291
0.2	160	160	19.307	19.307	-45.00	48	1291
0.3	160	160	19.503	19.503	45.00	48	1291
0.4	160	160	19.960	19.960	-45.00	48	1291
0.5	160	160	20.564	20.564	45.00	48	1291
0.6	160	160	21.389	21.389	-45.00	48	1291
0.7	160	160	22.587	22.586	-45.00	48	1291
0.8	160	160	24.874	24.873	-45.00	48	1291
0.9	160	160	29.078	29.077	-45.00	48	1291

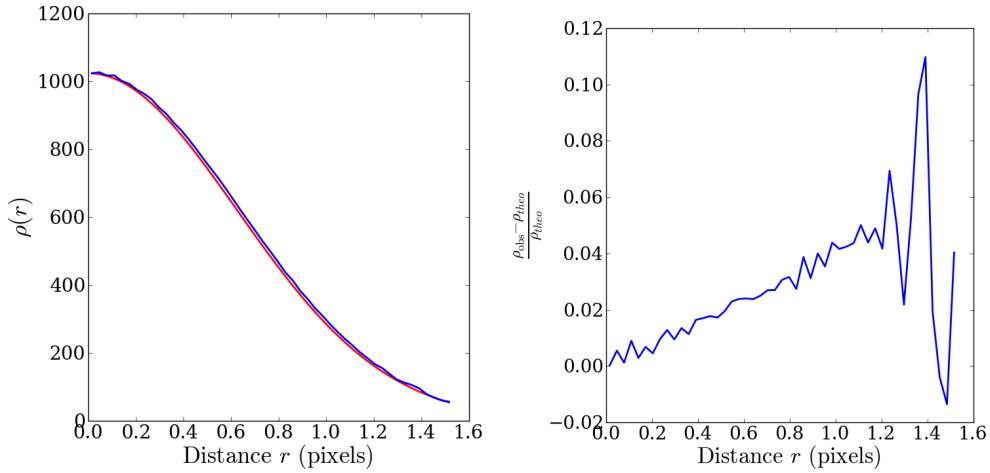


FIGURE 5.22 – *À gauche*, le profil circulaire de densité mesuré par le programme de détection et de caractérisation à partir d'une source gaussienne symétrique est représenté. Le profil théorique est tracé en rouge et le profil mesuré en bleu. *À droite* est représenté la différence relative entre le profil théorique et le profil mesuré.

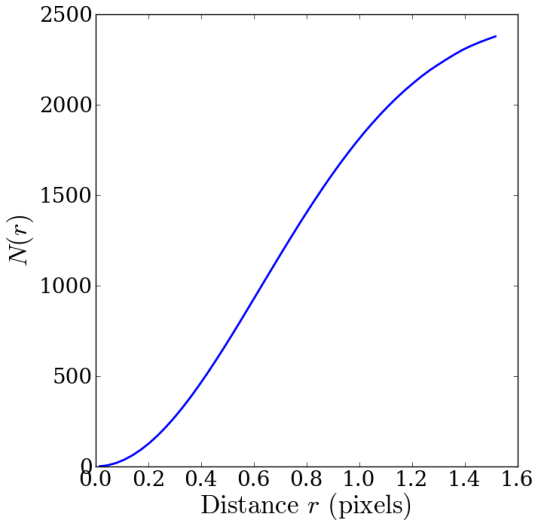


FIGURE 5.23 – Profil circulaire de nombre mesuré par le programme de détection et de caractérisation à partir d'une source gaussienne symétrique. Le profil théorique est tracé en rouge, le profil mesuré en bleu : l'accord entre les deux ne permet pas de distinguer de différence significative.

sont en parfait accord avec le profil théorique.

Le second cas sur lequel le programme est testé est celui d'une image contenant une source gaussienne elliptique. Une image de 320x320 pixels est simulée contenant la source gaussienne elliptique en son centre $(160, 160)$ et ayant pour demi-grand et demi-petit axes respectivement $a = 50$ et $b = 30$ et pour angle d'orientation $\theta =$ 45deg. Le programme est exécuté avec les mêmes seuils que pour le cas précédent. Quelque soit le seuil, la source est toujours détectée. Les résultats de l'application du programme avec les différents seuils sont présentés dans la table 5.3. La colonne 1 représente le seuil utilisé. Les colonnes 2 et 3 représentent la position mesurée du barycentre. Les colonnes 4 et 5 représentent la mesure des demi-grand et demi-petit axes a et b et la colonne 6 représente l'angle d'orientation mesuré θ. Les résultats sont similaires à ceux obtenus pour une distribution gaussienne unimodale symétrique. Tout comme la symétrie était retrouvée, l'ellipticité théorique est retrouvée. La source est retrouvée avec très peu d'erreur (moins de 1% sur tous les paramètres) pour les seuils inférieurs à 60% (inclus) et l'erreur augmente à partir du seuil de 70%.

Le troisième test que doit passer le programme est celui du mélange de sources. Pour cela une image contenant trois sources identiques est simulée. Les trois sources sont gaussiennes, d'intensité centrale 1 et d'écart-type $\sigma = 20$ pixels. Leurs positions sont : $(100, 100)$, $(150, 150)$ et $(185, 185)$ (voir figure 5.24). La troisième source est une source de contrôle afin de vérifier que le programme peut déteter et caractériser en même temps deux sources mélangées et une source isolée. Le seuil utilisé vaut $s = 0.7$. Les résutats sont présentés sur la figure 5.25. Le programme

TABLE 5.3 – Résultats de l'application du programme de détection et de caractérisation des sources sur une image contenant une source gaussienne elliptique centrée en $(160, 160)$, de demi-grand axe $a = 50$ pixels, de demi-petit axe $b = 30$ pixels et d'angle d'orientation $\theta = 45$deg. Les longueurs sont en unité de pixels et les angles en degrés.

Seuil	x	y	a	b	θ
0.1	160	160	48.318	28.984	-45.00
0.2	160	160	48.239	28.973	-45.00
0.3	160	160	48.770	29.270	-45.00
0.4	160	160	49.792	29.904	-45.00
0.5	160	160	51.353	30.751	-45.00
0.6	160	160	53.541	32.072	-45.00
0.7	160	160	56.772	34.067	-45.00
0.8	160	160	62.236	37.331	-45.00
0.9	160	160	72.603	44.165	-45.00

détecte trois sources. La source de contrôle est correctement caractérisée avec les mêmes paramètres que ceux mesurés dans le cas d'une source gaussienne symétrique. Concernant les deux autres sources, le mélange a pour effet d'introduire de l'ellipticité, ce qui est d'ailleurs visible sur le contour vert de la figure 5.24. De plus, le mélange entraîne également le déplacement des barycentres des sources : les barycentres se sont déplacés sur l'axe de mélange en se rapprochant. Les paramètres mesurés pour ces deux sources sont les mêmes, excepté leur barycentre.

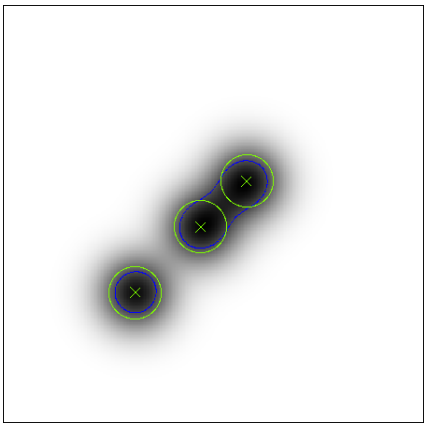


FIGURE 5.24 – Image simulée contenant trois sources gaussiennes identiques. L'intensité centrale des gaussiennes vaut 1 et leur écart-type vaut $\sigma = 20$ pixels. Les cercles verts représentent l'écart-type théorique et les contours bleus représentent le niveau à 0.7.

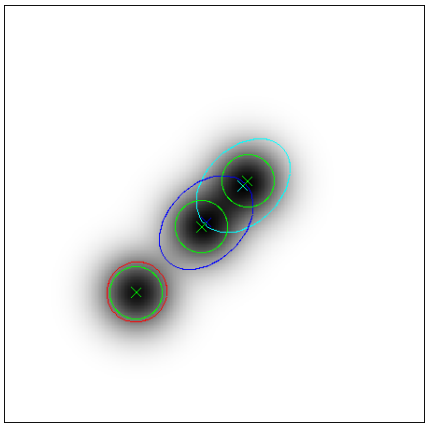


FIGURE 5.25 – Résultats de l'application du programme de détection et de caractérisation sur une image simulée contenant trois sources gaussiennes identiques. L'intensité centrale des gaussiennes vaut 1 et leur écart-type, représenté par les cercles bleus, vaut $\sigma = 20$ pixels. Les ellipses obtenues par le programme sont représentées en rouge, bleu et cyan.

Chapitre 6

Description de la construction de l'échantillon d'amas d'analyse

Ce chapitre décrit la manière dont est construit l'échantillon d'amas utilisé dans ce mémoire et auquel sera appliquée la méthode de caractérisation et la classification morphologiques.

La première section de ce chapitre vise à présenter la construction des principaux catalogues d'amas de l'univers proche à partir des grands relevés. Après avoir décrit les échantillons d'amas dans le cas général, l'échantillon d'amas utilisé dans ce mémoire est présenté. Enfin, la dernière section se concentre sur la préparation du catalogue d'amas et du catalogue de galaxies en vue de l'application de la méthode de caractérisation morphologique et de la classification morphologique.

Pour plus de clarté, seules les premières lignes des tables sont présentées dans ce chapitre. Les tables complètes se trouvent dans l'annexe B.

6.1 Les catalogues d'amas de l'univers proche

La détection automatique d'amas est un enjeu majeur de l'astrophysique extragalactique depuis la numérisation des plaques photographiques dans les années 80. Avant de présenter différents algorithmes de détection, les principaux relevés de galaxies auxquels ils sont appliqués sont décrits.

6.1.1 Les grands relevés du ciel

Dans le cadre de la détection d'amas de l'univers proche, des relevés étendus du ciel sont nécessaires car les amas proches sont rares. Les premières observations du ciel furent réalisées à l'œil nu puis à l'aide des plaques photographiques. À partir de ces dernières il a été possible de réaliser les premiers catalogues d'amas par inspection visuelle des plaques (par exemple Abell, 1958). Il aura fallu attendre les années 70-80 et les premières machines permettant la numérisation des plaques photographiques pour que des méthodes automatisées de détection d'amas puissent être développés.

6.1.1.1 Les premiers relevés digitaux du ciel COSMOS et APM

La première numérisation d'envergure de plaques photographiques a été effectuée par la machine COSMOS (MacGillivray et al., 1976). Son principal objectif était de distinguer de manière automatique les étoiles des galaxies. Puis, la machine APM (pour Automatic Plate Measuring) a permis de réaliser le catalogue éponyme (Maddox et al., 1990). Pour ce catalogue, environ 150 millions d'images ont été numérisées pour une couverture totale d'environ 1500 $\deg^2$. Toutefois, la numérisation des plaques photographiques est un processus long : la numérisation d'une plaque numérisée par l'APM avec une résolution angulaire de $0.5''$ dure environ 4 h. De plus, l'apparition des photomètres puis des CCD dans les années 80 vont révolutionner la réalisation des grands relevés : les images acquises par les nouveaux capteurs sont de meilleure qualité (meilleure résolution et meilleure sensibilité), sont directement digitalisées et couvrent des champs plus grands.

6.1.1.2 Le 2dFGRS

L'un des premiers grands relevés à bénéficier de cette avancée est le 2dFGRS (Two degree Field Galaxy Redshift Survey Colless, 1999). Il s'agit du suivi spectroscopique d'environ 250000 objets observés par APM jusqu'à la magnitude $b_J = 19.45$. Ce relevé a utilisé un spectrographe multi-objets permettant de mesurer environ 400 spectres simultanément. Le nom de ce relevé vient du fait que le champ de vue du télescope utilisé mesure environ 2 $\deg^2$. Ce relevé a notamment permis de confirmer la structure filamentaire de la distribution des galaxies à grande échelle (voir figure 6.1) mise en évidence par les précédents catalogues de taille plus modeste (CfA, SSRS, etc.).

6.1.1.3 Le SDSS

Le Sloan Digital Sky Survey (ci-après SDSS, York et al., 2000) est un relevé du ciel photométrique et spectroscopique dont l'objectif est d'observer environ 25%

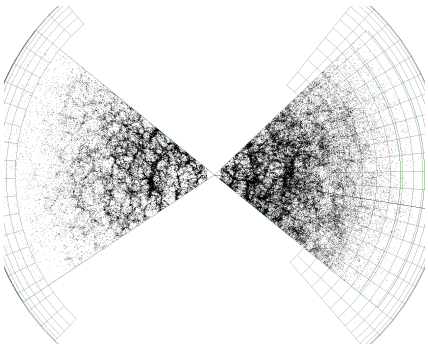


FIGURE 6.1 – Distribution filamenteuse de la matière ordinaire observée par le 2dFGRS (Colless, 1999).

du ciel au-dessus de 30° de latitude galactique (voir la figure 6.2). Il s'agit d'un programme d'observation du ciel avec un télescope de 2.5 m situé à l'observatoire d'Apache Point à Sunspot, Nouveau Mexique, Etats-Unis. La caméra CCD utilisée possède 120 millions de pixels et a un champ de vue de 1.5 $\deg^2$.

La partie photométrique du SDSS comprend les observations du ciel dans cinq bandes (u', g', r', i' et z') représentées sur la figure 6.3. Le relevé photométrique est complet jusqu'à la magnitude 23.3 en bande g' et comprend environ 500 millions d'objets avec une précision astrométrique de 150mas (York et al., 2000). Un spectrographe multi-objet installé sur le télescope a permis la mesure simultanée de 640

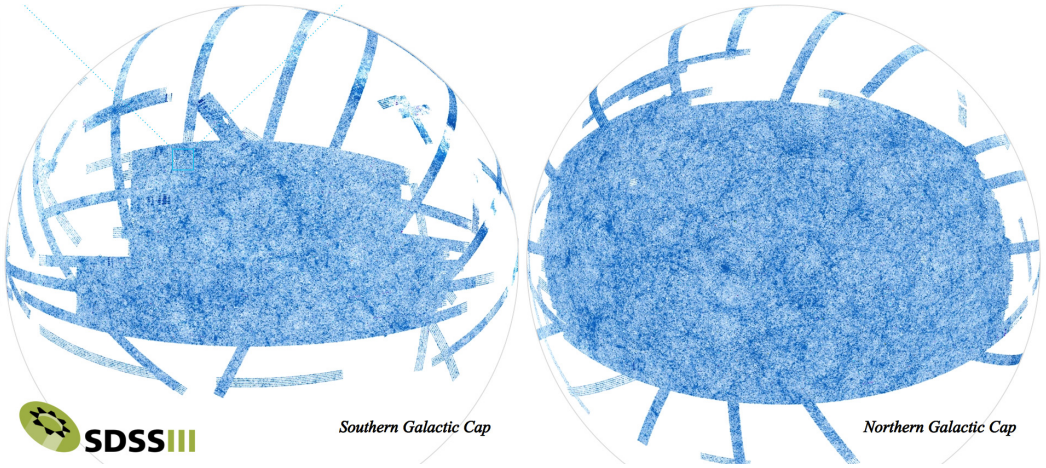


FIGURE 6.2 – Couverture finale du SDSS.

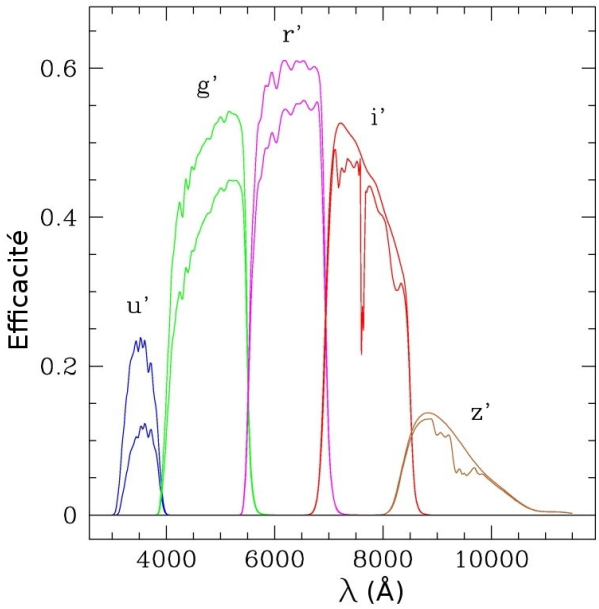


FIGURE 6.3 – Bandes photométriques du SDSS (Fukugita et al., 1996; Gunn et al., 1998).

spectres avec une résolution spectrale de 1800 couvrant un domaine de longueur d'onde entre 3800 et 9200 Å. Deux échantillons de galaxies ont été sélectionnés pour mesurer leur spectre. Le premier échantillon contient toutes les galaxies qui satisfont l'une des deux propriétés suivantes :

- la magnitude de Petrosian (1976) r'_P est plus grande que 17.77 ;
- la brillance de surface dans le rayon de demi-lumière est plus grande que $24\,\mathrm{mag.arcsec}^{-2}$.

Cet échantillon contient environ 9×10^5 galaxies. Le second échantillon ne contient que des galaxies avec une couleur très rouge et une haute métallicité, propriétés caractéristiques de la galaxie la plus brillante d'amas (Brightest Galaxy Cluster, BCG) ou des galaxies rouges brillantes (Bright Red Galaxy, BRG). Pour ces galaxies, le redshift peut être mesuré avec précision jusqu'à la magnitude $r' = 19.5$ en faisant des hypothèses sur leur spectre. Ce second échantillon contient environ 10^5 galaxies, ce qui fait un total pour les deux échantillons d'environ un million de spectres de galaxies.

Des versions successives du relevé ont été délivrées et publiées au fur et à mesure avec pour chaque nouvelle version une couverture photométrique et/ou spectroscopique plus grande. Actuellement, le SDSS en est à sa dixième version (Ahn et al., 2014) et les deux dernières versions seront rendues publiques en décembre 2014.

La photométrie en cinq bandes du SDSS permet l'estimation de redshifts photométriques. En outre, ceux-ci peuvent être calibrés grâce à l'échantillon spectroscopique, ce qui permet d'améliorer leur précision. Deux méthodes de calcul des redshifts photométriques ont été développées et leur application est présentée dans la figure 6.4 : sur la figure de gauche, le calcul des redshifts photométriques est basé sur la méthode des réseaux de neurones (Oyaizu et al., 2008) et est appliqué à la sixième Data Release (Adelman-McCarthy et al., 2008) ; sur la figure de droite il est basé sur une méthode hybride de Csabai et al. (2003) et est appliqué à la septième Data Release (Abazajian et al., 2009). La comparaison des deux méthodes met en évidence la plus grande précision de la seconde : la dispersion est plus faible (elle est passée d'une *rms* de 0.044 à 0.027 Abazajian et al., 2009) et les redshifts catastrophiques moins nombreux, notamment à bas redshifts.

6.1.2 Les algorithmes de détection d'amas

Avec l'avènement des grands relevés du ciel, il a été nécessaire de développer de nouvelles stratégies de détection des amas pour deux raisons. La première est la grande quantité de données qui ont rendu obligatoire une approche automatique de la détection. La seconde est la qualité des données qui a nécessité le développement d'algorithmes plus performants, prenant notamment en compte les effets de projection. Trois algorithmes de détection automatique d'amas particulièrement utilisés sont décrits dans cette section : la méthode des matched filters, la méthode maxBCG et la méthode du C4.

6.1.2.1 La méthode des matched filters

La méthode des « matched filters » (MF ci-après) a été développée par Postman et al. (1996) et elle est basée sur un calcul de vraisemblance des amas dans un relevé optique. Elle peut se résumer de la manière suivante. Le relevé de galaxies est convolué avec une série de filtres basés sur certaines propriétés des amas. En général, deux ou trois filtres sont utilisés : un profil radial de la distribution des galaxies, une fonction de luminosité des galaxies et l'information du redshift (si disponible). Une fois ces profils choisis, la convolution avec le relevé est faite pour obtenir la carte de vraisemblance des amas. Les pics de la carte correspondent à la position des amas potentiels. Ensuite, la détection des amas se fait par un procédé itératif. Tout d'abord pour le pic correspondant au maximum de vraisemblance, la fonction de vraisemblance est évaluée à la position de chaque galaxie le composant et la galaxie la maximisant définit le centre de l'amas. Les galaxies du pic sont retirées et l'algorithme passe au deuxième pic et ainsi de suite. En même temps que les candidats amas sont détectés, leurs propriétés et les caractéristiques associées aux profils utilisés sont évaluées avec la probabilité de détection : position, différents rayons, richesse et redshift. Une fois ce catalogue d'amas candidats établi, les détections multiples sont retirées. Enfin, un seuillage est appliqué pour ne garder que les amas dont la probabilité de détection est suffisante.

Cette méthode des MF a été raffinée en « adaptive matched filters » (ci-après AMF) par Kepner et al. (1999). La différence avec les MF classiques vient de la fonction de vraisemblance utilisée : les MF classiques font l'hypothèse d'un grand nombre de galaxies dans les amas, donc que la distribution poissonnienne des ga-

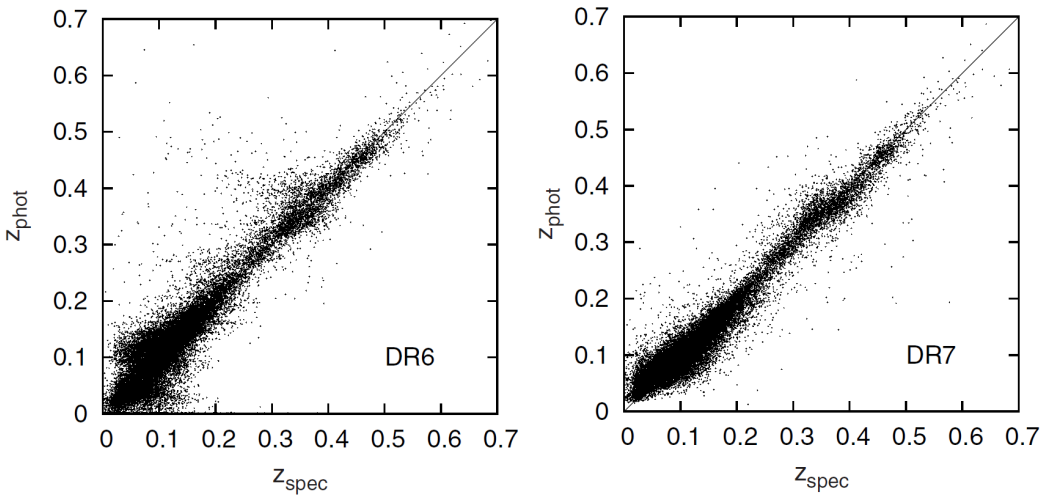


FIGURE 6.4 – Calibration des redshifts photométriques du SDSS. *A gauche*, le redshift photométrique calculé par la méthode d'Oyaizu et al. (2008) et appliqué à la sixième version. *A droite*, le redshift photométrique calculé par la méthode de Csabai et al. (2003) et appliqué à la septième version.

laxies peut être approximée par une gaussienne. Pour les AMF, si cette fonction de vraisemblance est bien utilisée, une seconde l'est également mais sans faire l'hypothèse du grand nombre de galaxies, c'est-à-dire en conservant une loi de Poisson. Ainsi les AMF utilisent deux fonctions de vraisemblance : la première pour détecter les amas et la seconde pour affiner leur détection et l'évaluation de leurs paramètres. Cette amélioration a un coût en temps de calcul non négligeable puisqu'il y a environ un facteur 10 entre les deux.

Un inconvénient de ce type de méthode est de se baser sur des propriétés particulières des amas : le choix des profils. En effet, l'utilisateur détermine quels profils de distribution de galaxies et quelle fonction de luminosité il va utiliser. Ainsi, les amas présentant ces propriétés particulières vont être correctement détectés mais les autres seront, en moyenne, moins bien détectés. De plus, il repose sur l'hypothèse de symétrie sphérique des amas alors qu'une fraction non négligeable est elliptique (Kolokotronis et al., 2001).

Ce type de méthodes a été utilisé par différents auteurs, dont un résumé non exhaustif est présenté ici. Kim et al. (2002) ont comparé l'efficacité des MF classiques et adaptive sur les simulations du SDSS. Ils ont trouvé que la méthode des MF permet de mieux détecter les amas alors que les AMF évaluent mieux leurs propriétés physiques. De ce constat, ils proposent d'utiliser une version hybride des matched filters : dans un premier temps, la détection se fait par les MF puis dans un second temps l'évaluation de leurs propriétés est faite par les AMF. Cette méthode hybride a été utilisée par Bahcall et al. (2003) sur le SDSS Commissionning Data pour compiler un catalogue d'amas détectés par cette méthode et par la méthode maxBCG (voir 6.1.2.2). Le profil de distribution radiale des galaxies utilisé est une loi de Plummer modifiée (Plummer, 1911) :

$$(r) \propto \begin{cases} \left[1+(r/r_c)^2\right]^{-n/2} - \left[1+[r_{max}/r_c)^2\right]^{-n/2} & \text{si } r < r_{max} \\ 0 & \text{si } r \geq r_{max} \end{cases},$$

où $n \sim 2$, $r_c = 0.1h^{-1}\,\mathrm{Mpc}$ est le rayon de cœur et $r_{max} = 1h^{-1}\,\mathrm{Mpc}$ est l'extension maximale des amas. La fonction de luminosité choisie est, comme dans de nombreux cas, la fonction de Schechter (1976, voir section 2.2.3.1) :

$$\phi(L)dL \propto (L/L^*)^{\alpha}\, e^{-L/L^*}\, d\,(L/L^*)\,,$$

où $\alpha = -1.1$ est la pente de la fonction et $M_r^* = -20.93$. Les constantes de normalisation ont été choises de telle sorte que la richesse des amas Λ_{cl} soit égale à la luminosité totale dans r_{max} en unité de L^* : $L_{cl}\,(r \leq r_{max}) = \Lambda_{cl} L^*$.

Une autre utilisation de cette méthode a été faite par Szabo et al. (2011) sur la version 6 du SDSS. Ils ont choisi d'appliquer les AMF et ont détecté 69173 amas entre $z = 0.045$ et $z = 0.78$. Le profil utilisé pour la distribution des galaxies est un profil NFW intégré sur le long de la ligne de visée (Navarro et al., 1997, voir section 2.2.1) :

$$\rho_{NFW}(r) \propto \frac{1}{(r/r_c)\,(1+r/r_c)^2},$$

où le rayon du viriel $r_v = cr_c$ avec c comme paramètre de concentration et r_c le rayon de cœur. Les auteurs ont choisi de ne pas fixer de valeurs pour ces deux paramètres (c et r_c) et les déterminent individuellement pour chaque amas de manière à maximiser la fonction de vraisemblance. La fonction de luminosité est là aussi une fonction de Schechter (1976) avec $\alpha = -1.1$ et $M_r^* = -20.93$. Ils ont déterminé pour chaque amas de nombreuses propriétés parmi lesquelles : les coordonnées du centre (α, δ, z), la probabilité de détection $\Delta ln\mathcal{L}$, la richesse Λ_{200} (mesurée par la luminosité), le rayon du viriel R_{200}, les coordonnées de la BCG et le nom historique de l'amas (s'il existe). Les auteurs ont également cherché les amas détectés en X dans la même région du ciel (provenant de différentes sources) et ont trouvé 539 correspondances, dont 119 pour lesquels les cartes en température sont disponibles.

6.1.2.2 La méthode maxBCG

La méthode maxBCG (Annis et al., 1999) repose sur deux propriétés mises en évidence dans les amas. La première est que les galaxies brillantes des amas occupent une région étroite de l'espace couleur-magnitude appelée la séquence rouge. La seconde est que la BCG se trouve près du centre des amas. La BCG est bien plus brillante que les autres galaxies (Hansen et al., 2005; Loh & Strauss, 2006) et est a priori en équilibre au centre de masse de l'amas (Oegerle & Hill, 2001). Si ces deux propriétés ne sont pas vérifiées dans tous les amas et groupes, elles le sont en général dans les amas riches. Le centre des amas est alors défini par la position de la BCG.

Pour chaque galaxie du catalogue d'entrée, l'algorithme mesure deux vraisemblances indépendantes. La première est la vraisemblance de la galaxie à appartenir à une surdensité de la séquence rouge des galaxies avec des couleurs $g' - r'$ et $r' - i'$ similaires. La seconde est la vraisemblance de la galaxie à avoir une luminosité et une couleur typique de BCG. Ces deux vraisemblances sont évaluées pour chaque galaxie sur une grille de redshifts et le redshift qui maximise le produit des deux vraisemblances est une première évaluation du redshift de l'amas.

Ensuite, une liste de galaxies membres pour chaque centre est établie. Les galaxies sélectionnées sont situées à moins de 1 Mpc en projection du centre, sont plus brillantes que $0.4L*$, moins brillantes que la galaxie centrale et ont des couleurs correspondant à la séquence rouge. Leur nombre N_{gal} fournit une première évaluation de la richesse de l'amas. À partir de cette richesse, une première évaluation du rayon R_{200} est effectuée en utilisant la relation d'échelle entre N_{gal} et R_{200} de Hansen et al. (2005).

Avec la liste des centres de vraisemblance et les listes de galaxies membres établies, les amas sont peuplés en commençant par le plus riche. Le centre de l'amas le plus riche est la galaxie au centre de la plus grande vraisemblance. Cette galaxie est identifiée comme la BCG de l'amas et se voit attribuer le redshift défini plus haut. Ensuite, toutes les galaxies dans un rayon projeté de R_{200} autour de la BCG, dans $\pm 2\sigma$ de la séquence rouge dans l'espace de couleur-magnitude ($g' - r'$,i') et plus brillantes que $0.4L*$ sont associées à l'amas. Ces galaxies sont retirées de l'analyse

et ne peuvent plus être déclarées comme BCG d'un autre amas. De plus, les centres de vraisemblance plus faibles se trouvant dans R_{200} et dont le redshift estimé par la vraisemblance se trouve dans ± 0.02 par rapport au redshift de l'amas sont éliminés. Le processus est réitéré jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de centres de vraisemblance ou que ces derniers ne soient plus significatifs.

À cette étape, un catalogue d'amas avec les propriétés suivantes est obtenu : position de la BCG, redshift et richesse. Pour les amas ayant un suivi spectroscopique (dans le SDSS à l'époque de l'article ou bien dans la littérature antérieure) en comparant le redshift obtenu avec le redshift spectroscopique, une correction de 0.004 est appliquée. D'autres propriétés sont ensuite dérivées, essentiellement d'autres estimateurs de la richesse et de la masse : N_{gal}, $N_{gal}^{R_{200}}$, $L_{r'}^{BCG}$, $L_{i'}^{BCG}$, $L_{r'}^{memb}$ et $L_{i'}^{memb}$.

La principale limitation de cet algorithme réside en l'hypothèse de la présence d'une BCG au centre des amas. En effet, de nombreuses études (Niederste-Ostholt et al., 2010) ont montré que cette dernière ne se situe pas toujours au centre des amas et certains auteurs se servent même de ce décalage pour déduire des propriétés sur l'état dynamique des amas (Song et al., 2012). En outre, comme cet algorithme est basé sur la séquence rouge des galaxies d'amas, il détecte de manière préférentielle des amas avec de nombreuses galaxies passives, ce qui est vrai pour une grande majorité des amas de l'univers proche, mais est moins certain pour les amas à haut redshift au sein desquels la proportion de galaxies actives augmente. Ainsi, ce type d'algorithme pourrait se trouver en difficulté si la population de galaxies n'est plus dominée par des galaxies passives à haut redshift.

Bahcall et al. (2003) ont compilé deux catalogues d'amas détectés dans le SDSS commissioning data : un catalogue obtenu par une méthode des matched filters hybride (Kim et al., 2002, appelée HMF) et un catalogue maxBCG. Le catalogue final contient 799 amas avec les propriétés suivantes :

- le redshift est compris entre 0.05 et 0.3 ;
- une richesse $\Lambda \geq 40$ pour les amas HMF et une richesse $N_{gal} \geq 13$ pour les amas maxBCG.

Ces richesses sont comparables et correspondent à une dispersion de vitesses moyenne $\sigma_v \gtrsim 400$ km/s et à une luminosité totale $L_{0.6}^{r',tot} \gtrsim 3 \times 10^{11} h^{-2} L_\odot$. La masse associée est d'environ $M_{0.6} \gtrsim 5 \times 10^{13} h^{-1} M_\odot$.

Koester et al. (2007a,b) ont utilisé également un algorithme de type maxBCG. Ils ont travaillé sur une région de $7500 deg^2$ de la quatrième version du SDSS. Ils ont détecté 13823 amas entre $0.1 \leq z \leq 0.3$ avec des richesses comprises entre $10 \leq N_{gal}^{R_{200}} \leq 190$. Parmi ces 13823 amas, 2891 ont une richesse supérieure à $N_{gal}^{R_{200}} = 20$. Au total, 213016 galaxies sont distribuées dans les amas, soit un peu moins de 1% du nombre de galaxies initiales. Pour 5413 amas du catalogue, le spectre de la BCG a été mesuré et une petite fraction des amas possède des redshift spectroscopiques pour plus de cinq galaxies (la plupart d'entre eux se trouvent à $z \leq 0.15$).

6.1.2.3 La méthode du C4

L'algorithme du C4 (Miller et al., 2005) consiste à détecter les amas comme une surdensité de galaxies dans l'espace à 7 dimensions suivant : positions (α, δ), redshifts (z) et quatre couleurs du SDSS ($m_u - m_g$, $m_g - m_r$, $m_r - m_i$ et $m_i - m_z$). Les surdensités sont recherchées autour des galaxies du relevé spectroscopique à l'intérieur d'une « fenêtre » dans l'espace à 7 dimensions. Les dimensions de la fenêtre sont fixées afin de maximiser la complétude et la pureté de l'algorithme quand il est utilisé sur les catalogues d'amas simulés pour le SDSS.

Tout d'abord, l'ouverture angulaire de la fenêtre est utilisée. Sa taille est fixée pour correspondre à une taille physique particulière au redshift de la galaxie cible : la valeur retenue est de 1 Mpc. Pour la fenêtre de redshifts, Miller et al. ont choisi d'avoir une fenêtre de taille comobile fixe. Plusieurs tailles ont été testées sur les catalogues simulés (25, 50, 100 et 200 Mpc) et ils ont montré que la pureté et la complétude du catalogue ne dépend pas de la taille de cette fenêtre. Cette propriété du C4 est très intéressante puisqu'elle signifie que l'algorithme peut être utilisé sur toutes les galaxies, même celles avec seulement la photométrie ce qui permettra d'augmenter encore la complétude et de sonder un volume d'univers beaucoup plus important. Au final, dans leur application à la deuxième version (Abazajian et al., 2004) du SDSS, ils ont choisi une taille de 50 Mpc. Concernant la taille de la fenêtre dans l'espace des couleurs, elle est définie en utilisant la relation couleur-magnitude des amas et en prenant en compte les erreurs sur la photométrie du relevé. Pour la fenêtre dans l'espace des couleurs aucune correction K n'est utilisée et ils ont choisi une boîte de couleurs de largeur $[\Delta_{u-g}, \Delta_{g-r}, \Delta_{r-i}, \Delta_{i-z}] = [0.6, 0.48, 04, 0.4]$ autour de chaque galaxie.

L'algorithme du C4 a été appliqué aux galaxies du SDSS de la manière suivante. Pour chaque galaxie, appelée par la suite galaxie d'analyse, le nombre de galaxies dans la fenêtre est calculé. Ensuite, la fenêtre de la galaxie d'analyse est appliquée sur cent galaxies choisies au hasard dans l'ensemble du relevé et le nombre de galaxies tombant dans la fenêtre autour de ces galaxies est calculé. Ces cent nombres vont constituer la distribution de probabilité pour la galaxie d'analyse : la probabilité d'obtenir au moins le nombre de galaxies autour de la galaxie d'analyse est calculée. Les galaxies d'amas correspondent aux galaxies avec beaucoup de voisins donc à des probabilités faibles. Une fois que les probabilités de toutes les galaxies ont été calculées, un seuillage est effectué d'après l'algorithme « false discovery rate » (Miller et al., 2001) : 90% des galaxies sont éliminées et les galaxies restantes sont appelées galaxies C4. Chaque galaxie C4 possède un environnement proche dans lequel les galaxies ont les mêmes propriétés de couleur. Enfin, pour déterminer le centre des amas les distances entre toutes les galaxies C4 sont calculées. Pour chaque galaxie C4, la sixième plus proche galaxie C4 est utilisée comme indicateur de densité : plus elle est faible plus la densité est élevée. Parmi toutes les galaxies C4, celle qui a la plus courte sixième distance définit le centre du premier amas C4 puis toutes les galaxies C4 qui se trouvent dans un rayon dans lequel la densité est 15 fois plus grande que la densité moyenne sont affectées à cet amas et retirées de

la liste des galaxies. Ce procédé est ensuite réitéré jusqu'à ce que chaque galaxie C4 ait été affectée à un amas ou bien jusqu'à ce que la densité des amas restant soient inférieure au seuil.

En appliquant l'algorithme aux catalogues mock du SDSS, Miller et al. ont pu en évaluer la pureté et la complétude : le catalogue du C4 est complet à 90% et pur à 95% pour les amas de masse supérieure à $2 \times 10^{14}\,\mathrm{M}_{\odot}$ (ou de luminosité $L_r \geq 3 \times 10^{11} L_{\odot}$) jusqu'au redshift $z = 0.12$. En appliquant l'algorithme à la deuxième Data Release du SDSS, Miller et al. ont détecté 748 amas dans l'univers proche.

6.2 Sélection d'un échantillon d'amas : les amas du C4

Dans cette étude, nous effectuons l'analyse morphologique des amas à partir de la distribution projetée des galaxies ainsi que de leur vitesse radiale. Ainsi au-delà du choix de l'algorithme de détection, le relevé de galaxies sur lequel celui-ci est appliqué doit être suffisamment complet pour pouvoir échantillonner la fonction de luminosité des amas de la même manière quelque soit le redshift de l'amas. Pour cela, le choix du relevé s'est arrêté sur le SDSS (voir section 6.1.1.3 du présent document, York et al., 2000) qui cumule une couverture sur le ciel étendue (environ 15000 deg^2) et la possibilité de sonder le domaine de redshift $z \leq 0.2$. En outre, la bonne résolution spectrale utilisée permet de déterminer en plus des redshifts, la largeur des raies spectrale et de dériver le taux de formation stellaire. Ceci ouvre la perspective d'étudier dans un deuxième temps comment varient de manière statistique les propriétés spectrales des galaxies avec la classification morphologique des amas. Comme expliqué dans la section 6.1.2, de nombreux algorithmes de détection d'amas ont été soit développés pour le SDSS soit utilisés sur celui-ci. Parmi eux, l'algorithme du C4 (voir section 6.2) présente une particularité, il est basé sur une sélection des galaxies utilisant leur vitesse radiale. De plus, cet algorithme a été utilisé dans de nombreuses études sur les amas (Poggianti et al., 2006; von der Linden et al., 2007; Bamford et al., 2009; Wang et al., 2010; Balogh & McGee, 2010; Woo et al., 2013; Girardi et al., 2014; Taranu et al., 2014).

Appliqué à la deuxième version du SDSS, cet algorithme a détecté 748 amas (Miller et al., 2005). Il s'agit d'amas proches ($0.030310 \leq z \leq 0.168662$) pour lesquels de nombreuses propriétés physiques ont été calculées. Outre les coordonnées angulaires et le redshift, la richesse des amas C4 est évaluée par le paramètre `WMAG1500` qui correspond au nombre de galaxies situées dans un rayon de 1.5 Mpc autour de l'amas et plus brillantes que $M(r') = -19.8$, la magnitude absolue des galaxies étant calculée d'après Fukugita et al. (1996) en tenant compte de la correction K évaluée par Blanton et al. (2003).

6.3 Préparation de l'échantillon d'amas

Cette section décrit la procédure utilisée pour obtenir les catalogues de galaxies correspondant à chaque amas C4. Ceux-ci sont extraits dans des cônes centrés sur le centre de l'amas (publié dans le C4) et dans un rayon angulaire correspondant à 7 Mpc au redshift (publié dans le C4) de l'amas.

La première étape de la préparation de l'échantillon consiste à extraire les galaxies de la dixième Data Release (DR10) du SDSS (section 6.3.1). La seconde étape consiste à définir de nouvelles coordonnées (α, δ, z) des amas dans un rayon de 2 Mpc autour de la position donnée dans le C4 (section 6.3.2). La troisième étape consiste ensuite à re-extraire les galaxies dans de nouveaux catalogues de galaxies recentrés sur les nouvelles coordonnées des amas. La dernière étape consiste à retirer les amas situés près des bords du relevé et ceux ayant une faible complétude spectroscopique (section 6.3.3).

6.3.1 Récupération et préparation des données et sélection d'un sous-échantillon d'amas

La préparation de l'échantillon d'amas débute par la récupération des données spectroscopiques puis des données photométriques des galaxies.

Les données spectroscopiques de la DR10 (Ahn et al., 2014) sont regroupées en deux fichiers :

- specObj-dr10.fits : ce fichier contient l'information spectroscopique des objets dont le spectre a été observé, toutes les grandeurs déduites des spectres sont présentes, en particulier le type d'objet (galaxie, étoile ou quasar), le redshift pour les galaxies et les quasars, l'identifiant spectroscopique specObjID et les identifiants photométriques ;
- photoPosPlate-dr10.fits : ce fichier contient toutes les informations photométriques des mêmes objets, par exemple les coordonnées angulaires et les magnitudes de Petrosian. Ces informations sont obtenues en se basant sur l'identifiant photométrique bestObjID.

Ces deux fichiers sont fusionnés en un seul en sélectionnant les galaxies et en ne conservant que les informations suivantes :

- les coordonnées équatoriales J2000 (α, δ) ;
- les magnitudes de Petrosian (u', g', r', z', i') ;
- le redshift spectroscopique z et son erreur err_z ;
- l'identifiant spectroscopique specObjID ;
- l'identifiant photométrique bestObjID.

Pour chaque amas C4, un catalogue de galaxies spectroscopiques est ensuite obtenu en découpant des cercles dans le fichier commun. Les cercles sont définis de la manière suivante :

- leur centre correspond à la position d'un amas C4 ;
- leur rayon angulaire correspond à un rayon comobile de 7 Mpc au redshift de l'amas C4.

Une double coupure en magnitude est appliquée pour sélectionner les galaxies dans les catalogues : $14 \leq r' \leq 20$. Un examen des 748 catalogues de galaxies révèlent la présence de doublons : différents objets spectroscopiques (leur specObjID et leurs propriétés sont différents) pointant vers un unique objet photométrique (vers le même bestObjID) et ont donc les mêmes informations photométriques (positions, magnitudes, etc.). L'objet photométrique correspondant au doublon ne contient qu'un seul identifiant spectroscopique et pointe donc vers un seul objet spectroscopique : le SDSS a choisi à quel objet spectroscopique d'un doublon l'objet photométrique correspond. Dans cette étude, le choix du SDSS sera appliqué pour sélectionner la galaxie spectroscopique d'un doublon qui sera conservée pour l'analyse (voir section A pour plus de détails sur les doublons). Ainsi, il est nécessaire de récupérer les catalogues de galaxies d'après le catalogue photométrique afin de choisir la galaxie des doublons.

Pour les données photométriques, les catalogues de galaxies de chaque amas sont directement extraits du SDSS en utilisant l'outil en ligne de commande *casjobs*[1]. Les informations photométriques récupérées pour chaque galaxie sont les suivantes :

- les coordonnées équatoriales J2000 (α, δ) ;
- les magnitudes de Petrosian (u', g', r', i', z') ;
- le redshift photométrique z_{phot} et son erreur Δz_{phot} ;
- l'identifiant spectroscopique specObjID ;
- l'identifiant photométrique photoObjID.

Le critère de magnitude pour les catalogues photométriques est : $14 \leq r' \leq 22$.

En réalité, pour la préparation des données, en plus d'être utilisés pour sélectionner les membres des doublons spectroscopiques, les catalogues photométriques vont être utilisés pour évaluer la complétude spectroscopique (voir section 6.3.3). Durant l'analyse morphologique, les catalogues photométriques sont utilisés pour construire les cartes en densité (voir section 7.1.2.1).

Les distributions du nombre de galaxies dans les catalogues photométriques et spectroscopiques sont représentées sur la figure 6.5. Plus de 10000 galaxies photométriques sont présentes dans chaque catalogue. Pour les catalogues spectroscopiques, les catalogues contiennent au moins 160 galaxies, les catalogues contenant le moins de galaxies étant ceux des amas les plus éloignés et ceux en contenant le plus étant les amas les plus proches.

6.3.2 Définition de nouvelles coordonnées et d'un nouveau redshift

Une fois les galaxies récupérées, de nouvelles coordonnées et un nouveau redshift des amas C4 vont être définis. En effet, le centre des amas C4 est défini comme la galaxie pour laquelle la distance au sixième voisin le plus proche est la plus courte. Dans la présente étude, le centre des amas est défini comme la position du maximum de densité. Un décalage entre ces deux centres existe et nécessite de « recentrer » les amas du C4.

1. http://skyserver.sdss3.org/casjobs/

Les nouvelles coordonnées et le nouveau redshift sont recherchés dans un intervalle de vitesse radiale de ±3500 km/s centré sur la vitesse radiale C4, notée v_{C4}, et dans un rayon angulaire ayant la taille de 2 Mpc au redshift z_{C4}. Les galaxies se trouvant dans ce rayon angulaire sont sélectionnées et la double magnitude de coupure de $r^* - 1 \leq r' \leq r^* + 1$ leur est appliquée. La magnitude choisie pour R^* est $R^* = -21.6$ (Popesso et al., 2005b), et la correction K n'est pas prise en compte pour le calcul de r^* au redshift de l'amas [2]. De plus, comme l'amas C4 le plus lointain se situe au redshift 0.169, on effectue une coupure des galaxies en redshift à $z = 0.2$.

Les galaxies sélectionnées sont alors utilisées pour évaluer la fonction de distribution des vitesses radiales (FDV) de chaque amas à l'aide du logiciel *w1* (voir section 5.1.2 pour les détails sur le logiciel *w1*). La FDV est évaluée entre les redshifts 0 et 0.2, c'est-à-dire entre 0 et 60000 km/s . Les maxima locaux de la FDV sont détectés et la vitesse de l'amas est redéfinie comme la vitesse du maximum local (pic) le plus élevé et situé dans une fenêtre centrée sur la vitesse radiale v_{C4} de l'amas et de largeur correspondant à ±3500 km/s. Le nouveau redshift de l'amas est noté z_{mode} et sa nouvelle vitesse radiale v_{mode}. Les galaxies sont alors sélectionnées pour l'analyse de leur distribution projetée dans l'intervalle $[v_{mode} - \Delta v; v_{mode} + \Delta v]$, où $\Delta v = 3500$ km/s (voir section 4.1.2). La figure 6.6 montre un exemple de FDV d'amas avec la vitesse C4 v_{C4} de l'amas, la vitesse mode v_{mode} et l'intervalle de vitesse radiale.

La position projetée du centre de l'amas est ensuite déterminée à l'aide de la carte en densité (voir section 5.1.3 pour les détails sur la construction des cartes en

2. En effet, dans l'univers proche d'une part la correction K d'une galaxie spirale est comparable à celle d'une galaxie elliptique et d'autre part la correction K est faible, de l'ordre de $\simeq 0.05$ (Chilingarian et al., 2010; Chilingarian & Zolotukhin, 2012)

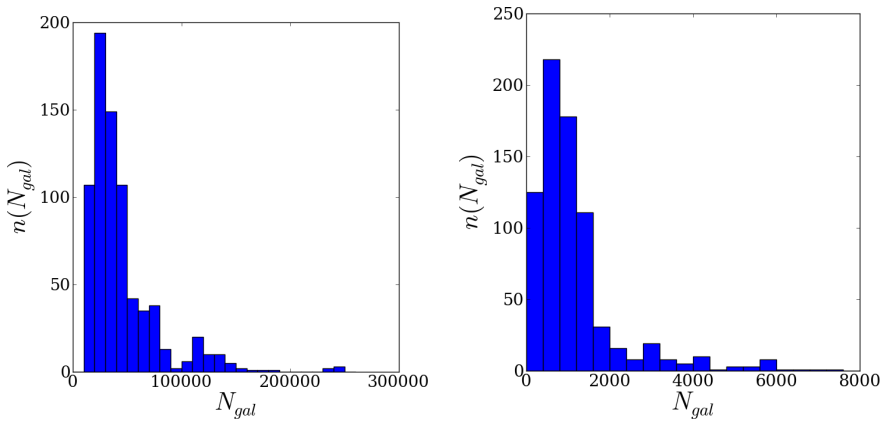


FIGURE 6.5 – Distribution du nombre de galaxies photométriques (à gauche) et du nombre de galaxies spectroscopiques (à droite) dans les catalogues de 7 Mpc autour des positions C4.

densité). La carte est composée de 320x320 pixels carrés et représente l'amas et son environnement dans un rayon de 7 Mpc. Les échelles utilisées pour la reconstruction finale sont les échelles comprises entre 0.5 et 1 Mpc (voir section 4.1.2). Une fois la carte en densité d'un amas donné construite, celle-ci est analysée afin d'y détecter l'amas. Les surdensités sont détectées comme les maxima locaux de la carte en densité et leur richesse est évaluée en calculant leur flux dans leur largeur à mi-hauteur (la méthode de mesure de la largeur à mi-hauteur et de la richesse est décrite dans la section 5.3.3). L'amas est alors défini comme la surdensité la plus riche située dans un rayon de 2 Mpc autour de la position projetée donnée par le C4. Les nouvelles coordonnées de l'amas sont notées $\alpha_{amas}, \delta_{amas}$. La figure 6.7 montre un exemple de carte en densité (il s'agit du même amas que pour l'exemple de la FDV). Le cercle rouge représente la distance de 2 Mpc dans laquelle est recherchée la surdensité la plus riche. Toutefois, pour 82 amas (11%) aucune surdensité n'est détectée dans le rayon de 2 Mpc. Ces amas sont donc retirés de l'analyse.

À ce stade, une liste d'amas avec de nouvelles coordonnées $(\alpha_{amas}, \delta_{amas})$ et un nouveau redshift (z_{amas}) a été obtenue. Il reste alors à éliminer les détections multiples correspondant aux amas dont les coordonnées et le redshift sont suffisamment proches pour pouvoir être considérés comme un seul système (de morphologie complexe). Deux amas constituent une détection multiple si leurs vitesses radiales sont plus proches que Δv et si leur distance projetée est inférieure à d_{inter}. L'amas conservé pour l'analyse est l'amas C4 ayant la plus grande richesse WMAG1500. Avec ces paramètres, 49 systèmes multiples ont été détectés et les doublons retirés de l'analyse.

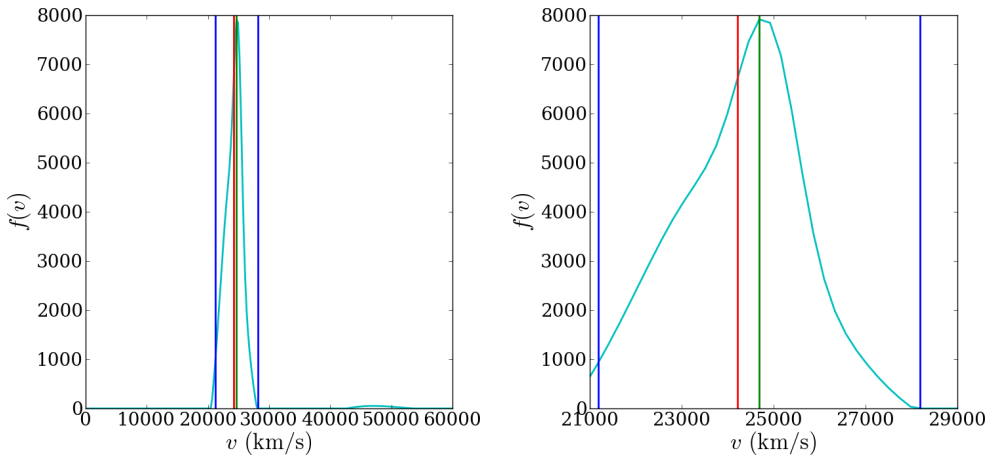


FIGURE 6.6 – Exemple de FDV de l'amas C4 0000. Le mode de la FDV de l'amas dans une fenêtre de largeur ±3500 km/s (représentée par les traits bleus) autour de la vitesse radiale C4 de l'amas, noté v_{C4}, (représentée par le trait rouge) définit la nouvelle vitesse radiale de l'amas (représenté par le trait vert). Le panneau de gauche représente l'ensemble de la FDV, c'est-à-dire entre 0 et 60000 km/s et le panneau de droite est un zoom de la FDV centré sur le mode et de largeur Δv.

Après avoir défini les nouvelles positions et le nouveau redshift, le catalogue d'analyse contient 615 amas. La table B.1 présente le catalogue d'amas avec leurs propriétés. La colonne 1 représente le numéro C4 de l'amas. Les colonnes 2 et 3 représentent les nouvelles coordonnées équatoriales J2000 de l'amas $(\alpha_{amas}, \delta_{mode})$ et la colonne 4 son nouveau redshift. Les colonnes 5 et 6 correspondent aux coordonnées équatoriales J2000 données par le catalogue du C4 et la colonne 7 au redshift C4. Les colonnes 8 et 9 représentent respectivement la distance projetée en arcmin et la distance comobile en Mpc entre la nouvelle position de l'amas et sa position C4. La colonne 10 donne la magnitude r^* (voir section 6.3.2 pour le calcul de r^*). La colonne 11 représente la richesse R de l'amas mesurée comme le flux de la carte en densité dans la largeur à mi-hauteur (voir section 5.3.3) et la colonne 12 la richesse mesurée par le C4 : WMAG1500.

6.3.3 Sélection d'un sous-échantillon d'amas

Une fois les nouvelles coordonnées $(\alpha_{amas}, \delta_{amas})$ et le nouveau redshift (z_{mode}) des amas définis, les catalogues de galaxies centrés sur ces nouvelles positions, dans un rayon angulaire correspondant à 5 Mpc au nouveau redshift z_{mode} des amas sont extraits à partir des précédents. Ce rayon a été sélectionné afin d'étudier l'environnement à grande échelle des amas, qui a été défini dans un rayon de $d_{inter} = 3$ Mpc avec une marge de 2 Mpc supplémentaires pour pouvoir gérer les effets de bord (voir section 4.2.1.1).

La présente étude nécessite (i) de sonder l'environnement à grande échelle des amas et (ii) d'avoir une couverture spectroscopique homogène à une magnitude

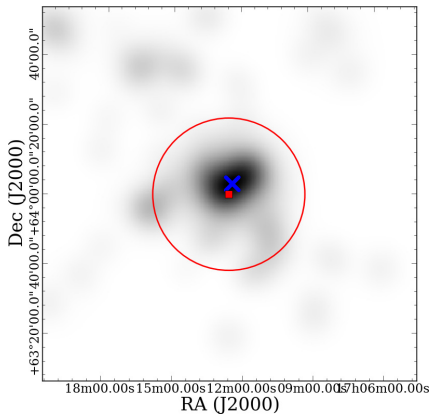
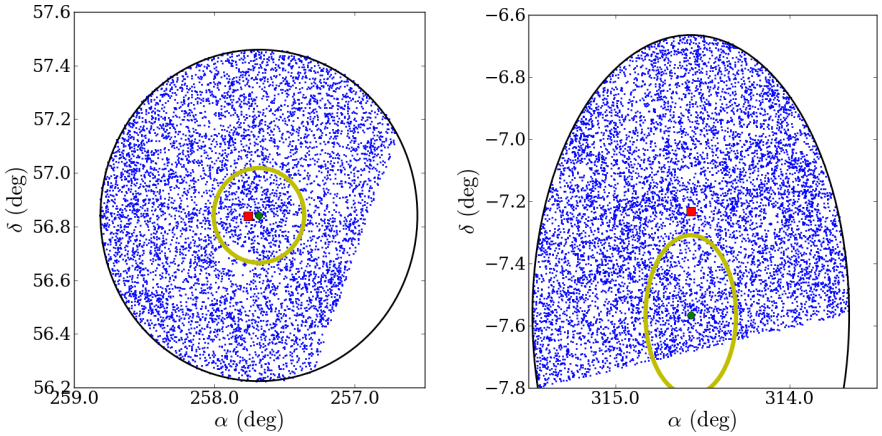


FIGURE 6.7 – Exemple de carte en densité de l'amas C4 0000. Les galaxies utilisées ont une vitesse radiale comprise dans l'intervalle $[v_{mode} - \Delta v; v_{mode} + \Delta v]$, où $\Delta v = 3500$ km/s. Les échelles utilisées pour construire la carte correspondent à 1 et 2 Mpc. Le cercle rouge représente la distance de 2 Mpc dans laquelle la nouvelle position de l'amas est recherchée. La nouvelle position retenue est représentée par la croix bleue.

de coupure donnée. L'environnement à grande échelle des amas est défini dans un rayon de 3 Mpc. Pour pouvoir étudier cet environnement, il faut donc que les données concernant les galaxies dans ce rayon soient disponibles. Or, certains amas C4 sont situés à proximité des bords du relevé du SDSS et donc l'environnement à grande échelle de ces amas ne peut pas être étudié dans sa globalité. Afin d'étudier tous les amas et leur environnement à grande échelle de manière homogène, les catalogues proches des bords du relevé sont identifiés puis retirés de l'analyse de la manière suivante. Les amas proches des bords du relevé sont ceux dont le catalogue de galaxie est tronqué par la présence des bords (voir figure 6.8 pour quelques exemples). Pour les identifier, les coordonnées du « milieu » du catalogue initial sont d'abord calculées : $\alpha_{milieu} = (\alpha_{min} + \alpha_{max})/2$ et $\delta_{milieu} = (\delta_{min} + \delta_{max})/2$. Ensuite, la distance entre les nouvelles coordonnées des amas $(\alpha_{amas}, \delta_{amas})$ et ce milieu est calculée. Un amas est proche des bords du relevé si cette distance est inférieure à $20''$ et il est alors retiré de l'analyse. 36 catalogues sont ainsi retirés de l'analyse.

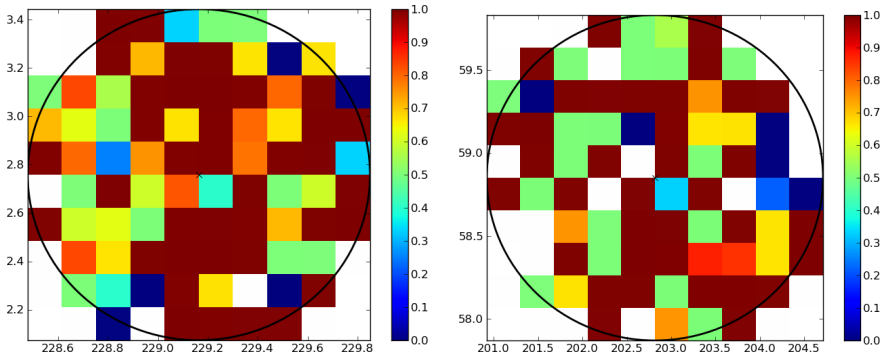
L'analyse morphologique que nous souhaitons faire nécessite un taux de complétude spectroscopique minimal et une couverture spectroscopique homogène dans chaque catalogue de galaxies. Le taux de complétude minimal a été fixé à 50% dans cette étude. Pour étudier l'homogénéité à l'intérieur d'un catalogue, celui-ci est divisé en 100 pixels de 1 Mpc de côté à l'intérieur desquels le taux de complétude est évalué (voir figure 6.9 pour deux exemples). La distribution du taux de complétude dans les pixels est alors analysée de la manière suivante. Tout d'abord, les pixels contenant moins de 5 galaxies sont retirés de l'analyse de la complétude car d'une



Amas 0004 Amas 0521

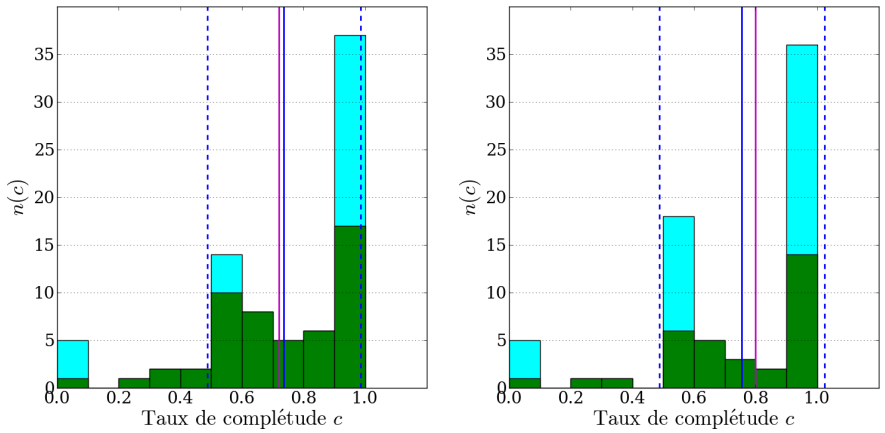
FIGURE 6.8 – Exemples d'amas proches des bords du relevé. Les bords sont mis en évidence par l'absence de galaxies dans les régions périphériques. Les points bleus représentent les galaxies du catalogue des amas. Le rond vert représente la nouvelle position de l'amas et le carré rouge représente le « milieu » du catalogue. Le cercle jaune a un rayon de 2 Mpc.

part ils ne sont pas significatifs dans le cadre d'une étude de complétude et d'autre part l'incertitude sur le taux de complétude mesuré est importante. L'homogénéité est alors mesurée par le nombre de pixels $N_{pix,hom}$ dont le taux de complétude est situé dans l'intervalle $[\bar{c}-\sigma_c;\bar{c}+\sigma_c]$, où $\bar{c}$ est le taux de complétude moyen du cata-



Amas C4 0363 Amas C4 0636

FIGURE 6.9 – Exemples de l'étude de l'homogénéité du taux complétude spectroscopique de deux amas dans un rayons de 5 Mpc (représenté par le cercle noir). Chaque pixel fait 1 Mpc de côté. Le taux de complétude représenté ici est calculé entre r^*-1 et r^*+1.



Amas C4 0363 Amas C4 0636

FIGURE 6.10 – Exemples de distributions du taux de complétude dans les pixels de deux champs de l'échantillon : les champs C4 0363 et 0636. Chaque pixel fait 1 Mpc de côté. Le taux de complétude représenté ici est calculé entre r^*-1 et r^*+1. Le trait violet représente le taux de complétude moyen de tout le champ, le trait bleu représente le taux de complétude moyen des pixels comprenant au moins 5 galaxies et les pointillés bleus représentent l'écart-type de la distribution du taux de complétude des pixels de plus de 5 galaxies. Les histogrammes cyan représentent tous les pixels et les histogrammes verts ceux contenant au moins 5 galaxies.

logue et σ_c la dispersion des taux de complétude calculée autour de $\bar{c}$. La figure 6.10 représente la distribution du taux de complétude des pixels des deux catalogues de l'exemple précédent. Les histogrammes cyan prennent en compte tous les pixels du champ (même ceux ayant moins de 5 galaxies) contrairement aux histogrammes verts qui ne représentent que les pixels contenant au moins 5 galaxies. Si les pixels dont la complétude est située dans l'intervalle $[\bar{c} - \sigma_c; \bar{c} + \sigma_c]$ représentent plus de 70% du nombre de pixels d'analyse (le nombre de pixels total moins ceux retirés), alors le catalogue est considéré comme homogène et il est conservé. Ce critère d'homogénéité interne des catalogues retire 72 catalogues de l'analyse.

Comme expliqué dans la section 4.3, les systèmes situés dans la zone d'influence d'un autre système sont retirés pour ne pas compter plusieurs fois un même système bimodal ou multimodal. La présence de tels systèmes multiples dépend directement des paramètres définissant la zone d'influence, d_{inter} et Δv. Avec les paramètres nominaux, les 453 systèmes initiaux deviennent 403 systèmes.

L'échantillon retenu contient 403 catalogues. La table B.1 résume les informations de chaque catalogue. La figure 6.11 représente la distribution du redshift des amas de l'échantillon, la distribution du nombre de galaxies dont le spectre a été mesuré dans les différesnts champs et la distribution du taux de complétude spectroscopique pour les galaxies dont la magnitude est comprise entre $r^* - 1$ et $r^* + 1$.

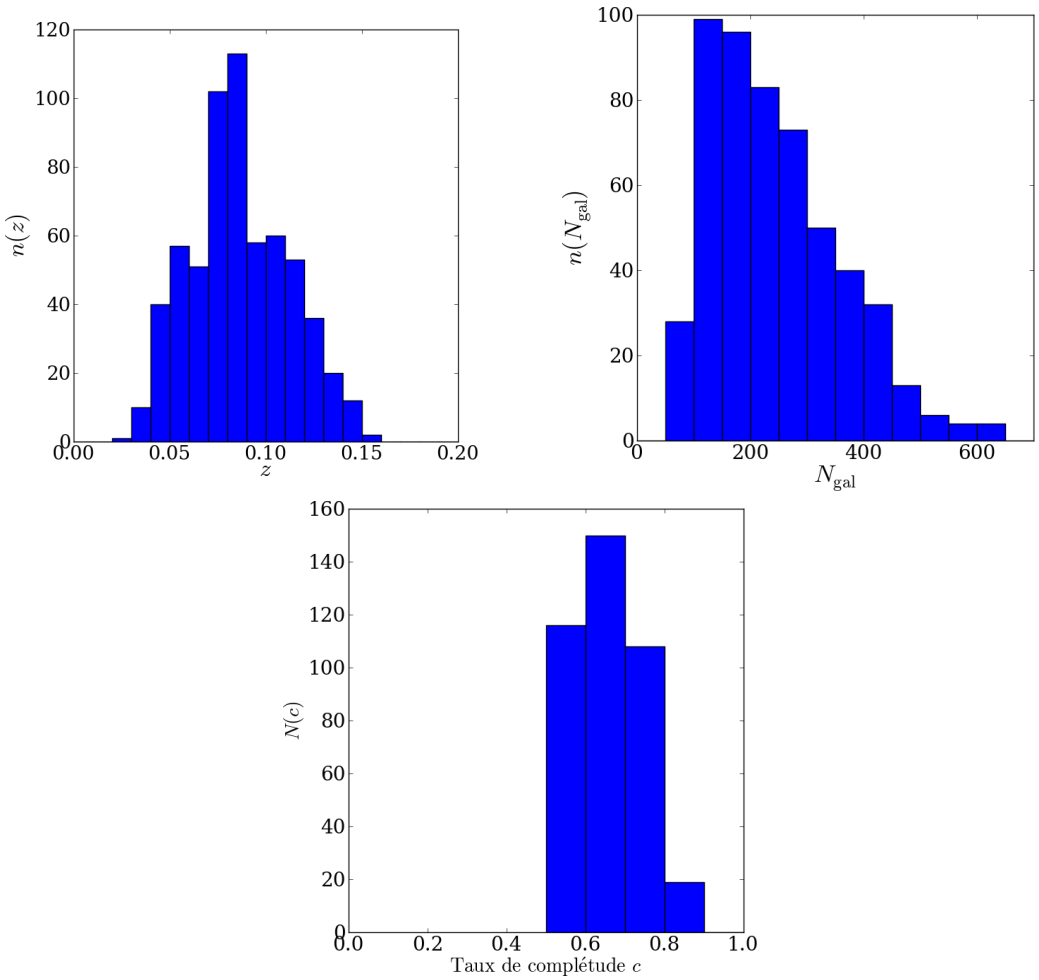


FIGURE 6.11 – Distribution du redshift z_{mode} des amas (en haut à gauche), du nombre de galaxies dont le spectre a été mesuré et dont la magnitude est comprise entre $r^* - 1$ et $r^* + 1$ (en haut à droite) et du taux de complétude des champs (en bas).

Chapitre 7

Application et Résultats

Après avoir décrit la méthode de caractérisation morphologique (chapitre 4), les outils nécessaires (chapitre 5) et l'échantillon d'amas d'étude (chapitre 6), l'application et les résultats sont présentés dans ce chapitre. Le choix des paramètres utilisés est d'abord présenté et justifié. Puis, les propriétés mesurées des amas et de leurs structures voisines sont analysées d'un point de vue statistique. À partir des indicateurs morphologiques, les amas sont classés dans les différentes catégories décrites dans la section 4.1. Une analyse de stabilité est ensuite menée afin de vérifier la robustesse de la classification vis à vis des paramètres utilisés. Enfin, les résultats obtenus dans cette étude sont comparés avec ceux d'autres analyses, que ce soit d'un point de vue statistique sur de grands échantillons ou sur des amas communs étudiés en détails dans la littérature.

Un article détaillant les résultats présentés dans ce chapitre est en cours de rédaction (Rostagni et al., in prep.). Dans ce chapitre, les coordonnées angulaires sont les coordonnées équatoriales J2000 et sont exprimées en degrés. Les longueurs sont exprimées en Mpc sauf mention contraire et les distances physiques sont calculées sous l'hypothèse d'un univers plat de paramètres cosmoslogiques : $\Omega_m = 0.3$, $\Omega_\Lambda = 0.7$ et $H_0 = 70$ km/s/ Mpc. Toutes les distances physiques projetées sont calculées au redshift z_{mode} des amas. Les vitesses sont exprimées en km/s.

7.1 Application de la méthode de caractérisation

La méthode de caractérisation morphologique a été appliquée aux 403 amas de l'échantillon décrit dans la section 6.3.3.

7.1.1 Choix des paramètres de l'algorithme

L'objectif de l'algorithme consiste à détecter et caractériser toutes les structures présentes dans un système en projection dans le plan du ciel ainsi que dans l'espace des vitesses radiales. Les grandeurs issues de la caractérisation des structures sont ensuite utilisées afin de classer les systèmes dans les catégories définies dans la section 4.1. Comme cela a été défini dans la section 4.1.4, la présente étude se concentre sur les structures dont la taille est comprise entre 0.5 et 1 Mpc, dont la dispersion des vitesses radiales est supérieure à 150 km/s. Elles sont situées dans un rayon $d_{inter} = 3$ Mpc autour de l'amas et dans un intervalle de vitesse radiale $\pm\Delta v = 3500$ km/s autour de la vitesse des amas. L'application des outils décrits dans le chapitre 5 nécessite de définir et de fixer un certains nombre de paramètres.

Ces paramètres sont décrits dans la table 7.1. Certains paramètres sont présentés et discutés ici.

Le paramètre `PIXEL_SIZE` correspond à la taille physique d'un pixel des cartes en densité. Les structures doivent être échantillonnées avec suffisamment de pixels, c'est-à-dire plusieurs dizaines. De plus, pour faciliter l'interprétation des cartes, le diamètre des structures recherchées, entre 1 et 2 Mpc, doit être une puissance de 2 de la taille des pixels. En choisissant comme taille de pixel 31.25 kpc, la taille de 1 Mpc correspond à 32 pixels et est échantillonnée par suffisamment de pixels.

Le paramètre `MAP_SIZE` définit la taille des cartes en densité. Cette taille dépend de la taille du voisinage des amas, d_{inter}. Dans la présente étude, le voisinage des amas est défini dans un rayon $d_{inter} = 3$ Mpc autour des amas. Or, ce rayon pour rechercher les structures a une grande influence sur la classification des amas et la stabilité de la classification par rapport à ce paramètre est analysée dans la section 7.2.2. La plus grande valeur de d_{inter} testée est de 3.5 Mpc. Cela signifie donc que la taille des cartes en densité doit être plus grande que $2 \times 3.5 = 7$ Mpc de côté. De plus, les amas ayant un rayon de cœur r_c de l'ordre de 1 Mpc, une zone tampon de `MAX_APER` = 1.5 Mpc a été définie afin d'englober les structures en entier quelque soit leur position dans la carte en densité (voir section 4.2.1.1). La taille des cartes en densité `MAP_SIZE` peut alors être définie : il s'agit de $2 \times (d_{inter} + \texttt{MAX_APER}) = 10$ Mpc.

Le paramètre `DETECT_THRESH` est le seuil utilisé pour la détection et a été fixé à 1 galaxie par Mpc^2. Ce choix a été motivé par les raisons suivantes. Augmenter le seuil de détection entraîne une diminution du nombre de structures détectées et une moins bonne caractérisation des surdensités du fait que moins de pixels sont utilisés. De plus, seules les structures les plus riches seraient alors détectées. A contrario, diminuer ce seuil entraîne une augmentation du nombre de détections et une augmentation du nombre de pixels échantillonnant les structures. Concernant les structures détectées, une diminution du seuil permet de détecter des structures moins riches. L'objectif de la présente étude consiste à détecter et à caractériser les structures pouvant avoir une influence sur l'état dynamique des amas. Il s'agit de structures dont la richesse est comparable à celle de l'amas. Ainsi, si les structures riches doivent être détectées, il n'est pas pertinent de descendre le seuil de détection trop bas par rapport à la richesse des structures recherchées. Sachant que les échelles reconstruites dans les cartes en densité sont comprises entre 1 et 2 Mpc et qu'au moins 5 galaxies sont nécessaires pour considérer une structure comme significative d'un point de vue morphologique, le seuil de détection a été fixé à 1 galaxie par Mpc^2. De cette manière, les structures d'intérêt sont détectées.

Le paramètre R_{min} définit la richesse minimale des structures pour qu'elles puissent avoir une influence significative sur la morphologie des amas. La valeur $R_{min} = 5$ a été retenue. Ce paramètre a été couplé à $N_{gal,min}$ le nombre minimal de galaxies associées aux surdensités. Sa valeur a été fixée à 5 par souci de cohérence avec R_{min}. L'influence du choix de ces paramètres peut sembler importante sur la classification morphologique en raison de la distribution de la richesse des structures ou du nombre de leurs galaxies mais ne l'est pas. En effet, ces distributions

sont des fonctions décroissantes (voir figure 7.4). Par exemple, augmenter le nombre minimal de galaxies de 5 à 6 élimine environ 150 structures. Certaines structures ne sont donc plus prises en compte dans la zone d'influence des systèmes ce qui a pour conséquence de modifier leur classification. Dans ce cas, le nombre de structures diminue et donc certains systèmes multimodaux vont devenir bimodaux ou unimodaux et certains bimodaux vont devenir unimodaux. Cependant, en introduisant une contrainte sur le rapport de richesse minimal r_{min} pour qu'une structure soit considérée comme significative et donc prise en compte dans la zone d'influence des systèmes, l'influence de ces deux paramètres est réduite.

Le paramètre $n_{ellipse}$ est le facteur multiplicatif des ellipses des surdensités utilisé pour associer les galaxies aux surdensités. Plusieurs valeurs ont été testées : 1, 2 et 3. Si une grande valeur de $n_{ellipse}$ permet d'augmenter le nombre de galaxies, cet effet est limité en pratique par la manière dont sont gérés les recouvrements d'ellipses (voir section 4.2.1.3). La valeur de 2 pour $n_{ellipse}$ a donc été retenue.

Le paramètre Δz sert à sélectionner les galaxies dans une tranche de redshift photométrique autour du redshift des amas afin de construire les cartes en densité. La valeur de Δz a été fixée en fonction de la distribution de l'erreur du redshift photométrique par rapport au redshift spectroscopique, évaluée sur un amas composite de l'échantillon. L'écart-type de l'erreur vaut 0.0236, ce qui est inférieur à la *rms* de Csabai et al. (2003) car notre échantillon est dominé par les galaxies elliptiques pour lesquelles l'estimation du redshift photométrique est meilleure. Cette valeur a été retenue : $\Delta z = 0.0236$.

Le paramètre Δv sert (i) à étudier la distribution des vitesses radiales des galaxies appartenant aux surdensités détectées en projection lors de l'analyse des cartes en densité et (ii) à définir l'intervalle de vitesse radiale définissant la zone d'influence des systèmes. Plusieurs valeurs ont été testées pour Δv : 2500, 3000, 3500 et 4000 km/s. La caractérisation morphologique des structures est peu sensible à ce paramètre contrairement à la détermination du voisinage des amas (voir figure 7.16). La valeur nominale retenue est 3500 km/s.

Le paramètre `RESOL_W1` définit le pas d'échantillonnage de la fonction de distribution des vitesses radiales (ci-après FDV). Suffisamment de points sont nécessaires pour échantillonner correctement un amas ayant une dispersion des vitesses d'environ 1000 km/s. De plus, afin d'optimiser les calculs, le nombre de points doit être une puissance de 2. Il a été choisi d'échantillonner la FDV sur 256 points dans l'intervalle de redshift $[0; 0.2]$, ce qui correspond à une taille d'environ 235 km/s. Les tests menés sur le logiciel *w1* (Fadda et al., 1998, voir section 5.1.2 du présent mémoire) ont montré que ce choix permettait de bien reconstruire la distribution des vitesses radiales d'un amas dont la dispersion des vitesses radiales vaut 1000 km/s.

L'analyse de la distribution des vitesses radiales des galaxies appartenant aux structures est basée sur deux paramètres : $N_{gal,thresh}$ et $\sigma_{v,thresh}$. Ces paramètres servent de seuil aux composantes gaussiennes issues de la décomposition de la distribution des vitesses radiales en une mixture de gaussiennes. La valeur de $N_{gal,thresh}$ est fixée par rapport à $N_{gal,min}$, sa valeur est donc de 5. Comme seules les structures dont la dispersion des vitesses est supérieure à 150 km/s sont considérées comme

ayant une influence sur l'état dynamique des amas (voir section 4.1.2), donc sur leur morphologie, la valeur de $\sigma_{v,thresh}$ retenue a été fixée à 150 km/s.

TABLE 7.1: Table des paramètres utilisés lors de la caractérisation et de la classification morphologiques.

Paramètre	Description	Valeur nominale	Valeurs testées
$z_{clus,min}$ et $z_{clus,max}$	Limites inférieure et supérieure au redshift des amas C4 sélectionnés	0.05 et 0.2	
`SEARCH_CLUS`	Rayon dans lequel les amas C4 sont recherchés durant le centrage	2 Mpc	
$d_{search,gal}$	Rayon dans lequel sont extraites les galaxies autour des positions C4 ($\alpha_{C4}, \delta_{C4}, z_{C4}$)	7 Mpc	
$r_{spec,min}$ et $r_{spec,max}$	Magnitudes de coupure pour sélectionner les galaxies ayant la spectroscopie (par rapport à r^*)	-1 et $+1$	
$r_{phot,min}$ et $r_{phot,max}$	Magnitudes de coupure pour sélectionner les galaxies (par rapport à r^*)	-1 et $+4$	
$d_{search,clus}$	Rayon dans lequel sont extraites les galaxies spectroscopiques pour déterminer l'intervalle de redshift des amas C4 lors du centrage	2 Mpc	
z_{min} et z_{max}	Limites inférieure et supérieures du redshift des galaxies utilisées pour construire la fonction de distribution des vitesses radiales (FDV)	0 et 0.2	
`RESOL_W1`	Distance entre deux redshifts consécutifs où est évaluée la FDV	$2^{-8} = 0.00078125$	

TABLE 7.1: Suite.

Paramètre	Description	Valeur nominale	Valeurs testées
Δv	Largeur de l'intervalle de vitesse radiale dans lequel (i) les structures dans le voisinage des amas durant l'analyse morphologique sont caractérisées et utilisées pour la classification et (ii) sont sélectionnées les galaxies spectroscopiques pour l'analyse de la distribution des vitesses des surdensités	3500 km/s	2500, 3000, 3500 et 4000 km/s
Δz	Largeur de la fenêtre de redshifts photométriques autour du redshift des amas pour sélectionner les galaxies	$\Delta z = \sigma(z_{phot} - z_{spec}) = 0.0236$	
`MAP_SIZE`	Taille des cartes en densité	5 Mpc	
`PIXEL_SIZE`	Taille des pixels des cartes en densité	31.25 kpc	
`MIN_SCALE` et `MAX_SCALE`	Tailles (diamètres) minimale et maximale des structures reconstruites dans les cartes en densité	1 et 2 Mpc	
`DETECT_THRESH`	Seuil de détection des surdensités dans les cartes en densité	1 gal/Mpc^2	
`MAX_APER`	Taille de la zone des cartes en densité exclue de l'analyse en raison de sa proximité des bords de la carte	1.5 Mpc	
`DIST_BORDER`	Distance maximale autorisée entre le centre d'un champ et la position de l'amas après centrage pour que l'amas ne soit pas considéré comme au bord du relevé	$20'$	
Δz	Séparation de redshift pour considérer une détection multiple	0.02	
`THRESH_DIST`	Distance physique entre deux amas centrés pour considérer une détection multiple	2 Mpc	
R_{min}	Richesse minimale des surdensités	5	

TABLE 7.1: Suite.

Paramètre	Description	Valeur nominale	Valeurs testées
$N_{gal,peak}$	Nombre minimal de galaxies se trouvant dans les surdensités	5	
$n_{ellipse}$	Facteur multiplicatif sur la taille des ellipses pour associer les galaxies à une surdensité	2	1, 2 et 3
$N_{gal,thresh}$	Nombre minimal de galaxies que doit contenir une composante gaussienne	5	
$\sigma_{v,thresh}$	Dispersion des vitesses minimale des composantes gaussiennes	150 km/s	
r_{min}	Rapport de richesse minimal pour considérer une structure en interaction avec son amas principal	1:20	1:0, 1:20, 1:10 et 1:5
ϵ_{thresh}	Ellipticité délimitant les surdensités à symétrie circulaire en projection des elliptiques	0.3	0.2, 0.3, 0.4 et 0.5
d_{inter}	Distance physique projetée maximale pour qu'une structure soit en interaction avec son amas principal	3 Mpc	2, 2.5, 3 et 3.5 Mpc
P_1	Probabilité de considérer que le coefficient d'asymétrie B_1 permet d'accepter l'hypothèse de distribution gaussienne des vitesses radiales	2%	1, 2, 5 et 10%
P_2	Probabilité de considérer que le coefficient d'aplatissement B_2 permet d'accepter l'hypothèse de distribution gaussienne des vitesses radiales	2%	2, 5 et 10%

7.1.2 Caractérisation morphologique des structures

Dans les 403 cartes en densité 2133 surdensités sont détectées. Les galaxies appartenant aux surdensités sont alors sélectionnées comme celles situées dans l'ellipse homothétique ($n_{ellipse}$) des moments d'ordre 2 associée à la surdensité (voir section 4.2.1.2), dont la vitesse radiale a été mesurée par la spectroscopie et est comprise dans un intervalle de vitesse radiale $\pm\Delta v$ par rapport à la vitesse radiale

de l'amas. La distribution des vitesses radiales est ensuite analysée pour chaque surdensité par les logiciels *w1*, EMMIX et ROSTAT (voir chapitre 5). Le logiciel EMMIX permet de décomposer les surdensités en une mixture de gaussiennes dans l'espace des vitesses radiales. Pour les surdensités décrites par une seule composante d'après EMMIX, l'ajustement de la distribution des vitesses radiales proposé par ROSTAT est retenu (voir section 4.2.2.2). Ainsi, chaque surdensité est décomposée en une ou plusieurs composantes gaussiennes et la vitesse moyenne et la dispersion des vitesses de chaque composante sont calculées. Parmi les 2133 surdensités, 2047 (96%) sont décrites par une seule composante gaussienne, 84 (4%) sont décomposées en deux composantes gaussiennes et 2 (moins de 1%) en trois composantes gaussiennes. Cela fait donc un total de 2221 structures détectées avec au moins $N_{gal,thresh} = 5$ redshifts spectroscopiques dans les 403 systèmes.

L'application de la méthode de caractérisation morphologique permet d'obtenir l'information morphologique des structures en projection et dans l'espace des vitesses radiales. Pour plus de lisibilité, cette information a été scindée en quatre tables : les tables B.5, B.6, B.7 et B.8. Les deux premières tables contiennent l'information morphologique des structures en projection et les deux dernières celle dans l'espace des vitesses radiales. Les sous-sections suivantes présentent les différentes grandeurs mesurées lors de la caractérisation morphologique.

7.1.2.1 Caractérisation morphologique des surdensités en projection dans le plan du ciel

L'information morphologique des structures en projection dans le plan du ciel est détaillée dans les tables B.5 et B.6. La figure 7.1 représente la distribution du nombre de surdensités N_{clump} détectées dans chaque carte en densité. Il apparaît que 21 systèmes (4%) sont isolés en projection dans le plan du ciel, une seule surdensité est détectée dans leur zone d'influence. Les autres possèdent au moins deux surdensités dans leur zone d'influence définie dans un rayon de 3 Mpc (voir sections 4.1 et 7.1.1).

La taille des structures en projection est mesurée par le demi-grand axe a, le demi-petit axe b (qui sont les moments d'ordre 2), le rayon effectif $R_{\mathit{eff}} = \sqrt{ab}$ et la largeur à mi-hauteur FWHM. Les différents panneaux de la figure 7.2 représentent les distributions de ces quatre paramètres pour l'ensemble des structures détectées. Ces distributions obtenues ont des formes similaires : la taille mesurée varie entre 0.5 et 1.5 Mpc. Les valeurs moyennes mesurées sont 0.85 Mpc, 0.56 Mpc, 0.69 Mpc et 1.11 Mpc pour respectivement le demi-grand axe a, le demi-petit axe b, le rayon effectif R_{eff} et la largeur à mi-hauteur FWHM. Les valeurs médianes sont respectivement 0.79 Mpc, 0.54 Mpc, 0.66 Mpc et 1.13 Mpc et proches des valeurs moyennes. La largeur à mi-hauteur FWHM est environ deux fois plus grande que les autres car il s'agit d'un diamètre alors que les autres représentent des rayons. Ces valeurs étaient attendues dans la mesure où les échelles sélectionnées pour construire les cartes en densité sont comprises entre 1 et 2 Mpc et correspondent à un diamètre.

Aucune corrélation n'est observée entre la largeur à mi-hauteur FWHM et les

autres paramètres de taille : le coefficient de corrélation le plus élevé vaut 0.22 et est obtenu avec le demi-petit axe b. Trois raisons expliquent cette absence de corrélation : la manière dont est calculée la largeur à mi-hauteur, l'ellipticité des surdensités et la présence d'autres surdensités. Comme expliqué dans la section 5.3.3, le calcul de largeur à mi-hauteur est effectué sur le profil de densité circulaire des surdensités. Pour limiter la contamination par d'autres surdensités voisines, quatre profils sont calculés dans les quatre directions cardinales. La largeur à mi-hauteur retenue est alors la plus petite distance à laquelle la mi-hauteur est atteinte ou la plus petite distance à laquelle le profil de densité remonte en raison de la présence d'une autre surdensité. Le calcul de la largeur à mi-hauteur est donc très différent de celui des moments d'ordre 2 pour lesquels un traitement particulier est réalisé pour tenir compte de la contamination des surdensités voisines (voir section 5.3.2). De plus, la notion de largeur à mi-hauteur utilisée ici est peu pertinente pour les surdensités elliptiques puisqu'elle ne donne qu'une seule taille (un diamètre) alors qu'il en faut deux (les demi-grand et petit axes). Ainsi, au mieux, la corrélation entre la largeur à mi-hauteur et les moments d'ordre 2 peut être comparable à celle entre les moments d'ordre 2 et le rayon effectif (ici cette corrélation vaut 0.93 et 0.86 entre le rayon effectif et respectivement le demi-grand et le demi-petit axes).

À partir de la mesure des demi-axes a et b, l'ellipticité ϵ des surdensités a été calculée. La distribution de l'ellipticité des structures est présentée sur la figure 7.3. L'ellipticité moyenne et l'ellipticité médiane des surdensités de l'échantillon valent respectivement 0.31 et 0.30. Les valeurs prises par l'ellipticité sont majoritairement inférieures à 0.6 et les grandes ellipticités ($\epsilon > 0.8$) sont absentes de l'échantillon. Pour les systèmes isolés, ne présentant qu'une seule surdensité dans leur zone d'in-

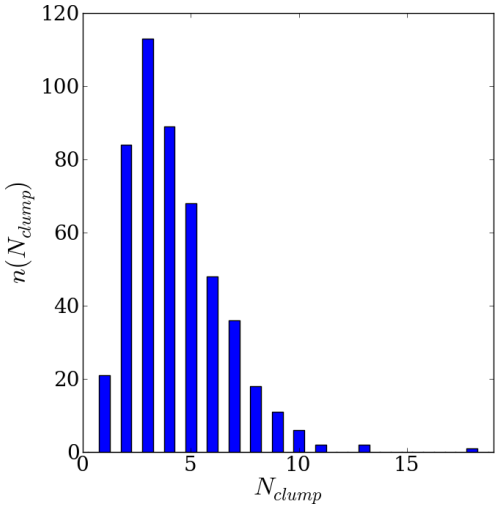


FIGURE 7.1 – Distribution du nombre de surdensités N_{clump} détectées dans les cartes en densité en utilisant les galaxies dont le redshift photométrique est compris dans $z_{mode} \pm \Delta z$ et dont la magnitude est comprise entre $r^* - 1$ et $r^* + 4$.

fluence, l'ellipticité moyenne devient 0.27 et l'ellipticité médiane 0.26. Pour les systèmes avec plusieurs structures dans leur zone d'influence, l'ellipticité moyenne et l'ellipticité médiane sont légèrement plus élevées et valent respectivement 0.32 et 0.31. La corrélation entre la présence de plusieurs surdensité dans la zone d'influence des systèmes et leur ellipticité est donc faible.

Les ellipses des moments d'ordre 2 et la largeur à mi-hauteur caractérisant les surdensités sont également utilisées pour mesurer d'autres grandeurs décrivant les surdensités : la richesse R, le nombre de galaxies $N_{gal,clump}$ et la dispersion des

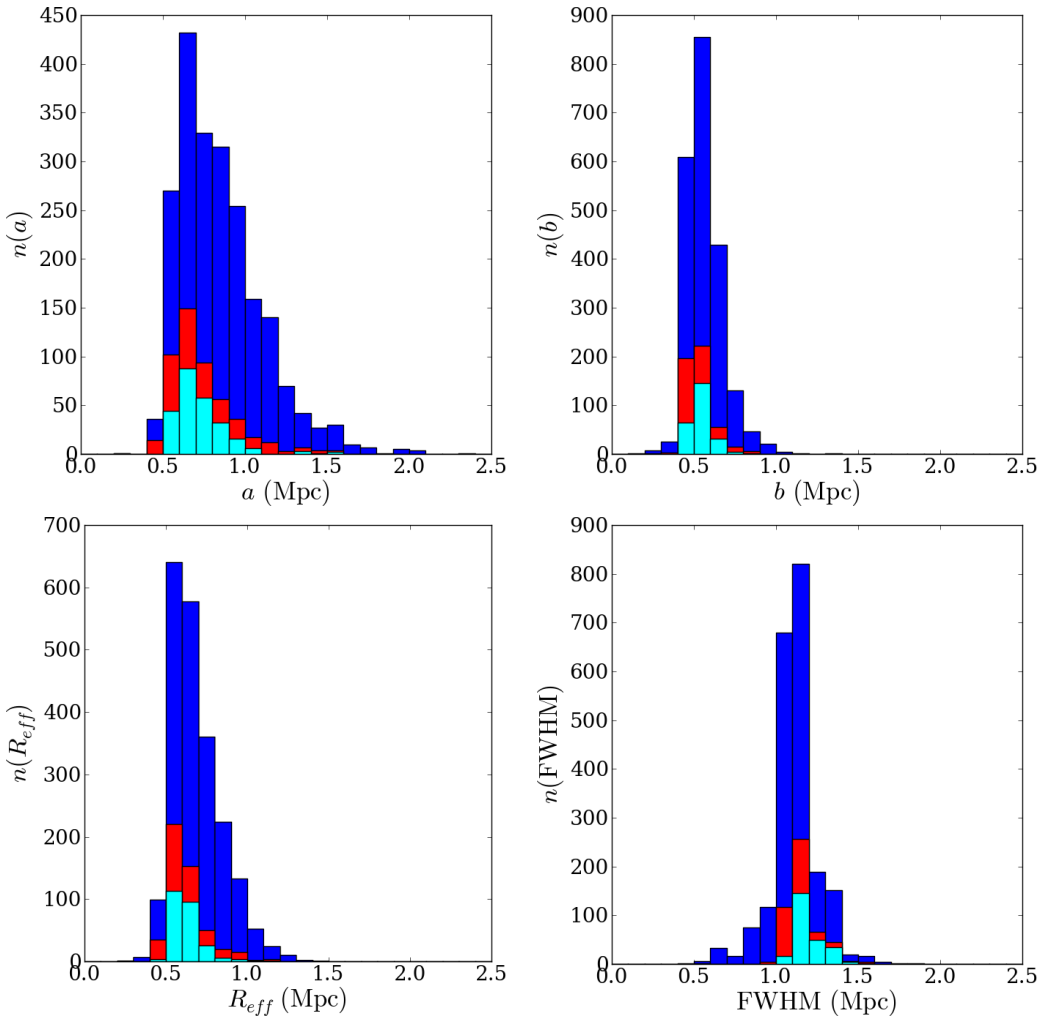


FIGURE 7.2 – Distributions du demi-grand axe a (en haut à gauche), du demi-petit axe b (en haut à droite), du rayon effectif R_{eff} (en bas à gauche) et de la largeur à mi-hauteur FWHM (en bas à droite) de l'ensemble des structures. En bleu sont représentées les distributions de toutes les surdensités, en rouge celle des amas et en cyan celle des amas les 50% les plus riches.

vitesses $\sigma_{v,peak}$. Dans la présente étude, ces trois grandeurs mesurées sont utilisées comme traceurs de la masse des structures. Elles sont définies de la manière suivante. La richesse R correspond au flux des surdensités calculé à l'intérieur de leur largeur à mi-hauteur FWHM sur les cartes en densité. Le nombre de galaxies $N_{gal,clump}$ est le nombre de galaxies situées à l'intérieur de l'ellipse caractérisant chaque surdensité (avec le facteur multiplicatif $n_{ellipse}$ et le traitement du recouvrement, voir section 4.2.1.3). La dispersion des vitesses $\sigma_{v,peak}$ est la dispersion des vitesses mesurées à partir des vitesses radiales spectroscopiques des galaxies situées à l'intérieur de l'ellipse caractérisant chaque surdensité. La dispersion des vitesses $\sigma_{v,peak}$ est mesurée lors de l'analyse de la distribution des vitesses radiales et est présentée en détails dans la section 7.1.2.2. La figure 7.4 représente leur distribution. Il ressort de l'analyse de ces distributions que la plupart des structures ont une richesse faible : $R < 10$ pour 1721 structures (84%) ou $N_{gal,clump} < 150$ pour 1905 amas (93%).

La figure 7.5 représente les corrélations entre ces trois grandeurs. Aucune corrélation n'est observée entre le nombre de galaxies $N_{gal,clump}$ et la dispersion des vitesses $\sigma_{v,peak}$ (le coefficient de corrélation vaut 0.2). Une faible corrélation est observée entre la richesse R et le nombre de galaxies $N_{gal,clump}$ (le coefficient de corrélation vaut seulement 0.37) et entre la richesse R et la dispersion des vitesses $\sigma_{v,peak}$ (le coefficient vaut 0.25). Les deux dernières corrélations peuvent toutefois être améliorées en considérant un sous-échantillon de surdensités. Par exemple, en considérant seulement les surdensités faiblement elliptiques ($\epsilon \leq 0.3$) la corrélation entre la richesse et le nombre de galaxies passe de 0.37 à 0.68. Concernant la cor-

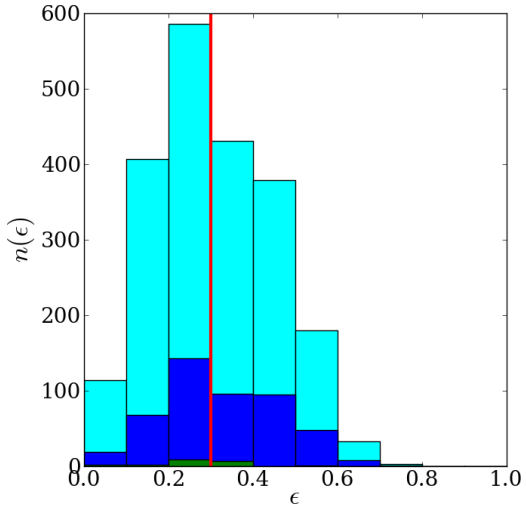


FIGURE 7.3 – Distribution de l'ellipticité ϵ. L'ensemble des structures est représentée en cyan, les amas avec des structures dans leur zone d'influence en bleu et les amas isolés en vert. La valeur nominale de l'ellipticité utilisée pour distinguer les amas à symétrie circulaire des amas elliptiques est représentée par le trait rouge.

rélation entre la dispersion des vitesses et la richesse, celle-ci est artificiellement bruitée par les surdensités décrites par deux ou trois composantes gaussiennes : ces deux composantes ont une dispersion des vitesses différente mais possèdent la même

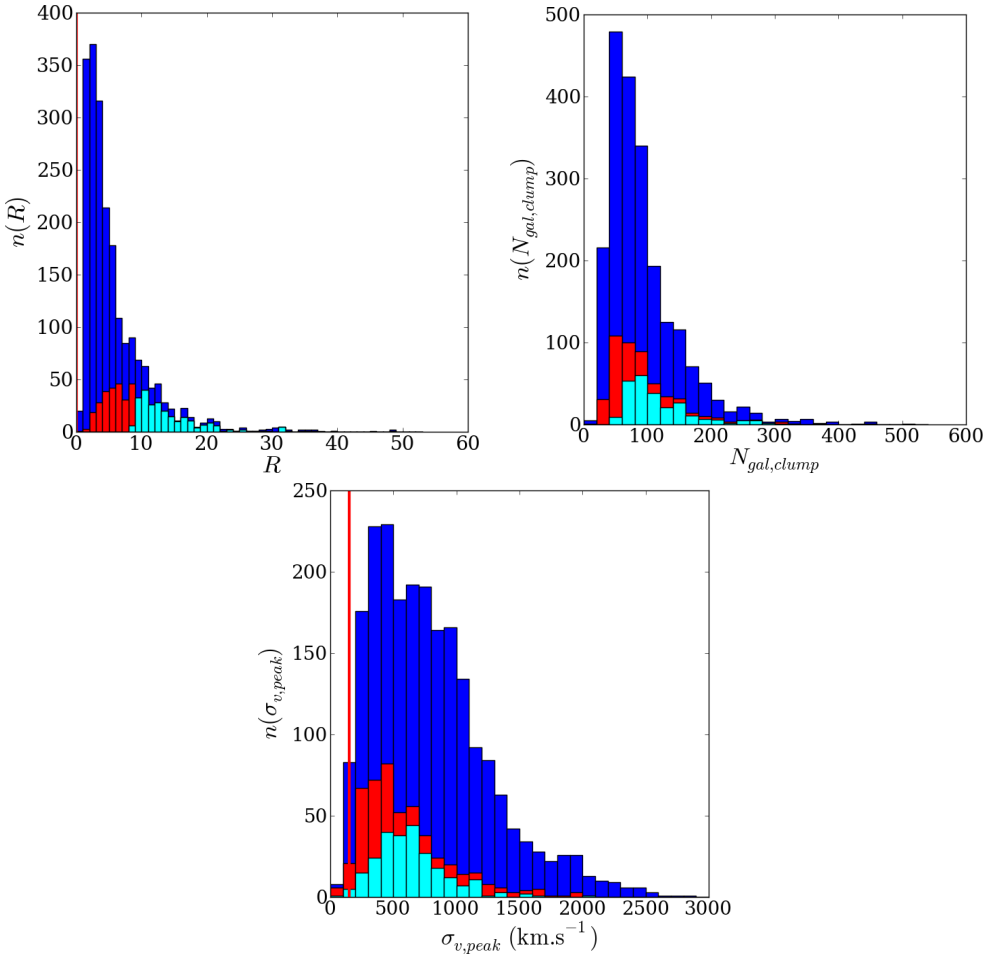


FIGURE 7.4 – Distributions de la richesse R (en haut à gauche), du nombre de galaxies $N_{gal,clump}$ (en haut à droite) et de la dispersion des vitesses $\sigma_{v,peak}$ (en bas) des structures. Les galaxies utilisées pour calculer ces paramètres sont situées à l'intérieur des ellipses caractérisant les structures. Pour calculer la richesse et le nombre de galaxies, toutes les galaxies ayant un redshift photométrique dans l'intervalle $[z_{mode} - \Delta z; z_{mode} + \Delta z]$ une magnitude comprise entre $r^* - 1$ et $r^* + 4$ sont utilisées alors que seules les galaxies dont le redshift spectroscopique a été mesuré et ayant une magnitude comprise entre $r^* - 1$ et $r^* + 1$ sont utilisées pour la dispersion des vitesses. Le trait rouge représente la limite inférieure de 150 km/s utilisée pour la dispersion des vitesses (voir section 4.1). En bleu sont représentées les distributions pour toutes les structures, en rouge celles de tous les amas et en cyan celles des amas les 50% les plus riches.

richesse. De plus, l'incertitude sur la dispersion des vitesses augmente également la dispersion de la relation R-$\sigma_{v,peak}$. En retirant les structures issues de la décomposition en plusieurs gaussiennes d'une seule surdensité et en ne prenant en compte que les dispersions plus précises que 400 km/s, la corrélation entre la richesse et la dispersion des vitesses passe de 0.25 à 0.68. Pour la corrélation entre le nombre de galaxies et la dispersion des vitesses, si cette sélection des structures améliore le coefficient de corrélation, il est inférieur à celui entre la richesse et la dispersion des vitesses : il passe de 0.20 à 0.57. Comme la corrélation entre la richesse et la dispersion des vitesses est meilleure que celle entre le nombre de galaxies et la dispersion des vitesses, la richesse R a été retenue pour évaluer les rapports de richesse au lieu du nombre de galaxies $N_{gal,clump}$.

7.1.2.2 Caractérisation morphologique des surdensités dans l'espace des vitesses

L'information morphologique provenant de l'analyse des structures dans l'espace des vitesses est détaillée dans les tables B.7 et B.8. Cette analyse est réalisée à partir des galaxies situées dans l'ellipse décrivant les surdensités, dont la vitesse radiale spectroscopique est disponible et dont la magnitude est comprise entre $r^* - 1$ et $r^* + 1$. La distribution du nombre $N_{gal,interval}$ de ces galaxies est représentée sur la figure 7.6. En moyenne, il y a 12 galaxies utilisées pour l'analyse de la distribution des vitesses radiales et la valeur médiane vaut 10. Les surdensités sont décrites par leur vitesse radiale (respectivement redshift) mode v_{mode} (respectivement z_{mode}) et leur nombre de galaxies $N_{gal,peak}$. L'analyse des surdensités dans l'espace des vitesses radiales consiste à étudier la multimodalité et la gaussianité de la distribution des vitesses radiales de leurs galaxies. Comme expliqué dans la section 7.1.2, 2047 surdensités (96%) sont décrites par une seule composante gaussienne, 84 (4%) par deux composantes gaussiennes et 2 (moins de 1%) par trois composantes gaussiennes. Une composante gaussienne définissant une structure, cela fait un total de 2133 structures détectées. Les paramètres de chaque structure dans l'espace des vitesses radiales sont évalués : vitesse moyenne v_{peak}, dispersion des vitesses $\sigma_{v,peak}$ et nombre de galaxies $N_{gal,peak}$. Les distributions de ces trois paramètres sont représentés sur les a figure 7.7. Les coefficients d'asymétrie B_1 et d'aplatissement B_2 sont également évalués durant l'analyse de la gaussianité de la distribution des vitesses radiales. Les distributions des coefficients d'asymétrie B_1 et d'aplatissement B_2 sont représentées sur les panneaux de gauche de la figure 7.8. Leurs distributions en fonction du nombre de galaxies $N_{gal,interval}$ utilisés pour l'analyse de la distribution des vitesses radiales est représentée sur le panneau de droite. Cette représentation permet de quantifier la probabilité de gaussianité des distributions des vitesses radiales à partir de ces coefficients. Les pourcentages représentés correspondent à la probabilité de considérer une distribution non gaussienne alors qu'elle est gaussienne : plus cette probabilité est grande, plus la gaussianité de la distribution est certaine. Cette figure montre que peu de structures se situent entre les différentes courbes de probabilité de gaussianité. Cela signifie que ces deux paramètres n'ont pas une

grande influence sur la classification morphologique.

De plus, une corrélation est attendue entre les coefficients d'asymétrie B_1 et d'aplatissement B_2 : plus l'asymétrie $|B_1|$ augmente, plus l'aplatissement augmente. En effet, une asymétrie implique une aile de la distribution plus peuplée que l'autre. Or comme l'aplatissement est mesuré sous l'hypothèse de distribution gaussienne

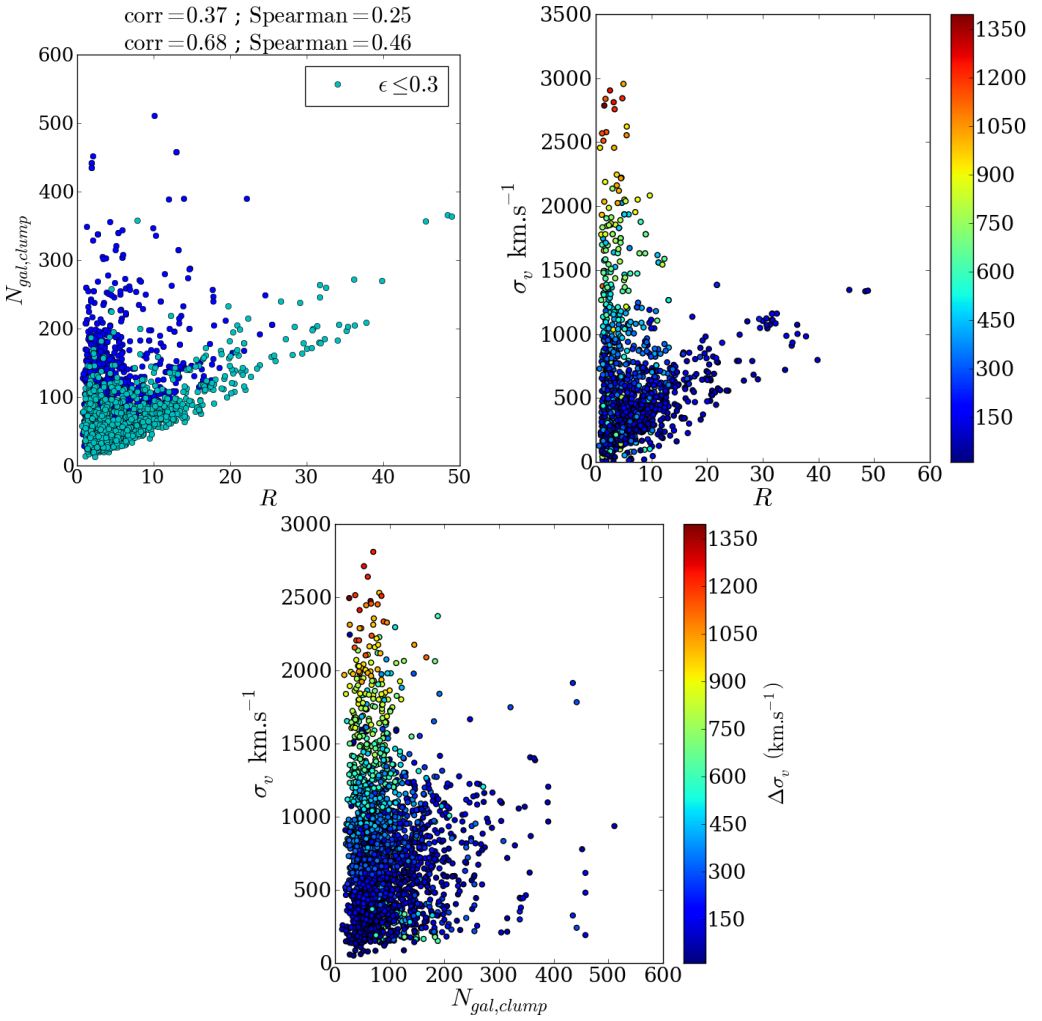


FIGURE 7.5 – Diagrammes présentant les corrélations entre la richesse R et le nombre de galaxies $N_{gal,clump}$ (en haut à gauche), entre la richesse et la dispersion des vitesses des structures $\sigma_{v,peak}$ (en haut à droite) et entre la dispersion des vitesses $\sigma_{v,peak}$ et le nombre de galaxies $N_{gal,clump}$ (en bas). Les structures représentées en cyan sur le panneau de gauche sont celles ayant une ellipticité ϵ inférieure à 0.3. Le code couleur sur les panneaux de droite en haut et d'en bas représente l'erreur estimée sur la dispersion des vitesses. Les galaxies utilisées pour mesurer ces quantités sont les mêmes que celles de la figure 7.4.

et comme il dépend du moment d'ordre 4 de la distribution, sa mesure est particulièrement affectée par l'aile surpeuplée. Celle-ci contribue donc plus que l'aile sous-peuplée, ce qui induit un coefficient d'aplatissement plus grand que 3. Cet effet est observé sur les structures, comme le montre la figure 7.9.

7.1.2.3 Caractéristiques de la BCG des structures

La galaxie la plus brillante des surdensités est localisée lors de l'analyse des structures. Il s'agit de la galaxie dont la magnitude en bande r' est la plus basse, située dans l'ellipse de la surdensité et ayant un redshift photométrique dans l'intervalle $[z_{mode} - \Delta z; z_{mode} + \Delta z]$. Une limite en magnitude brillante a été appliquée lors de la recherche de la galaxie la plus brillante en raison de la contamination du catalogue Galaxies du SDSS par des étoiles. En effet, l'identification des étoiles brillantes, de magnitude 8-10, peut s'avérer délicate en raison de la magnitude limite de saturation, qui vaut environ 14.1 en bande r' pour le SDSS (Gunn et al., 1998). Ainsi, certaines étoiles brillantes sont détectées comme des galaxies moins brillantes, de magnitude 9-11. Durant la caractérisation morphologique des amas, ces objets ne sont pas pris en compte en raison de la coupure des magnitudes brillantes à $r^* - 1$, qui correspond à $r' \simeq 14$ à $z = 0.05$. En revanche, lors de la recherche de la galaxie la plus brillante, cette limite en magnitude brillante est levée et entraîne donc l'identification de telles étoiles comme galaxie la plus brillante. Toutefois, la magnitude de la galaxie la plus brillante dans les amas à $z \leq 0.2$ vaut en moyenne $r^* - 1$ et atteint rarement $r^* - 2$ (Szabo et al., 2011; Wen et al., 2012). Une coupure en magnitude brillante à $r' = 12$ peut donc être appliquée sans compromettre la détection de la galaxie la plus brillante des surdensité. Toutefois, même en appli-

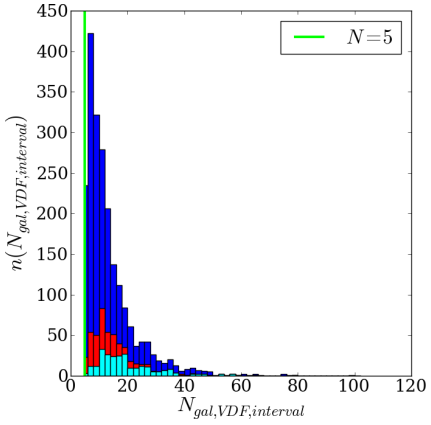


FIGURE 7.6 – Distribution du nombre de galaxies dont la vitesse radiale a été mesurée par la spectroscopie et situées dans les surdensités. Le trait vert représente la valeur de 5 galaxies, valeur minimale pour qu'une surdensité soit conservée. En bleu est représentée la distribution pour toutes les surdensités, en rouge celle pour tous les amas et en cyan celle des amas les 50% les plus riches.

quant cette coupure, il reste des objets pour lesquels la photométrie pose problème. Parmi ces objets, il y a :

- des objets qui ne sont pas des galaxies (13%) : des étoiles, des objets détectés dans la PSF d'étoiles brillantes, des traces de satellites
- des galaxies brillantes d'avant plan pour lesquelles la détermination du redshift photométrique est mauvaise.

Ces deux types d'objets ont en commun d'avoir un *redshift photométrique* mal évalué, ce qui se traduit par une erreur supérieure à 50%. Pour s'affranchir de ces objets, une coupure sur l'erreur sur le redshift photométrique a été utilisée : seuls les objets avec une erreur absolue inférieure à 0.05 sont conservés pour l'identification de la BCG. Cette coupure concerne environ 38% des objets détectés comme BCG.

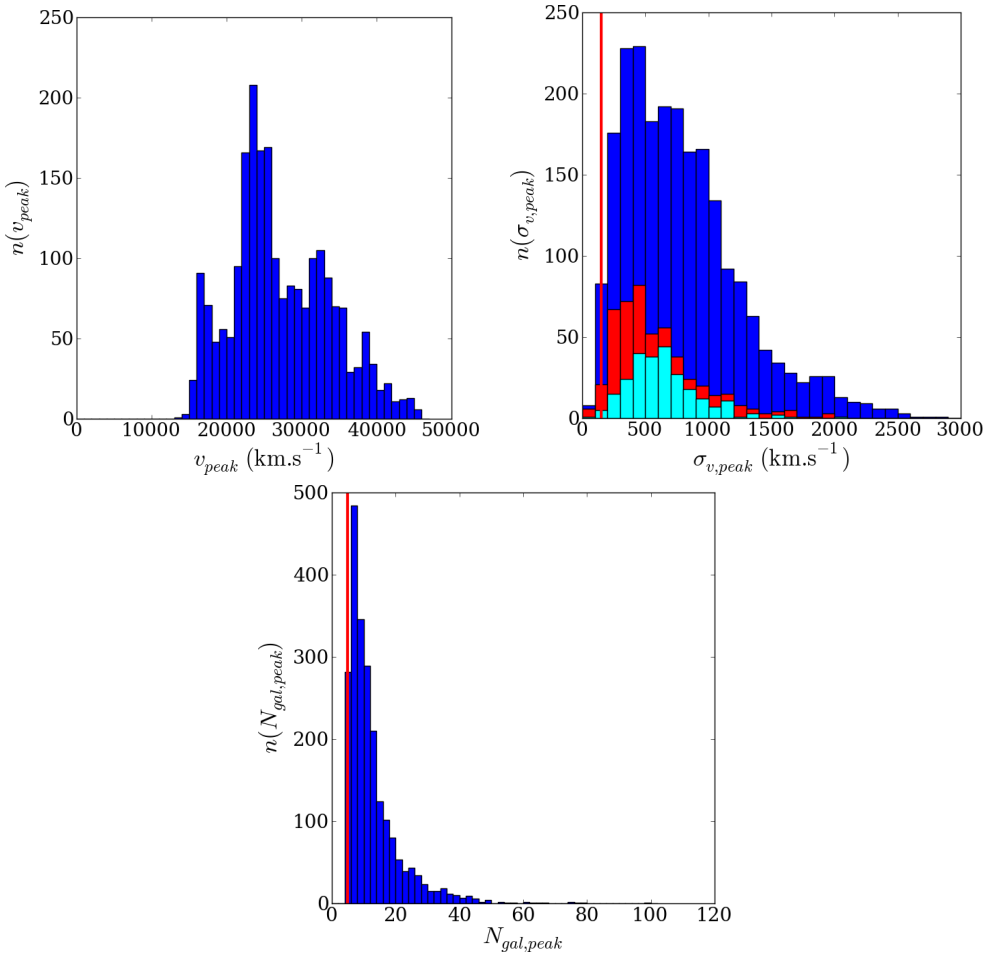


FIGURE 7.7 – Distributions des trois paramètres décrivant les composantes gaussiennes des surdensités dans l'espace des vitesses radiales : en haut à gauche la vitesse moyenne v_{peak}, en haut à droite la dispersion des vitesses $\sigma_{v,peak}$ et en bas le nombre de galaxies $N_{gal,peak}$.

Les coordonnées de la BCG $(\alpha_{BCG}, \delta_{BCG})$, son redshift photométrique (z_{BCG}) ainsi que sa luminosité en bande r' (r_{BCG}) sont donnés dans la table B.6. La caractérisation de la BCG est intéressante car cette galaxie occupe une position particulière dans les amas à l'équilibre : elle est a priori située au centre. Les algorithmes de

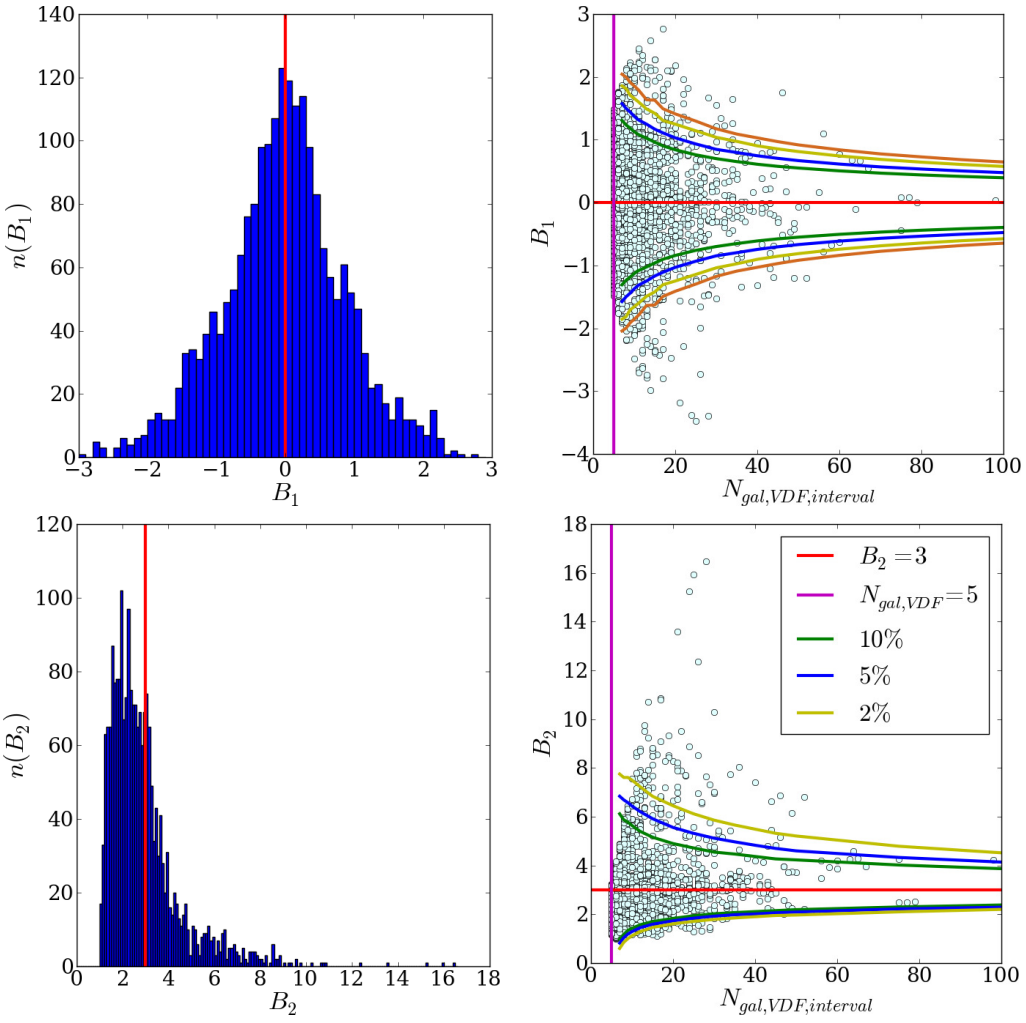


FIGURE 7.8 – Distribution du coefficient d'asymétrie B_1 (en haut à gauche) et d'aplatissement B_2 (en bas à gauche). Les panneaux de droite représentent la distribution des structures en fonction du nombre de galaxies $N_{gal,interval}$ et des coefficients B_1 (en haut) et B_2 (en bas). Les courbes représentent différentes probabilités de considérer une distribution non gaussienne alors qu'elle est gaussienne en fonction du nombre de points, d'après D'Agostino & Tietjen (1971, 1973); D'Agostino (1973) : en vert 10%, en bleu 5%, en jaune 2% et en chocolat 1%. Le trait rouge représente la valeur théorique des coefficients et le trait magenta la limite de 5 galaxies.

détection du type maxBCG sont basés sur cette propriété (voir section 6.1.2). En réalité, la BCG n'est pas toujours exactement au centre des amas. Ce déplacement de la BCG est dû à une perturbation de l'état d'équilibre des amas. Ainsi, la distance entre la BCG et le centre des amas peut être utilisée comme diagnostic de l'état dynamique des amas (Song et al., 2012). Il s'agit ici d'étudier la distance entre la BCG et le centre des amas en fonction de la classification morphologique.

La distance entre la BCG et le centre des surdensités a donc été calculée. En réalité, deux options pour définir le centre des amas ont été retenues dans cette étude : le barycentre des surdensités et la position de leur maximum de densité. Le barycentre est le centre des ellipses, dont les coordonnées sont notées (α, δ). Les coordonnées du maximum sont notées $(\alpha_{peak}, \delta_{peak})$. On peut alors calculer la

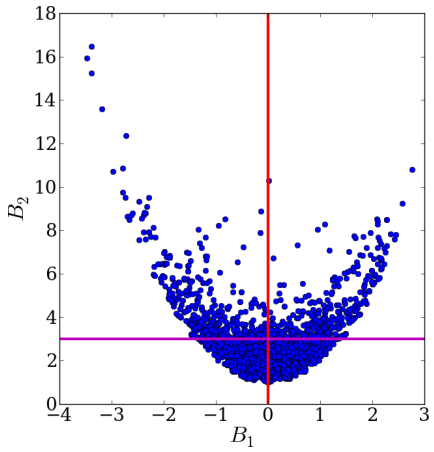


FIGURE 7.9 – Distribution des structures en fonction des coefficients d'asymétrie B_1 et d'aplatissement B_2. Les traits rouge et magenta représentent les valeurs attendues pour une distribution gaussienne.

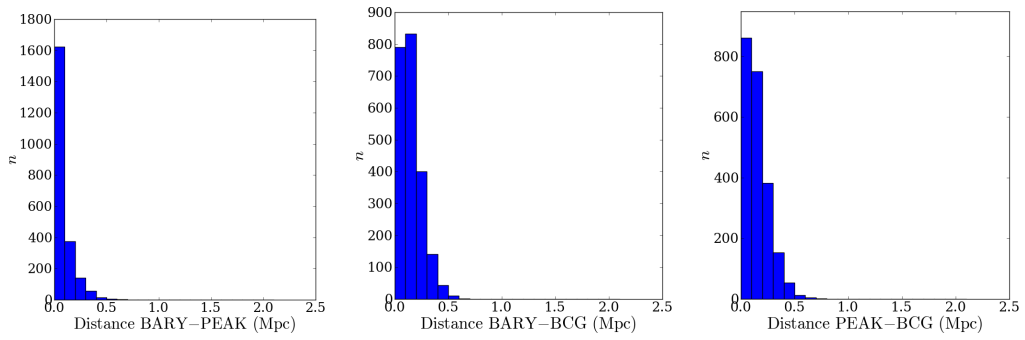


FIGURE 7.10 – Distribution des distances entre les deux centres de l'analyse et la BCG. À gauche est représentée la distance entre le barycentre (α, δ) et le maximum $(\alpha_{peak}, \delta_{peak})$ des surdensités, au milieu la distance entre le barycentre et la BCG et à droite la distance entre le maximum et la BCG.

distance entre le barycentre et le maximum, la distance entre le barycentre et la BCG et la distance entre le maximum et la BCG. La figure 7.10 représente la distribution de ces distances pour toutes les structures détectées lors de l'analyse. De manière générale, le barycentre et le maximum sont proches : pour environ 75% des surdensités, cette distance est inférieure à 100 kpc. La BCG est également proche du centre des amas : la distance entre le barycentre et la BCG moyenne vaut 0.20 Mpc et la médiane vaut 0.17 Mpc. Ces faibles distances révèlent un décalage de la BCG par rapport au centre des amas en accord les études antérieures (Adami & Ulmer, 2000; Song et al., 2012). Cet accord permet de valider l'utilisation du barycentre comme centre des amas dans cette étude.

L'analyse de la distance de la BCG des systèmes unimodaux est en cours afin de vérifier si la distance de la BCG au centre dépend de la présence de structures dans la zone d'influence des systèmes. De plus, la distribution de la distance de la BCG en fonction de l'ellipticité des surdensités est également en cours d'analyse pour voir s'il y a une corrélation entre l'ellipticité et la distance de la BCG et pour étudier la corrélation entre l'angle d'orientation de l'ellipse et l'angle entre le centre des surdensités et leur BCG.

7.1.2.4 Comparaison de la caractérisation avec le catalogue NORASS

La caractérisation morphologique des amas réalisée dans cette étude a également été comparée avec le catalogue d'amas NORASS réalisé en X (Böhringer et al., 2000) : dix-neuf amas sont présents dans les deux catalogues. Ainsi, la définition du

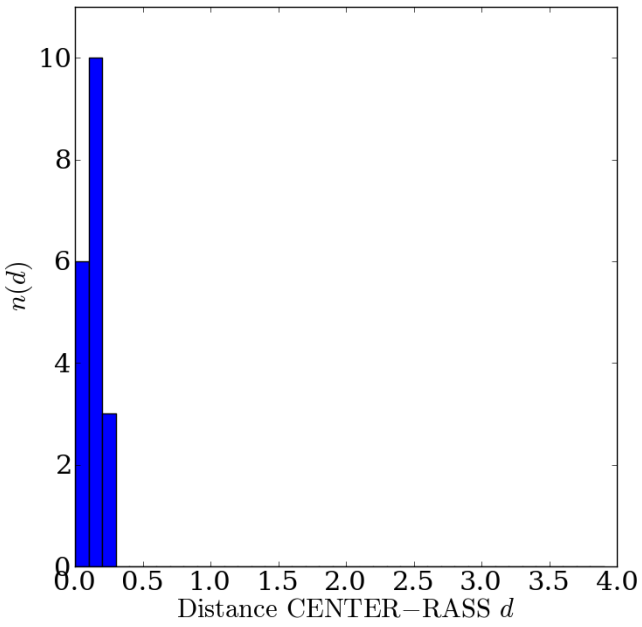


FIGURE 7.11 – Distribution de la distance entre le barycentre des amas et la position donnée dans le catalogue NORASS (Böhringer et al., 2000).

centre des amas utilisée ici, le barycentre, peut être comparée avec la définition du centre X des amas. La figure 7.11 représente la distribution de la distance entre le barycentre et le centre X de chaque amas. Elle révèle un très bon accord puisque la plus grande distance vaut 0.28 Mpc.

Par ailleurs, ce sous-échantillon de 19 amas permet de vérifier la pertinence des grandeurs mesurées dans cette étude en les comparant à celles du catalogue NORASS. En particulier, les grandeurs traçant la masse des amas peuvent être rapprochées. Dans le catalogue NORASS, la grandeur utilisée pour tracer la masse est la luminosité L_X ; dans la présente étude, il s'agit de la richesse R. La comparaison de ces deux mesures est présentée sur la figure 7.12. L'ajustement linéaire entre L_X et R est représenté par la droite rouge et son coefficient de corrélation vaut 0.76. Cette valeur du coefficient de corrélation indique un bon accord entre les deux études et donc révèle la pertinence de la mesure de la richesse R.

7.2 Classification morphologique des amas

À partir de la caractérisation morphologique des structures (voir section précédente), les systèmes sont classés dans les catégories décrites dans la section 4.3. Après avoir présenté les résultats obtenus, la stabilité de la classification par rapport

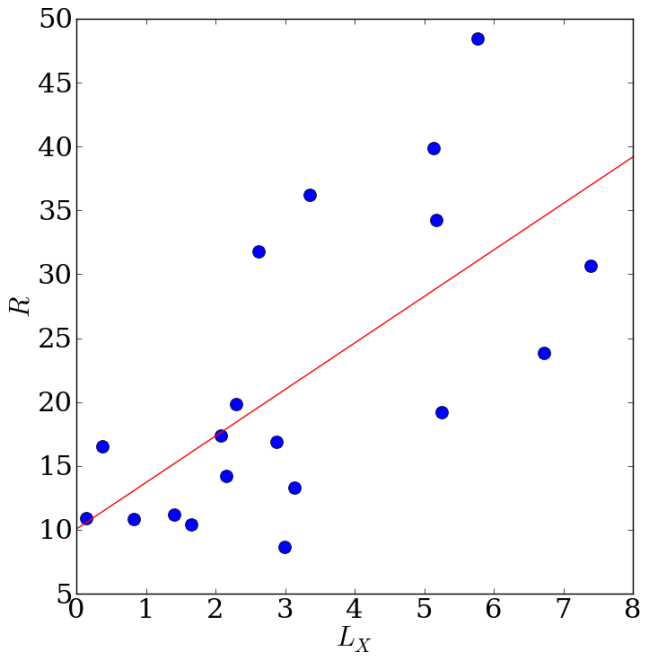


FIGURE 7.12 – Comparaison de la richesse R mesurée dans cette étude à la luminosité L_X mesurée dans le catalogue NORASS (Böhringer et al., 2000). La droite rouge représente l'ajustement linéaire de la relation $L_X - R$ et qui correspond à un coefficient de corrélation de 0.76.

aux paramètres utilisés est analysée. La classification a également été appliquée aux amas les 50% les plus riches pour évaluer l'existence d'un biais dans la caractérisation morphologique. Enfin, une comparaison entre l'utilisation, pour la construction des cartes en densité, de la spectroscopie et de la photométrie, a été menée.

7.2.1 Présentation de la classification morphologique des amas

À partir des tables B.5 à B.8, les structures dans la zone d'influence de tous les amas sont recherchées. La zone d'influence est définie par une différence de vitesse radiale inférieure à $\Delta v = 3500$ km/s et une distance projetée inférieure à $d_{inter} = 3$ Mpc au redshift de l'amas (voir section 4.1.2). La classification morphologique des amas est ensuite obtenue en appliquant la méthode suivante pour un système donné.

Si le système ne possède qu'une seule structure dans sa zone d'influence, alors le système est défini comme *unimodal*. S'il en contient deux, il est défini comme *bimodal* et s'il en contient davantage il est défini comme *multimodal*. De plus, la symétrie de la distribution projetée des structures ainsi que la gaussianité de la distribution des vitesses radiales de leurs galaxies sont également évaluées. Un amas est considéré comme étant à *symétrie circulaire* si $\epsilon < \epsilon_{tresh} = 0.3$ et *elliptique* si $\epsilon \geq \epsilon_{thresh}$. La distribution des vitesses radiales d'un amas est considérée comme *gaussienne* si les coefficient d'asymétrie B_1 et d'aplatissement B_2 permettent d'avoir une probabilité de gaussianité supérieure à $P_{min} = 98\%$. Si la probabilité de gaussianité est inférieure à $P_{min} = 98\%$ cette distribution sera considérée comme *non gaussienne*.

La classification dépend donc de six paramètres : le rayon d_{inter} et la tranche de vitesse radiale Δv définissant la zone d'influence dans laquelle sont recherchées les structures en interaction avec l'amas principal, l'ellipticité ϵ_{thresh} de la distribution projetée des galaxies de l'amas principal, le pourcentage P_1 associé au coefficient d'asymétrie B_1, le pourcentage P_2 associé au coefficient d'aplatissement B_2 et le rapport de richesse r_{min} entre l'amas et les structures voisines. Les paramètres définissant la zone d'influence, d_{inter} et Δv, et le rapport de richesse entre l'amas et ses structures voisines r_{min} ont une influence sur le nombre de structures détectées dans la zone d'influence. Une augmentation du rayon d_{inter} ou de la tranche de vitesse radiale Δv augmente le volume de recherche de structures et donc augmente potentiellement le nombre de structures dans la zone d'influence. De même, si le rapport de richesse minimum entre l'amas et les structures est diminué, alors le nombre de structures en interaction avec l'amas augmente car plus de structures dépassent le seuil de richesse. Les paramètres seuils décrivant la « forme » des amas, ϵ_{thresh}, P_1 et P_2, agissent uniquement dans la répartition des systèmes unimodaux.

La classification morphologique est alors effectuée en utilisant les paramètres nominaux pour la caractérisation et pour la classification (voir table 7.1). De cette manière, les 403 systèmes de l'échantillon sont répartis dans les catégories morphologiques du chapitre 4 de la manière suivante :

- 117 (29%) sont des systèmes *unimodaux* :
  - 75 (19%) sont *à symétrie circulaire* en projection et la distribution des

vitesses radiales de leurs galaxies est *gaussienne* ;
  - 9 (2%) sont *à symétrie circulaire* en projection et la distribution des vitesses radiales de leurs galaxies est *non gaussienne* ;
  - 25 (6%) sont *elliptiques* en projection et la distribution des vitesses radiales de leurs galaxies est *gaussienne* ;
  - 8 (2%) sont *elliptiques* en projection et la distribution des vitesses radiales de leurs galaxies est *non gaussienne* ;
- 122 (30%) sont des systèmes *bimodaux* :
  - 1 (1%) dans l'espace des vitesses radiales ;
  - 101 (25%) en projection ;
  - 20 (5%) dans le reste du cylindre ;
- 164 (50%) sont des systèmes *multimodaux* :
  - 0 uniquement dans l'espace des vitesses radiales ;
  - 95 (24%) uniquement en projection ;
  - 5 (1%) uniquement dans le reste du cylindre ;
  - 6 (1%) dans l'espace des vitesses radiales et en projection ;
  - 3 (1%) dans l'espace des vitesses radiales et dans le reste du cylindre ;
  - 49 (12%) en projection et dans le reste du cylindre ;
  - 6 (1%) dans tout le cylindre.

La figure 7.13 illustre un exemple des quatre sous-catégories de systèmes unimodaux et un exemple de système bimodal et de système multimodal.

Plusieurs résultats intéressants peuvent être mis en valeur à partir de ces pourcentages. Tout d'abord, seule une faible fraction des systèmes sont des systèmes unimodaux, à symétrie circulaire en projection et dont la distribution des vitesses radiales des galaxies est gaussienne (12%). Si cette catégorie est interprétée comme représentant les amas relaxés, alors cela signifie que seuls 12% des amas de l'échantillon sont relaxés. Cette valeur est faible par rapport aux résultats provenant d'autres études observationnelles similaires qui trouvent environ 30% (voir section 7.3.1) et par rapport aux résultats des simulations qui trouvent environ 40% (voir sections 2.3.1 et 7.3.2).

Plusieurs raisons permettent d'expliquer le faible pourcentage de ces amas. Tout d'abord, la classification morphologique est construite de telle sorte qu'il *suffit* qu'un seul indicateur morphologique indique un écart pour qu'un système ne soit plus classé unimodal, à symétrie circulaire en projection et ayant une distribution des vitesses radiales gaussienne. Les paramètres utilisés pour la classification étant contraignants rendent difficile la classification d'un système comme unimodal, à symétrie circulaire en projection et ayant une distribution des vitesses radiales gaussienne.

Ensuite, des critères morphologiques décrivant à la fois les systèmes en projection dans le plan du ciel et dans l'espace des vitesses radiales sont utilisés en même temps. Or les indicateurs utilisés en projection et dans l'espace de vitesses radiales ne tracent pas les mêmes écarts à un amas unimodal, symétrique et gaussien (voir chapitre 3).

Dès lors, ces raisons font que le moindre écart à cet amas idéal se traduit par une classification autre qu'unimodal, à symétrie circulaire en projection et ayant une distribution des vitesses radiales gaussienne, ce qui explique le faible pourcentage d'amas classés dans cette catégorie.

De plus, le choix des paramètres nominaux a une grande influence sur la classification, en particulier la distance d_{inter}. En effet, dans les études observationnelles, les structures ne sont pas recherchées au-delà de 2 Mpc et la fraction d'amas issue des simulations concerne les amas ayant fusionné, ce qui revient à choisir une distance de l'ordre de $0.2R_{turn}$ (voir section 2.3.2). Dans la section 7.2.2, l'espace des

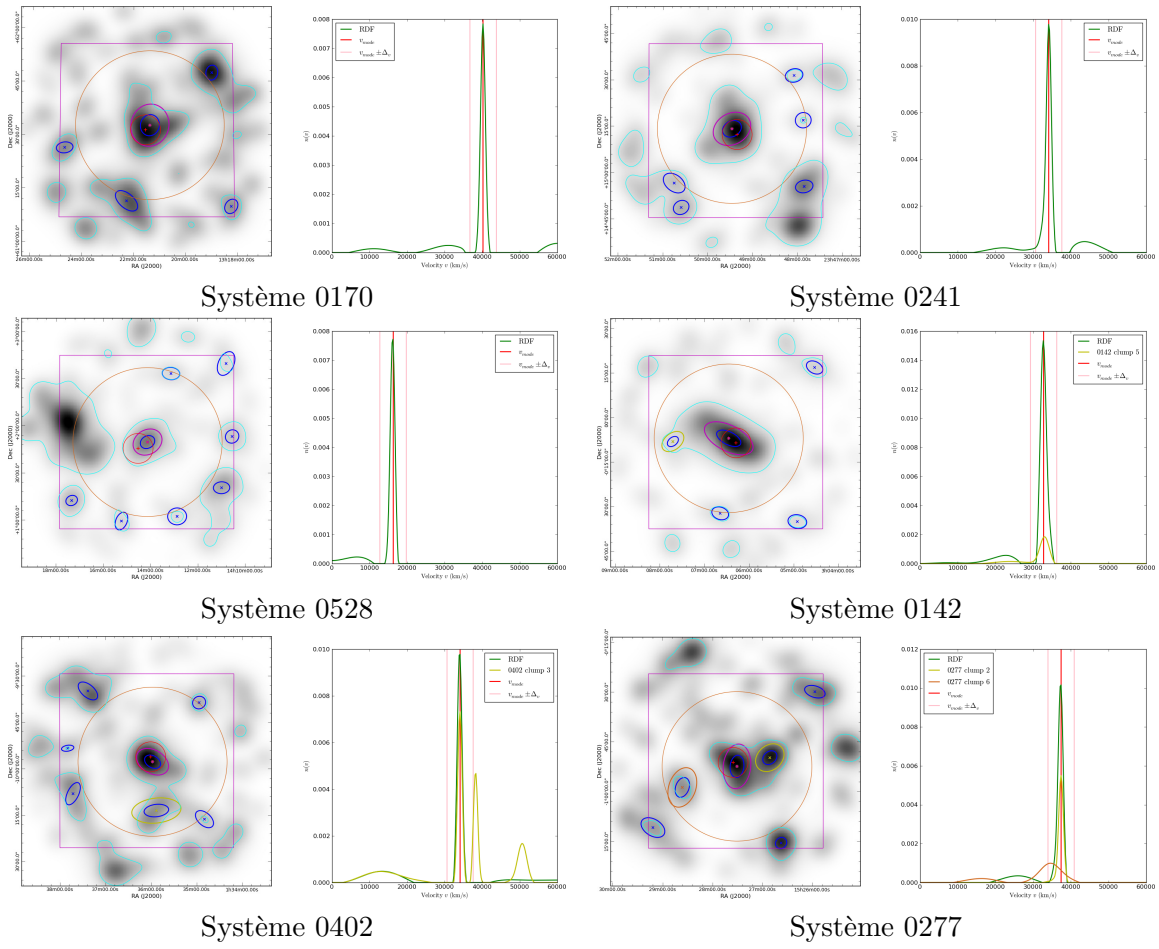


FIGURE 7.13 – Exemples de système classé de gauche à droite et de haut en bas comme respectivement (unimodal, à symétrie circulaire en projection et de distribution des vitesses radiales gaussienne), (unimodal, à symétrie circulaire en projection et de distribution des vitesses radiales non gaussienne), (unimodal, elliptique et de distribution des vitesses radiales gaussienne), (unimodal, elliptique et de distribution des vitesses radiales non gaussienne), bimodal et multimodal.

paramètres de la classification a été exploré, notamment la distance d_{inter}. Pour les paramètres nominaux et $d_{inter} = 2\,\mathrm{Mpc}$, la fraction d'amas isolé, à symétrie circulaire et ayant une distribution des vitesses radiales des galaxies gaussienne passe à 29%, se rapprochant ainsi des résultats des études observationnelles antérieures.

Un second résultat intéressant concerne la différence entre le pourcentage d'amas bimodaux ou multimodaux *dans l'espace des vitesses radiales* et le pourcentage d'amas bimodaux ou multimodaux *en projection dans le plan du ciel*. Il s'avère que le pourcentage d'amas bimodaux ou multimodaux uniquement dans l'espace des vitesses radiales (1%) est beaucoup plus faible que celui obtenu uniquement en projection dans le plan du ciel (64%). Ce résultat s'explique par le volume dans lequel les structures sont recherchées. Dans l'espace des vitesses radiales, les structures sont recherchées dans l'ellipse des amas, dont le rayon effectif vaut 0.69 Mpc en moyenne (voir section 7.1.2.1), et dans la tranche de vitesse radiale centrée sur l'amas et de largeur $2\Delta v = 7000$ km/s. En projection dans le plan du ciel, les structures sont recherchées dans un rayon $d_{inter} = 3\,\mathrm{Mpc}$ et dans la tranche de vitesse radiale centrée sur l'amas et de largeur $2\delta v = 2000$ km/s. Ainsi, le rayon de recherche de structures dans l'espace des vitesses radiales est environ 4.3 fois plus petit que celui en projection, ce qui se traduit par un volume environ 19 fois plus petit. Ce rapport de volume est toutefois compensé par la largeur de la fenêtre de vitesse radiale concernée : elle est 3.5 fois plus grande pour la recherche de structures dans l'espace des vitesses radiales qu'en projection. Il en résulte que le volume sondé est environ 5 fois plus petit dans l'espace des vitesses radiales qu'en projection dans le plan du ciel, ce qui explique la différence entre les deux pourcentages.

Un troisième résultat intéressant concerne le rapport de masse entre l'amas principal et la structure la plus importante. Dans cette étude, ce rapport de masse est mesuré par le rapport de richesse quand la structure en interaction est issue d'une surdensité autre que celle de l'amas. Dans le cas où la structure est issue de la même surdensité de l'amas, c'est-à-dire quand elle est issue de la même mixture de gaussiennes que l'amas, le rapport est alors mesuré par le rapport des dispersions des vitesses. Ici, la structure la plus importante est celle dont le rapport de richesse ou de dispersion des vitesses est le plus proche de 1. Dans la suite, cette structure est appelée structure la plus riche. La distribution de ce rapport entre l'amas principal et la structure la plus riche est représentée sur la figure 7.14. La figure révèle une distribution très piquée autour de 1 : ce rapport est supérieur à 3 pour plus de 73% des amas et il est supérieur à 5 pour plus de 85% des amas. Ce résultat montre que les interactions auxquelles sont sensibles la caractérisation et la classification sont des interactions entre structures de richesse comparable.

7.2.2 Étude de la dépendance de la classification par rapport aux paramètres

Plusieurs jeux de paramètre ont été testés pour étudier la dépendance de la classification par rapport aux paramètres. À partir des paramètres nominaux, un seul paramètre a été modifié à la fois et les valeurs testées pour les différents paramètres

sont les suivantes :

- $d_{inter} = 2, 2.5, 3$ et $3.5\,\mathrm{Mpc}$, voir figure 7.15 ;
- $\Delta v = 2500, 3000, 3500$ et 4000 km/s, voir figure 7.16 ;
- $r_{min} = 2, 5, 10$, et 20, voir figure 7.17 ;
- $\epsilon_{thresh} = 0.2$, 0.3, 0.4 et 0.5 voir figure 7.18 ;
- $P_1 = 1, 2, 5$ et 10%, voir figure 7.19 ;
- $P_2 = 2, 5$ et 10%, voir figure 7.20 ;

Comme le montre les figures 7.16, 7.19 et 7.20, la classification est peu sensible aux paramètres Δv, P_1 et P_2. Par contre, elle dépend fortement des paramètres d_{inter}, ϵ_{thresh} et r.

Le paramètre Δv correspond à la tranche de vitesse radiale dans laquelle les structures sont recherchées. Comme expliqué plus haut, quand ce paramètre augmente, on s'attend à ce que le nombre de structures augmente. Cet effet est bien observé mais dans de faibles proportions puisque ça ne concerne qu'une dizaine d'amas, c'est-à-dire environ 2% de l'échantillon. Cela signifie que les structures en interaction avec les amas ont des vitesses radiales très proches de celle de l'amas principal.

Les paramètres P_1 et P_2 correspondent à la probabilité de considérer la distribution des vitesses radiales non gaussienne alors qu'elle est gaussienne en se basant respectivement sur le coefficient d'asymétrie B_1 et d'aplatissement B_2. Le fait que ces paramètres n'aient pas d'influence sur la classification (un seul amas passe de régulier à irrégulier pour $P_1 = 10\%$) signifie (i) que la distribution des vitesses radiales gaussienne des amas gaussiens est « très » gaussienne et (ii) que la distribution des vitesses radiales des amas non gaussiens présente des écarts importants

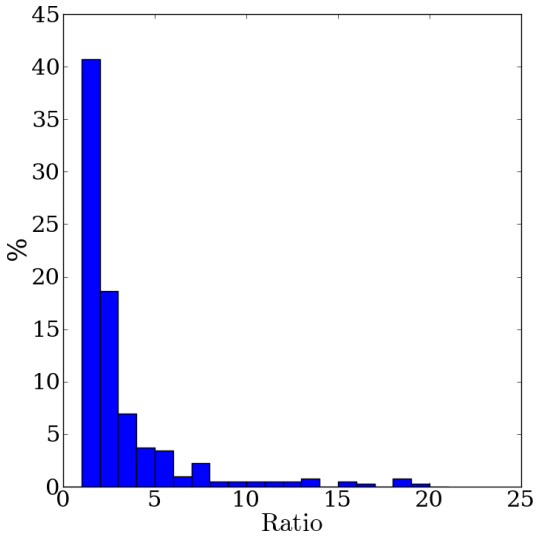
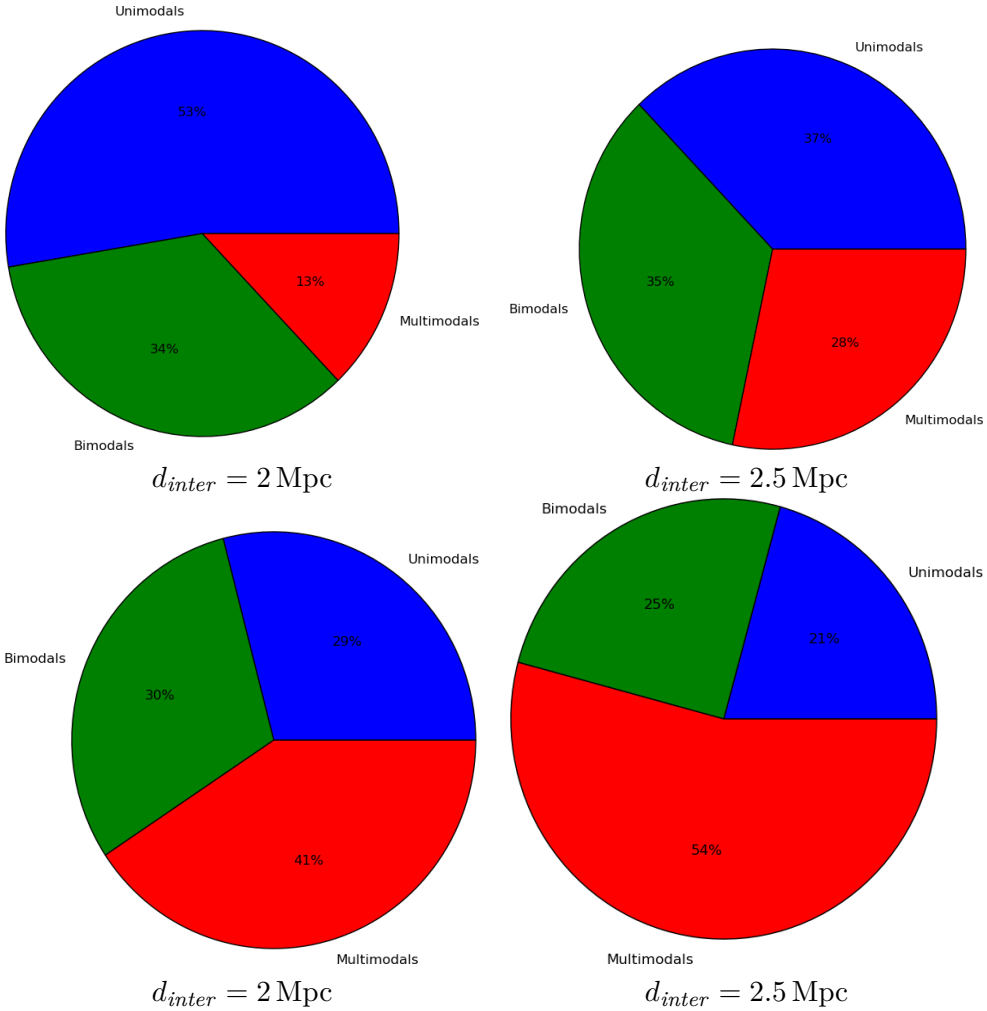


FIGURE 7.14 – Distribution du rapport de richesse entre l'amas principal et la deuxième structure la plus riche.

à la gaussianité.

Le paramètre d'ellipticité ϵ_{thresh} n'a une influence que sur les amas unimodaux, comme P_1 et P_2. Comme attendu, plus la valeur de ϵ_{thresh} est importante, plus le nombre de systèmes à symétrie circulaire en projection augmente. La répartition des systèmes unimodaux dépend fortement de sa valeur. Le choix de ce paramètre est d'une importance cruciale dans l'hypothèse où les amas unimodaux, à symétrie sphérique en projection et dont la distribution des vitesses radiales est gaussienne sont considérés comme étant les amas à l'équilibre (voir section 4.1.3).

Le paramètre d_{inter} définit le rayon de la zone d'influence des systèmes et donc le rayon dans lequel sont recherchées les structures. Comme le montre la figure 7.15, ce paramètre a une grande influence sur la classification. Plus ce rayon est grand, plus le nombre de structures dans la zone d'influence est grand, donc plus les systèmes sont classés comme multimodaux : il y a un transfert des systèmes unimodaux



$d_{inter} = 2\,\mathrm{Mpc}$ $d_{inter} = 2.5\,\mathrm{Mpc}$

$d_{inter} = 2\,\mathrm{Mpc}$ $d_{inter} = 2.5\,\mathrm{Mpc}$

FIGURE 7.15 – Classification morphologique des amas en fonction de d_{inter}.

vers les bimodaux et multimodaux et un transfert des systèmes bimodaux vers les systèmes multimodaux. Cet effet est en partie compensé par la réduction du nombre de systèmes du fait que plus ce rayon augmente, plus le nombre de systèmes dans la zone d'influence d'un autre est grand (auquel cas un seul système est compté, voir plus haut). Au final, la proportion des amas multimodaux augmente quand d_{inter} augmente alors que celle des amas unimodaux et bimodaux diminue.

Enfin, le paramètre r, définissant le rapport de richesse maximal, a lui aussi une influence sur la classification. Plus ce rapport est grand, plus le nombre de structures considérées comme significatives et participant donc à la classification morphologique des systèmes augmente. D'un point de vue de la classification, on s'attend donc à ce que le nombre de systèmes bimodaux et multimodaux diminue quand ce rapport diminue. La figure 7.17 montre que c'est bien le cas. Elle montre de plus que le transfert des systèmes multimodaux vers les bimodaux est comparable au transfert des amas bimodaux vers les amas unimodaux (le nombre de systèmes

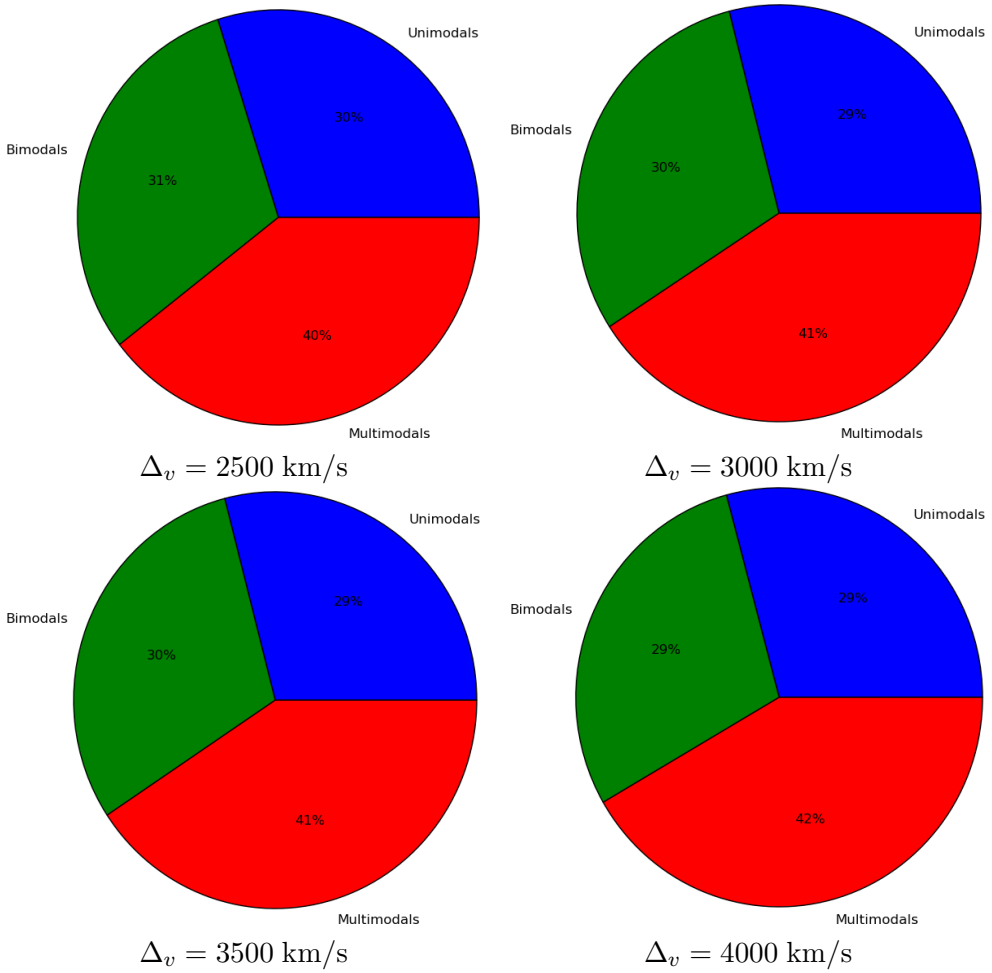


FIGURE 7.16 – Classification morphologique des amas en fonction de Δ_v.

bimodaux restent à peu près constant quelque soit la valeur de r). Toutefois, l'influence du rapport de richesse r sur la classification est moins importante que celle du paramètres d_{inter}.

Ainsi, les résultats de la classification morphologique dépendent fortement de la valeur des paramètres utilisés, en particulier le rayon de la zone d'influence d_{inter}, le rapport de richesse maximal r et l'ellipticité seuil ϵ_{thresh}. Cette forte dépendance doit être prise en compte pour tirer des conclusions de ce travail et pour comparer les résultats obtenus avec ceux des études similaires présentes dans la littérature.

7.2.3 Analyse des amas les 50% les plus riches

La même étude a été réalisée en ne sélectionnant que les amas les 50% les plus riches, la richesse étant ici mesurée par la richesse R (voir section 5.3.3). L'objectif

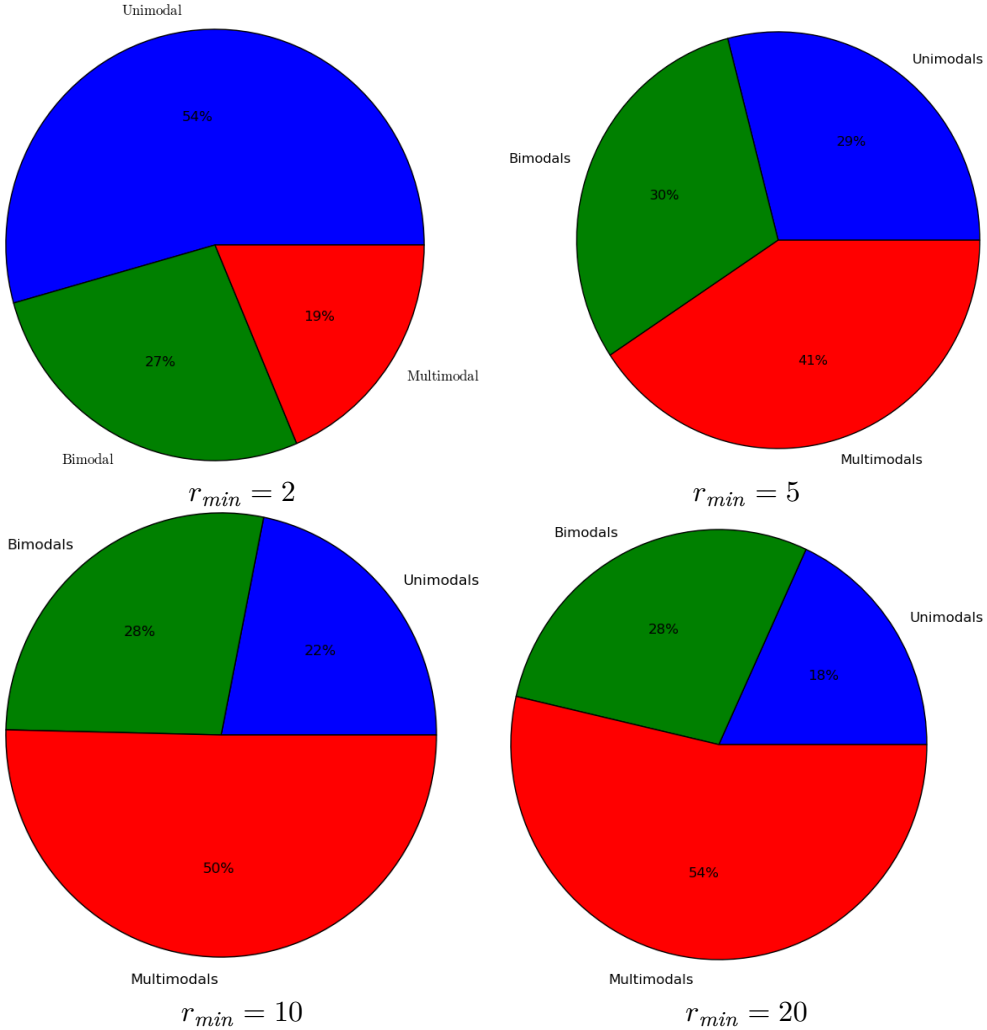


FIGURE 7.17 – Classification morphologique des amas en fonction de r_{min}.

de cette analyse est de tester l'existence de biais dans la méthode de caractérisation de l'échantillon et de voir si la classification morphologique des amas dépend de leur richesse. La caractérisation des amas les 50% les plus riches puis leur classification morphologique sont présentées.

Les distributions des grandeurs caractérisant les amas sont représentées en vert sur les figures 7.2, 7.4 et 7.6. Celles des amas les 50% les plus riches sont quant à elles représentées en cyan. Ces distributions révèlent que les distributions des paramètres décrivant l'ensemble des amas et les amas les 50% les plus riches sont proches de celles de l'ensemble des structures de l'échantillon. Cela permet d'affirmer que la caractérisation développée ici est indépendante de la richesse des amas et donc

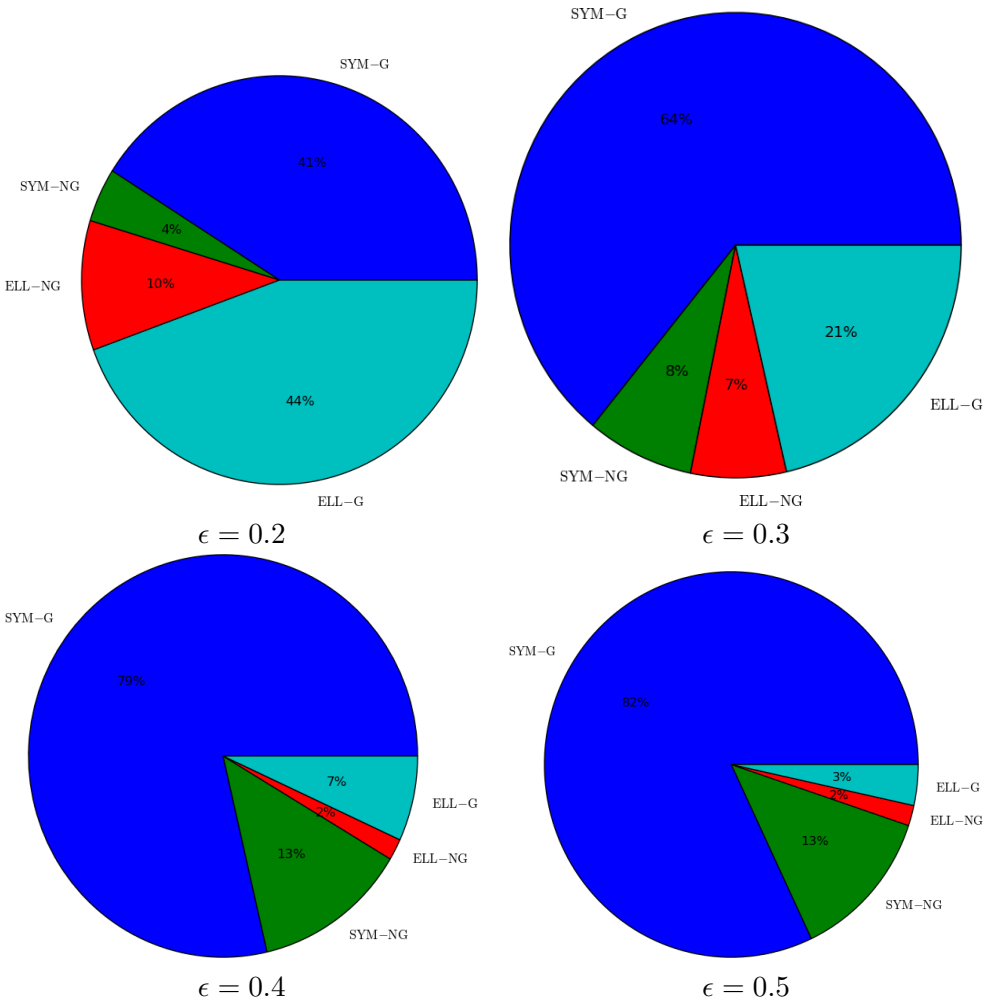


FIGURE 7.18 – Classification morphologique des amas en fonction de ϵ. La notation SYM signifie à symétrie circulaire en projection, ELL signifie elliptique en projection, G signifie distribution des vitesses radiales gaussienne et NG distribution des vitesses radiales non gaussienne.

qu'aucun biais n'est artificiellement introduit lors de la caractérisation morphologique des structures.

Comme pour tous les systèmes de l'échantillon, les 216 systèmes les plus riches ont été classés dans les catégories définies dans la section 7.2.1. Les fractions suivantes ont été obtenues :

- 32 (15%) sont des systèmes *unimodaux* :
  - 10 (5%) sont symétriques gaussiens ;
  - 2 (1%) sont symétriques non gaussiens ;
  - 18 (8%) sont elliptiques gaussiens ;
  - 2 (1%) sont elliptiques non gaussiens ;
- 58 (27%) sont des systèmes *bimodaux* :
  - 0 dans l'espace des vitesses radiales ;
  - 58 (27%) en projection ;

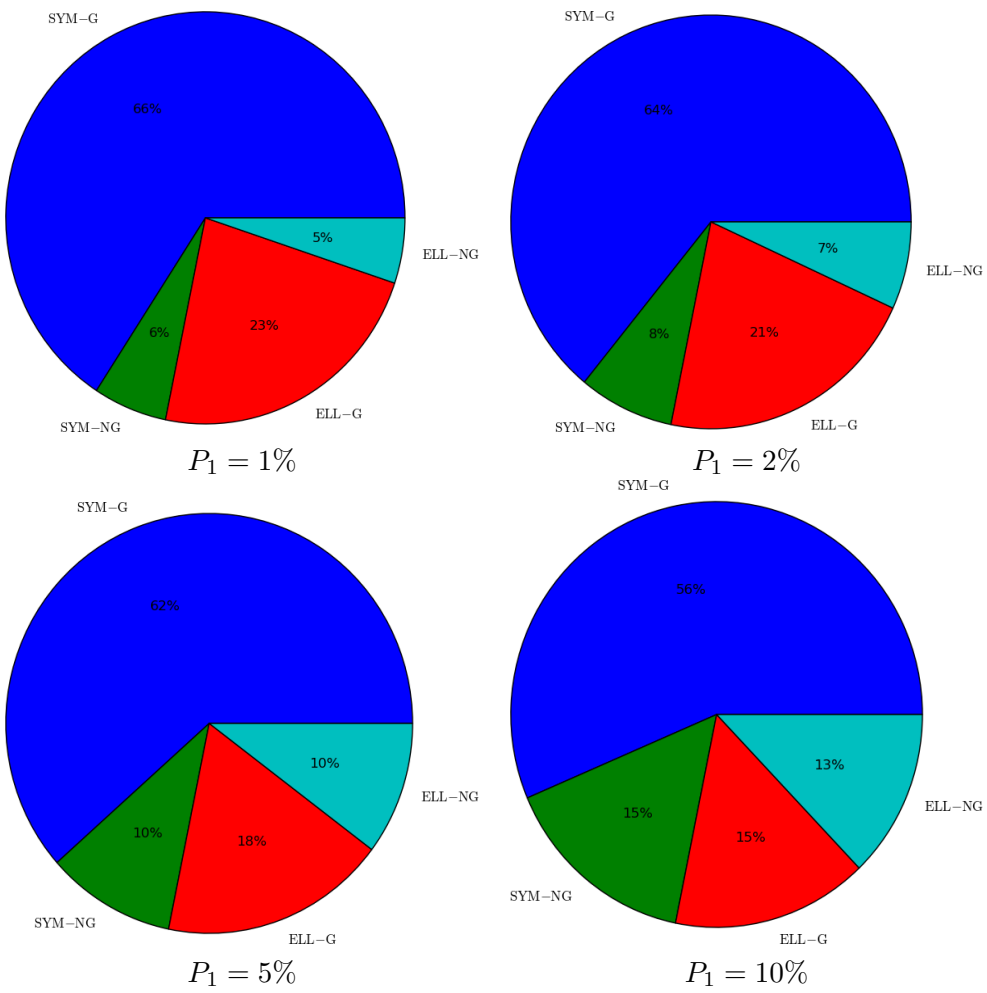


FIGURE 7.19 – Classification morphologique des amas en fonction de P_1. La notation utilisée est la même que celle de la figure 7.18.

- 126 (58%) sont des systèmes *multimodaux* :
  - 0 uniquement dans l'espace des vitesses radiales ;
  - 118 (55%) uniquement en projection ;
  - 8 (4%) en projection et dans l'espace des vitesses radiales.

Ces résultats statistiques sont assez proches de ceux obtenus lors de l'analyse de tous les systèmes de l'échantillon : les différences sont de l'ordre de 10%. Ce résultat révèle que la classification morphologique des amas dépend de leur richesse : les amas les plus riches de l'univers proche présentent davantage de sous-structures que les amas moins riches. Ce résultat indique donc que, dans l'univers proche, les amas riches ont plus de traces d'interaction que les amas moins riches.

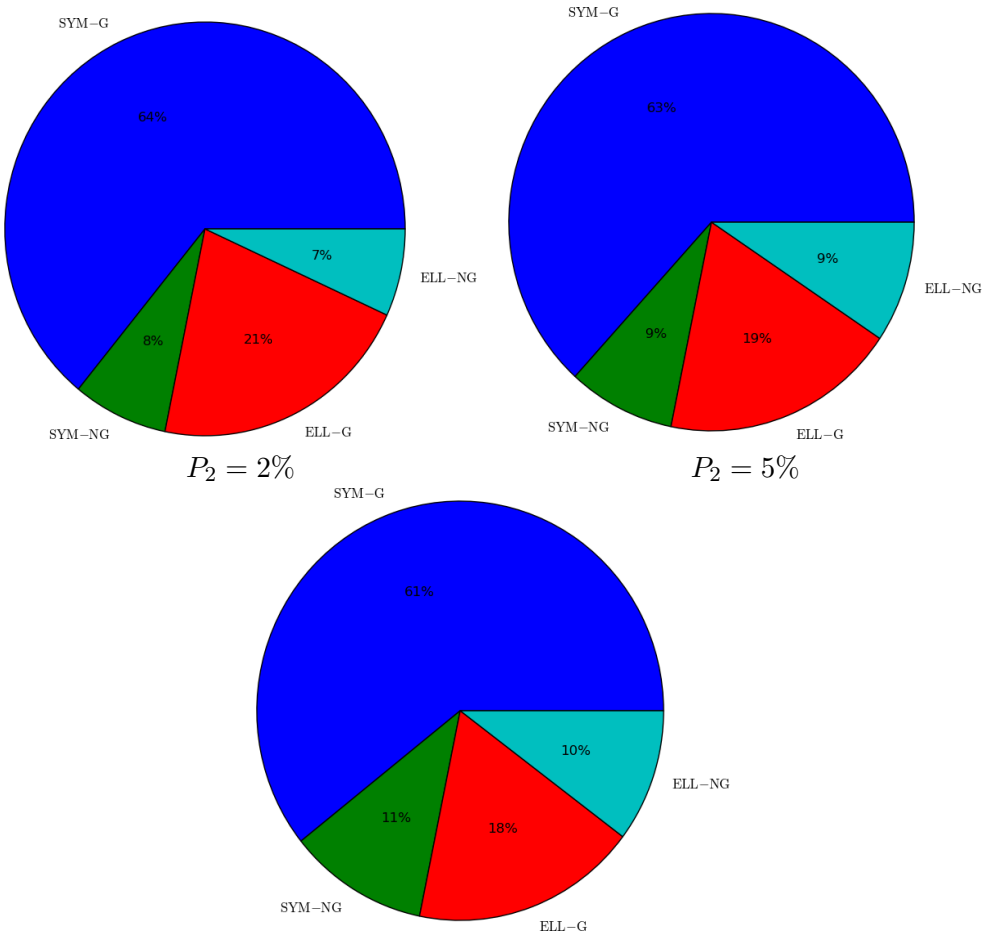


FIGURE 7.20 – Classification morphologique des amas en fonction de P_2. La notation utilisée est la même que celle de la figure 7.18.

TABLE 7.2 – Comparaison des classifications morphologiques obtenues avec la spectroscopie et la photométrie.

PHOT \ SPEC	UNIMODAL	BIMODAL	MULTIMODAL
UNIMODAL	60	6	0
BIMODAL	74	12	0
MULTIMODAL	91	18	7

7.2.4 Comparaison entre la spectroscopie et la photométrie

Les mêmes caractérisation et classification morphologiques peuvent être réalisées en utilisant uniquement les galaxies dont le redshift a été mesuré par spectroscopie pour la construction des cartes en densité, donc pour la caractérisation des structures en projection. Dans ce cas, afin de préserver la complétude de l'échantillon de galaxies, la coupure en magnitude doit être changée. En effet, la limite supérieure ne peut plus être fixée à $r^* + 4$ car même pour les amas à $z = 0.05$ cela correspond à $r' \simeq 19$ et la complétude spectroscopique du SDSS n'est assurée que jusqu'à $r' = 17.77$ (Strauss et al., 2002). L'amas le plus éloigné ayant un redshift de 0.12, $r' = 17.77$ correspond à $r^* + 1$ pour cet amas. La limite supérieure en magnitude a donc été fixée à $r^* + 1$ lors de l'utilisation des galaxies spectroscopiques. L'utilisation des galaxies spectroscopiques réduit donc le nombre de galaxies utilisées pour caractériser les amas car (i) la magnitude de coupure est plus brillante et (ii) la spectroscopie n'est pas parfaitement complète, en particulier dans les régions denses comme le cœur des amas. Cet effet se traduit essentiellement par une diminution de l'intensité dans les cartes en densité. Comme le seuil de détection d'une galaxies par Mpc^2 est conservé, cela signifie que moins de surdensités sont détectées. Ainsi, des 2133 surdensités détectées avec la photométrie complète jusqu'à $r^* + 4$, seules 2022 sont détectées. Les paramètres décrivant les surdensités changent peu en raison du critère d'homogénéité de complétude spectroscopique utilisé pour sélectionner les champs (voir section 6.3.3). La classification morphologique est ensuite appliquée de la même manière avec la spectroscopie qu'avec la photométrie. La table 7.2 décrit la répartition des amas selon les deux méthodes (photométrique et spectroscopique).

La table 7.2 met en évidence le transfert des amas classés comme bimodaux et multimodaux en photométrie vers les amas unimodaux en spectroscopie car moins de surdensités sont détectées dans les cartes en densité de la spectroscopie. Plusieurs phénomènes expliquent la détection de moins de surdensités dans les cartes en densité de la spectroscopie. Tout d'abord, la magnitude de coupure du côté des galaxies faibles utilisée en spectroscopie vaut $r^* + 1$ alors qu'elle vaut $r^* + 4$ en photométrie. Ainsi, beaucoup plus de galaxies sont utilisées en photométrie qu'en spectroscopie, ce qui signifie que l'intensité des cartes en densité est plus faible en spectroscopique qu'en photométrie. De plus, la complétude joue également un rôle puisque la photométrie est complète à 100% jusqu'à $r^* + 4$ alors que la complétude

spectroscopique est comprise entre 50 et 90% (voir figure 6.11, panneau de droite). Cela signifie que même si la magnitude de coupure était la même, l'intensité de cartes en densité de la spectroscopie serait plus faible que celle des cartes en densité de la photométrie. Comme le seuil de détection et le seuil de richesse utilisés sont les mêmes en photométrie et en spectroscopie, cela signifie que moins de surdensités sont effectivement détectées en spectroscopie. Comme moins de structures sont détectées en spectroscopie, le nombre de structures dans la zone d'influence des systèmes diminue et la probabilité qu'un système n'ait pas de structures dans sa zone d'influence augmente.

Toutefois, six amas classés comme bimodaux en spectroscopie deviennent unimodaux en photométrie. Pour cinq d'entre eux, une seconde composante spectroscopique est détectée en projection dans le plan du ciel et a été intégrée à l'amas principal en utilisant la photométrie. Pour le dernier amas, l'amas C4 0011, la seconde composante est détectée dans l'espace des vitesses radiales pour les données spectroscopiques mais pas pour les données photométriques. Cela provient d'un changement de l'ellipse décrivant l'amas (de position et de forme) et donc les galaxies sélectionnées pour l'analyse de la distribution des vitesses radiales ne sont plus les mêmes entre la spectroscopie et la photométrie.

Cette classification spectroscopique est donc en bon accord avec la classification photométrique ce qui permet de justifier l'emploi des galaxies photométriques avec une coupure en magnitude plus profonde pour la construction des cartes en densité.

7.3 Comparaison avec d'autres études

Les résultats obtenus dans ce chapitre peuvent être comparés à de nombreuses études de la littérature. Ces dernières peuvent être distinguées en trois ensembles : les études optiques, les études dans l'X et les simulations.

7.3.1 Comparaison avec les études optiques

De nombreuses études de la morphologie optique ont été réalisées sur des échantillons d'amas. La table 7.3 recense les études dans lesquelles un résultat statistique sur la morphologie des amas est présenté ou peut être extrait.

Cette table met en évidence des résultats très variés quant aux fractions d'amas présentant des sous-structures, allant de 25-30% (Rhee et al., 1991b; Aguerri & Sánchez-Janssen, 2010) à 70-80% (Strazzullo et al., 2005; Einasto et al., 2012). La diversité des résultats révèle la difficulté d'arriver à un consensus sur la fraction d'amas présentant des sous-structures.

La raison principale de cette difficulté de comparaison vient de la définition de la notion de sous-structures. En effet, le terme de sous-structure recouvre des réalités bien différentes d'une étude à l'autre et il est étroitement lié à la méthode utilisée pour mettre en évidence ces sous-structures. Dans le chapitre 3, une revue des différentes méthodes d'analyse morphologique des amas a été présentée. Ces méthodes sont basées sur la définition d'un amas idéal ayant trois propriétés : il

est de symétrie sphérique, la distribution des vitesses radiales de ses galaxies est gaussienne et il ne présente aucune structure dans son voisinage. L'objectif des méthodes présentées consiste alors à développer un critère statistique testant l'une de ces propriétés. C'est là que réside la difficulté de comparaison : chaque méthode se concentre sur une seule propriété et, pour une propriété donnée, chaque méthode est sensible à un type d'écart précis par rapport à cette propriété sans être sensible aux autres écarts.

Le fait de se concentrer uniquement sur une propriété à la fois (présence de sous-structures, ellipticité ou gaussianité de la distribution des vitesses radiales) est en pratique étroitement lié à l'espace dans lequel sont recherchés les écarts. Il s'agit ainsi de travailler soit dans l'espace des vitesses radiales pour l'étude de la gaussianité soit en projection dans le plan du ciel pour la recherche d'asymétrie et de sous-structures (en majorité car il existe des études recherchant des sous-structures dans l'espace des vitesses radiales). La différence entre les études se résume alors à une différence entre espace des vitesses radiales et projection dans le plan du ciel. Si le temps dynamique caractéristique des amas est bien sûr indépendant de l'angle sous lequel il est observé, l'observation des signatures de l'interaction dépend de cet angle. Ainsi, l'utilisation d'indicateurs morphologiques opérant seulement dans l'espace des vitesses radiales ou seulement en projection dans le plan du ciel peut entraîner la non détection d'amas en cours d'interaction. De plus, un moyen relativement simple (si les données sont accessibles) pour s'affranchir de ce problème consiste à combiner des indicateurs morphologiques opérant dans les deux espaces, comme c'est le cas dans la présente étude.

Au-delà de l'utilisation d'indicateurs opérant soit dans l'espace des vitesses radiales soit en projection dans le plan du ciel, il y a des différences d'efficacité entre indicateurs : efficacité différente entre deux indicateurs cherchant des écarts différents (par exemple entre le test de Lee et le test α) et efficacité différente entre deux indicateurs cherchant le même écart (par exemple le coefficient d'asymétrie B_1 et le Finch Index). Ces différences sont présentées en détails dans le chapitre 3. Ces différences d'efficacité se traduisent par des probabilités de fausse détection différentes et par des probabilités de non détection différentes. Ces différences compliquent davantage la comparaison entre études utilisant des méthodes différentes.

En outre, les écarts mis en évidence par les différentes méthodes sont en général interprétés comme signalant la présence de sous-structures. Par exemple, un écart par rapport à un profil idéal de densité de galaxies est interprété comme la présence d'une sous-structure par Baier (1983) alors que la présence de sous-structures fait référence à une concentration de galaxies dans le voisinage des amas dans les études de Krywult & Flin (1999); Krywult et al. (1999). Dans le cas des profils, un écart par rapport à un profil idéal peut s'expliquer par la présence de sous-structures comme indiqué par Baier (1983) mais également la présence d'un anneau de galaxies à une distance donnée du centre de l'amas. L'analyse des différentes méthodes par rapport à l'interprétation des résultats de leurs statistiques est présentée dans le chapitre 3.

Enfin, au-delà de la définition du terme de sous-structure, il reste le choix des paramètres les définissant. En effet, plusieurs paramètres sont nécessaires pour dé-

finir une sous-structure : un paramètre de taille, une dispersion des vitesses, une richesse, une masse et une distance sont nécessaires pour déterminer le type de sous-structures recherchées. Si, en général, les quatre premiers paramètres sont l'objet d'un certain consensus (entre 0.2 et 1 Mpc, au moins 300 km/s, de rapport de richesse ou de masse supérieur à 1:10), la distance maximale à laquelle les sous-structures sont recherchées sont diverses, allant de 1 Mpc (par exemple Wen & Han, 2013) à 3 Mpc (par exemple Baier, 1983). Les volumes sondés sont ainsi de tailles très différentes. Or, comme il a été montré dans la section 7.2.2, le nombre de structures détectées dans le voisinage des amas dépend fortement de la distance maximale à laquelle elles sont recherchées.

En définitive, une comparaison entre les études de la littérature est extrêmement difficile en raison de la diversité des méthodes utilisées pour détecter des écarts ou des sous-structures différentes, et ce avec des efficacités également différentes. Cette diversité remet en cause la combinaison d'indicateurs différents en vue de contraindre la morphologie des amas (Burgett et al., 2004).

La combinaison d'indicateurs morphologiques différents permet pourtant d'expliquer une partie de la diversité des fractions d'amas présentant des sous-structures ou des écarts à l'équilibre. En effet, les études utilisant un seul indicateur morphologique (Flin & Krywult, 2006) ou combinant des indicateurs morphologiques similaires (Solanes et al., 1999) trouvent en général entre 20 et 40% d'amas présentant des sous-structures ou des écarts à l'équilibre. Quand aux études combinant des indicateurs morphologiques sensibles à différents écarts, elles présentent en général des fractions plus élevées, de l'ordre de 50-80% (comme Einasto et al., 2012).

Une seconde explication aux différences de fractions vient de la méthode de sélection des galaxies pour s'affranchir des effets de projection. Certains auteurs affirment ainsi que les effets de projection en optique augmentent le nombre de sous-structures détectées (West & Bothun, 1990). Des études plus anciennes (Geller & Beers, 1982; Baier, 1983; Dressler & Shectman, 1988b) pour lesquelles aucune sélection de galaxies dans l'espace des vitesses radiales n'a été réalisée souffrent de cette contamination. Cette absence de sélection des galaxies rend moins pertinente la caractérisation des sous-structures puisqu'elles sont contaminées par des galaxies d'avant et d'arrière-plan. Toutefois, cette affirmation est nuancée pour deux raisons. Tout d'abord, l'émergence de reconstructions de la fonction de distribution projetée continue des galaxies par des méthodes basées sur les ondelettes ou les kernels adaptatifs a permis de réduire en partie cet effet. Comme expliqué dans les sections 5.1.1 et 5.1.3.1 dans le cadre des ondelettes, ces méthodes prennent en compte un fond continu de galaxies lors de la reconstruction, ce qui limite en partie l'impact des effets de projection. Ensuite, les études récentes sélectionnent les galaxies d'amas dans la séquence rouge ou à l'aide des redshifts des galaxies (spectroscopiques ou photométriques).

Une dernière explication aux différences de fraction peut venir des échantillons d'amas eux-mêmes et plus particulièrement de la présence de biais de sélection d'amas. C'est par exemple le cas de l'étude réalisée par Girardi et al. (1997) qui est basée sur 48 amas issus du relevé ENACS (Katgert et al., 1996). En effet, d'après

les auteurs, leur échantillon est biaisé en faveur des amas réguliers : il contient environ 50% d'amas cD alors qu'il n'y en a que 20% dans le catalogue d'Abell et al. (1989). De tels biais de sélection ont une grande influence sur les fractions obtenues mais surtout sur l'interprétation de ces fractions dans le contexte plus général de la formation des structures. Un moyen pour limiter la présence et l'influence des biais de sélection consiste à utiliser en amont un algorithme de détection d'amas dont la fonction de sélection est insensible à l'état dynamique des amas. En outre, les résultats de l'analyse morphologique obtenus sur des petits échantillons sont beaucoup plus sensibles à des erreurs de classification que les grands échantillons : pour un échantillon de 15 amas, un amas mal classé induit une erreur d'environ 6% alors que pour un échantillon de 100 amas l'erreur n'est que de 1%. Les études sur de petits échantillons sont toutefois intéressantes soit en raison des méthodes développées soit car elles permettent une comparaison non pas des fractions mais des résultats amas par amas (voir section 7.4).

C'est dans ce cadre complexe de la comparaison des résultats de la littérature que se place l'analyse comparée des résultats obtenus dans ce mémoire. Dans cette étude, il a été trouvé que 19% des systèmes sont unimodaux, à symétrie circulaire en projection et possédant une distribution des vitesses radiales gaussienne. Comme ce résultat a été obtenu en combinant plusieurs indicateurs morphologiques (présence de structures en projection dans le plan du ciel et multimodalité dans l'espace des vitesses radiales), il est à comparer avec les études utilisant également une combinaison d'indicateurs morphologiques opérant à la fois en projection et dans l'espace des vitesses radiales. Trois études ont utilisé simultanément de telles informations : Solanes et al. (1999), Burgett et al. (2004) et Einasto et al. (2012). En combinant les fractions trouvées dans ces études , on obtient respectivement 61%, 84% et 80%. Ces résultats sont proches des 81% obtenus dans la présente étude, ce qui confirme l'abondance des amas de l'univers proche présentant des morphologies complexes.

Une autre comparaison intéressante est de comparer les fractions obtenues de manière individuelle par chaque indicateur aux fractions obtenues dans la littérature par des études employant des indicateurs similaires. Par exemple, les coefficients d'asymétrie B_1 et d'aplatissement B_2 ont été utilisés par Bird & Beers (1993); Solanes et al. (1999); Burgett et al. (2004) et Einasto et al. (2012). De même, certaines études sont restreintes à l'espace des vitesses radiales (Yahil & Vidal, 1977; Bird & Beers, 1993) alors que d'autres sont des études uniquement en projection dans le plan du ciel (Geller & Beers, 1982; Baier, 1983; West & Bothun, 1990; Rhee et al., 1991b; Salvador-Sole et al., 1993a,b; Escalera et al., 1994; Krywult, 1997; Krywult & Flin, 1999; Krywult et al., 1999; Kolokotronis et al., 2001; Strazzullo et al., 2005; Flin & Krywult, 2006; Ramella et al., 2007; Wen & Han, 2013). Ce travail est en cours de réalisation.

TABLE 7.3: Description des études statistiques portant sur l'analyse morphologique des amas en optique à bas redshift.

Référence	Échantillon	Méthode	Signatures	Pourcentage	Espace	Transformation

Table 7.3: Suite.

Référence	Échantillon	Méthode	Signatures	Pourcentage	Espace	Transformation
Yahil & Vidal (1977)	32 amas, $z \in [0.0024; 0.1440]$, $V \leq 15$, $v \in \pm 3\sigma_v$, catalogue de galaxies Noonan (1973); Sandage (1975)	tests a, u et W	Gaussiens	28% non gaussiens	1D	
Geller & Beers (1982)	65 amas, $z \in [0.011; 0.182]$, $m_F \leq 19.2$ et $m_V \leq 16.5$, catalogue de galaxies Dressler (1976, 1980)	Étude des isocontours de densité	Sous-structures de taille $\geq 0.24\,\mathrm{Mpc}$	38%	2D	Cartes
Baier (1983)	100 amas, $z \in [0.0114; 0.2]$, données privées et de la littérature	Étude des profils	Sous-structures	80%	2D	Profils
Dressler & Shectman (1988b)	15 amas, $z \in [0.023; 0.054]$, données de Dressler & Shectman (1988a)	test Δ	Sous-structures	74%	1+2D	
West & Bothun (1990)	33 amas proches (Abell)	centroid shift, α	Sous-structures	21%	2D	Positions et cartes
Rhee et al. (1991a)	107 amas, Palomar Sky Survey, $z < 0.1$, 100 galaxies les plus brillantes dans 2 Mpc	Test de Lee, percolation, θ_{HM} et arbre couvrant minimal	Sous-structures	26%	2D	Positions

TABLE 7.3: Suite.

Référence	Échantillon	Méthode	Signatures	Pourcentage	Espace	Transformation
Bird & Beers (1993)	Échantillon de Dressler & Shectman (1988a) 15 amas, $z \in [0.023; 0.054]$, $\Delta v =$ 3000 km/s	– B_1 – B_2 – AI – TI	Gaussiens	– B_1 : 36% – B_2 : 36% – 43% – 36% – total : 86%	1D	
Salvador-Sole et al. (1993a,b)	Échantillon de Dressler & Shectman (1988b) 15 amas, $z \in [0.023; 0.054]$, $\Delta v =$ 3000 km/s	Étude des profils	Sous-structures	50%	2D	Profils
Escalera et al. (1994)	16 amas proches	ondelettes	– Unimodal (U) – Bimodal (B) et sf sc	– U : 25% – Usc : 38% – Usf : 25% – Bsf : 25%	2D	Cartes
Girardi et al. (1997)	48 amas proches (ENACS et littérature)	ondelettes et test Δ	U, B et Complex (C)	– B+C : 14% – 24% des U ont des sous-structures aux petites échelles $\Rightarrow$ 38% de sous-structures	1+2D	Cartes
Krywult (1997)	18 amas, $z \in [0.0178; 0.0845]$, $B_j \leq 20^m$	Test β et θ_{HM}	Sous-structures	30%	2D	Cartes
Solanes et al. (1999)	67 amas ENACS, $z \leq 0.1$, complet à 80% à $R_{25} = 17$	B_1, B_2 et test Δ	Gaussiens et Sous-structures	– 30% non gaussien – 31% de sous-structure avec Δ	1D et 1+2D	

TABLE 7.3: Suite.

Référence	Échantillon	Méthode	Signatures	Pourcentage	Espace	Transformation
Krywult & Flin (1999); Krywult et al. (1999)	18 amas, $z \in [0.0178; 0.0845]$, $B_j \leq 20^m$, COSMOS/UKST Southern Sky Object Catalogue (Yentis et al., 1992)	Transformée en ondelettes de la distribution projetée	– Unimodaux (U) ; – Bimodaux (B) – Sous-structures (S)	– U : 50% ; – B : 6% – S : 44%	2D	Cartes
Kolokotronis et al. (2001)	X-optique (ROSAT, APM), 22 amas, $0.045 \leq z \leq 0.1297$	ϵ et centroid shift	Sous-structures	– 45% – 22% uniquement en optique	2D et 1+2D	Cartes
Burgett et al. (2004)	2dFGRS, 25 amas, $z_{median} = 0.11$, $b_J \leq 19.45$, $70 \leq N_{gal} \leq 154$	ϵ, centroid shift, B_1, B_2, α, β, κ	Sous-structures	84%	2D	Profils
Strazzullo et al. (2005)	28 amas d'Abell (1958), DPOSS, $z \in [0.06; 0.275]$, $m_g \leq 20$	Étude des profils et de l'ellipticité ϵ	$\epsilon > 0.2$	86%	2D	Cartes
Flin & Krywult (2006)	183 amas d'Abell (1958), $z \in [0.011; 0.239]$, $m \in [m_3; m_3 + 2]$	Transformée en ondelettes de la distribution projetée	Sous-structures	34%	2D	Cartes

TABLE 7.3: Suite.

Référence	Échantillon	Méthode	Signatures	Pourcentage	Espace	Transformation
Ramella et al. (2007)	WINGS, 77 amas, $z \in [0.04; 0.07]$, $M_v \leq -16$	DEDICA	– Pas de sous-structure (NS) – 1 sous-structure (U) – deux (D) – trois (T) – quatre (Q)	– NS : 27% – U : 40% – D : 18% – T : 11% – Q : 3%	2D	Cartes
Aguerri & Sánchez-Janssen (2010)	SDSS DR4, 88 amas, $z \leq 0.1$, $\bar{z} = 0.07$, rayon 4.5 Mpc, $m_r = 17.77$ (85% de complétude)	Test Δ dans $r < r_{200}$ et $r_{200} < r < 2r_{200}$	Sous-structures	– $M_r < -20$ et $r < r_{200}$: 11% – $M_r < -20$ et $r_{200} < r < 2r_{200}$: 55% – $M_r < -19$ et $r < r_{200}$: 33% – $M_r < -19$ et $r_{200} < r < 2r_{200}$: 57%	1+2D	

TABLE 7.3: Suite.

Référence	Échantillon	Méthode	Signatures	Pourcentage	Espace	Transformation
Einasto et al. (2012)	SDSS DR8, $r' \leq 17.77$, 109 amas, $z \in [0.009; 0.2000]$	– mixture de gaussiennes 1, 2 et 3D – test Δ – test α – test β – test W – test d'Anderson & Darling (1952) – B_1 – B_2	Sous-structures	– + de 80% mixtures 3D – Δ : 70% – espace des vitesses : 20%	1D, 2D, 1+2D, 3D	Cartes
Wen & Han (2013)	SDSS DR8, 2092 amas, $0.05 \leq z \leq 0.42$	Γ	Relaxé	28%	2D	Positions

7.3.2 Comparaison avec les simulations

Les simulations numériques constituent également un grand réservoir d'analyses de l'état dynamique des amas. Celles-ci permettent d'avoir accès à l'information complète sur les amas : accès à l'ensemble de l'espace des phases pour toutes les composantes, ainsi que les propriétés thermodynamiques du gaz. Les simulations permettent donc de mesurer directement l'état dynamique des amas.

Ceci permet de prédire la fraction d'amas présentant des écarts à l'équilibre à laquelle on doit s'attendre dans l'univers proche. Cette fraction peut être raffinée pour les besoins de comparaison avec des études observationnelles. En effet, comme toute l'information est disponible, il est possible d'obtenir la morphologie X et/ou optique des amas simulés (Ventimiglia et al., 2008). Les résultats observationnels sont alors comparés à ceux issus des simulations en appliquant les mêmes méthodes de détection de sous-structures. Cette comparaison permet finalement d'obtenir des contraintes sur les paramètres cosmologiques (Kolokotronis et al., 2001).

De plus, les simulations permettent également d'avoir accès à l'histoire de formation des amas individuels au travers des courbes de croissance et des merger tree (voir figures 2.3, 2.4 et 2.5) et donnent accès au nombre d'amas en cours de fusion à une époque donnée. Plus précisément, les simulations de Cohn & White (2005) se sont intéressées à la fraction d'amas ayant subi un phénomène de fusion durant le dernier milliard d'années en fonction du temps (voir figure 2.6). Ces simulations ont permis de montrer que cette fraction augmente avec le redshift. Les simulations de Cohn & White (2005) révèlent que, dans l'univers local, les fusions majeures (de rapport de masse inférieur à 1:3) sont plus importantes que les fusions mineures

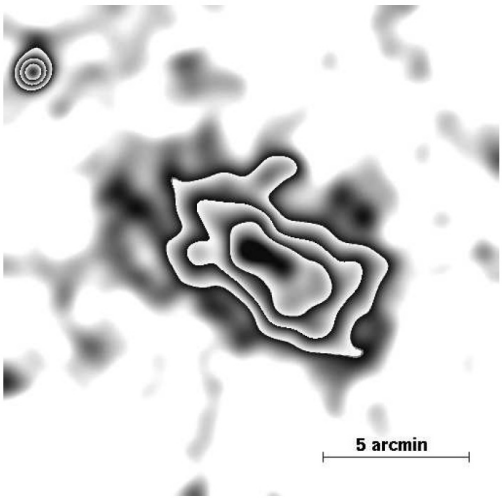


FIGURE 7.21 – Observations X de l'amas d'Abell 1437 par le satellite RASS (Schindler, 2000).

(de rapport de masse compris entre 1:3 et 1:5 ou entre 1:5 et 1:10). Dans la présente étude, cette tendance est retrouvée : la figure 7.14 montre qu'environ 73% des rapports de richesse sont supérieurs à 1:3. Cette tendance a d'ailleurs été mise en évidence dans d'autres études observationnelles (Burgett et al., 2004; Wen & Han, 2013).

7.4 Détails d'amas particuliers

De nombreux amas de l'échantillon de l'analyse ont également été étudiés dans d'autres études, que ce soit pour une étude statistique dans un échantillon d'amas ou dans le cadre d'études d'amas individuels ou peu nombreux. Si la description morphologique des amas dans les études statistiques se limite au mieux à quelques lignes pour les cas individuels, ces études sont malgré tout intéressantes car elles ont permis d'analyser la morphologie des amas. En ce qui concerne les études d'amas individuels, l'accent est alors porté sur un ou quelques amas pour lesquels l'interprétation des résultats est longuement discutée. Dans cette section, des amas présents dans l'échantillon de la présente analyse et étudiés dans la littérature sont détaillés en faisant ressortir les similitudes et les différences. Ensuite, certains cas particuliers d'amas sont mis en avant en raison des résultats provenant de leur analyse morphologique.

7.4.1 Abell 1437

L'amas d'Abell 1437 est présent dans l'échantillon C4 avec le numéro 0011. Il s'agit d'un amas situé à $z = 0.1380$. Les observations X de cet amas sont représentées

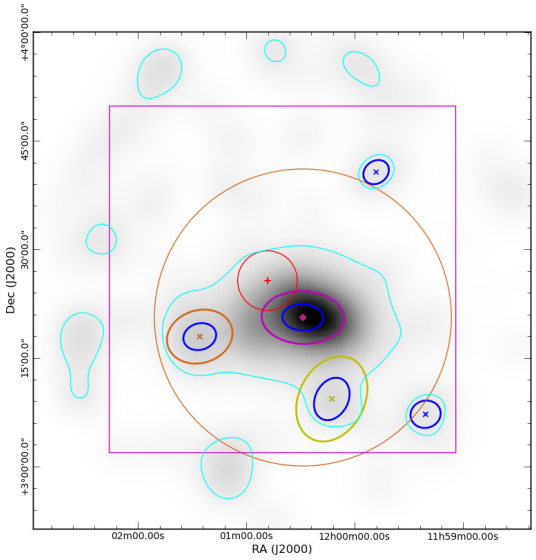


FIGURE 7.22 – Carte en densité de l'amas d'Abell 1437, numéroté 0011 dans l'échantillon du C4.

sur la figure 7.21 (Schindler, 2000). Cette image révèle une géométrie elliptique qui a été attribuée à un phénomène de fusion récente (Schindler, 2000). Dans la présente étude, cet amas a été classé comme multimodal en raison de la présence de deux autres structures dans la zone d'influence de l'amas (voir figure 7.22). Ces deux structures ne sont pas détectées dans l'étude de Schindler (2000) car le champ de vue utilisé est trop petit. ainsi, avec une valeur du paramètre d_{inter} plus petite, on retrouve un système unimodal dans la présente étude. Dans ce cas, il est à noter que l'ellipticité observée en X est également observée sur la carte en densité : l'ellipticité mesurée vaut 0.36.

7.4.2 Abell 2244

L'amas d'Abell 2244 est également présent dans l'échantillon C4 avec le numéro 0016 et a été étudié par de nombreux auteurs. Il s'agit d'un amas situé à $z = 0.0965$. Cet amas a fait l'objet d'une étude détaillé dans l'article du C4. Sur la base de couleurs différentes, Miller et al. (2005) ont mis en évidence la présence de deux populations de galaxies et ont conclu à un amas bimodal. Cet amas a également été observé en X par Donahue et al. (2005) qui ont montré que le cooling flow de cet amas avait un temps caractéristique de l'ordre du milliard d'années, ce qui révèle également que cet amas a subi une interaction récente. Dans la présente étude, cet amas est classé comme amas multimodal en raison de la présence de nombreuses structures dans sa zone d'influence. On peut également remarquer que malgré la complexité de ce système, l'ellipticité de l'amas central est très faible : elle vaut 0.04 (voir figure 7.23).

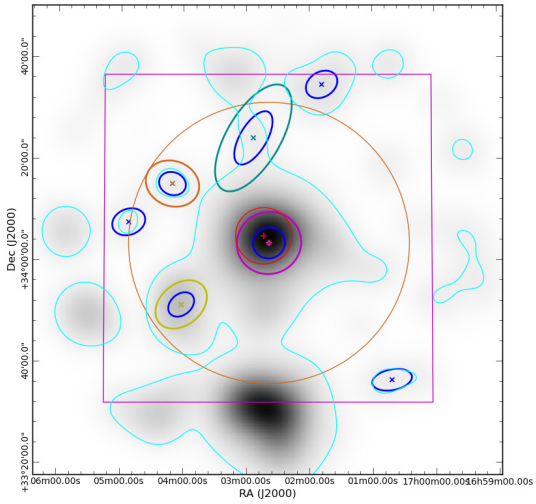


FIGURE 7.23 – Carte en densité de l'amas d'Abell 2244, numéroté 0016 dans l'échantillon du C4.

Chapitre 8

Conclusion et perspectives

8.1 Conclusion

Les amas de galaxies étant les systèmes gravitationnellement liés les plus massifs de l'univers, ils sont l'aboutissement du processus de formation hiérarchique des structures. En ce sens, ils peuvent être utilisés pour contraindre les modèles cosmologiques via leur fonction de masse et leur vitesse de croissance. La masse des amas est mesurée de manière indirecte au travers des relations masse-observables, relations essentiellement basées sur l'hypothèse d'équilibre. Or cette hypothèse est non vérifiée pour de nombreux amas de l'univers proche (Jones & Forman, 1999; Aguerri & Sánchez-Janssen, 2010). Dès lors, leur application nécessite de connaître l'état dynamique des amas. Concernant la vitesse de croissance des amas, celle-ci est mesurée par l'évolution du taux de fusion en fonction du redshift. La détermination du taux de fusion nécessite elle aussi la détermination de l'état dynamique des amas. Ainsi, la détermination de l'état dynamique des amas est au cœur de leur utilisation pour contraindre les paramètres cosmologiques.

De nombreuses études observationnelles ont contraint l'état dynamique des amas et essayé d'en déduire des contraintes sur les paramètres cosmologiques. Ces études ont utilisé des méthodes variées pour mesurer l'état dynamique des amas. En optique, les échantillons d'amas et les catalogues de galaxies utilisés présentaient un ou plusieurs des limitations suivantes : petite taille de l'échantillon d'amas (quelques dizaines ou un centaine d'amas), des amas situés uniquement dans l'univers proche et analyse uniquement de la distribution projetée des galaxies ou de leur vitesse radiale.

L'avènement des grands relevés (SDSS, DES, Euclid, ...) offre de nouvelles possibilités pour l'analyse de l'état dynamique des amas notamment en termes de nombre d'amas, de sélection des galaxies, d'analyse conjointe de la distribution des vitesses radiales des galaxies et de leur distribution projetée ou d'analyse d'amas à haut redshift.

Cette thèse se place dans le cadre de la mesure de l'état dynamique des amas issus de grands relevés optiques. Son objectif est la mise en place d'une nouvelle méthode de caractérisation et de classification morphologique des amas, basée sur l'analyse de la distribution projetée des galaxies et de la distribution de leur vitesse radiale.

Cette caractérisation consiste en la détection de structures plus massives que $10^{13}\,\mathrm{M}_\odot$ dans le voisinage des amas, appelé ici zone d'influence, ainsi qu'en la détermination de certaines de leurs propriétés physiques. Parmi celles-ci, figurent no-

tamment l'ellipticité de la distribution projetée et la gaussianité de la distribution des vitesses radiales des galaxies. Il s'agit d'une analyse 2+1D de la distribution des galaxies dans laquelle les structures sont détectées à l'aide d'une reconstruction des distributions continues des galaxies en projection et dans l'espace des vitesses radiales basée sur une décomposition en ondelettes.

La nouvelle classification morphologique des amas développée dans ce mémoire consiste à interpréter les propriétés des amas en termes d'écart à un amas idéal supposé isolé, sphérique et dont la distribution des vitesses radiales est gaussienne. Trois grandes catégories de systèmes ont ainsi été définies :

- les systèmes isolés, appelés *unimodaux*, possédant une seule structure dans leur zone d'influence ;
- les systèmes *bimodaux* possédant deux structures dans la zone d'influence ;
- les systèmes *multimodaux* possédant plusieurs structures dans la zone d'influence.

La méthode de caractérisation et de classification morphologique a été appliquée à un sous-échantillon d'amas C4 (Miller et al., 2005) détecté dans le SDSS. L'échantillon d'amas du C4 contient 748 amas de l'univers local : $0.02 \leq z \leq 0.17$, le redshift médian étant $z \simeq 0.08$. En raison de la couverture spectroscopique du SDSS, il s'agit actuellement de l'un des plus grands échantillons d'amas disponibles dans la littérature pour lesquels la vitesse radiale des galaxies est disponible : la spectroscopie complète jusqu'à $r' = 17.77$ permet une sélection homogène des galaxies d'amas jusqu'à $r^* + 1$ et dans un rayon de 5 Mpc autour des amas pour 403 amas de l'échantillon. La vitesse radiale des galaxies a alors été utilisée d'une part afin de sélectionner les galaxies d'amas et d'autre part pour étudier leur distribution.

La méthode de caractérisation et la classification morphologiques ont été appliquées au sous-échantillon de 403 amas issus du catalogue C4. En utilisant les paramètes nominaux, les pourcentages suivants ont été obtenus :

- 119 (29%) sont des systèmes *unimodaux* :
  - 75 (19%) sont *à symétrie circulaire* en projection et la distribution des vitesses radiales de leurs galaxies est *gaussienne* ;
  - 9 (2%) sont *à symétrie circulaire* en projection et la distribution des vitesses radiales de leurs galaxies est *non gaussienne* ;
  - 25 (6%) sont *elliptiques* en projection et la distribution des vitesses radiales de leurs galaxies est *gaussienne* ;
  - 8 (2%) sont *elliptiques* en projection et la distribution des vitesses radiales de leurs galaxies est *non gaussienne* ;
- 122 (30%) sont des systèmes *bimodaux* ;
- 164 (50%) sont des systèmes *multimodaux*.

Ces résultats montrent que les systèmes unimodaux, à symétrie circulaire et dont la distribution des vitesses radiales des galaxies est gaussienne représentent une faible fraction des systèmes (12%). Si cette catégorie est interprétée comme représentant les amas à l'équilibre, cela signifie que seuls 19% des amas de l'échantillon sont à l'équilibre. Cette fraction d'amas à l'équilibre est comparable à celles obtenues par les études observationnelles antérieures similaires et par rapport aux

résultats des simulations qui trouvent respectivement aux alentours de 25% (Einasto et al., 2012; Wen & Han, 2013) et de 40% (Cohn & White, 2005).

Cette faible proportion s'explique par l'emploi d'indicateurs morphologiques sensibles à des signatures différentes de la formation des amas : même un faible écart à l'équilibre entraîne la classification d'un amas comme hors équilibre (elliptique et/ou non gaussien, bimodal ou multimodal). En ce sens, ce résultat est proche de ceux des études récentes combinant différents indicateurs (voir par exemple Burgett et al., 2004; Einasto et al., 2012, qui trouvent environ 30%), mais le pourcentage reste tout de même inférieur. Une autre raison de cette faible fraction vient du fait qu'une partie des systèmes bimodaux ou multimodaux représente des amas en cours de fusion ou qui seront amenés à fusionner. Ces systèmes sont considérés comme hors équilibre seulement si la distance avec leurs voisins est de l'ordre du Mpc et la distance utilisée dans cette étude vaut $d_{inter} = 3\,\mathrm{Mpc}$. Dans les études observationnelles, la distance à laquelle sont recherchées les structures dans le voisinage des amas n'excède pas 2 Mpc. Cela signifie que des systèmes classés comme bimodaux ou multimodaux dans cette étude peuvent être classés comme à l'équilibre dans d'autres études. Cet écart de distance est encore plus important avec les simulations numériques puisqu'elles comptent les phénomènes de fusion. Ainsi, la fraction mesurée concerne les systèmes pour lesquels le premier croisement des composantes a déjà eu lieu. Comme deux amas de masse $M = 10^{15}\,\mathrm{M}_{\odot}$ s'éloignent d'environ $0.2R_{turn}$ après le premier croisement, cela signifie que la distance utilisée par les simulations est proche de $0.2R_{turn}$, ce qui est bien plus petit que 2 ou 3 Mpc. En utilisant 2 Mpc comme valeur pour d_{inter} dans cette étude, les 12% d'amas à l'équilibre deviennent 29%, se rapprochant ainsi des 30% des études observationnelles de la littérature.

L'espace des paramètres utilisés pour la classification a également été exploré pour mettre en évidence la dépendance de la classification vis à vis des paramètres. Cette analyse a permis de mettre en évidence les paramètres ayant une influence importante sur la classification. Il s'agit du rayon d_{inter} définissant la zone d'influence des amas et le rapport de richesse maximal r_{max}. Comme attendu, quand le rayon d_{inter} augmente, le volume de la zone d'influence augmente ce qui augmente le nombre de structures se trouvant dans la zone d'influence. Cela entraîne ainsi une augmentation du nombre d'amas bimodaux et multimodaux au détriment des amas unimodaux. De même, quand le rapport de richesse maximal r_{max} augmente, le nombre de structures significatives augmente, diminuant le nombre d'amas unimodaux. Le seuil d'ellipticité ϵ_{thresh} a quant à lui une influence uniquement sur la répartition des systèmes unimodaux en les classant comme à symétrie circulaire ou elliptique en projection selon sa valeur. L'influence des autres paramètres sur la classification est minime. Concernant les paramètres mesurant la gaussianité de la distribution des vitesses radiales, la stabilité de la classification signifie soit que la distribution des vitesses radiales d'un amas satisfait l'hypothèse de gaussianité avec un haut degré de confiance soit qu'elle est suffisamment éloignée d'une gaussienne pour écarter cette hypothèse avec une grande confiance. Le paramètre Δv définissant la zone d'influence dans l'espace des vitesses radiales a une influence

très limitée sur les résultats de la classification. Comme ce paramètres ne sert qu'à compter les structures dans la zone d'influence, cela signifie que les structures en interaction avec l'amas sont situées à un redshift très proche de celui de l'amas.

L'analyse des amas les 50% les plus riches a aussi été réalisée pour (i) vérifier l'absence de biais dans la méthode de caractérisation des amas et (ii) pour comparer les fractions obtenues à celles de l'analyse de tout l'échantillon pour essayer de mettre en évidence un lien entre la richesse des amas et leur état dynamique. Cette analyse a montré que les fractions obtenues pour ces amas sont proches de celles obtenues sur tout l'échantillon. Elle a révélé que les amas les plus riches de l'échantillon ont tendance à présenter davantage de structures dans leur zone d'influence que les amas moins riches, sachant que le rapport de richesse maximal r_{max} assure la complétude des structures dans la zone d'influence des amas même pour les amas les moins riches. Par ailleurs, ce résultat signifie que la méthode de caractérisation des amas et des structures dans leur zone d'influence ne dépend pas de la richesse des amas.

Enfin, une comparaison avec les résultats des études observationnelles antérieures a été réalisée. L'analyse de ces études révèle une grande variété de fractions obtenues : la fraction d'amas à l'équilibre va de 30% (Flin & Krywult, 2006) à 70% (Einasto et al., 2012). Cette diversité de pourcentages est notamment due à des différences de définition des écarts à l'équilibre et donc de méthodes pour les caractériser, à l'utilisation d'un seul indicateur morphologique ou de la combinaison de plusieurs indicateurs. Dans la présente étude, des indicateurs morphologiques de nature différente (recherche de structures par rapport à la caractérisation des amas, c'est-à-dire l'ellipticité projetée et la gaussianité de la distribution des vitesses radiales) ont été appliqués sur l'ensemble des données disponibles des galaxies, c'est-à-dire la position projetée et la vitesse radiale. En ce sens, la fraction d'amas présentant des écarts à l'équilibre est proche de celles obtenues dans les études combinant différents indicateurs (Burgett et al., 2004; Einasto et al., 2012). En ce qui concerne les amas d'un point de vue individuel, là encore les résultats des études antérieures sont soit retrouvés soit expliqués par des mesures d'indicateurs morphologiques différents.

L'ensemble des résultats présentés dans ce mémoire sont en train d'être rédigés sous la forme d'un article.

8.2 Perspectives

8.2.1 Amélioration de la méthodologie

Plusieurs améliorations de la méthode de caractérisation morphologique des amas peuvent être réalisées. Comme expliqué dans la section 5.3.2, la détermination des moments centrés d'ordre 2 dans le cas de surdensités mélangées souffre de deux limitations majeures : le calcul du facteur correctif des moments d'ordre 2 est basée sur l'hypothèse de surdensités isolées et les moments d'ordre 2 sont surestimés quand peu de pixels sont utilisés. Pour tenter de résoudre ce problème, il serait intéressant

de développer un algorithme permettant d'ajuster une surface à deux dimensions par une mixture de gaussiennes. Grâce à cette amélioration, il serait également possible de déterminer de manière plus précise la richesse des surdensités en tenant compte de la contamination par les structures voisines.

8.2.2 Évolution des galaxies d'amas et propriétés de la BCG

Une étude des effets d'environnement sur les galaxies peut aussi être réalisée à partir de la classification morphologique. En effet, des simulations numériques (notamment Bekki, 2013) ont montré que l'évolution des galaxies est grandement affectée lors de leur capture par des groupes ou des amas : après une période de formation stellaire intense au début de l'interaction, la formation stellaire des galaxies est stoppée en raison de l'arrachement du gaz de la galaxie lorsque celle-ci se déplace dans le gaz du groupe ou de l'amas (il s'agit du ram-pressure stripping, voir section 2.2.2). Le travail développé dans ce mémoire permet de vérifier la corrélation entre la formation stellaire des galaxies et l'environnement des galaxies. Le taux de formation stellaire des galaxies est mesuré en utilisant leur spectre, spectre qui est accessible pour toutes les galaxies de magnitude $r' \leq 17.77$ dans le SDSS. L'environnement des galaxies est directement mesuré par la classification morphologique des amas.

Le problème de la définition du centre des amas peut être abordé, notamment par rapport à la position de la galaxie la plus brillante d'amas (ci-après BCG pour Brightest Cluster Galaxy). Dans la littérature, trois types de positions sont utilisées comme centre d'amas :

- un barycentre : le barycentre des galaxies, de la luminosité X, etc. ;
- la position du maximum d'une fonction de distribution projetée : la distribution projetée des galaxies, la distribution de la matière noire issue du lentillage gravitationnel, etc. ;
- en optique, la position d'une galaxie d'amas particulière : la galaxie dont la distance à son sixième plus proche voisin est la plus courte (comme pour le C4, voir section 6.2), la galaxie la plus brillante de l'amas, etc.

Concernant la galaxie particulière choisie comme centre, c'est en général la BCG qui est sélectionnée pour définir le centre des amas. En particulier, les algorithmes de détection d'amas de type maxBCG définissent le centre des amas comme la position de leur BCG. Le choix de la position de la BCG comme centre des amas se justifie car la BCG est la galaxie la plus massive et réside donc près du puits de potentiel gravitationnel. En ce sens, de nombreuses études se servent de la position de la BCG comme indicateur de l'état dynamique des amas (Katayama et al., 2003; Fassbender et al., 2011). La position centrale de la BCG dans les amas est toutefois remise en cause par des études trouvant la BCG à de grandes distances du centre de leur amas (plusieurs centaines de kpc Niederste-Ostholt et al., 2010). La classification présentée dans ce mémoire permet d'étudier le décalage entre la BCG et le centre des amas selon la morphologie des amas pour vérifier si la BCG réside au centre des amas à l'équilibre et quantifier le décalage. Aussi, de nombreuses études ont porté

sur l'alignement entre l'orientation des amas et la BCG (Niederste-Ostholt et al., 2010). Ces études ont permis de montrer l'alignement entre la BCG et leur amas hôte. Là encore, la classification développée permet d'étudier cette propriété de la BCG en fonction de l'état dynamique des amas.

8.2.3 Propriétés physiques et état dynamique des amas

La question de l'alignement se pose également au niveau des amas : y a-t-il une corrélation entre l'angle d'orientation des amas et la présence de structures dans leur environnement à grande échelle ? Cela revient à déterminer si les structures massives sont alignées entre elles, c'est-à-dire si les axes d'orientation de deux structures sont confondus. La classification présentée dans ce mémoire permet d'obtenir toutes les informations nécessaires à cette étude et donc de répondre à cette question.

De nombreuses relations empiriques entre grandeurs physiques décrivant les amas ont été développées aussi bien à partir de simulations cosmologiques que d'observations d'amas. Par exemple, Biviano et al. (2006) ont déduit de simulations cosmologiques une relation entre la dispersion des vitesses et la masse des amas, Finn et al. (2008) ont dérivé une relation entre le rayon du viriel et la dispersion des vitesses. Par ailleurs, de nombreuses propriétés des amas ont été observées, comme la fonction de luminosité des galaxies d'amas qui suit une loi de Schechter (1976). Cependant, en général ces propriétés sont basées sur une hypothèse concernant l'état dynamique des amas : pour que ces relations soient appliquées ou que ces propriétés soient observées, les amas sont supposés à l'équilibre. Dès lors, se pose la question de savoir quelle est l'influence de l'état dynamique des amas sur ces relations et propriétés. Avec la méthode de caractérisation et de classification morphologique développée dans ce mémoire, les propriétés des amas ainsi que leur morphologie, qui est une indication de l'état dynamique sont mesurées. Cette étude permet donc (i) de vérifier la validité des relations et propriétés physiques des amas sur un grand échantillon et (ii) d'étudier l'influence de l'état dynamique des amas sur ces relations et propriétés physiques.

D'ailleurs, il se trouve que 25 amas de l'échantillon étudié dans ce mémoire ont été observés en X par Chandra et/ou XMM Newton. En combinant ces observations en X aux données optiques, l'état dynamique de ces amas peut être déterminé de manière précise en répondant aux questions suivantes : est-ce que l'amas est à l'équilibre et si non à quelle étape de l'interaction est-il observé ? Cette détermination précise va donc permettre de mieux contraindre l'influence de l'état dynamique des amas sur leurs propriétés physiques. Ce croisement X-optique va connaître un point culminant grâce au futur relevé XXL (Pierre, 2011, 2012).

8.2.4 Utilisation de la méthode de classification à haut redshift

Dans le SDSS, la vitesse radiale des galaxies n'est disponible que dans l'univers proche en raison de la magnitude de coupure à $r' = 17.77$. L'étude des amas situés à haut redshift dans le SDSS ou dans les relevés photométriques présents (comme le

CFHT-LS) ou futurs (comme DES ou Euclid) est réalisée sur la base des redshifts photométriques. En pratique, cela signifie que la distribution des vitesses radiales des galaxies d'amas ne peut pas être analysée comme elle l'a été dans cette étude. Les redshifts photométriques permettent de sélectionner les galaxies d'amas, avec une incertitude plus importante que les vitesses radiales.

Comme les redshifts photométriques des galaxies sont disponibles dans le SDSS, l'influence de l'utilisation du redshift photométrique sur la caractérisation et la classification des amas peut être évaluée. Une fois leur utilisation calibrée, la méthode peut alors être appliquée à un échantillon d'amas à plus haut redshift que ceux du C4 et pour lesquels la vitesse radiale des galaxies n'est pas disponible. L'application de la même méthode à différents redshifts permettra de comparer l'évolution de l'état dynamique des amas avec le redshift.

L'application de la classification morphologique à différents redshifts permettra de mesurer l'évolution du taux d'amas en cours d'interaction et donc de contraindre leur vitesse de formation, c'est-à-dire de contraindre les modèles cosmologiques par les amas de galaxies (Evrard et al., 1993).

Annexe A

Analyse des doublons de galaxies spectroscopiques

L'analyse des données spectroscopiques des doublons et l'observation de leur image montrent qu'il existe trois types de doublons :

- une galaxie à noyau actif pour laquelle la spectroscopie a distingué le noyau du reste de la galaxie hôte (voir figure A.1) ;
- la fusion avancée de deux galaxies : les deux galaxies ont des redshifts proches et leur image montre leur superposition et peut révéler des couleurs différentes (voir figure A.2) ;
- la superposition en projection dans le plan du ciel de deux galaxies situées à des redshifts différents ($\Delta z \simeq 0.1$) (voir figure A.3).

Ces galaxies sont des galaxies non séparées par la photométrie du SDSS à tort dans les deux derniers cas puisqu'il s'agit de deux galaxies différentes mais à raison dans le premier cas car il s'agit d'une unique galaxie de deux composantes discernables en spectroscopie. La spectroscopie du SDSS permet de séparer ces galaxies en deux galaxies dans les deux derniers cas et en deux composantes dans le premier.

Dans le cas d'une galaxie dont le noyau a été séparé par la spectroscopie, il faut tenir compte d'un seul objet. Concernant les paires de galaxies, comme expliqué dans la section 4.1, elles ne sont pas prises en compte pour la morphologie des amas et donc considérer une seule des deux galaxies dans le cas de la fusion avancée n'entraîne pas d'erreur sur l'analyse morphologique. Enfin, dans le cas d'un alignement sur la ligne de visée de deux galaxies situées à des redshifts différents, les informations photométriques ne sont disponibles que pour une seule :

En revanche, cette simplification n'a pas de sens dans le cas d'un alignement sur la ligne de visée de deux galaxies situées à des redshifts différents puisque chacune des deux galaxies peut contribuer à une structure différente.

Le problème consiste alors à sélectionner une galaxie et un redshift. Ce problème se pose aussi et de manière plus critique encore dans le cas de deux galaxies superposées sur la ligne de visée mais situées à des redshifts suffisamment différents pour ne pas être en interaction. En effet, il semble peu probable que la galaxie d'arrière plan ait les mêmes magnitudes que sa compagne d'avant plan. Pour sélectionner la galaxie qui sera utilisée pour l'analyse des amas, les données issues du catalogue photométrique du SDSS vont être utilisées : dans le catalogue photométrique, chaque galaxie a un identifiant photométrique photoObjID et l'identifiant spectroscopique specObjID est donné (quand le spectre d'une galaxie n'a pas été mesuré, cet identifiant est mis à 0). L'identifiant spectroscopique de chaque galaxie

FIGURE A.1 – Exemple de doublon de galaxies spectroscopiques dû à un noyau actif : le noyau brillant est entouré de la galaxie hôte qui présente une luminosité plus diffuse. L'identifiant photométrique du doublon est 1237671767469195467. Les identifiants spectroscopiques sont 396470177501308928 et 396470179095144448 et leurs redshifts sont respectivement 0.079541445 et 0.079458892.

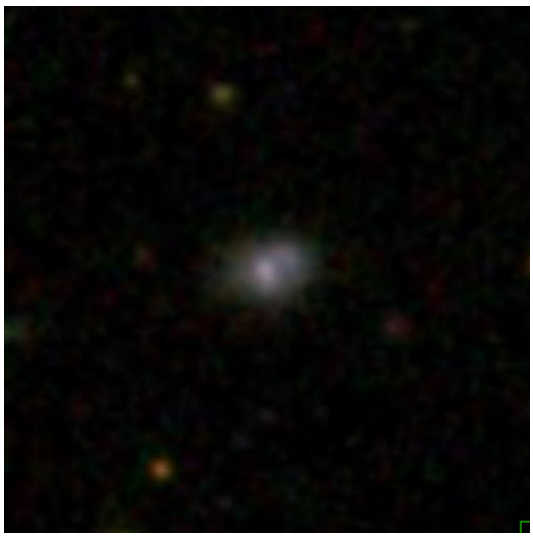


FIGURE A.2 – Exemple de doublon de galaxies spectroscopiques dû à la fusion de deux galaxies : les deux galaxies sont très proches en projection dans le plan du ciel et de couleurs similaires. L'identifiant photométrique du doublon est 1237671769078956414. Les identifiants spectroscopiques sont 393096601033271296 et 394150207916369920 et leurs redshifts sont respectivement 0.080635451 et 0.080692232.

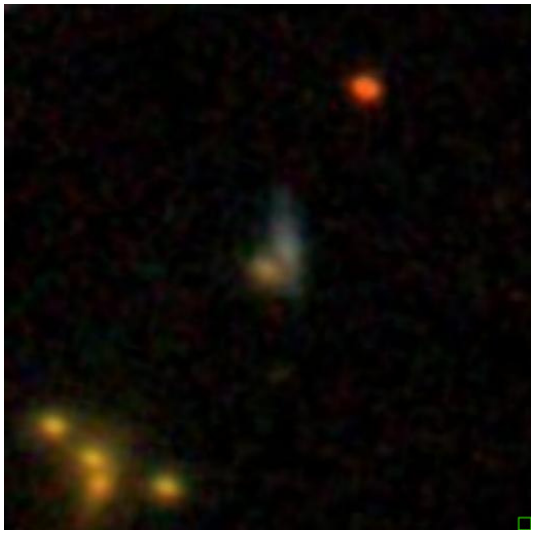


FIGURE A.3 – Exemple de doublon de galaxies spectroscopiques dû à la superposition sur la ligne de visée de deux galaxies : les deux galaxies sont presque superposées mais leurs couleurs permettent de les distinguer facilement sur l'image couleur. L'identifiant photométrique du doublon est 1237671766931997160. Les identifiants spectroscopiques sont 396369022431553536 et 396368749147482112 et leurs redshifts sont respectivement 0.069969162 et 0.192330107.

photométrique est unique, même si deux galaxies spectroscopiques pointent vers une galaxie photométrique. Cela signifie que le choix de la « bonne » galaxie a été réalisé par le SDSS

Annexe B

Tables

Les tables décrivant les propriétés physiques des amas et leur classification morphologique présentées dans cet annexe ne sont pas complètes dans les versions papier du mémoire en raison de leur longueur.

Table B.1: Liste des amas recentrés.

C4 id.	α_{amas} (deg)	δ_{amas} (deg)	z_{mode}	α_{C4} (deg)	δ_{C4} (deg)	z_{C4}	Distance (arcmin)	Distance (Mpc)	r^*	R	WMAG1500
0000	258.1008	64.0617	0.082353	258.1272	64.0166	0.080783	2.79	8.25	16.17	11.71	76
0001	213.7673	-0.4781	0.140392	213.7458	-0.3874	0.140375	5.59	0.94	17.36	4.44	47
0003	229.1468	-1.0108	0.119216	229.2174	-0.9029	0.118558	7.74	4.20	16.99	3.14	54
0004	257.6816	56.8415	0.124706	257.6715	56.7729	0.125078	4.13	4.08	17.09	1.99	52
0005	240.3736	53.8830	0.107451	240.2678	53.9485	0.107245	5.42	0.71	16.76	2.90	59
0006	255.6542	33.5104	0.087843	255.6148	33.4949	0.088474	2.18	4.12	16.32	14.08	70
0007	228.8383	4.3713	0.098039	228.8332	4.3846	0.098173	0.85	0.10	16.56	8.37	64
0008	202.7897	-1.6951	0.083922	202.7347	-1.7053	0.084701	3.36	4.13	16.21	7.16	73
0009	358.5447	-10.3913	0.076078	358.5570	-10.4192	0.076119	1.82	0.17	16.00	16.17	80
0010	234.1515	-1.9978	0.145098	234.1718	-2.0237	0.144768	1.98	4.01	17.43	2.75	45
0011	180.1622	3.4308	0.137255	180.2013	3.4281	0.135863	2.35	8.03	17.31	3.24	48
0012	186.7725	63.4020	0.144314	186.8255	63.3870	0.144770	1.69	0.29	17.42	2.60	45
0013	176.4430	-2.3580	0.128627	176.3583	-2.3925	0.123994	5.49	20.18	17.16	4.22	52
0014	19.8755	14.9093	0.128627	19.8822	14.8913	0.128502	1.15	0.18	17.16	3.14	50
0015	126.3032	47.1499	0.127059	126.3232	47.1691	0.127212	1.41	0.22	17.13	4.48	51
0016	255.6626	34.0720	0.097255	255.6803	34.0804	0.099446	1.01	8.18	16.54	12.29	63
0017	194.6983	-1.7657	0.083137	194.6444	-1.7209	0.083919	4.20	0.43	16.19	7.00	73
0018	254.9726	32.5894	0.098824	254.9274	32.5790	0.098550	2.37	0.28	16.58	6.01	64
0019	175.9038	-1.7407	0.105882	175.8631	-1.7308	0.106108	2.51	4.09	16.73	6.35	60
0020	175.2972	5.7450	0.097255	175.2992	5.7348	0.098244	0.62	4.09	16.54	5.08	64
0021	321.3693	-6.8723	0.116863	321.2136	-6.9301	0.117291	9.90	4.29	16.95	2.40	55
0022	176.2577	67.4175	0.116078	176.4409	67.4865	0.115692	5.91	4.14	16.93	4.08	55
0023	327.6475	-7.8864	0.121569	327.6470	-7.8728	0.122043	0.82	4.04	17.04	4.09	53
0024	184.4090	3.6515	0.077647	184.4436	3.6750	0.077053	2.50	0.24	16.04	15.59	79
0025	133.6761	0.9207	0.108235	133.7029	0.8507	0.108011	4.50	0.59	16.78	2.67	59
0026	205.5710	2.2298	0.077647	205.5709	2.2351	0.077449	0.32	0.03	16.04	10.86	79
0027	125.5785	47.1132	0.125490	125.5907	47.1258	0.125968	0.90	0.14	17.11	3.68	51
0028	208.2753	5.1486	0.079216	208.3156	5.1592	0.079323	2.49	0.24	16.09	13.84	77
0029	164.6257	56.7974	0.136471	164.6008	56.7979	0.135430	0.82	4.01	17.29	3.64	48
0030	173.3010	66.3659	0.115294	173.3247	66.3626	0.115337	0.60	0.08	16.92	3.94	55
0031	199.8329	-0.9333	0.083137	199.8109	-0.8995	0.083210	2.42	0.25	16.19	7.11	74
0032	229.0865	0.0861	0.119216	229.0336	0.0336	0.118538	4.47	4.10	16.99	5.14	54
0033	191.7430	0.2728	0.089412	191.7262	0.3087	0.088671	2.38	4.12	16.35	5.27	70
0034	260.0741	56.6772	0.116078	259.8873	56.7226	0.115567	6.73	4.16	16.93	1.56	55
0035	227.1078	-0.2579	0.090980	227.1333	-0.2675	0.090616	1.64	0.18	16.39	7.24	69
0036	180.9909	4.3209	0.134902	180.9412	4.2892	0.134616	3.53	0.57	17.27	3.20	48
0037	253.6902	40.0351	0.149020	253.7064	40.0348	0.149697	0.74	0.13	17.49	1.94	44
0038	227.8384	-0.0862	0.090980	227.8331	-0.0406	0.091462	2.75	4.12	16.39	8.06	68
0039	151.9912	0.5854	0.097255	151.9813	0.5914	0.096739	0.70	4.09	16.54	6.56	65
0040	159.8371	1.0270	0.114510	159.8415	1.0094	0.112449	1.09	8.12	16.90	2.30	57
0041	52.5638	-6.8649	0.145098	52.5544	-6.8275	0.144854	2.31	4.01	17.43	2.16	45
0043	255.4762	35.0517	0.105098	255.4759	35.0606	0.106393	0.53	4.07	16.71	4.87	59
0044	187.4894	63.9802	0.110588	187.5402	63.9757	0.110823	1.36	0.18	16.83	2.69	57
0045	10.4375	-9.3445	0.057255	10.4224	-9.4393	0.055628	5.76	8.36	15.37	13.68	107
0046	195.7195	-2.4398	0.083922	195.7357	-2.4918	0.083514	3.27	0.33	16.21	9.50	74
0047	204.0450	59.1904	0.071373	204.1318	59.1474	0.070374	3.71	4.16	15.86	14.36	86
0048	171.8663	0.1410	0.130980	171.8747	0.1449	0.130644	0.55	0.09	17.20	3.11	50
0049	186.3187	64.2619	0.110588	186.2792	64.2308	0.110558	2.13	0.28	16.83	3.00	57
0050	229.1609	2.7586	0.111373	228.9849	2.8565	0.111572	12.07	1.63	16.84	3.23	57
0051	257.4081	34.4498	0.083922	257.3801	34.4052	0.085452	3.01	8.24	16.21	13.56	72
0052	159.8159	5.1911	0.069020	159.9277	5.1644	0.069009	6.87	0.58	15.78	14.11	88
0053	160.9740	1.0596	0.118431	160.8804	1.1827	0.117732	9.28	4.26	16.98	2.90	54
0054	192.4900	-1.4945	0.082353	192.5125	-1.5626	0.084251	4.30	8.25	16.17	4.12	73
0055	177.2412	51.5696	0.130980	177.2180	51.5521	0.131266	1.36	4.03	17.20	3.15	49

Table B.1: Suite.

C4 id.	α_{amas} (deg)	δ_{amas} (deg)	z_{mode}	$\alpha_{\rm C4}$ (deg)	$\delta_{\rm C4}$ (deg)	$z_{\rm C4}$	Distance (arcmin)	Distance (Mpc)	r^*	R	WMAG1500
0056	184.7514	63.5422	0.097255	184.3824	63.4128	0.105378	12.57	32.70	16.54	2.54	60
0057	312.9268	-0.0632	0.107451	312.8963	-0.1210	0.108006	3.92	4.10	16.76	2.75	59
0058	184.7309	5.2422	0.076863	184.7428	5.2545	0.076589	1.03	0.10	16.02	7.48	80
0060	235.6919	41.7903	0.141961	235.6711	41.7972	0.141541	1.02	0.17	17.38	3.15	46
0061	329.3411	-7.8412	0.058039	329.3570	-7.7935	0.057951	3.01	4.18	15.40	14.71	103
0062	198.0611	-0.9787	0.084706	198.0553	-0.9899	0.084745	0.76	0.08	16.23	4.88	73
0063	25.6072	-10.2511	0.112157	25.6154	-10.2661	0.112368	1.02	0.14	16.86	3.12	57
0065	195.7848	51.2978	0.120784	195.7925	51.2852	0.120195	0.81	0.12	17.02	2.56	53
0066	329.9566	-0.5723	0.127059	329.9679	-0.5077	0.126856	3.94	4.08	17.13	3.04	51
0067	228.2950	2.8087	0.100392	228.2949	2.7713	0.099225	2.24	4.09	16.61	3.00	63
0068	168.4368	2.4862	0.074510	168.4919	2.4990	0.075024	3.39	4.15	15.95	8.99	81
0069	170.7807	1.1438	0.073725	170.7982	1.1201	0.074034	1.77	4.14	15.93	7.52	82
0070	188.3801	67.1199	0.105098	188.2075	67.1237	0.105424	4.03	0.51	16.71	3.70	60
0071	203.0501	-1.8841	0.086275	203.0457	-1.8898	0.085539	0.43	4.11	16.28	4.30	72
0072	192.2895	-1.7317	0.086275	192.2842	-1.7902	0.085964	3.52	4.13	16.28	6.45	72
0073	158.2071	49.0600	0.105882	158.2285	49.0896	0.105872	1.96	0.25	16.73	2.08	60
0074	52.5649	-6.8673	0.144314	52.6673	-6.9733	0.144209	8.81	1.53	17.42	2.36	46
0075	11.5640	0.0050	0.114510	11.5770	0.1381	0.113797	8.03	4.21	16.90	5.36	56
0076	120.5728	29.3992	0.131765	120.6024	29.2737	0.130299	7.68	4.20	17.21	1.96	50
0077	259.2863	27.7015	0.117647	259.3043	27.6158	0.117307	5.23	0.74	16.96	1.80	55
0078	133.6567	41.9176	0.138824	133.6030	41.8991	0.138933	2.64	0.44	17.33	3.23	47
0079	247.4011	40.7062	0.029020	247.4196	40.8402	0.030310	8.08	4.24	13.88	22.59	192
0080	135.0556	51.5106	0.126275	135.0689	51.4754	0.126057	2.17	0.33	17.12	1.79	51
0081	334.0919	-9.3255	0.083922	334.0417	-9.3502	0.084066	3.32	4.13	16.21	5.39	73
0082	179.3911	5.1093	0.076078	179.3601	5.0979	0.075879	1.98	4.14	16.00	9.81	81
0083	246.8063	41.4955	0.134118	246.7865	41.4995	0.134022	0.92	0.15	17.25	2.50	49
0084	344.1091	-0.5314	0.109804	344.1178	-0.5485	0.109971	1.15	0.15	16.81	4.84	58
0085	10.7845	15.2391	0.079216	10.7768	15.2448	0.078792	0.56	4.13	16.09	8.73	78
0086	122.5210	35.2106	0.084706	122.5355	35.2753	0.083898	3.95	4.14	16.23	6.01	74
0087	335.8818	-9.0675	0.084706	335.7434	-8.9327	0.084299	11.52	1.18	16.23	2.14	73
0088	183.2734	59.2394	0.095686	183.2827	59.2675	0.096006	1.71	4.10	16.50	6.23	65
0089	179.5380	-1.0283	0.123922	179.5688	-1.0274	0.121385	1.85	8.08	17.08	1.94	53
0090	200.9317	1.0602	0.108235	200.9107	1.0289	0.108631	2.26	0.30	16.78	4.28	58
0091	176.0449	5.7913	0.103529	176.0305	5.7766	0.103152	1.23	0.15	16.68	7.34	61
0092	234.9517	-2.0364	0.149020	234.9496	-2.0334	0.149365	0.22	0.04	17.49	1.88	44
0093	1.3444	15.9573	0.116863	1.3443	15.9531	0.116726	0.25	0.04	16.95	2.66	55
0094	167.7948	1.0787	0.097255	167.7814	1.0971	0.096210	1.36	4.09	16.54	4.73	65
0095	181.3748	51.4198	0.084706	181.3398	51.4852	0.086096	4.14	8.24	16.23	4.05	72
0096	255.1805	37.6618	0.132549	255.2037	37.6808	0.132293	1.59	0.25	17.23	1.24	49
0097	163.5123	54.8221	0.071373	163.5461	54.8412	0.071964	1.64	0.14	15.86	10.85	85
0098	157.9010	62.8773	0.147451	157.8541	62.8842	0.148064	1.35	4.00	17.47	2.64	45
0099	167.2657	50.3607	0.115294	167.2455	50.3483	0.115550	1.07	0.15	16.92	3.00	55
0100	206.1720	2.9073	0.076863	206.1894	2.9137	0.077743	1.11	4.13	16.02	5.74	79
0101	14.0418	-1.1417	0.044706	14.2586	-0.8754	0.044426	20.60	1.12	14.83	16.61	133
0102	192.1658	62.6597	0.103529	192.2303	62.6000	0.103944	4.00	0.50	16.68	6.57	61
0103	119.3694	39.3635	0.094902	119.3189	39.2058	0.095622	9.75	4.25	16.49	3.62	65
0104	5.2985	-0.9567	0.107451	5.2986	-0.9610	0.106182	0.26	4.07	16.76	3.65	60
0105	188.8417	1.8396	0.079216	188.7717	1.7692	0.079344	5.96	0.58	16.09	9.59	77
0106	18.8062	0.2655	0.044706	18.7867	0.2661	0.045058	1.17	4.20	14.83	20.88	131
0107	188.7496	64.3379	0.101961	188.7955	64.3611	0.101822	1.83	0.23	16.65	3.44	62
0108	193.7153	-2.6311	0.119216	193.7560	-2.6592	0.117768	2.96	8.11	16.99	2.58	54
0109	323.4061	-8.6064	0.094902	323.4362	-8.5093	0.094774	6.09	0.70	16.49	4.43	66
0110	168.4872	-0.3602	0.099608	168.6244	-0.1899	0.100463	13.12	4.38	16.59	4.14	63
0112	260.7256	27.3271	0.109804	260.8993	27.3146	0.109187	9.29	1.23	16.81	2.23	58
0113	259.3233	56.6626	0.112941	259.3098	56.6704	0.113164	0.64	4.06	16.87	4.09	56
0115	159.6981	1.3117	0.130980	159.6768	1.2934	0.131771	1.69	4.03	17.20	2.23	49
0116	153.4619	-0.0967	0.090980	153.4968	-0.0610	0.094238	3.00	16.41	16.39	4.52	66
0117	338.7748	-1.1254	0.089412	338.8311	-1.1057	0.089425	3.58	0.39	16.35	4.00	69
0118	218.4790	0.8293	0.122353	218.5104	0.7620	0.123531	4.45	4.09	17.05	2.39	52
0119	130.8962	38.9124	0.120784	130.9013	38.8881	0.120458	1.48	0.21	17.02	3.88	53
0120	11.4612	-0.8608	0.109804	11.4868	-0.9082	0.109116	3.23	0.43	16.81	3.28	58
0121	191.9731	-0.2071	0.089412	191.9308	-0.1520	0.088749	4.17	4.13	16.35	4.28	70
0122	162.3630	3.6410	0.151373	162.3957	3.6047	0.150869	2.93	4.02	17.52	2.59	44
0123	119.3796	39.3800	0.096471	119.4677	39.4827	0.096690	7.39	0.86	16.52	5.12	65
0124	215.1100	62.3724	0.139608	215.1696	62.4389	0.139861	4.32	0.72	17.34	1.90	47
0125	212.0282	5.4483	0.087059	211.9639	5.4162	0.087133	4.29	0.46	16.30	6.15	71
0126	136.9462	52.7857	0.098039	136.9540	52.7809	0.097656	0.40	4.09	16.56	4.22	64
0128	176.2009	51.2745	0.129412	176.2242	51.2670	0.129801	0.99	0.15	17.17	4.27	50
0129	188.5871	4.0362	0.083922	188.5876	3.8874	0.084738	8.93	4.22	16.21	3.64	73
0130	160.6470	0.9397	0.123922	160.7607	0.9051	0.121311	7.13	8.15	17.08	1.64	53
0131	168.4871	-0.3543	0.099608	168.4307	-0.3740	0.100110	3.59	4.11	16.59	3.91	63
0132	198.5391	62.3126	0.133333	198.4199	62.3308	0.132723	3.50	4.06	17.24	2.58	49
0133	258.9687	27.2709	0.105098	258.9632	27.2683	0.105519	0.33	0.04	16.71	1.54	60
0134	14.0398	-1.1445	0.043922	14.0597	-1.1445	0.044485	1.20	4.20	14.79	16.75	133
0135	200.9328	4.7252	0.134118	200.9328	4.7463	0.133470	1.27	4.02	17.25	3.13	49
0136	11.8567	-0.8615	0.118431	11.8202	-0.8271	0.118937	3.01	0.43	16.98	3.72	54
0137	119.9217	28.7817	0.138824	119.8833	28.7669	0.138914	2.21	0.37	17.33	2.79	47

TABLE B.1: Suite.

C4 id.	α_{amas} (deg)	δ_{amas} (deg)	z_{mode}	α_{C4} (deg)	δ_{C4} (deg)	z_{C4}	Distance (arcmin)	Distance (Mpc)	r^*	R	WMAG1500
0138	149.7506	1.0909	0.080784	149.7165	1.0629	0.080929	2.65	0.26	16.13	5.85	76
0139	351.0859	14.6466	0.041569	351.0431	14.4243	0.041672	13.57	0.69	14.67	14.77	141
0140	332.4939	-9.4225	0.070588	332.5921	-9.3409	0.080123	7.60	41.36	15.83	2.67	77
0141	259.0603	27.9882	0.113725	259.0810	28.0088	0.116790	1.65	12.17	16.89	2.58	55
0142	46.5736	-0.1385	0.109020	46.5725	-0.1429	0.109155	0.27	0.04	16.79	4.44	58
0143	218.4741	61.3490	0.109020	218.4914	61.3626	0.109587	0.96	0.13	16.79	2.97	58
0144	29.0568	1.0330	0.080000	29.0858	1.0444	0.079729	1.87	4.13	16.11	11.24	77
0145	135.6455	52.0548	0.098824	135.7208	52.1076	0.099485	4.21	4.12	16.58	2.80	63
0146	160.4980	2.6188	0.077647	160.4980	2.6303	0.077366	0.69	0.07	16.04	3.23	79
0147	154.4917	0.3052	0.095686	154.5350	0.2970	0.095573	2.64	0.31	16.50	2.84	65
0148	133.1444	50.4624	0.121569	133.0658	50.4261	0.129177	3.71	32.28	17.04	1.64	50
0149	228.8163	3.8732	0.078431	228.8453	3.8907	0.078786	2.03	0.19	16.07	3.12	78
0150	191.0733	0.7490	0.082353	191.0843	0.7542	0.082609	0.73	0.07	16.17	3.08	75
0151	20.6571	-10.4325	0.106667	20.6962	-10.4352	0.105964	2.31	4.08	16.75	4.00	60
0153	353.8597	1.0502	0.084706	353.7888	0.9407	0.084711	7.83	0.80	16.23	7.91	73
0154	190.5291	-2.0917	0.083922	190.4899	-2.0855	0.083963	2.38	0.24	16.21	5.70	73
0155	172.9144	66.8027	0.145098	172.8419	66.8056	0.145530	1.72	0.30	17.43	2.95	45
0157	212.4836	-1.5006	0.114510	212.5002	-1.5072	0.114913	1.07	0.15	16.90	2.29	55
0158	119.3816	39.3801	0.096471	119.1304	39.2882	0.096013	12.89	1.51	16.52	5.09	65
0159	200.3339	-0.7310	0.107451	200.3263	-0.7387	0.108278	0.65	4.07	16.76	4.87	58
0160	162.3530	1.0018	0.105882	162.3569	1.0113	0.105154	0.62	0.08	16.73	4.91	60
0161	328.5560	-8.6375	0.073725	328.5371	-8.6285	0.073724	1.24	0.11	15.93	6.03	83
0162	141.7593	54.3993	0.124706	141.7679	54.3962	0.125504	0.35	4.04	17.09	4.48	51
0163	220.5366	-0.8364	0.142745	220.5175	-0.8164	0.143519	1.66	4.01	17.39	2.95	46
0164	176.7394	-3.0334	0.109020	176.7443	-3.0423	0.108613	0.61	4.07	16.79	2.85	58
0165	166.5965	2.0473	0.105882	166.5735	2.0203	0.106603	2.13	4.08	16.73	2.12	59
0167	33.1019	-9.2400	0.135686	33.0921	-9.2246	0.135797	1.09	0.18	17.28	3.23	48
0168	59.3196	-5.3471	0.066667	59.4821	-5.3984	0.066391	10.18	0.82	15.71	5.84	91
0170	200.3626	61.5223	0.134118	200.3804	61.5263	0.133989	0.56	4.02	17.25	3.03	49
0171	188.8421	1.8336	0.078431	189.0759	1.8448	0.079207	14.03	4.34	16.07	10.50	77
0172	170.7493	1.1199	0.074510	170.5160	0.9481	0.073534	17.38	4.42	15.95	9.89	83
0173	15.2522	-9.9410	0.150588	15.2564	-9.9547	0.149818	0.86	3.99	17.51	2.13	44
0175	240.5553	-0.7605	0.127059	240.4674	-0.7415	0.127696	5.40	0.83	17.13	1.78	51
0176	120.3548	39.3068	0.096471	120.3225	39.3104	0.096270	1.51	0.18	16.52	2.08	65
0177	330.1374	-0.5582	0.126275	330.1374	-0.5391	0.126619	1.15	0.17	17.12	2.34	51
0178	20.4857	-10.1249	0.104314	20.6063	-10.0766	0.104493	7.69	0.97	16.70	1.36	60
0179	176.7537	-0.9609	0.118431	176.5716	-0.9610	0.118507	10.92	1.56	16.98	1.61	54
0180	162.9365	55.3553	0.073725	162.9475	55.3857	0.073496	1.86	0.17	15.93	6.07	83
0181	335.8809	-9.0671	0.083137	335.6961	-9.1273	0.084656	11.53	4.28	16.19	1.84	73
0183	17.5359	14.0181	0.060392	17.5891	14.2782	0.058758	15.91	8.41	15.49	7.48	102
0184	170.3703	50.2588	0.106667	170.3085	50.2722	0.107096	2.50	4.08	16.75	1.39	59
0185	216.5794	0.8365	0.125490	216.6017	0.8327	0.125762	1.35	0.21	17.11	2.57	51
0186	122.7618	35.9655	0.082353	122.7894	35.9652	0.082592	1.34	0.13	16.17	6.59	75
0187	199.0238	-0.8456	0.112157	199.0365	-0.8440	0.111849	0.77	4.06	16.86	1.62	57
0188	346.6138	14.1791	0.112941	346.5383	14.2088	0.111821	4.74	4.11	16.87	1.40	57
0189	20.2254	-0.5285	0.092549	20.2589	-0.5374	0.092989	2.08	0.23	16.43	4.18	67
0190	126.7946	46.6171	0.127843	126.7998	46.6257	0.127992	0.56	0.09	17.15	2.06	51
0191	192.0266	-1.6682	0.087843	192.0266	-1.6521	0.087269	0.97	0.10	16.32	3.17	71
0192	186.0726	66.5544	0.086275	185.9511	66.5808	0.087081	3.30	4.13	16.28	4.42	71
0193	134.6693	54.3579	0.086275	134.6800	54.4057	0.086158	2.89	0.30	16.28	3.79	72
0194	160.2558	58.2911	0.072941	160.2320	58.3044	0.072790	1.10	0.10	15.91	4.26	84
0195	232.5890	-0.8003	0.079216	232.5652	-0.9109	0.081114	6.79	8.28	16.09	2.34	76
0196	182.6181	5.3570	0.076863	182.5829	5.3736	0.076756	2.33	0.22	16.02	7.32	80
0197	358.7720	-9.3141	0.075294	358.7777	-9.2959	0.075087	1.14	0.10	15.98	3.61	81
0198	206.2178	0.1901	0.089412	206.2745	0.2320	0.089327	4.23	0.46	16.35	2.82	69
0199	178.3416	52.7253	0.071373	178.3732	52.7383	0.069845	1.39	8.29	15.86	2.53	87
0200	218.0908	5.1970	0.111373	217.9603	5.1461	0.111756	8.37	1.13	16.84	2.27	57
0201	18.2544	15.5429	0.043137	18.2653	15.5023	0.042552	2.52	4.20	14.75	13.37	139
0202	27.3115	14.0122	0.069804	27.3233	14.0398	0.069905	1.79	0.15	15.81	8.08	87
0203	122.6817	49.1692	0.116863	122.6337	49.1315	0.116942	2.95	0.41	16.95	2.43	55
0204	158.5529	61.6157	0.116078	158.5874	61.5958	0.115506	1.55	4.06	16.93	2.25	55
0205	175.8163	4.9383	0.129412	175.7816	4.9873	0.128841	3.60	4.07	17.17	1.85	50
0206	157.1108	3.7505	0.073725	157.0675	3.7502	0.073239	2.59	0.23	15.93	6.54	83
0207	235.0654	3.1383	0.085490	235.0594	3.1763	0.085076	2.31	0.24	16.26	3.13	73
0208	232.6648	-1.4746	0.086275	232.7237	-1.4971	0.086841	3.78	0.40	16.28	4.60	71
0209	335.9268	-8.7726	0.083137	335.9139	-8.7722	0.083789	0.76	0.08	16.19	1.92	74
0210	213.9560	0.2703	0.126275	213.9635	0.2630	0.126319	0.63	0.10	17.12	1.88	51
0211	183.9251	49.3027	0.121569	183.8766	49.2627	0.121865	3.06	0.45	17.04	2.11	53
0212	214.3598	2.0132	0.054118	214.4020	2.0549	0.054011	3.56	0.24	15.25	12.83	111
0213	146.3245	56.6998	0.138039	146.2906	56.7179	0.137072	1.56	4.02	17.32	1.68	48
0214	186.1427	63.3793	0.106667	186.1741	63.3923	0.105749	1.15	4.08	16.75	3.34	60
0217	118.5092	43.7715	0.107451	118.4533	43.7701	0.107055	2.42	0.32	16.76	2.79	59
0218	356.9682	14.9208	0.105098	356.9917	14.7779	0.105022	8.68	1.11	16.71	2.64	60
0219	323.1763	-8.4214	0.094118	323.1661	-8.4416	0.092217	1.35	8.20	16.47	2.53	67
0220	24.0557	13.1885	0.120000	24.0056	13.2027	0.120650	3.05	0.44	17.01	2.19	53
0221	323.4893	10.4271	0.076863	323.4705	10.4397	0.077360	1.34	4.13	16.02	2.38	79
0223	14.3868	-0.4707	0.044706	14.3573	-0.5200	0.044068	3.45	0.19	14.83	9.35	134

Table B.1: Suite.

C4 id.	α_{amas} (deg)	δ_{amas} (deg)	z_{mode}	$\alpha_{\rm C4}$ (deg)	$\delta_{\rm C4}$ (deg)	$z_{\rm C4}$	Distance (arcmin)	Distance (Mpc)	r^*	R	WMAG1500
0224	17.5375	14.0317	0.061176	17.3633	14.2597	0.059552	17.03	8.42	15.52	5.74	101
0225	259.6470	64.4158	0.089412	259.6826	64.4267	0.086550	1.13	12.33	16.35	3.18	71
0226	200.6922	-1.6855	0.085490	200.7036	-1.6652	0.084863	1.39	4.12	16.26	3.49	73
0227	135.3381	58.2585	0.097255	135.3305	58.2345	0.098140	1.46	4.09	16.54	6.28	64
0229	176.8532	4.5393	0.130196	176.8531	4.5656	0.130689	1.58	0.25	17.19	1.93	50
0231	254.1039	35.3786	0.142745	254.1095	35.3809	0.143137	0.31	4.00	17.39	1.88	46
0232	149.1550	-0.3704	0.087843	149.1686	-0.3805	0.087382	1.01	0.11	16.32	4.74	71
0233	258.8397	64.6441	0.082353	258.9082	64.3975	0.080373	14.90	8.38	16.17	2.55	76
0234	176.1156	52.2782	0.131765	176.1985	52.2742	0.131722	3.05	0.48	17.21	2.10	49
0235	346.6057	14.4600	0.111373	346.6013	14.4975	0.111369	2.27	0.31	16.84	1.16	57
0236	201.7941	1.2980	0.080784	201.7077	1.2018	0.081285	7.76	4.19	16.13	5.88	76
0237	191.2662	0.8733	0.083137	191.2276	0.8561	0.084283	2.53	4.13	16.19	2.48	73
0238	122.4061	34.9430	0.082353	122.4120	34.9270	0.082557	1.00	0.10	16.17	3.95	75
0239	161.1098	57.8395	0.118431	161.1591	57.8111	0.118048	2.32	0.33	16.98	3.01	54
0240	193.9925	62.1470	0.105098	193.9636	62.1376	0.105108	0.99	0.13	16.71	4.38	60
0241	357.3426	15.2264	0.113725	357.3353	15.2053	0.113540	1.33	0.18	16.89	3.40	56
0243	213.0525	5.1361	0.091765	213.0366	5.1184	0.092810	1.42	4.10	16.41	2.25	67
0244	1.2674	0.9576	0.099608	1.2442	0.9619	0.099462	1.42	0.17	16.59	3.31	63
0245	334.2401	-9.6993	0.096471	334.2950	-9.6644	0.094966	3.86	8.20	16.52	3.03	66
0246	227.4959	2.9992	0.092549	227.4766	3.0291	0.092427	2.13	0.24	16.43	4.76	67
0247	122.3514	48.9805	0.116078	122.3525	48.9745	0.115416	0.36	4.05	16.93	1.70	55
0248	28.9666	14.8393	0.084706	28.9547	14.8256	0.088055	1.07	16.45	16.23	3.39	70
0249	202.5456	-2.0953	0.086275	202.5611	-2.1063	0.086757	1.14	0.12	16.28	4.28	71
0250	134.0203	53.9947	0.098039	134.0455	54.0081	0.098018	1.20	0.14	16.56	2.53	64
0253	17.5356	14.0216	0.058824	17.5115	14.0072	0.058623	1.65	0.12	15.43	8.59	102
0254	164.6059	1.6171	0.039216	164.6618	1.6621	0.039490	4.30	0.21	14.54	11.82	149
0255	182.2116	53.3222	0.081569	182.1938	53.3337	0.081972	0.94	0.09	16.15	6.39	75
0256	190.6882	2.8270	0.086275	190.6769	2.7843	0.085828	2.65	4.12	16.28	3.62	72
0257	232.2573	52.8572	0.072941	232.3110	52.8640	0.073463	1.99	4.14	15.91	8.50	83
0258	176.5472	51.3005	0.128627	176.6198	51.2702	0.126814	3.27	8.08	17.16	1.64	51
0259	331.8102	-7.5345	0.061176	331.7886	-7.5417	0.060531	1.36	4.17	15.52	5.77	99
0260	255.4936	59.5951	0.087059	255.4581	59.6004	0.087012	1.12	0.12	16.30	4.57	71
0261	181.1940	67.1670	0.114510	181.1731	67.1618	0.115517	0.58	4.06	16.90	3.19	55
0262	159.3725	1.0639	0.118431	159.3784	1.0718	0.118688	0.59	0.08	16.98	2.05	54
0263	154.7391	0.4384	0.095686	154.7244	0.4087	0.095740	1.99	0.23	16.50	1.38	65
0264	334.2444	-9.7031	0.094118	334.0771	-9.7555	0.091120	10.38	12.36	16.47	2.73	68
0265	332.5306	-7.7771	0.115294	332.4872	-7.9133	0.115497	8.57	1.20	16.92	2.17	55
0266	184.7621	63.5412	0.107451	184.7889	63.5283	0.107218	1.06	0.14	16.76	2.85	59
0267	186.7425	62.5926	0.107451	186.5692	62.7470	0.106902	10.42	4.29	16.76	1.97	59
0269	13.9590	-9.9630	0.054902	13.9264	-9.9831	0.055027	2.27	4.18	15.28	10.56	109
0270	189.2635	64.5281	0.101176	189.2737	64.5186	0.101442	0.63	0.08	16.63	2.20	62
0271	167.2683	50.3611	0.116078	167.4631	50.4107	0.115956	8.03	4.21	16.93	2.95	55
0273	131.0806	2.1165	0.076863	131.2305	2.2531	0.076411	12.16	1.13	16.02	2.73	80
0274	152.1429	0.1486	0.095686	152.2804	-0.0327	0.095852	13.65	1.58	16.50	3.14	65
0275	15.3625	-0.0758	0.110588	15.4143	-0.1239	0.110796	4.24	0.57	16.83	3.24	57
0276	253.0324	43.1834	0.116863	253.1055	43.1633	0.116458	3.42	0.48	16.95	2.26	55
0277	231.8842	-0.8456	0.123922	231.8973	-0.8534	0.123908	0.91	0.14	17.08	1.68	52
0278	333.4948	-8.5757	0.083922	333.5440	-8.5221	0.084234	4.34	4.14	16.21	3.53	73
0279	232.6838	3.4567	0.087059	232.7591	3.3810	0.086360	6.40	4.17	16.30	3.01	72
0280	255.6269	35.2856	0.107451	255.5233	35.4186	0.106408	9.45	4.25	16.76	3.29	59
0281	331.8083	-7.5342	0.058824	332.0700	-7.4887	0.059413	15.81	4.32	15.43	5.86	101
0282	16.8359	14.2623	0.074510	16.8420	14.2570	0.074412	0.48	0.04	15.95	4.71	82
0283	23.7232	-0.6328	0.081569	23.7076	-0.6109	0.081194	1.61	0.16	16.15	6.04	76
0284	131.1045	51.4034	0.097255	131.1106	51.3890	0.097079	0.89	0.11	16.54	3.69	64
0287	350.7083	-10.0101	0.083137	350.6858	-9.9839	0.083156	2.06	0.21	16.19	5.09	74
0288	5.8936	-0.8237	0.063529	5.8798	-0.8029	0.063386	1.50	0.12	15.60	5.39	95
0289	231.9696	3.4101	0.084706	231.9744	3.4219	0.084720	0.77	0.08	16.23	3.72	73
0290	212.0274	5.4460	0.087843	212.1710	5.4765	0.088110	8.77	4.22	16.32	6.07	70
0291	154.9682	-0.6544	0.093333	154.9463	-0.6496	0.093353	1.34	0.15	16.45	3.92	67
0292	160.2650	58.2915	0.072941	160.5193	58.1790	0.072759	10.49	0.93	15.91	3.89	84
0293	11.8128	15.5121	0.079216	11.7652	15.5284	0.078672	2.92	4.14	16.09	2.05	78
0294	183.6853	59.9096	0.060392	183.7034	59.8867	0.060014	1.48	0.11	15.49	9.21	100
0296	177.6607	51.1101	0.127843	177.7666	51.1750	0.128709	5.57	4.12	17.15	1.90	50
0297	136.9278	52.1174	0.061176	136.9530	52.0959	0.061026	1.59	0.12	15.52	8.15	99
0299	179.0739	-0.2067	0.107451	179.1357	-0.2113	0.107930	3.72	0.48	16.76	2.46	59
0300	190.6940	0.5764	0.080000	190.7238	0.5829	0.083325	1.83	12.37	16.11	1.63	74
0302	195.2131	1.0680	0.081569	195.1848	1.0454	0.080928	2.17	4.13	16.15	3.53	76
0303	164.9081	57.0918	0.132549	164.8688	57.0477	0.132451	2.94	0.47	17.23	1.73	49
0304	188.5849	4.0444	0.085490	188.6069	4.0601	0.084744	1.62	4.12	16.26	4.27	73
0305	195.7177	3.2962	0.070588	195.7126	3.3096	0.071080	0.86	4.14	15.83	6.42	86
0306	152.1429	0.1514	0.095686	152.1477	0.1660	0.095843	0.92	0.11	16.50	2.79	65
0307	202.7604	1.9221	0.112941	202.7512	1.9433	0.112386	1.39	0.19	16.87	2.55	57
0310	201.5848	0.2099	0.083137	201.7181	0.3875	0.083138	13.32	1.35	16.19	4.04	74
0311	227.4995	1.2697	0.072941	227.5239	1.2443	0.073207	2.11	4.14	15.91	2.73	83
0312	354.4302	15.8770	0.066667	354.3235	15.8433	0.066879	6.48	0.52	15.71	6.00	91
0313	189.7225	6.1853	0.075294	189.9664	6.0260	0.074940	17.41	4.43	15.98	7.55	82
0314	176.3691	-2.9692	0.107451	176.3819	-2.9424	0.107066	1.78	0.23	16.76	2.44	59

TABLE B.1: Suite.

C4 id.	α_{amas} (deg)	δ_{amas} (deg)	z_{mode}	α_{C4} (deg)	δ_{C4} (deg)	z_{C4}	Distance (arcmin)	Distance (Mpc)	r^*	R	WMAG1500
0315	159.7274	4.6488	0.069020	159.9582	4.6165	0.069067	13.94	1.18	15.78	5.58	88
0316	59.3201	-5.3473	0.065882	59.5826	-5.5386	0.066315	19.43	4.44	15.68	5.88	91
0317	147.9793	1.1378	0.062745	147.9711	1.1016	0.062780	2.23	0.17	15.57	4.45	96
0319	324.8588	10.4943	0.076863	324.8337	10.5477	0.077332	3.53	4.15	16.02	2.90	79
0320	7.3234	-0.1936	0.059608	7.2850	-0.2238	0.060145	2.93	4.17	15.46	11.57	100
0321	177.5198	5.6703	0.074510	177.4838	5.6639	0.074620	2.19	0.20	15.95	7.22	82
0322	142.6403	3.7965	0.089412	142.7448	3.8077	0.089351	6.29	0.68	16.35	4.54	69
0323	163.3524	56.3064	0.076078	163.3420	56.3075	0.074952	0.35	8.27	16.00	4.69	81
0324	354.4320	15.8744	0.066667	354.4746	15.8763	0.066717	2.46	0.20	15.71	6.00	91
0325	205.1594	2.9524	0.114510	205.1471	2.9812	0.114319	1.88	0.26	16.90	2.61	56
0326	3.9355	14.6662	0.083922	3.8852	14.6603	0.084220	2.94	4.13	16.21	3.62	73
0328	144.8332	60.9270	0.124706	144.8434	60.9429	0.124506	1.00	0.15	17.09	2.17	52
0330	170.4486	49.7442	0.110588	170.5685	49.7749	0.111806	5.00	4.12	16.83	1.82	57
0331	217.7118	60.3782	0.108235	217.7410	60.3457	0.108268	2.13	0.28	16.78	2.91	58
0332	345.9280	-10.6352	0.078431	345.9383	-10.6201	0.078503	1.09	0.10	16.07	2.90	78
0333	204.5023	2.3175	0.115294	204.4659	2.2872	0.114793	2.84	4.07	16.92	1.69	56
0334	201.4062	-1.3714	0.083922	201.3395	-1.3111	0.084113	5.39	4.15	16.21	2.63	73
0335	358.5036	15.9591	0.074510	358.5293	15.9699	0.075017	1.62	4.14	15.95	3.36	81
0336	186.2870	61.4903	0.069804	186.1782	61.4707	0.069936	3.33	0.28	15.81	7.09	87
0337	256.4236	33.7672	0.082353	256.5718	33.5930	0.083897	12.81	4.32	16.17	1.84	74
0339	121.2876	37.4555	0.089412	121.2411	37.3875	0.088995	4.64	4.14	16.35	3.06	70
0340	243.5163	49.1309	0.057255	243.3959	49.1233	0.057808	4.75	0.33	15.37	10.24	104
0341	214.9176	5.0783	0.087843	214.8589	5.0791	0.087871	3.51	0.37	16.32	4.60	70
0343	26.9606	12.9979	0.073725	26.9601	13.0108	0.073014	0.77	0.07	15.93	3.66	83
0344	199.1063	0.8724	0.080000	199.1006	0.8597	0.080046	0.84	0.08	16.11	3.86	77
0345	148.9281	1.5879	0.099608	148.8669	1.6630	0.099843	5.81	0.70	16.59	3.60	63
0346	159.7253	4.6462	0.068235	159.6980	4.6195	0.068790	2.29	0.19	15.76	5.96	88
0348	168.3219	50.2420	0.115294	168.3009	50.2646	0.115532	1.58	0.22	16.92	1.75	55
0349	358.9078	-9.6134	0.076863	358.8900	-9.6549	0.076579	2.71	0.25	16.02	3.37	80
0350	25.0263	-10.2210	0.128627	25.0074	-10.2018	0.128522	1.60	0.25	17.16	1.97	50
0351	232.2858	-0.2158	0.086275	232.3389	-0.2473	0.086699	3.71	0.39	16.28	3.72	71
0352	186.7501	62.5885	0.106667	186.7415	62.5710	0.107436	1.08	4.07	16.75	1.97	59
0353	256.0125	33.8647	0.090980	256.0939	33.8166	0.090701	4.98	0.55	16.39	1.09	69
0354	183.9545	3.2691	0.076863	183.9674	3.3221	0.077063	3.27	4.14	16.02	2.11	79
0355	204.8959	-2.7824	0.093333	204.9050	-2.7585	0.093982	1.54	0.17	16.45	3.05	66
0357	201.5856	0.2130	0.082353	201.5316	0.1802	0.083023	3.79	4.14	16.17	4.05	74
0359	161.6775	1.4610	0.106667	161.6861	1.4480	0.106160	0.94	0.12	16.75	3.01	60
0360	176.3865	64.4962	0.063529	176.0734	64.5605	0.063183	8.95	0.69	15.60	6.52	95
0361	161.3442	58.1879	0.116078	161.3531	58.1757	0.116849	0.78	0.11	16.93	2.31	55
0362	250.0661	39.4913	0.095686	250.0848	39.4862	0.096512	0.92	4.10	16.50	2.94	65
0363	229.1638	2.7579	0.110588	229.1554	2.7708	0.110923	0.92	0.12	16.83	3.25	57
0365	160.4252	1.3476	0.071373	160.5910	1.1885	0.071404	13.78	1.20	15.86	3.75	85
0366	118.9707	41.2021	0.074510	119.0036	41.2131	0.074037	1.62	0.15	15.95	4.42	82
0367	207.1838	4.9611	0.078431	207.1953	4.9562	0.078454	0.75	0.07	16.07	2.55	78
0368	10.2331	-8.9130	0.055686	10.2422	-8.9460	0.055821	2.05	0.14	15.31	3.13	107
0369	138.0860	53.7059	0.100392	138.0071	53.5546	0.101022	9.50	4.25	16.61	1.91	62
0370	359.8777	14.6505	0.093333	359.8704	14.7104	0.092818	3.62	4.12	16.45	2.24	67
0371	156.4646	1.1923	0.097255	156.4468	1.0783	0.098033	6.92	4.17	16.54	3.08	64
0372	314.9755	-7.3550	0.079216	314.9233	-7.4166	0.078264	4.83	4.15	16.09	2.80	78
0373	17.5451	14.0089	0.060392	17.2613	14.0534	0.059370	16.74	4.34	15.49	7.17	101
0377	236.0515	-1.9166	0.098824	236.0461	-1.9376	0.098580	1.30	0.16	16.58	2.16	64
0378	5.8996	-0.8163	0.065098	6.0395	-1.0088	0.064312	14.28	4.31	15.65	5.49	94
0379	121.6519	29.4784	0.127843	121.6245	29.4423	0.127853	2.60	0.40	17.15	2.22	51
0380	184.3879	4.1669	0.079216	184.3479	4.1781	0.079370	2.49	0.24	16.09	2.28	77
0381	14.3920	-0.4760	0.044706	14.4513	-0.2979	0.044011	11.26	0.61	14.83	8.72	134
0382	198.2356	1.0066	0.072941	198.2480	1.0245	0.072726	1.31	0.12	15.91	5.60	84
0383	141.6481	3.4708	0.087843	141.6375	3.4875	0.087676	1.18	0.13	16.32	3.19	71
0385	180.8791	51.7339	0.061961	180.8318	51.7045	0.061572	2.49	0.19	15.55	3.65	98
0386	134.0703	53.2744	0.085490	134.1065	53.5023	0.085252	13.74	1.43	16.26	3.10	72
0387	254.1820	39.3120	0.061961	254.1529	39.3271	0.062421	1.63	4.16	15.55	6.62	97
0391	205.5275	-0.3030	0.088627	205.4868	-0.3154	0.088853	2.55	0.27	16.33	3.98	70
0392	345.0892	-9.8720	0.080000	345.0960	-9.8836	0.080174	0.80	0.08	16.11	3.22	77
0393	204.9298	-2.2900	0.090196	204.8887	-2.2863	0.090353	2.47	0.27	16.37	2.66	69
0394	204.1014	63.0110	0.103529	204.0729	63.0167	0.103778	0.85	0.11	16.68	2.61	61
0395	214.4728	0.3800	0.053333	214.4055	0.3291	0.052979	5.06	4.19	15.22	4.98	113
0396	197.3311	-1.5986	0.083137	197.3094	-1.6099	0.082876	1.47	4.12	16.19	4.63	74
0397	227.7281	3.4874	0.076863	227.7576	3.5052	0.077479	2.06	4.14	16.02	2.51	79
0398	159.4015	-0.6837	0.095686	159.4306	-0.6547	0.095450	2.46	0.29	16.50	2.72	65
0399	226.6769	-1.2799	0.071373	226.6831	-1.2678	0.071374	0.82	0.07	15.86	4.79	85
0400	4.1814	-0.4617	0.065098	4.1964	-0.4680	0.065155	0.98	0.08	15.65	7.31	93
0401	156.5883	0.5087	0.098039	156.5981	0.5273	0.097758	1.26	4.09	16.56	2.99	64
0402	24.0237	-9.9572	0.113725	24.0025	-9.9367	0.113316	1.76	0.24	16.89	3.34	56
0403	242.7272	52.4556	0.062745	242.7515	52.4561	0.063010	0.89	4.16	15.57	4.84	96
0404	228.3050	4.4708	0.037647	228.2935	4.4820	0.038047	0.96	4.21	14.45	6.60	154
0405	22.8603	0.5407	0.079216	22.9183	0.5233	0.079343	3.63	0.35	16.09	4.65	77
0406	332.4999	-8.5001	0.114510	332.5122	-8.5125	0.114873	1.04	0.14	16.90	1.58	56
0408	201.1437	0.3757	0.109020	201.1476	0.3713	0.108302	0.35	4.07	16.79	2.05	58

Table B.1: Suite.

C4 id.	α_{amas} (deg)	δ_{amas} (deg)	z_{mode}	$\alpha_{\rm C4}$ (deg)	$\delta_{\rm C4}$ (deg)	$z_{\rm C4}$	Distance (arcmin)	Distance (Mpc)	r^*	R	WMAG1500
0409	176.3873	64.4883	0.063529	176.4200	64.4677	0.063295	1.50	0.12	15.60	6.22	95
0410	13.9572	-9.9619	0.055686	14.3244	-9.8784	0.054843	22.27	4.44	15.31	10.42	109
0411	324.7523	-0.5095	0.062745	324.7795	-0.5467	0.063229	2.77	4.17	15.57	1.58	95
0412	201.1070	59.0359	0.073725	201.0858	59.0422	0.074352	0.76	4.14	15.93	4.11	82
0413	131.0399	37.0143	0.110588	131.1034	37.0476	0.111022	3.64	4.09	16.83	1.76	57
0414	227.5011	1.2732	0.072941	227.5757	1.0241	0.073189	15.60	4.37	15.91	2.59	83
0415	170.6566	59.3487	0.050980	170.5530	59.5741	0.052988	13.89	8.41	15.12	4.13	113
0416	184.5411	4.7993	0.076078	184.5342	4.7875	0.076585	0.82	0.08	16.00	1.39	80
0417	227.9267	4.5430	0.037647	228.2768	4.1946	0.038388	29.59	4.43	14.45	8.75	153
0421	201.0610	0.7975	0.105882	201.2485	0.8107	0.107194	11.28	8.27	16.73	2.09	59
0422	200.1702	60.3028	0.098039	200.1582	60.2946	0.098579	0.61	0.07	16.56	2.13	64
0424	344.6516	-9.3935	0.080000	344.8555	-9.4966	0.080413	13.56	1.33	16.11	2.89	76
0425	217.7388	57.3958	0.105882	217.7949	57.4055	0.105818	1.91	0.24	16.73	2.11	60
0426	351.0117	-9.8838	0.069804	351.0141	-9.8930	0.069724	0.57	0.05	15.81	5.75	87
0427	356.9683	14.9205	0.105882	356.9636	14.9515	0.105677	1.88	0.24	16.73	2.59	60
0428	218.5983	61.5764	0.109804	218.5416	61.5851	0.109709	1.70	0.23	16.81	1.70	58
0429	206.2929	-0.1622	0.087843	206.3150	-0.1419	0.088238	1.80	4.11	16.32	1.89	70
0430	182.2153	53.3236	0.081569	182.4974	53.1148	0.081503	16.11	1.60	16.15	6.40	75
0431	202.6517	1.3385	0.080000	202.6804	1.2524	0.080412	5.45	0.53	16.11	2.32	76
0432	242.6997	47.5234	0.090196	242.6814	47.5396	0.090602	1.22	0.13	16.37	2.03	69
0433	13.9616	-9.9692	0.054118	14.0379	-9.6154	0.054658	21.70	1.44	15.25	11.13	109
0435	129.0369	38.4981	0.057255	129.0369	38.4989	0.056861	0.05	4.17	15.37	6.69	105
0436	150.3419	1.0777	0.093333	150.3317	0.9692	0.093373	6.54	0.74	16.45	2.40	67
0437	199.7522	5.1084	0.096471	199.7175	5.0590	0.096629	3.62	0.42	16.52	2.78	65
0438	200.6984	0.1865	0.108235	200.6768	0.1724	0.108256	1.55	0.20	16.78	3.27	58
0439	180.6549	58.7159	0.125490	180.5665	58.7429	0.126184	3.19	4.06	17.11	2.19	51
0441	203.6892	1.9374	0.112941	203.6878	1.9372	0.112714	0.08	0.01	16.87	2.16	56
0442	195.1428	-2.1589	0.085490	195.1753	-2.1162	0.084760	3.22	4.13	16.26	4.12	73
0443	48.6979	-0.5869	0.116078	48.6114	-0.6336	0.116257	5.90	0.83	16.93	2.48	55
0444	201.0592	0.7959	0.109020	201.0550	0.7768	0.108278	1.17	4.07	16.79	2.12	58
0445	179.5289	68.0005	0.116863	179.1243	67.8954	0.117452	11.08	4.34	16.95	2.32	54
0446	183.3976	63.9918	0.103529	183.3445	64.0489	0.105450	3.70	8.17	16.68	2.28	60
0447	155.8916	0.1739	0.094902	155.8837	0.1738	0.095147	0.47	4.10	16.49	2.45	66
0448	343.7420	-0.4127	0.068235	343.7627	-0.3849	0.068008	2.08	0.17	15.76	4.72	89
0449	134.3361	52.5197	0.097255	134.3205	52.5141	0.097645	0.66	0.08	16.54	1.61	64
0450	175.8510	51.4140	0.129412	175.8518	51.4080	0.129331	0.36	0.06	17.17	1.90	50
0451	259.3345	28.6363	0.107451	259.3101	28.5775	0.107300	3.75	0.49	16.76	2.40	59
0452	243.0127	47.9069	0.094118	243.0121	47.8456	0.093585	3.68	4.12	16.47	1.75	67
0453	208.9021	5.4907	0.080784	208.9119	5.4732	0.079502	1.21	4.13	16.13	2.34	77
0455	180.0108	52.6248	0.064314	179.9563	52.6051	0.065777	2.31	4.16	15.63	2.53	92
0456	177.8600	5.0380	0.075294	177.8231	5.0317	0.075479	2.24	0.21	15.98	4.34	81
0457	202.7582	1.9220	0.110588	202.6451	1.7504	0.111028	12.33	4.39	16.83	2.50	57
0458	214.3661	2.0113	0.054902	214.1796	1.7180	0.054730	20.85	1.39	15.28	11.78	109
0460	203.7657	59.6134	0.071373	203.7648	59.6267	0.072352	0.80	4.14	15.86	1.68	84
0461	190.1145	5.9424	0.076078	190.1324	5.9417	0.075460	1.07	4.14	16.00	4.35	81
0462	122.6970	42.3148	0.063529	122.6209	42.2995	0.063760	3.50	0.27	15.60	6.53	95
0463	237.7906	53.4214	0.065098	237.8262	53.3653	0.065412	3.60	0.29	15.65	6.66	92
0464	131.8983	53.8581	0.045490	131.8487	53.8679	0.045428	1.85	0.10	14.87	7.82	130
0465	212.8903	4.8980	0.094118	212.9059	4.8932	0.093887	0.98	4.10	16.47	3.61	66
0466	24.3375	-9.1723	0.040000	24.3152	-9.0253	0.040626	8.92	0.44	14.59	10.32	145
0467	153.4729	-0.8940	0.045490	153.5317	-0.8743	0.045095	3.72	0.21	14.87	15.04	131
0468	171.9552	1.3803	0.073725	171.8308	1.3313	0.073433	8.02	0.72	15.93	3.37	83
0469	178.2373	4.3388	0.075294	178.2692	4.3449	0.075219	1.94	0.18	15.98	4.44	81
0470	227.4279	0.5315	0.090196	227.3971	0.5054	0.090860	2.42	0.27	16.37	1.59	68
0472	178.2364	5.8065	0.080784	178.2647	5.8333	0.079785	2.34	4.13	16.13	3.16	77
0473	130.5247	38.9904	0.120784	130.5564	38.9831	0.120120	1.54	0.22	17.02	1.50	53
0474	198.7637	-1.0405	0.112157	198.7850	-1.0537	0.111881	1.50	4.07	16.86	1.60	57
0475	184.1827	-0.8024	0.070588	184.3370	-0.8085	0.070612	9.27	0.80	15.83	3.09	86
0476	186.3559	66.2104	0.086275	186.3960	66.2104	0.086624	0.97	0.10	16.28	1.80	71
0477	201.2766	-1.0078	0.083922	201.2699	-1.0289	0.084388	1.33	4.12	16.21	2.21	73
0478	203.1908	60.1310	0.072157	203.1763	60.1059	0.071909	1.57	4.14	15.88	5.56	85
0479	195.2795	0.7983	0.081569	195.2737	0.7584	0.081554	2.42	0.24	16.15	2.33	75
0480	202.0830	1.4193	0.078431	202.0950	1.2661	0.079281	9.22	4.22	16.07	1.26	77
0481	24.3411	-9.1626	0.040000	24.3737	-9.2616	0.040548	6.24	0.31	14.59	9.84	145
0483	175.5018	5.2169	0.100392	175.5203	5.1947	0.098102	1.73	8.18	16.61	1.77	64
0484	258.8891	64.6526	0.080000	258.7799	64.6420	0.079887	2.88	4.14	16.11	2.95	77
0485	231.5830	3.9303	0.085490	231.6909	4.0870	0.085554	11.41	1.18	16.26	2.07	72
0486	177.6636	-2.6595	0.090980	177.4996	-2.7470	0.091157	11.14	4.28	16.39	1.65	68
0487	24.3395	-9.1636	0.040000	24.4607	-9.0533	0.040687	9.77	0.48	14.59	9.84	145
0488	241.0433	0.0898	0.059608	241.0647	0.0970	0.056013	1.36	12.51	15.46	2.45	107
0489	219.2616	62.0598	0.111373	219.5640	62.0776	0.111935	8.57	1.15	16.84	1.64	57
0490	190.5148	3.2790	0.086275	190.4933	3.0852	0.087398	11.70	4.29	16.28	2.15	71
0491	156.6745	0.1368	0.097255	156.6702	0.0920	0.097694	2.70	0.32	16.54	1.39	64
0492	189.7239	6.1859	0.073725	189.7614	6.1559	0.073966	2.87	0.26	15.93	7.71	82
0493	183.7583	-2.6712	0.110588	183.7312	-2.6725	0.110220	1.63	0.22	16.83	3.04	58
0494	139.8352	54.8639	0.045490	139.8858	54.8924	0.045223	2.44	0.14	14.87	6.12	131
0495	226.7242	3.4984	0.049412	226.5977	3.5973	0.042077	9.62	29.36	15.05	1.78	140

TABLE B.1: Suite.

C4 id.	α_{amas} (deg)	δ_{amas} (deg)	z_{mode}	α_{C4} (deg)	δ_{C4} (deg)	z_{C4}	Distance (arcmin)	Distance (Mpc)	r^*	R	WMAG1500
0497	168.9062	2.8597	0.078431	168.9287	2.8423	0.078483	1.71	0.16	16.07	2.42	78
0498	145.3038	60.7226	0.074510	145.3153	60.7289	0.074786	0.51	0.05	15.95	3.91	82
0499	204.9007	-2.7796	0.093333	204.9508	-2.5567	0.092929	13.71	4.38	16.45	3.08	67
0500	169.7337	51.7350	0.080000	169.5641	51.7297	0.079959	6.31	4.17	16.11	4.74	77
0501	212.4317	52.5584	0.081569	212.3952	52.5591	0.081482	1.33	0.13	16.15	2.92	75
0502	14.2318	15.2259	0.076863	14.2195	15.2143	0.076783	1.00	0.09	16.02	3.13	80
0503	177.2663	-2.3560	0.087059	177.2148	-2.5102	0.087507	9.75	1.04	16.30	3.08	71
0504	236.6910	54.9890	0.109020	236.6538	54.9491	0.108448	2.72	4.08	16.79	2.38	58
0505	3.2749	14.8407	0.082353	3.2857	14.8406	0.082721	0.63	0.06	16.17	2.16	74
0506	24.3332	-0.4284	0.055686	24.3571	-0.4689	0.055980	2.82	0.19	15.31	5.27	107
0507	203.1113	1.1653	0.079216	203.0701	1.2233	0.079563	4.27	0.41	16.09	3.45	77
0508	348.7776	14.0346	0.083137	348.7444	14.0900	0.082764	3.84	4.14	16.19	2.15	74
0509	259.7062	27.0034	0.105882	259.7125	26.9898	0.104698	0.88	4.08	16.73	2.18	60
0510	119.2164	45.8310	0.052549	119.1797	45.9248	0.052691	5.83	0.37	15.18	5.43	113
0511	179.5410	68.0024	0.117647	179.3549	68.0281	0.117435	4.45	0.63	16.96	2.31	54
0512	178.5193	60.5121	0.106667	178.4746	60.4679	0.106499	2.96	0.38	16.75	2.71	59
0513	184.9046	62.1585	0.104314	184.8739	62.1450	0.103370	1.18	4.08	16.70	1.56	61
0514	339.9676	-0.8955	0.052549	339.9840	-0.8854	0.053357	1.15	4.18	15.18	6.53	112
0515	202.2984	59.0824	0.072157	202.3107	59.0515	0.071971	1.89	4.15	15.88	2.71	85
0516	23.8680	15.3157	0.071373	23.8281	15.3352	0.071037	2.59	0.23	15.86	3.98	86
0517	178.4344	5.5886	0.080784	178.4382	5.5820	0.079703	0.46	4.13	16.13	1.50	77
0518	158.2721	56.7043	0.046275	158.4982	57.0582	0.045663	22.49	4.38	14.91	9.59	130
0519	183.6459	5.4391	0.077647	183.6647	5.4677	0.078401	2.05	4.13	16.04	2.67	78
0520	339.6049	-8.3105	0.079216	339.6572	-8.2886	0.079786	3.37	0.33	16.09	1.61	77
0521	314.5680	-7.5665	0.081569	314.5687	-7.5377	0.081674	1.73	0.17	16.15	2.87	75
0522	206.1106	2.0868	0.071373	206.1112	2.1256	0.072733	2.33	4.15	15.86	2.87	84
0523	119.2181	45.8263	0.052549	119.2432	45.7414	0.052626	5.20	0.33	15.18	5.47	113
0525	134.5143	1.1268	0.071373	134.5206	1.1538	0.071141	1.66	0.14	15.86	6.41	86
0526	344.6500	-9.3938	0.080784	344.5921	-9.3312	0.080078	5.09	0.50	16.13	2.86	77
0527	206.8000	0.3897	0.088627	206.7687	0.3744	0.088204	2.09	0.22	16.33	2.85	70
0528	213.5393	1.8244	0.054118	213.6311	1.7589	0.053957	6.77	4.20	15.25	5.06	111
0529	45.1937	1.0625	0.072941	45.2002	1.0686	0.073033	0.53	4.14	15.91	3.22	83
0530	14.3942	-0.4704	0.043922	14.0732	-0.4305	0.043798	19.41	1.03	14.79	9.19	135
0532	242.4044	53.0600	0.063529	242.4042	53.0816	0.063500	1.29	0.10	15.60	4.55	95
0533	200.7411	-0.2335	0.080784	200.7697	-0.2850	0.080560	3.54	0.35	16.13	1.95	76
0534	202.2030	-2.2594	0.087843	202.2022	-2.3323	0.086655	4.38	4.14	16.32	2.08	71
0535	179.5202	-2.5429	0.080784	179.5318	-2.5540	0.081157	0.96	4.13	16.13	4.12	76
0536	351.2744	15.2250	0.043137	351.2425	15.2251	0.042509	1.85	4.20	14.75	2.40	139
0537	233.0771	-0.5501	0.083922	233.1381	-0.7587	0.083945	13.04	1.32	16.21	3.98	73
0538	212.5859	5.2999	0.090196	212.5766	5.3212	0.089852	1.39	4.11	16.37	2.00	69
0539	28.6187	-9.7039	0.052549	28.5754	-9.7136	0.052750	2.63	0.17	15.18	4.69	113
0540	0.1823	14.5570	0.092549	0.1668	14.5523	0.092437	0.94	0.11	16.43	1.90	67
0541	158.2640	56.6954	0.043922	158.3183	56.7152	0.045337	2.15	8.39	14.79	9.38	130
0543	155.9040	-0.2327	0.094902	155.8981	-0.2215	0.094634	0.76	0.09	16.49	2.10	66
0544	122.3996	34.9435	0.082353	122.1009	34.9436	0.082367	14.69	1.47	16.17	3.97	75
0545	334.3698	12.5486	0.080784	334.3589	12.5086	0.080806	2.48	0.24	16.13	2.30	76
0546	213.0056	52.7938	0.076078	212.9559	52.8167	0.076674	2.27	0.21	16.00	4.71	80
0547	339.9601	-0.9011	0.053333	340.2028	-0.7426	0.053915	17.39	1.13	15.22	6.09	111
0548	334.3696	12.5460	0.080784	334.4028	12.7005	0.080981	9.47	0.93	16.13	2.30	76
0549	227.9248	4.5454	0.036078	227.9499	4.5215	0.036653	2.08	0.09	14.36	8.69	160
0550	229.8121	45.0777	0.063529	229.7718	45.0711	0.063702	1.75	0.14	15.60	5.26	95
0551	13.8896	-10.9424	0.055686	13.8572	-10.9511	0.055309	1.98	0.13	15.31	2.87	108
0552	149.2058	1.2445	0.063529	149.3403	1.2095	0.062999	8.33	4.21	15.60	3.66	96
0553	31.5277	-9.7149	0.085490	31.5231	-9.7564	0.085924	2.51	0.26	16.26	3.69	72
0554	160.8189	0.0329	0.126275	160.8148	0.0021	0.126828	1.87	0.28	17.12	1.60	51
0555	204.6236	63.3214	0.103529	204.6039	63.3210	0.103207	0.53	0.07	16.68	2.08	61
0556	148.3446	0.9558	0.097255	148.3533	0.9123	0.096605	2.66	4.10	16.54	1.54	65
0557	229.8212	45.0774	0.063529	230.0318	45.0471	0.063870	9.11	0.70	15.60	5.29	94
0558	212.4394	52.5571	0.080784	212.7208	52.4204	0.080941	13.15	1.29	16.13	2.86	76
0559	155.6298	2.3458	0.072157	155.5731	2.3135	0.071699	3.91	4.16	15.88	4.67	85
0560	160.2380	58.2943	0.072941	159.7637	58.3322	0.073098	15.12	4.35	15.91	3.89	83
0562	168.0125	57.0839	0.047059	168.0306	57.0559	0.046807	1.78	4.19	14.94	6.43	127
0563	177.2811	-2.6773	0.101176	177.2760	-2.6774	0.101180	0.31	0.04	16.63	1.53	62
0564	181.9276	51.3367	0.089412	181.8780	51.3476	0.087946	1.97	8.22	16.35	1.67	70
0565	129.0385	38.5017	0.057255	129.0698	38.6743	0.056898	10.46	4.23	15.37	6.69	105
0568	139.7821	54.8623	0.045490	139.5619	54.9106	0.045385	8.13	0.45	14.87	6.05	130
0569	339.9615	-0.8993	0.052549	339.8172	-0.9928	0.053207	10.32	4.23	15.18	6.40	112
0570	340.8344	0.4315	0.058039	340.8413	0.3385	0.058422	5.60	0.40	15.40	5.50	103
0571	162.3243	57.8544	0.073725	162.3005	57.8372	0.073101	1.28	0.11	15.93	3.65	83
0572	341.9526	-8.7487	0.064314	341.9866	-8.7488	0.064525	2.02	0.16	15.63	3.37	94
0573	192.4813	-3.1507	0.088627	192.4919	-3.1630	0.089126	0.97	4.11	16.33	2.47	70
0574	201.1038	59.0373	0.076078	200.9631	59.2777	0.074794	15.06	8.39	16.00	3.93	82
0575	24.3410	-9.1711	0.040000	24.4966	-9.4770	0.040524	20.53	1.01	14.59	9.87	145
0576	183.0829	2.5931	0.081569	183.0831	2.6034	0.078266	0.62	12.38	16.15	1.76	78
0577	314.9702	-7.3551	0.076863	314.9396	-7.2135	0.078772	8.69	8.30	16.02	2.89	78
0578	159.7914	-0.8004	0.094902	159.8160	-0.7996	0.094152	1.48	0.17	16.49	1.34	66
0579	169.7362	51.7345	0.079216	169.8962	51.7169	0.080125	6.04	4.17	16.09	4.79	77

Table B.1: Suite.

C4 id.	α_{amas} (deg)	δ_{amas} (deg)	z_{mode}	$\alpha_{\rm C4}$ (deg)	$\delta_{\rm C4}$ (deg)	$z_{\rm C4}$	Distance (arcmin)	Distance (Mpc)	r^*	R	WMAG1500
0580	150.8516	0.8633	0.097255	150.8470	0.8442	0.097863	1.18	0.14	16.54	2.15	64
0581	245.5996	0.5773	0.085490	245.3711	0.6132	0.085295	13.88	1.44	16.26	1.75	72
0582	351.0831	13.9689	0.043137	351.5471	14.0304	0.042802	27.27	4.44	14.75	2.54	138
0583	118.8717	36.7000	0.076863	118.8401	36.7233	0.077206	2.06	4.14	16.02	1.90	79
0584	134.0665	53.2705	0.085490	134.0690	53.2752	0.085130	0.30	0.03	16.26	3.38	73
0585	185.9932	2.8283	0.078431	185.9741	2.8048	0.078477	1.81	0.17	16.07	2.45	78
0586	139.9101	55.5667	0.047843	139.8936	55.5839	0.047808	1.17	0.07	14.98	7.04	124
0587	191.3174	1.7940	0.047843	191.3179	1.7945	0.047762	0.04	0.00	14.98	6.29	124
0588	322.0077	10.8119	0.094118	322.0141	10.8365	0.094113	1.52	0.17	16.47	2.39	66
0592	136.3121	52.3839	0.062745	136.3118	52.3846	0.061638	0.04	4.16	15.57	3.15	98
0593	242.8457	52.7873	0.063529	242.8461	52.7955	0.063133	0.49	0.04	15.60	1.51	96
0594	136.0616	52.0311	0.061961	136.1668	52.0035	0.062118	4.22	4.17	15.55	2.66	97
0595	242.7501	53.4425	0.064314	242.7842	53.4084	0.064354	2.38	0.19	15.63	2.09	94
0596	257.1716	33.4654	0.102745	257.2323	33.5252	0.102701	4.70	0.58	16.66	1.94	61
0597	179.7379	53.0018	0.064314	179.7856	52.9731	0.063276	2.44	4.16	15.63	1.30	95
0600	183.1417	2.9422	0.074510	183.1368	2.9741	0.075699	1.94	4.14	15.95	2.11	81
0601	154.4440	-0.0965	0.063529	154.5020	-0.0327	0.063826	5.17	0.40	15.60	3.58	95
0602	119.6713	37.7741	0.040000	119.6446	37.5435	0.040699	13.89	0.69	14.59	7.11	145
0603	316.3740	-7.5690	0.072941	316.3295	-7.5449	0.073047	3.02	4.15	15.91	3.21	83
0604	122.1578	38.9081	0.040000	122.1014	38.9401	0.040630	3.26	0.16	14.59	7.63	145
0605	203.4280	-2.4460	0.107451	203.4547	-2.4895	0.107461	3.06	0.40	16.76	1.64	59
0606	10.2318	-8.9102	0.056471	10.3843	-8.7438	0.056380	13.47	0.93	15.34	3.27	106
0607	181.0150	1.4118	0.083137	180.9651	1.2951	0.082913	7.62	4.19	16.19	2.99	74
0608	199.4796	66.4378	0.066667	199.4954	66.4513	0.066329	0.90	0.07	15.71	3.56	91
0609	340.8372	0.4349	0.058039	340.8373	0.4735	0.058364	2.31	0.17	15.40	5.50	103
0610	30.5522	-1.0805	0.042353	30.4480	-1.1125	0.042464	6.54	0.34	14.71	8.81	139
0611	214.0817	3.6715	0.054118	214.0320	3.6962	0.054877	3.32	0.22	15.25	4.34	109
0612	140.6747	-0.3871	0.055686	140.6028	-0.4187	0.055587	4.71	0.32	15.31	5.24	108
0614	160.8746	1.6023	0.105882	160.8745	1.5405	0.106167	3.71	4.10	16.73	1.44	60
0615	192.9779	66.7210	0.081569	193.0057	66.7265	0.081218	0.74	0.07	16.15	3.01	76
0616	18.7389	13.5162	0.058824	18.7547	13.5542	0.059571	2.46	4.17	15.43	4.54	101
0617	119.6488	37.7807	0.040784	119.5251	37.8346	0.040894	6.70	0.33	14.63	7.27	144
0618	216.1248	2.7382	0.054118	216.1162	2.7807	0.054717	2.60	0.17	15.25	6.35	109
0620	119.1053	37.0650	0.077647	119.0750	37.0118	0.077241	3.51	0.33	16.04	4.98	79
0621	13.8905	-10.9428	0.055686	14.1923	-10.8424	0.054966	18.77	4.36	15.31	2.84	109
0622	329.2233	-6.9568	0.064314	329.2372	-6.9644	0.064173	0.94	0.07	15.63	4.31	94
0623	177.9366	6.1321	0.078431	177.9357	6.0799	0.078577	3.13	0.30	16.07	1.68	78
0624	176.4076	-2.0431	0.078431	176.4256	-2.0312	0.078736	1.29	0.12	16.07	2.82	78
0625	24.3349	-9.1738	0.040784	24.3789	-9.4894	0.040448	19.11	0.94	14.63	10.09	145
0626	330.1044	-7.5189	0.061176	330.1496	-7.5041	0.060007	2.83	4.17	15.52	1.44	100
0627	183.4690	2.7652	0.075294	183.4639	2.8016	0.076805	2.20	4.14	15.98	1.59	80
0628	51.5480	-0.6371	0.036863	51.5242	-0.6317	0.037186	1.46	4.21	14.41	8.19	158
0629	229.6399	59.0955	0.074510	229.6624	59.0822	0.073984	1.06	4.14	15.95	4.01	82
0630	162.4523	0.3419	0.039216	162.4974	0.3533	0.039088	2.79	0.13	14.54	5.69	150
0631	216.1226	2.7398	0.054902	215.9445	2.7877	0.054919	11.05	0.73	15.28	5.75	109
0632	345.9382	-10.2874	0.079216	345.9334	-10.2687	0.079099	1.16	0.11	16.09	1.98	78
0633	26.8672	14.0698	0.070588	26.8942	14.1146	0.068585	3.11	8.30	15.83	1.07	88
0635	170.6669	59.3423	0.050980	170.6501	59.3163	0.053082	1.64	12.55	15.12	3.80	112
0636	202.8153	58.8514	0.074510	203.3247	58.7246	0.072331	17.57	8.43	15.95	1.10	84
0637	159.2654	50.0923	0.044706	159.2954	50.1228	0.044991	2.16	0.12	14.83	7.89	131
0638	242.0207	49.2201	0.059608	242.0109	49.2425	0.059268	1.40	0.10	15.46	4.07	101
0639	229.3682	56.9955	0.068235	229.6124	56.9166	0.068177	9.29	0.77	15.76	3.35	89
0640	337.0792	1.0114	0.089412	336.9964	0.9898	0.087887	5.14	8.24	16.35	2.12	70
0641	211.9178	-0.9155	0.053333	211.9522	-0.9313	0.053229	2.27	0.15	15.22	4.38	112
0642	180.9465	60.8532	0.064314	180.9041	60.8034	0.064693	3.24	0.25	15.63	4.80	93
0643	341.9449	-8.7522	0.064314	341.6676	-8.7596	0.064354	16.45	1.29	15.63	3.39	94
0644	336.8171	-0.6907	0.057255	336.8246	-0.6823	0.057259	0.68	0.05	15.37	5.91	105
0645	201.9306	0.9740	0.083137	201.9406	0.9907	0.082099	1.17	4.12	16.19	1.48	75
0646	178.5338	3.8706	0.074510	178.5271	3.8711	0.074889	0.40	0.04	15.95	1.79	82
0647	211.9243	-0.9092	0.053333	211.8153	-0.9257	0.053507	6.61	0.43	15.22	4.39	111
0648	205.5835	-1.0519	0.088627	205.5937	-1.0507	0.088305	0.62	0.07	16.33	1.37	70
0649	134.3228	1.3834	0.070588	134.3227	1.3831	0.070822	0.02	0.00	15.83	2.58	86
0650	26.6873	-9.6777	0.051765	26.6518	-9.6955	0.051375	2.36	0.15	15.15	4.48	116
0651	191.3077	1.8055	0.047843	191.0576	1.6757	0.047797	16.90	0.98	14.98	6.58	124
0652	243.5286	49.1322	0.058824	244.0301	49.2929	0.058647	21.89	1.56	15.43	10.03	102
0653	219.0977	60.4591	0.049412	219.1172	60.4695	0.049239	0.85	0.05	15.05	5.79	121
0654	17.5905	15.0406	0.058824	17.5600	15.0699	0.059907	2.49	4.17	15.43	2.12	100
0655	217.7350	-1.7844	0.054118	217.7502	-1.8004	0.054371	1.33	0.09	15.25	5.21	110
0656	337.2738	0.1216	0.058039	337.2658	0.1301	0.058044	0.70	0.05	15.40	4.31	103
0657	182.1688	59.7044	0.058039	182.2287	59.6895	0.059532	2.02	4.17	15.40	1.42	101
0658	217.4507	0.2868	0.055686	217.4025	0.3349	0.055267	4.08	0.28	15.31	6.29	108
0660	195.6494	62.5122	0.076078	195.6627	62.4943	0.076372	1.14	0.11	16.00	2.54	80
0661	184.8615	3.0994	0.076863	184.8437	3.0760	0.076543	1.77	0.16	16.02	3.45	80
0662	162.3768	56.7050	0.046275	162.3931	56.6849	0.046322	1.32	0.07	14.91	5.29	128
0663	151.2250	53.1170	0.044706	151.2566	53.1476	0.045455	2.16	4.20	14.83	5.25	130
0664	253.6246	37.5895	0.062745	253.5610	37.6262	0.064370	3.74	8.32	15.57	2.33	94
0665	255.7876	34.6139	0.109020	255.7228	34.6587	0.108018	4.18	4.10	16.79	1.97	59

TABLE B.1: Suite.

C4 id.	α_{amas} (deg)	δ_{amas} (deg)	z_{mode}	$\alpha_{\rm C4}$ (deg)	$\delta_{\rm C4}$ (deg)	$z_{\rm C4}$	Distance (arcmin)	Distance (Mpc)	r^*	R	WMAG1500
0666	162.7234	56.3429	0.067451	162.7371	56.3296	0.072683	0.92	20.73	15.73	1.66	84
0667	228.2981	2.0637	0.038431	228.4463	2.0980	0.038562	9.12	0.43	14.50	3.83	152
0668	180.8168	0.8905	0.078431	180.8109	0.8725	0.078299	1.14	0.11	16.07	2.19	78
0669	249.2437	44.2763	0.031373	249.3005	44.2622	0.031480	2.58	0.10	14.05	5.34	185
0670	3.6322	-0.0827	0.064314	3.6745	-0.0490	0.064468	3.25	0.25	15.63	3.69	94
0671	340.5916	-0.6846	0.055686	340.5754	-0.6920	0.056595	1.07	4.17	15.31	2.36	106
0672	170.6835	67.1728	0.054902	170.5369	67.2079	0.055376	4.01	4.18	15.28	6.22	108
0673	340.5957	-0.6836	0.056471	340.7065	-0.3345	0.055534	21.98	4.44	15.34	2.34	108
0674	214.1044	3.6631	0.056471	213.8978	3.9258	0.054867	20.03	8.46	15.34	4.47	109
0675	331.3205	-9.0519	0.063529	331.2924	-9.0373	0.063867	1.88	0.15	15.60	3.27	94
0676	339.2958	-8.3527	0.080784	339.2770	-8.3696	0.081018	1.51	4.13	16.13	2.98	76
0677	150.9666	0.5664	0.044706	150.7794	0.5070	0.045602	11.78	4.25	14.83	5.32	130
0678	211.9840	52.6787	0.082353	211.9751	52.7233	0.082151	2.70	0.27	16.17	2.32	75
0679	216.5044	-1.4870	0.055686	216.4796	-1.4714	0.055488	1.76	0.12	15.31	2.77	108
0680	256.9485	30.8882	0.083137	256.9237	30.8723	0.082736	1.59	4.12	16.19	2.61	74
0681	331.3136	-9.0515	0.064314	331.1074	-8.8603	0.063879	16.76	4.36	15.63	2.83	94
0682	249.2466	44.2732	0.031373	249.1888	44.1762	0.031435	6.33	0.24	14.05	5.34	185
0683	332.1498	-7.5436	0.057255	332.3159	-7.6058	0.057944	10.56	0.74	15.37	4.04	103
0684	340.0997	-0.2561	0.056471	340.0683	-0.3364	0.057271	5.17	4.19	15.34	1.65	105
0685	26.9282	14.2817	0.069804	26.9357	14.2690	0.069992	0.88	0.07	15.81	1.55	87
0686	222.7554	-0.0235	0.043137	223.0809	-0.2692	0.043325	24.47	1.30	14.75	2.69	136
0687	135.2239	52.7364	0.098039	135.2159	52.7269	0.095789	0.64	12.28	16.56	1.61	65
0688	240.2781	-0.6146	0.055686	240.2697	-0.5374	0.055510	4.66	0.32	15.31	3.32	108
0689	261.3918	52.9821	0.061176	261.3347	52.9171	0.061259	4.41	0.33	15.52	4.13	98
0691	183.7465	4.9901	0.078431	183.7762	4.9671	0.077998	2.25	4.14	16.07	3.21	79
0692	331.7765	-8.9023	0.065098	331.7137	-8.9429	0.065264	4.45	0.35	15.65	1.38	93
0694	202.8019	58.8519	0.071373	202.8384	58.8529	0.070755	1.13	4.15	15.86	1.28	86
0695	241.2259	53.1782	0.063529	241.3688	53.1982	0.063679	5.28	0.41	15.60	1.84	95
0696	216.5039	-1.4864	0.055686	216.1582	-1.6322	0.055694	22.50	1.52	15.31	2.50	107
0697	228.0776	3.3990	0.046275	228.0681	3.4189	0.044945	1.32	8.39	14.91	2.79	131
0698	178.4501	5.3038	0.078431	178.4734	5.2742	0.078670	2.26	0.22	16.07	1.23	78
0699	260.1145	64.7881	0.081569	260.0493	64.7833	0.081593	1.69	0.17	16.15	1.70	75
0700	156.1763	0.8909	0.094118	156.2068	0.8666	0.095956	2.34	4.10	16.47	1.22	65
0701	9.1921	-10.7959	0.056471	9.1765	-10.8498	0.056325	3.36	0.23	15.34	3.01	106
0702	202.3634	0.7157	0.079216	202.3581	0.7341	0.080600	1.15	4.13	16.09	2.08	76
0703	167.8965	-0.8689	0.063529	167.8180	-0.8690	0.063915	4.71	0.36	15.60	2.46	94
0704	120.2125	40.0500	0.065098	120.3577	40.2026	0.067175	11.32	8.36	15.65	3.27	90
0706	32.2601	12.3997	0.061176	32.2892	12.3902	0.060805	1.80	4.17	15.52	3.10	99
0707	226.5160	3.1329	0.042353	226.5667	3.1429	0.042628	3.09	0.16	14.71	4.94	138
0708	120.8611	39.9223	0.040784	120.7622	39.9335	0.041059	4.60	4.21	14.63	5.39	143
0709	232.6492	2.6127	0.087059	232.6438	2.6232	0.087551	0.71	0.08	16.30	1.92	71
0710	207.3880	5.5571	0.079216	207.3705	5.5396	0.079656	1.48	0.14	16.09	1.77	77
0712	221.3293	3.8788	0.062745	221.3373	3.9360	0.063658	3.46	4.17	15.57	3.34	95
0713	14.0617	0.1050	0.043922	14.0714	0.1155	0.044006	0.86	4.20	14.79	4.25	134
0714	120.8484	39.9348	0.041569	120.6560	40.3899	0.041415	28.69	1.45	14.67	5.27	142
0716	183.9526	3.2689	0.077647	183.7824	3.4824	0.077669	16.37	1.54	16.04	2.02	79
0717	223.0358	-0.2865	0.043922	223.4267	-0.0127	0.043679	28.63	1.52	14.79	2.65	135
0719	233.5200	52.8429	0.073725	233.5512	52.8244	0.073439	1.59	0.14	15.93	1.62	83
0720	226.5181	3.1321	0.043137	226.3545	3.1110	0.042377	9.88	4.23	14.75	4.76	139
0721	136.9376	49.6297	0.035294	136.7262	49.8894	0.035146	17.60	0.76	14.31	8.62	166
0722	135.3250	55.0652	0.046275	135.2242	55.0361	0.046008	3.88	0.22	14.91	4.90	129
0723	246.0804	0.7860	0.057255	246.0251	0.7853	0.057267	3.32	0.23	15.37	3.48	105
0724	179.9618	1.8268	0.077647	179.9309	1.8918	0.077756	4.32	0.41	16.04	1.34	79
0728	243.6386	50.5130	0.059608	243.6616	50.4749	0.059930	2.45	0.18	15.46	2.68	100
0729	214.3303	1.1884	0.054902	214.3380	1.1312	0.054273	3.46	0.23	15.28	2.08	110
0730	123.7483	46.4247	0.050196	123.7357	46.4341	0.050700	0.77	0.05	15.08	2.17	117
0731	217.0119	-1.8317	0.054118	217.0191	-1.8318	0.054422	0.43	0.03	15.25	1.89	110
0732	315.5745	0.2289	0.050980	315.9499	0.2550	0.051407	22.58	4.41	15.12	3.07	116
0733	239.3863	54.6552	0.047059	239.3060	54.6650	0.046574	2.85	4.20	14.94	3.40	127
0734	217.0290	-2.5045	0.052549	217.0112	-2.4898	0.054473	1.38	8.36	15.18	2.96	110
0735	315.5793	0.2282	0.050980	315.5272	0.2021	0.051005	3.50	4.19	15.12	3.08	117
0737	168.7206	4.0638	0.039216	168.8321	4.1195	0.039781	7.46	0.36	14.54	6.05	148
0738	246.9997	42.7071	0.031373	246.9071	42.6382	0.031499	5.81	0.22	14.05	7.78	185
0739	337.7195	-1.1515	0.057255	337.7195	-1.1670	0.057125	0.93	0.07	15.37	3.06	105
0740	196.1727	3.7569	0.040000	196.1619	3.7130	0.040275	2.71	0.13	14.59	4.88	146
0742	151.2665	53.1385	0.046275	151.7121	53.4548	0.045695	24.81	4.42	14.91	4.31	129
0743	216.8922	4.4587	0.056471	216.9157	4.4260	0.056163	2.41	0.17	15.34	4.64	107
0744	211.4330	-1.2873	0.054118	211.4907	-1.2303	0.054111	4.87	0.32	15.25	1.65	110
0745	243.1703	0.3581	0.043922	243.2007	0.3795	0.043756	2.23	0.12	14.79	3.39	135
0746	50.7399	-6.6821	0.041569	50.6975	-6.7664	0.041752	5.65	0.29	14.67	4.41	141
0747	175.6365	-3.0857	0.055686	175.6444	-3.0911	0.055602	0.58	0.04	15.31	1.97	108

TABLE B.2 – Valeur absolue du coefficient d'asymétrie B_1 en fonction du nombre de points de la distribution pour différents pourcentages de non gaussianité de la distrubtion, d'après D'Agostino & Tietjen (1971, 1973); D'Agostino (1973).

N	10 %	5 %	2 %	1 %
7	1.307	1.575	1.856	2.043
8	1.236	1.499	1.815	1.997
9	1.184	1.441	1.707	1.912
10	1.127	1.372	1.657	1.856
11	1.083	1.316	1.604	1.795
13	1.024	1.248	1.490	1.636
15	0.961	1.168	1.421	1.630
17	0.902	1.109	1.306	1.493
20	0.841	1.030	1.248	1.411
25	0.760	0.933	1.143	1.297
30	0.699	0.847	1.038	1.174
35	0.652	0.797	0.974	1.090
40	0.610	0.745	0.903	1.030
45	0.577	0.704	0.854	0.970
50	0.550	0.668	0.812	0.918
60	0.505	0.613	0.742	0.840
70	0.469	0.568	0.688	0.775
80	0.440	0.534	0.643	0.727
90	0.416	0.503	0.606	0.682
100	0.395	0.477	0.576	0.646
125	0.354	0.428	0.514	0.577
150	0.324	0.391	0.469	0.525
175	0.301	0.362	0.434	0.485
200	0.282	0.340	0.406	0.453
250	0.253	0.304	0.362	0.404
300	0.231	0.277	0.331	0.369
400	0.201	0.240	0.286	0.319
500	0.180	0.215	0.256	0.285

TABLE B.3 – Valeur du coefficient d'aplatissement B_2 en fonction du nombre de points de la distribution pour différents pourcentages de non gaussianité de la distrubtion, d'après D'Agostino & Tietjen (1971, 1973); D'Agostino (1973).

N	10 %		5 %		2 %	
	Valeur basse	Valeur haute	Valeur basse	valeur haute	Valeur basse	Valeur haute
7	0.98	6.12	0.82	6.84	0.60	7.75
8	1.17	5.87	1.04	6.69	0.85	7.61
9	1.34	5.78	1.19	6.58	1.00	7.61
10	1.42	5.64	1.29	6.44	1.12	7.50
12	1.57	5.40	1.45	6.21	1.29	7.23
15	1.70	5.16	1.59	5.92	1.46	6.84
20	1.83	4.90	1.73	5.56	1.61	6.45
25	1.94	4.72	1.84	5.32	1.71	6.12
30	2.02	4.55	1.92	5.12	1.79	5.86
35	2.07	4.47	1.98	4.97	1.85	5.66
40	2.11	4.37	2.01	4.83	1.90	5.49
45	2.15	4.27	2.06	4.70	1.95	5.32
50	2.19	4.23	2.09	4.60	1.97	5.21
75	2.30	4.02	2.22	4.33	2.10	4.79
100	2.38	3.87	2.29	4.14	2.20	4.52
125	2.42	3.79	2.35	4.02	2.26	4.34
150	2.47	3.71	2.40	3.92	2.31	4.21
200	2.53	3.62	2.46	3.79	2.38	4.04
250	2.57	3.55	2.51	3.70	2.43	3.91
300	2.60	3.50	2.54	3.64	2.47	3.82
400	2.65	3.43	2.59	3.55	2.53	3.69
500	2.68	3.39	2.63	3.48	2.58	3.62

TABLE B.4: Indicateurs morphologiques des amas.

C4 id.	2D					1D						$1+2$D
	1 struc	n struc	N struc	ϵ		B_1		B_2		N_g		Total N struc
0000	Yes	No	1	0.06	Yes	0.003	Yes	2.523	No	1	No	1
0001	No	Yes	2	0.39	No	-0.706	Yes	3.731	No	3	Yes	4
0003	No	Yes	2	0.27	Yes	0.904	Yes	4.014	No	1	No	2
0005	Yes	No	1	0.28	Yes	-0.725	Yes	2.688	Yes	1	No	1
0006	Yes	No	1	0.14	Yes	0.175	Yes	1.999	Yes	1	No	1
0007	Yes	No	1	0.14	Yes	0.003	Yes	2.863	No	1	No	1
0008	No	Yes	2	0.40	No	-0.720	Yes	3.414	No	1	No	2
0010	Yes	No	1	0.36	No	0.758	Yes	4.062	No	1	No	1
0011	Yes	No	1	0.36	No	-0.069	Yes	1.713	Yes	1	No	1
0012	Yes	No	1	0.17	Yes	0.116	Yes	3.283	Yes	1	No	1
0013	No	Yes	2	0.22	Yes	-0.249	Yes	1.657	Yes	2	Yes	3
0014	Yes	No	1	0.36	No	-0.536	Yes	3.180	Yes	1	No	1
0015	Yes	No	1	0.16	Yes	0.321	Yes	3.046	No	1	No	1
0016	Yes	No	1	0.04	Yes	-0.324	Yes	3.749	No	1	No	1
0017	Yes	No	1	0.25	Yes	0.460	Yes	3.118	No	1	No	1
0018	Yes	No	1	0.13	Yes	-0.469	Yes	3.587	No	1	No	1
0019	No	Yes	2	0.16	Yes	-0.077	Yes	1.944	Yes	1	No	2
0020	Yes	No	1	0.38	No	-1.086	No	4.899	No	1	No	1
0021	Yes	No	1	0.13	Yes	-0.826	Yes	3.282	Yes	1	No	1
0022	Yes	No	1	0.36	No	-0.239	Yes	2.663	Yes	1	No	1
0023	Yes	No	1	0.25	Yes	0.737	Yes	2.487	Yes	1	No	1
0024	Yes	No	1	0.09	Yes	-0.140	Yes	3.565	No	1	No	1
0025	Yes	No	1	0.36	No	-0.621	Yes	3.133	Yes	1	No	1
0026	No	Yes	2	0.36	No	-0.259	Yes	4.826	No	1	No	2
0027	Yes	No	1	0.09	Yes	-0.385	Yes	2.567	Yes	1	No	1
0028	Yes	No	1	0.18	Yes	-0.272	Yes	3.006	No	1	No	1
0029	Yes	No	1	0.11	Yes	-0.671	Yes	2.410	Yes	1	No	1
0030	No	Yes	2	0.24	Yes	-0.111	Yes	2.174	Yes	1	No	2
0031	No	Yes	2	0.19	Yes	0.097	Yes	2.959	Yes	1	No	2
0032	Yes	No	1	0.10	Yes	0.134	Yes	2.431	Yes	1	No	1
0033	No	Yes	2	0.21	Yes	-0.234	Yes	2.933	Yes	1	No	2
0034	Yes	No	1	0.30	Yes	-0.281	Yes	1.845	Yes	1	No	1
0035	No	Yes	2	0.21	Yes	0.062	Yes	1.651	Yes	1	No	2
0036	Yes	No	1	0.31	No	-0.919	Yes	3.034	Yes	1	No	1
0037	Yes	No	1	0.37	No	-0.057	Yes	2.754	Yes	1	No	1
0038	Yes	No	1	0.14	Yes	0.330	Yes	2.305	Yes	1	No	1
0039	Yes	No	1	0.08	Yes	-0.071	Yes	2.162	Yes	1	No	1
0040	No	Yes	2	0.19	Yes	0.552	Yes	2.456	Yes	1	No	2

TABLE B.4: Suite.

C4 id.	2D					1D						1 + 2D
	1 struc	n struc	N struc	ϵ		B_1		B_2		N_g		Total N struc
0041	Yes	No	1	0.33	No	-1.149	Yes	2.506	Yes	1	No	1
0043	Yes	No	1	0.40	No	-0.398	Yes	3.226	No	1	No	1
0044	Yes	No	1	0.20	Yes	-0.242	Yes	1.734	Yes	1	No	1
0045	Yes	No	1	0.14	Yes	0.002	Yes	3.275	No	1	No	1
0046	Yes	No	1	0.13	Yes	-0.007	Yes	2.546	No	1	No	1
0047	Yes	No	1	0.16	Yes	-0.134	Yes	2.356	Yes	1	No	1
0048	Yes	No	1	0.19	Yes	-0.372	Yes	2.945	Yes	1	No	1
0049	Yes	No	1	0.29	Yes	-1.281	Yes	7.210	No	1	No	1
0050	Yes	No	1	0.17	Yes	0.987	Yes	4.732	No	1	No	1
0051	Yes	No	1	0.23	Yes	-0.072	Yes	2.229	No	1	No	1
0052	Yes	No	1	0.02	Yes	0.093	Yes	2.421	Yes	1	No	1
0053	Yes	No	1	0.37	No	2.084	No	8.512	No	1	No	1
0054	Yes	No	1	0.42	No	0.702	Yes	3.001	No	1	No	1
0055	Yes	No	1	0.15	Yes	0.268	Yes	2.666	Yes	1	No	1
0056	No	Yes	5	0.08	Yes	-0.511	Yes	1.535	Yes	1	No	5
0057	Yes	No	1	0.18	Yes	-0.683	Yes	2.545	Yes	1	No	1
0058	No	Yes	2	0.08	Yes	-0.490	Yes	3.128	No	1	No	2
0060	Yes	No	1	0.32	No	0.869	Yes	3.854	No	1	No	1
0061	No	Yes	2	0.05	Yes	0.804	Yes	3.249	No	1	No	2
0062	No	Yes	2	0.22	Yes	-0.358	Yes	2.603	Yes	1	No	2
0065	Yes	No	1	0.22	Yes	-0.025	Yes	1.707	Yes	1	No	1
0066	No	Yes	4	0.09	Yes	1.244	Yes	5.764	No	1	No	5
0067	Yes	No	1	0.05	Yes	-1.086	Yes	3.006	Yes	1	No	1
0068	Yes	No	1	0.42	No	0.339	Yes	2.246	Yes	1	No	1
0069	Yes	No	1	0.17	Yes	-0.118	Yes	2.656	Yes	1	No	1
0070	Yes	No	1	0.31	No	0.850	Yes	3.128	No	1	No	1
0073	Yes	No	1	0.16	Yes	0.949	Yes	3.054	Yes	1	No	1
0075	Yes	No	1	0.08	Yes	-0.217	Yes	2.008	Yes	1	No	1
0076	Yes	No	1	0.40	No	-0.037	Yes	3.312	Yes	1	No	1
0077	Yes	No	1	0.63	No	0.343	Yes	1.314	Yes	2	Yes	2
0078	No	Yes	3	0.13	Yes	0.351	Yes	2.215	Yes	1	No	3
0080	Yes	No	1	0.18	Yes	0.699	Yes	1.513	Yes	1	No	1
0082	Yes	No	1	0.10	Yes	0.188	Yes	2.907	No	1	No	1
0083	Yes	No	1	0.46	No	-0.081	Yes	3.325	Yes	1	No	1
0084	No	Yes	2	0.20	Yes	0.073	Yes	2.326	Yes	1	No	2
0085	No	Yes	2	0.39	No	0.398	Yes	2.749	Yes	1	No	2
0086	Yes	No	1	0.18	Yes	-0.442	Yes	2.325	Yes	1	No	1
0087	Yes	No	1	0.05	Yes	0.268	Yes	2.681	Yes	1	No	1

Table B.4: Suite.

C4 id.	2D					1D						1 + 2D
	1 struc	n struc	N struc	ϵ		B_1		B_2		N_g		Total N struc
0088	No	Yes	2	0.65	No	1.093	No	4.199	No	2	Yes	3
0089	No	Yes	2	0.25	Yes	0.496	Yes	1.377	Yes	2	Yes	4
0090	No	Yes	2	0.54	No	-1.200	No	6.802	No	1	No	2
0091	No	Yes	2	0.04	Yes	-0.128	Yes	2.825	Yes	1	No	2
0092	Yes	No	1	0.33	No	0.528	Yes	1.807	Yes	1	No	1
0093	Yes	No	1	0.23	Yes	-0.564	Yes	3.050	Yes	1	No	1
0094	Yes	No	1	0.39	No	-0.461	Yes	1.840	Yes	2	Yes	2
0095	Yes	No	1	0.31	No	0.401	Yes	1.833	Yes	2	Yes	2
0096	No	Yes	2	0.09	Yes	0.410	Yes	1.467	Yes	1	No	2
0097	Yes	No	1	0.24	Yes	-0.676	Yes	5.152	No	1	No	1
0098	Yes	No	1	0.17	Yes	-0.189	Yes	1.515	Yes	2	Yes	2
0099	Yes	No	1	0.33	No	-0.115	Yes	2.392	Yes	1	No	1
0100	No	Yes	2	0.05	Yes	-0.590	Yes	6.547	No	1	No	2
0102	Yes	No	1	0.20	Yes	0.895	Yes	3.668	No	1	No	1
0103	Yes	No	1	0.28	Yes	-1.483	No	6.602	No	1	No	1
0104	No	Yes	3	0.19	Yes	-0.504	Yes	3.007	Yes	1	No	3
0105	Yes	No	1	0.32	No	0.541	Yes	3.156	No	1	No	1
0107	Yes	No	1	0.31	No	0.178	Yes	1.973	Yes	1	No	1
0108	Yes	No	1	0.30	Yes	-0.762	Yes	2.205	Yes	1	No	1
0110	Yes	No	1	0.33	No	1.315	Yes	3.918	No	1	No	1
0112	Yes	No	1	0.34	No	-0.050	Yes	3.501	No	2	Yes	2
0113	Yes	No	1	0.44	No	0.250	Yes	2.253	Yes	1	No	1
0115	Yes	No	1	0.24	Yes	-1.457	Yes	3.933	No	1	No	1
0116	Yes	No	1	0.08	Yes	0.157	Yes	1.847	Yes	1	No	1
0117	Yes	No	1	0.21	Yes	0.095	Yes	2.960	Yes	1	No	1
0118	Yes	No	1	0.35	No	0.138	Yes	1.367	Yes	2	Yes	2
0119	Yes	No	1	0.24	Yes	-2.422	No	8.547	No	1	No	1
0120	Yes	No	1	0.27	Yes	0.163	Yes	3.107	Yes	1	No	1
0121	Yes	No	1	0.30	Yes	-0.392	Yes	2.162	Yes	1	No	1
0122	Yes	No	1	0.10	Yes	-0.059	Yes	1.609	Yes	1	No	1
0124	Yes	No	1	0.30	Yes	1.240	Yes	4.063	Yes	1	No	1
0125	Yes	No	1	0.11	Yes	-0.494	Yes	2.339	Yes	1	No	1
0126	No	Yes	2	0.19	Yes	1.321	Yes	5.638	No	1	No	2
0128	No	Yes	2	0.35	No	0.154	Yes	1.950	Yes	1	No	2
0129	No	Yes	3	0.25	Yes	-0.147	Yes	2.428	Yes	1	No	3
0130	Yes	No	1	0.12	Yes	-1.515	Yes	3.679	Yes	1	No	1
0132	Yes	No	1	0.26	Yes	0.334	Yes	1.657	Yes	1	No	1
0135	Yes	No	1	0.09	Yes	0.096	Yes	2.385	Yes	1	No	1

TABLE B.4: Suite.

C4 id.	2D					1D						1 + 2D
	1 struc	n struc	N struc	ϵ		B_1		B_2		N_g		Total N struc
0136	Yes	No	1	0.36	No	0.803	Yes	4.649	No	1	No	1
0137	Yes	No	1	0.35	No	0.845	Yes	2.274	Yes	1	No	1
0138	Yes	No	1	0.31	No	1.148	Yes	3.837	No	1	No	1
0141	Yes	No	1	0.25	Yes	-2.605	No	8.804	No	1	No	1
0142	Yes	No	1	0.51	No	1.345	No	5.426	No	1	No	1
0143	Yes	No	1	0.17	Yes	2.419	No	7.582	No	1	No	1
0144	Yes	No	1	0.05	Yes	0.046	Yes	2.295	Yes	1	No	1
0145	Yes	No	1	0.33	No	-1.944	No	6.769	No	1	No	1
0146	Yes	No	1	0.22	Yes	-1.118	Yes	4.267	Yes	1	No	1
0148	No	Yes	2	0.57	No	0.055	Yes	3.578	Yes	2	Yes	3
0149	No	Yes	3	0.42	No	-0.745	Yes	1.889	Yes	2	Yes	4
0150	No	Yes	3	0.38	No	0.178	Yes	1.375	Yes	2	Yes	7
0153	Yes	No	1	0.21	Yes	-0.097	Yes	1.939	Yes	1	No	1
0154	No	Yes	2	0.08	Yes	0.428	Yes	2.398	Yes	1	No	2
0155	Yes	No	1	0.28	Yes	-0.579	Yes	3.134	Yes	1	No	1
0157	Yes	No	1	0.41	No	0.043	Yes	1.754	Yes	1	No	1
0159	Yes	No	1	0.08	Yes	0.269	Yes	2.621	Yes	1	No	1
0160	Yes	No	1	0.35	No	-1.057	Yes	2.788	Yes	1	No	1
0162	Yes	No	1	0.17	Yes	0.308	Yes	2.455	Yes	1	No	1
0163	Yes	No	1	0.14	Yes	0.955	Yes	3.670	Yes	1	No	1
0164	No	Yes	2	0.58	No	0.261	Yes	1.537	Yes	1	No	2
0165	Yes	No	1	0.09	Yes	1.854	Yes	5.529	No	1	No	1
0167	No	Yes	2	0.15	Yes	-0.372	Yes	2.645	Yes	1	No	2
0170	Yes	No	1	0.11	Yes	0.258	Yes	2.275	Yes	1	No	1
0173	Yes	No	1	0.16	Yes	0.456	Yes	1.667	Yes	1	No	1
0175	Yes	No	1	0.08	Yes	0.102	Yes	2.117	Yes	1	No	1
0176	Yes	No	1	0.41	No	0.683	Yes	2.775	Yes	1	No	1
0178	No	Yes	2	0.35	No	1.092	Yes	3.769	Yes	1	No	2
0179	Yes	No	1	0.14	Yes	-0.786	Yes	1.885	Yes	1	No	1
0180	Yes	No	1	0.17	Yes	1.116	Yes	3.913	Yes	1	No	1
0184	Yes	No	1	0.16	Yes	0.581	Yes	2.149	Yes	1	No	1
0185	Yes	No	1	0.36	No	0.411	Yes	1.905	Yes	1	No	1
0186	Yes	No	1	0.21	Yes	0.020	Yes	2.332	Yes	1	No	1
0187	No	Yes	2	0.13	Yes	-1.780	Yes	5.429	No	1	No	2
0188	Yes	No	1	0.16	Yes	-0.229	Yes	1.582	Yes	1	No	1
0189	No	Yes	2	0.23	Yes	-0.034	Yes	2.259	Yes	1	No	2
0190	Yes	No	1	0.20	Yes	-0.068	Yes	2.321	Yes	1	No	1
0191	No	Yes	2	0.46	No	0.667	Yes	4.289	No	1	No	2

Table B.4: Suite.

C4 id.	2D					1D						1 + 2D
	1 struc	n struc	N struc	ϵ		B_1		B_2		N_g		Total N struc
0192	Yes	No	1	0.25	Yes	2.277	No	8.502	No	1	No	1
0193	Yes	No	1	0.30	Yes	0.365	Yes	1.678	Yes	1	No	1
0194	Yes	No	1	0.32	No	-0.958	Yes	4.076	No	1	No	1
0195	Yes	No	1	0.15	Yes	-0.318	Yes	2.270	Yes	1	No	1
0196	Yes	No	1	0.43	No	0.132	Yes	2.167	Yes	1	No	1
0197	No	Yes	4	0.50	No	1.652	No	7.740	No	1	No	4
0198	No	Yes	2	0.15	Yes	-0.066	Yes	3.342	Yes	1	No	2
0199	Yes	No	1	0.20	Yes	0.443	Yes	3.193	Yes	1	No	1
0200	No	Yes	2	0.10	Yes	0.085	Yes	1.545	Yes	1	No	2
0202	Yes	No	1	0.17	Yes	-1.113	Yes	2.990	Yes	1	No	1
0203	Yes	No	1	0.26	Yes	-0.237	Yes	2.695	Yes	1	No	1
0204	Yes	No	1	0.26	Yes	0.744	Yes	2.325	Yes	2	Yes	2
0205	Yes	No	1	0.19	Yes	0.015	Yes	2.199	Yes	1	No	1
0206	Yes	No	1	0.25	Yes	0.241	Yes	4.801	No	1	No	1
0207	Yes	No	1	0.28	Yes	-1.791	Yes	5.587	No	1	No	1
0208	Yes	No	1	0.18	Yes	-0.451	Yes	2.612	Yes	1	No	1
0210	Yes	No	1	0.33	No	-1.892	No	6.829	No	1	No	1
0211	Yes	No	1	0.29	Yes	2.229	No	6.443	No	1	No	1
0212	No	Yes	3	0.37	No	0.014	Yes	2.048	Yes	1	No	3
0213	No	Yes	2	0.12	Yes	-1.044	Yes	2.860	Yes	1	No	2
0214	Yes	No	1	0.32	No	1.962	No	7.878	No	1	No	1
0217	Yes	No	1	0.32	No	-1.074	Yes	3.638	Yes	1	No	1
0218	Yes	No	1	0.16	Yes	0.711	Yes	1.629	Yes	1	No	1
0220	Yes	No	1	0.30	Yes	0.637	Yes	4.093	No	1	No	1
0221	Yes	No	1	0.39	No	1.833	Yes	5.157	No	1	No	1
0224	No	Yes	2	0.25	Yes	-0.799	Yes	3.113	Yes	1	No	2
0225	No	Yes	4	0.37	No	-0.511	Yes	1.599	Yes	1	No	4
0227	Yes	No	1	0.26	Yes	1.361	Yes	4.180	No	1	No	1
0229	Yes	No	1	0.18	Yes	0.153	Yes	3.407	Yes	1	No	1
0231	Yes	No	1	0.17	Yes	-0.039	Yes	1.635	Yes	1	No	1
0232	No	Yes	2	0.30	Yes	-0.539	Yes	3.204	Yes	1	No	2
0233	No	Yes	4	0.35	No	-0.140	Yes	8.871	No	1	No	5
0234	Yes	No	1	0.22	Yes	0.502	Yes	2.358	Yes	1	No	1
0235	Yes	No	1	0.11	Yes	-0.635	Yes	2.460	Yes	1	No	1
0236	No	Yes	4	0.38	No	0.313	Yes	1.677	Yes	1	No	5
0239	Yes	No	1	0.07	Yes	-0.333	Yes	1.744	Yes	1	No	1
0240	Yes	No	1	0.18	Yes	0.365	Yes	2.744	Yes	1	No	1
0241	Yes	No	1	0.22	Yes	-1.347	Yes	4.716	No	1	No	1

TABLE B.4: Suite.

C4 id.	2D					1D						1 + 2D
	1 struc	n struc	N struc	ϵ		B_1		B_2		N_g		Total N struc
0243	Yes	No	1	0.22	Yes	1.091	Yes	4.000	Yes	1	No	1
0244	Yes	No	1	0.10	Yes	1.632	Yes	6.125	No	1	No	1
0246	Yes	No	1	0.09	Yes	-0.345	Yes	2.908	Yes	1	No	1
0247	Yes	No	1	0.27	Yes	0.238	Yes	1.669	Yes	1	No	1
0248	Yes	No	1	0.16	Yes	2.009	No	5.518	No	1	No	1
0249	Yes	No	1	0.29	Yes	-0.506	Yes	2.710	Yes	1	No	1
0250	No	Yes	2	0.42	No	-0.925	Yes	6.064	No	1	No	2
0255	No	Yes	2	0.30	Yes	0.652	Yes	3.057	Yes	1	No	2
0256	Yes	No	1	0.41	No	-0.767	Yes	2.872	Yes	1	No	1
0257	No	Yes	2	0.35	No	1.575	No	6.138	No	1	No	2
0259	No	Yes	2	0.19	Yes	-0.045	Yes	2.349	Yes	1	No	2
0261	Yes	No	1	0.23	Yes	-0.026	Yes	1.939	Yes	1	No	1
0262	No	Yes	4	0.38	No	0.377	Yes	2.516	Yes	1	No	4
0263	Yes	No	1	0.39	No	-0.686	Yes	3.614	No	1	No	1
0265	Yes	No	1	0.57	No	-0.960	Yes	2.383	Yes	2	Yes	2
0266	No	Yes	4	0.12	Yes	-0.918	Yes	2.219	Yes	1	No	4
0267	No	Yes	3	0.60	No	-0.174	Yes	1.680	Yes	1	No	3
0273	No	Yes	3	0.45	No	-0.107	Yes	2.017	Yes	1	No	3
0275	Yes	No	1	0.37	No	-0.970	Yes	3.144	Yes	1	No	1
0276	Yes	No	1	0.42	No	1.241	Yes	5.699	No	1	No	1
0277	No	Yes	2	0.39	No	-1.891	No	6.737	No	2	Yes	3
0278	Yes	No	1	0.13	Yes	-0.185	Yes	1.546	Yes	1	No	1
0279	Yes	No	1	0.26	Yes	-1.562	Yes	5.009	No	1	No	1
0282	Yes	No	1	0.26	Yes	-0.411	Yes	2.099	Yes	1	No	1
0283	Yes	No	1	0.38	No	-1.302	Yes	5.236	No	1	No	1
0284	Yes	No	1	0.37	No	-1.274	Yes	4.469	No	1	No	1
0287	Yes	No	1	0.13	Yes	-0.941	Yes	3.731	Yes	1	No	1
0288	Yes	No	1	0.18	Yes	0.052	Yes	2.869	Yes	1	No	1
0289	Yes	No	1	0.03	Yes	-0.922	Yes	2.750	Yes	1	No	1
0291	Yes	No	1	0.33	No	1.510	Yes	4.260	Yes	1	No	1
0293	Yes	No	1	0.20	Yes	-1.070	Yes	3.087	Yes	1	No	1
0294	Yes	No	1	0.34	No	-0.175	Yes	1.949	Yes	1	No	1
0296	No	Yes	2	0.14	Yes	-0.198	Yes	2.566	Yes	1	No	2
0297	Yes	No	1	0.36	No	-0.850	Yes	2.877	Yes	1	No	1
0299	No	Yes	2	0.09	Yes	0.690	Yes	2.734	Yes	1	No	2
0300	No	Yes	2	0.47	No	-0.427	Yes	3.133	Yes	1	No	3
0300	No	Yes	2	0.47	No	-0.427	Yes	3.133	Yes	1	No	3
0302	Yes	No	1	0.21	Yes	-0.780	Yes	2.524	Yes	1	No	1

Table B.4: Suite.

C4 id.	2D					1D						1 + 2D
	1 struc	n struc	N struc	ϵ		B_1		B_2		N_g		Total N struc
0305	Yes	No	1	0.25	Yes	0.726	Yes	2.946	Yes	1	No	1
0306	Yes	No	1	0.26	Yes	-0.737	Yes	2.570	Yes	1	No	1
0307	Yes	No	1	0.27	Yes	-0.466	Yes	1.775	Yes	1	No	1
0310	No	Yes	2	0.27	Yes	0.391	Yes	3.012	Yes	1	No	2
0312	Yes	No	1	0.29	Yes	-0.947	Yes	2.219	Yes	1	No	1
0313	No	Yes	2	0.16	Yes	0.990	Yes	2.990	Yes	1	No	2
0314	No	Yes	2	0.50	No	-0.660	Yes	3.035	Yes	1	No	2
0315	Yes	No	1	0.27	Yes	0.136	Yes	1.431	Yes	1	No	1
0317	No	Yes	2	0.16	Yes	0.263	Yes	1.376	Yes	1	No	2
0319	Yes	No	1	0.20	Yes	-0.321	Yes	2.609	Yes	1	No	1
0320	Yes	No	1	0.09	Yes	-0.944	Yes	3.778	No	1	No	1
0321	Yes	No	1	0.08	Yes	1.635	No	6.285	No	1	No	1
0322	Yes	No	1	0.40	No	0.921	Yes	3.637	Yes	1	No	1
0323	No	Yes	4	0.15	Yes	-1.105	Yes	2.879	Yes	1	No	4
0325	Yes	No	1	0.18	Yes	0.131	Yes	1.738	Yes	1	No	1
0326	Yes	No	1	0.08	Yes	-0.018	Yes	1.983	Yes	1	No	1
0328	Yes	No	1	0.25	Yes	0.626	Yes	2.349	Yes	1	No	1
0330	No	Yes	2	0.29	Yes	0.599	Yes	2.306	Yes	1	No	2
0331	Yes	No	1	0.14	Yes	0.176	Yes	2.214	Yes	1	No	1
0333	Yes	No	1	0.21	Yes	-0.952	Yes	3.319	Yes	1	No	1
0334	Yes	No	1	0.11	Yes	-0.805	Yes	3.530	Yes	1	No	1
0335	No	Yes	2	0.04	Yes	0.235	Yes	1.234	Yes	1	No	2
0336	Yes	No	1	0.12	Yes	2.101	No	7.208	No	1	No	1
0337	No	Yes	3	0.28	Yes	0.947	Yes	3.023	Yes	1	No	4
0339	Yes	No	1	0.17	Yes	0.617	Yes	2.074	Yes	1	No	1
0340	Yes	No	1	0.23	Yes	0.163	Yes	1.773	Yes	1	No	1
0341	Yes	No	1	0.25	Yes	-0.300	Yes	3.428	Yes	2	Yes	2
0343	No	Yes	2	0.18	Yes	0.969	Yes	3.473	Yes	1	No	2
0344	Yes	No	1	0.14	Yes	-1.107	Yes	3.436	Yes	1	No	1
0345	Yes	No	1	0.09	Yes	-0.747	Yes	3.667	Yes	1	No	1
0348	Yes	No	1	0.24	Yes	-0.830	Yes	2.456	Yes	1	No	1
0349	No	Yes	4	0.39	No	1.825	No	7.721	No	1	No	4
0351	Yes	No	1	0.17	Yes	-0.454	Yes	1.976	Yes	1	No	1
0353	No	Yes	4	0.29	Yes	0.063	Yes	1.799	Yes	1	No	5
0354	No	Yes	3	0.11	Yes	0.774	Yes	2.536	Yes	1	No	3
0359	No	Yes	2	0.16	Yes	0.217	Yes	2.542	Yes	1	No	2
0360	Yes	No	1	0.24	Yes	1.117	Yes	4.345	Yes	1	No	1
0361	Yes	No	1	0.26	Yes	0.446	Yes	2.017	Yes	1	No	1

TABLE B.4: Suite.

C4 id.	2D					1D						1 + 2D
	1 struc	n struc	N struc	ϵ		B_1		B_2		N_g		Total N struc
0362	Yes	No	1	0.26	Yes	-1.157	Yes	3.293	Yes	1	No	1
0365	No	Yes	2	0.36	No	-0.448	Yes	2.531	Yes	1	No	3
0366	Yes	No	1	0.44	No	0.446	Yes	3.196	Yes	1	No	1
0367	No	Yes	3	0.46	No	-3.474	No	15.926	No	1	No	3
0369	No	Yes	2	0.44	No	-0.579	Yes	2.609	Yes	1	No	2
0370	Yes	No	1	0.21	Yes	0.285	Yes	1.401	Yes	1	No	1
0371	No	Yes	2	0.35	No	0.380	Yes	1.929	Yes	2	Yes	3
0377	Yes	No	1	0.33	No	0.833	Yes	1.875	Yes	1	No	1
0378	Yes	No	1	0.45	No	0.298	Yes	1.793	Yes	1	No	1
0379	Yes	No	1	0.48	No	0.334	Yes	1.839	Yes	1	No	1
0380	Yes	No	1	0.14	Yes	-0.018	Yes	1.939	Yes	1	No	1
0382	Yes	No	1	0.23	Yes	-1.123	Yes	5.090	No	1	No	1
0383	No	Yes	2	0.14	Yes	1.756	Yes	5.159	No	1	No	2
0386	Yes	No	1	0.17	Yes	-0.283	Yes	1.945	Yes	1	No	1
0387	Yes	No	1	0.25	Yes	2.104	No	8.420	No	1	No	1
0391	Yes	No	1	0.08	Yes	-0.807	Yes	2.514	Yes	1	No	1
0393	No	Yes	2	0.02	Yes	-1.156	Yes	3.030	Yes	1	No	2
0394	Yes	No	1	0.21	Yes	-0.861	Yes	2.774	Yes	1	No	1
0395	Yes	No	1	0.20	Yes	-0.773	Yes	2.147	Yes	1	No	1
0396	Yes	No	1	0.20	Yes	-0.302	Yes	2.118	Yes	1	No	1
0397	Yes	No	1	0.37	No	-0.247	Yes	1.735	Yes	1	No	1
0398	Yes	No	1	0.41	No	-0.636	Yes	2.793	Yes	1	No	1
0399	Yes	No	1	0.45	No	0.301	Yes	2.084	Yes	1	No	1
0400	No	Yes	2	0.17	Yes	0.824	Yes	3.652	Yes	1	No	3
0401	No	Yes	2	0.09	Yes	0.301	Yes	5.503	No	1	No	2
0402	Yes	No	1	0.31	No	0.469	Yes	4.095	No	1	No	1
0405	Yes	No	1	0.46	No	1.083	Yes	4.027	No	1	No	1
0406	Yes	No	1	0.54	No	-1.555	Yes	3.596	Yes	1	No	1
0408	No	Yes	2	0.16	Yes	-1.081	Yes	3.165	Yes	1	No	2
0412	Yes	No	1	0.36	No	0.739	Yes	2.487	Yes	1	No	1
0413	Yes	No	1	0.05	Yes	-0.682	Yes	2.998	Yes	1	No	1
0414	Yes	No	1	0.43	No	0.114	Yes	1.659	Yes	1	No	1
0415	No	Yes	2	0.30	Yes	1.008	Yes	2.417	Yes	1	No	2
0416	No	Yes	2	0.48	No	-0.070	Yes	4.151	No	1	No	2
0421	Yes	No	1	0.16	Yes	-0.728	Yes	2.243	Yes	1	No	1
0422	Yes	No	1	0.22	Yes	-1.047	Yes	2.578	Yes	1	No	1
0424	Yes	No	1	0.34	No	-0.739	Yes	3.124	Yes	1	No	1
0425	Yes	No	1	0.16	Yes	-0.221	Yes	2.082	Yes	1	No	1

Table B.4: Suite.

C4 id.	2D					1D						1 + 2D
	1 struc	n struc	N struc	ϵ		B_1		B_2		N_g		Total N struc
0429	No	Yes	2	0.24	Yes	0.531	Yes	2.341	Yes	1	No	2
0431	Yes	No	1	0.19	Yes	0.201	Yes	2.820	Yes	1	No	1
0432	No	Yes	2	0.37	No	0.562	Yes	2.117	Yes	1	No	2
0435	Yes	No	1	0.15	Yes	-0.026	Yes	2.267	Yes	1	No	1
0436	Yes	No	1	0.32	No	0.206	Yes	2.198	Yes	1	No	1
0437	Yes	No	1	0.39	No	0.307	Yes	1.598	Yes	1	No	1
0438	Yes	No	1	0.19	Yes	0.594	Yes	2.103	Yes	1	No	1
0439	No	Yes	2	0.22	Yes	-0.164	Yes	1.578	Yes	1	No	2
0441	Yes	No	1	0.29	Yes	0.504	Yes	2.289	Yes	1	No	1
0442	No	Yes	2	0.07	Yes	-0.032	Yes	1.567	Yes	1	No	2
0443	No	Yes	2	0.32	No	0.066	Yes	2.158	Yes	1	No	2
0445	Yes	No	1	0.06	Yes	-0.114	Yes	2.200	Yes	1	No	1
0446	Yes	No	1	0.05	Yes	-0.217	Yes	1.646	Yes	1	No	1
0447	No	Yes	2	0.16	Yes	-0.021	Yes	2.012	Yes	1	No	2
0448	No	Yes	2	0.43	No	0.198	Yes	3.147	Yes	1	No	2
0449	No	Yes	2	0.20	Yes	-0.060	Yes	1.170	Yes	1	No	2
0450	Yes	No	1	0.13	Yes	-0.151	Yes	1.277	Yes	1	No	1
0451	Yes	No	1	0.21	Yes	2.129	No	6.762	No	1	No	1
0452	No	Yes	2	0.13	Yes	0.463	Yes	1.352	Yes	1	No	2
0453	Yes	No	1	0.26	Yes	-0.402	Yes	2.136	Yes	1	No	1
0455	No	Yes	3	0.41	No	0.954	Yes	3.286	Yes	1	No	3
0456	No	Yes	3	0.14	Yes	-0.299	Yes	1.564	Yes	1	No	3
0461	No	Yes	3	0.21	Yes	1.670	No	7.662	No	1	No	4
0462	Yes	No	1	0.02	Yes	0.605	Yes	2.440	Yes	1	No	1
0463	Yes	No	1	0.25	Yes	-0.256	Yes	1.651	Yes	1	No	1
0468	Yes	No	1	0.25	Yes	0.364	Yes	1.996	Yes	1	No	1
0469	Yes	No	1	0.09	Yes	-1.834	Yes	5.809	No	1	No	1
0473	Yes	No	1	0.15	Yes	-0.857	Yes	2.743	Yes	1	No	1
0474	No	Yes	3	0.25	Yes	-1.540	No	6.112	No	1	No	3
0475	No	Yes	2	0.28	Yes	-0.588	Yes	2.755	Yes	1	No	2
0477	Yes	No	1	0.13	Yes	1.843	Yes	5.396	No	1	No	1
0478	Yes	No	1	0.52	No	-1.539	Yes	6.364	No	1	No	1
0485	No	Yes	2	0.13	Yes	-0.435	Yes	1.862	Yes	1	No	2
0486	No	Yes	2	0.03	Yes	1.547	Yes	4.354	Yes	1	No	2
0488	No	Yes	3	0.55	No	-0.987	Yes	2.783	Yes	1	No	3
0489	Yes	No	1	0.55	No	0.181	Yes	1.916	Yes	1	No	1
0490	No	Yes	2	0.26	Yes	-0.527	Yes	3.004	Yes	1	No	2
0491	No	Yes	3	0.20	Yes	-0.087	Yes	2.708	Yes	1	No	3

TABLE B.4: Suite.

C4 id.	2D					1D						1 + 2D
	1 struc	n struc	N struc	ϵ		B_1		B_2		N_g		Total N struc
0493	Yes	No	1	0.12	Yes	0.264	Yes	3.275	Yes	1	No	1
0497	No	Yes	2	0.10	Yes	-0.372	Yes	2.299	Yes	1	No	2
0498	Yes	No	1	0.31	No	-0.039	Yes	2.578	Yes	1	No	1
0499	No	Yes	3	0.33	No	0.653	Yes	3.247	No	1	No	3
0500	Yes	No	1	0.32	No	-0.607	Yes	2.546	Yes	1	No	1
0501	No	Yes	2	0.19	Yes	0.123	Yes	1.300	Yes	1	No	2
0502	No	Yes	2	0.24	Yes	-1.649	Yes	4.762	No	1	No	2
0503	Yes	No	1	0.14	Yes	0.293	Yes	1.385	Yes	1	No	1
0504	Yes	No	1	0.27	Yes	-0.619	Yes	2.126	Yes	1	No	1
0505	Yes	No	1	0.18	Yes	1.987	No	6.144	No	1	No	1
0506	Yes	No	1	0.27	Yes	-1.903	Yes	5.070	No	1	No	1
0507	No	Yes	2	0.08	Yes	1.340	Yes	4.256	Yes	1	No	2
0508	Yes	No	1	0.32	No	2.044	No	5.903	No	1	No	1
0509	No	Yes	2	0.10	Yes	-1.079	Yes	4.479	Yes	1	No	2
0512	Yes	No	1	0.29	Yes	0.092	Yes	2.337	Yes	1	No	1
0513	Yes	No	1	0.14	Yes	0.265	Yes	2.413	Yes	1	No	1
0514	No	Yes	4	0.53	No	1.893	No	7.209	No	1	No	4
0516	No	Yes	2	0.26	Yes	-0.343	Yes	2.252	Yes	1	No	2
0517	No	Yes	2	0.51	No	0.054	Yes	2.994	Yes	1	No	2
0520	Yes	No	1	0.48	No	-0.439	Yes	3.377	Yes	1	No	1
0523	No	Yes	2	0.21	Yes	1.021	Yes	2.743	Yes	1	No	2
0525	Yes	No	1	0.27	Yes	0.072	Yes	1.850	Yes	1	No	1
0527	No	Yes	2	0.53	No	-0.021	Yes	2.281	Yes	1	No	2
0528	Yes	No	1	0.20	Yes	-1.953	No	6.472	No	1	No	1
0533	No	Yes	3	0.25	Yes	-0.025	Yes	1.047	Yes	1	No	3
0534	Yes	No	1	0.27	Yes	0.059	Yes	1.994	Yes	1	No	1
0535	No	Yes	2	0.10	Yes	-0.593	Yes	2.341	Yes	1	No	2
0537	No	Yes	3	0.28	Yes	-1.024	Yes	2.417	Yes	1	No	3
0538	No	Yes	2	0.50	No	0.160	Yes	2.979	No	1	No	2
0540	Yes	No	1	0.12	Yes	-0.099	Yes	1.534	Yes	1	No	1
0543	Yes	No	1	0.18	Yes	0.703	Yes	2.951	Yes	1	No	1
0545	Yes	No	1	0.29	Yes	0.035	Yes	1.901	Yes	1	No	1
0546	Yes	No	1	0.22	Yes	0.496	Yes	1.932	Yes	1	No	1
0552	No	Yes	2	0.44	No	-1.216	Yes	3.957	Yes	1	No	2
0554	No	Yes	2	0.29	Yes	1.941	No	5.216	No	1	No	2
0555	Yes	No	1	0.49	No	-0.052	Yes	1.505	Yes	1	No	1
0556	Yes	No	1	0.51	No	0.419	Yes	1.459	Yes	1	No	1
0557	No	Yes	2	0.12	Yes	0.618	Yes	2.979	Yes	1	No	2

Table B.4: Suite.

C4 id.	2D					1D						1 + 2D
	1 struc	n struc	N struc	ϵ		B_1		B_2		N_g		Total N struc
0559	Yes	No	1	0.40	No	-1.109	Yes	3.615	Yes	1	No	1
0563	No	Yes	2	0.11	Yes	-0.968	Yes	1.995	Yes	1	No	2
0564	No	Yes	2	0.31	No	-0.676	Yes	1.559	Yes	1	No	3
0571	No	Yes	2	0.27	Yes	1.621	Yes	3.924	Yes	1	No	2
0573	Yes	No	1	0.12	Yes	-1.268	Yes	3.308	Yes	1	No	1
0576	No	Yes	2	0.29	Yes	-0.200	Yes	3.200	Yes	1	No	3
0578	No	Yes	3	0.58	No	0.400	Yes	3.950	No	1	No	3
0580	No	Yes	2	0.10	Yes	-1.370	Yes	3.078	Yes	1	No	2
0583	Yes	No	1	0.17	Yes	0.022	Yes	1.980	Yes	1	No	1
0585	No	Yes	2	0.23	Yes	0.505	Yes	2.138	Yes	1	No	2
0588	No	Yes	2	0.35	No	0.978	Yes	3.884	Yes	1	No	2
0595	Yes	No	1	0.38	No	-0.200	Yes	1.830	Yes	1	No	1
0596	Yes	No	1	0.33	No	0.458	Yes	2.497	Yes	1	No	1
0600	No	Yes	2	0.36	No	-0.290	Yes	3.869	Yes	1	No	2
0601	Yes	No	1	0.31	No	0.029	Yes	1.343	Yes	1	No	1
0603	No	Yes	2	0.11	Yes	0.165	Yes	1.713	Yes	1	No	2
0605	Yes	No	1	0.15	Yes	0.508	Yes	2.340	Yes	1	No	1
0607	No	Yes	2	0.13	Yes	2.140	No	5.828	No	1	No	2
0608	No	Yes	2	0.14	Yes	0.278	Yes	1.465	Yes	1	No	2
0609	Yes	No	1	0.21	Yes	0.531	Yes	2.716	Yes	1	No	1
0611	No	Yes	2	0.27	Yes	-1.442	Yes	3.571	Yes	1	No	2
0612	Yes	No	1	0.27	Yes	0.313	Yes	2.170	Yes	1	No	1
0614	No	Yes	3	0.52	No	0.078	Yes	1.563	Yes	2	Yes	4
0615	Yes	No	1	0.13	Yes	0.630	Yes	1.499	Yes	1	No	1
0620	Yes	No	1	0.20	Yes	-1.208	Yes	3.403	Yes	1	No	1
0622	No	Yes	2	0.30	Yes	-1.605	Yes	4.259	Yes	1	No	2
0623	No	Yes	2	0.35	No	0.247	Yes	2.759	Yes	1	No	2
0624	Yes	No	1	0.27	Yes	-0.799	Yes	2.430	Yes	1	No	1
0626	No	Yes	3	0.41	No	0.226	Yes	1.164	Yes	1	No	3
0629	Yes	No	1	0.15	Yes	-0.814	Yes	2.651	Yes	1	No	1
0631	Yes	No	1	0.24	Yes	-1.244	Yes	3.919	Yes	1	No	1
0636	No	Yes	2	0.29	Yes	-1.330	Yes	3.573	Yes	1	No	2
0639	Yes	No	1	0.32	No	0.137	Yes	1.829	Yes	1	No	1
0640	Yes	No	1	0.42	No	0.815	Yes	3.128	Yes	1	No	1
0642	Yes	No	1	0.19	Yes	-1.067	Yes	3.069	Yes	1	No	1
0643	Yes	No	1	0.38	No	1.551	Yes	3.744	Yes	1	No	1
0644	Yes	No	1	0.01	Yes	1.069	Yes	2.747	Yes	1	No	1
0646	No	Yes	2	0.35	No	1.019	Yes	2.819	Yes	1	No	2

TABLE B.4: Suite.

C4 id.	2D					1D						1 + 2D
	1 struc	n struc	N struc	ϵ		B_1		B_2		N_g		Total N struc
0648	Yes	No	1	0.10	Yes	-0.330	Yes	1.487	Yes	1	No	1
0654	Yes	No	1	0.33	No	-2.023	No	5.903	No	1	No	1
0655	Yes	No	1	0.24	Yes	-0.197	Yes	1.683	Yes	1	No	1
0656	Yes	No	1	0.11	Yes	-0.420	Yes	2.118	Yes	1	No	1
0658	Yes	No	1	0.41	No	-0.274	Yes	1.731	Yes	1	No	1
0660	Yes	No	1	0.14	Yes	0.079	Yes	1.463	Yes	1	No	1
0661	No	Yes	4	0.37	No	-2.248	No	7.705	No	1	No	4
0664	Yes	No	1	0.34	No	0.666	Yes	1.712	Yes	1	No	1
0665	No	Yes	2	0.26	Yes	-0.059	Yes	4.366	Yes	1	No	2
0666	No	Yes	4	0.22	Yes	-1.810	Yes	4.897	No	1	No	4
0668	Yes	No	1	0.04	Yes	-0.466	Yes	1.318	Yes	1	No	1
0670	No	Yes	2	0.59	No	0.346	Yes	1.886	Yes	1	No	2
0671	Yes	No	1	0.26	Yes	1.607	Yes	3.855	Yes	1	No	1
0680	Yes	No	1	0.24	Yes	-0.029	Yes	1.350	Yes	1	No	1
0684	No	Yes	4	0.33	No	0.553	Yes	2.171	Yes	1	No	4
0685	No	Yes	2	0.26	Yes	-0.709	Yes	1.946	Yes	1	No	2
0687	Yes	No	1	0.15	Yes	-0.271	Yes	1.680	Yes	1	No	1
0688	No	Yes	5	0.44	No	-1.836	Yes	4.686	Yes	1	No	5
0691	Yes	No	1	0.28	Yes	-1.195	Yes	2.859	Yes	1	No	1
0694	No	Yes	3	0.26	Yes	-0.306	Yes	2.898	Yes	1	No	3
0698	No	Yes	2	0.39	No	-0.802	Yes	1.983	Yes	1	No	2
0702	No	Yes	3	0.43	No	-0.025	Yes	1.884	Yes	1	No	3
0704	No	Yes	2	0.24	Yes	0.828	Yes	1.874	Yes	1	No	2
0709	No	Yes	2	0.27	Yes	-1.132	Yes	2.862	Yes	1	No	2
0710	Yes	No	1	0.48	No	-0.334	Yes	1.576	Yes	1	No	1
0712	Yes	No	1	0.32	No	0.163	Yes	1.347	Yes	1	No	1
0719	Yes	No	1	0.58	No	0.440	Yes	2.598	Yes	1	No	1
0724	No	Yes	2	0.26	Yes	-1.765	Yes	4.160	Yes	1	No	2
0728	Yes	No	1	0.40	No	-0.833	Yes	2.442	Yes	1	No	1
0729	Yes	No	1	0.13	Yes	0.899	Yes	2.539	Yes	1	No	1
0730	Yes	No	1	0.53	No	0.198	Yes	2.176	Yes	1	No	1
0734	No	Yes	3	0.31	No	1.066	Yes	4.572	No	1	No	3
0743	Yes	No	1	0.08	Yes	-1.441	Yes	3.171	Yes	1	No	1
0744	Yes	No	1	0.51	No	0.345	Yes	3.113	Yes	1	No	1
0747	Yes	No	1	0.13	Yes	-0.721	Yes	3.627	Yes	1	No	1

Les tables B.5, B.6, B.7 et B.8 décrivent les surdensités. La première colonne de ces tables représentent le numéro de l'amas auquel est rattacée la structure. La

seconde correspond à r^* calculé au redshift de l'amas.

La troisième colonne de la table B.5 est le nombre $N_{gal,phot}$ de galaxies dans l'intervalle de redshift photométrique utilisées pour construire les cartes en densité. La quatrième colonne représente l'identifiant de la surdensité dans la carte en densité de son amas. Les cinquième et sixième (respectivement septième et huitième) colonnes correspondent aux coordonnées du barycentre (respectivement du pic) des structures. La dixième, la onzième et la douzième colonne représente respectivement le demi-grand axe a, le demi-petit axe b (en Mpc) et l'angle d'orientation θ (en degrés) des structures. Ces trois paramètres définissent les ellipses des structures. La treizième et la quatorzième colonnes représentent respectivement l'ellipticité ϵ et le rayon effectif R_{eff}. Enfin les quinzième, seizième et dix-septième colonnes représentent la largeur à mi-hauteur FWHM, la richesse R calculée à l'intérieur de la FWHM et le rapport de richesse entre la structure et l'amas.

La troisième colonne de la table B.6 est l'identifiant de la surdensité dans la carte en densité de son amas. Les quatrième, cinquième, sixième et septième colonne contiennent l'information sur la galaxie la plus brillante de la surdensité (ci-après BCG) : ses coordonnées $\alpha_{BCG}, \delta_{BCG}$ (colonne 4 et 5), son redshift photométrique z_{BCG} (colonne 6) et sa magnitude en bande r' : r'_{BCG}. Les huitième, neuvième et dixième colonnes représentent les distances (en Mpc) entre respectivement le barycentre et le pic de la surdensité, entre le barycentre et la BCG et entre le pic et la BCG. La onzième colonne correspond au nombre $N_{gal,clump}$ de galaxies comptées dans l'ellipse des structures.

Les tables B.7 et B.8 ont leurs huit premières colonnes en commun. Les trois premières contiennent l'identifiant C4 de l'amas, la magnitude r^* et l'identifiant de la structure dans la carte en densité. La quatrième colonne représente respectivement le nombre $N_{gal,clump,rdf}$ de galaxies situées dans l'ellipse de la structure, dont la magnitude est comprise entre r^*-1 et r^*+1 et dont le redshift spectroscopique a été mesuré. Parmi ces galaxies, celles dont la vitesse radiale est plus proche que Δv du v_{mode} de la structure définissent le nombre de galaxies $N_{gal,clump,rdf,window}$ qui est représenté dans la cinquième colonne. La sixième colonne contient le nombre N_{max} de maxima locaux présents dans la fonction de distribution des vitesses (ci-après FDV). Les septième et huitième colonnes contiennent respectivement le redshift et la vitesse radiale mode de la FDV.

Dans la table B.7, la neuvième colonne donne le nombre de composantes gaussiennes N_g décrivant la structure. La dixième colonne représente le χ^2 de l'ajustement de la mixture de gaussienne, calculé par rapport à la FDV. La onzième colonne contient le descripteur de la composante gaussienne. La douzième et la treizième sont le redshift et la vitesse radiale moyens de la composante. La quatorzième correspond à la dispersion des vitesses de la composante et la quinzième est le nombre de galaxies attribuées à la composante.

TABLE B.5: Caractérisation morphologique des structures en projection dans le plan du ciel.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr

TABLE B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0000	16.17	946	1	258.202393	64.057571	258.190918	64.061371	0.81	0.77	-27.14	0.06	0.79	1.31	48.42	1.00
0000	16.17	946	4	257.211731	64.587723	257.279388	64.579903	1.21	0.45	9.59	0.63	0.74	1.00	2.51	0.05
0000	16.17	946	2	259.528137	64.399200	259.539764	64.395958	0.53	0.43	-37.93	0.20	0.48	1.06	8.98	0.19
0001	17.36	893	5	214.092728	-0.516672	214.098434	-0.517095	0.59	0.46	7.28	0.22	0.52	1.06	3.31	0.26
0001	17.36	893	4	213.926163	-0.578363	213.929962	-0.583779	1.42	0.80	68.37	0.44	1.06	1.19	5.05	0.39
0001	17.36	893	1	213.752853	-0.459864	213.757965	-0.467972	1.43	0.87	56.45	0.39	1.11	1.25	12.92	1.00
0001	17.36	893	1	213.752853	-0.459864	213.757965	-0.467972	1.43	0.87	56.45	0.39	1.11	1.25	12.92	1.00
0001	17.36	893	1	213.752853	-0.459864	213.757965	-0.467972	1.43	0.87	56.45	0.39	1.11	1.25	12.92	1.00
0001	17.36	893	2	213.589676	-0.341420	213.603531	-0.369708	1.21	0.55	49.45	0.55	0.81	1.31	22.12	1.71
0001	17.36	893	3	213.720383	-0.340291	213.722870	-0.338125	1.06	0.96	1.95	0.09	1.00	0.88	7.83	0.61
0003	16.99	790	2	229.340302	-0.701828	229.348602	-0.695420	0.76	0.54	-35.68	0.28	0.64	1.31	21.08	1.26
0003	16.99	790	1	229.217896	-1.083514	229.223495	-1.094947	0.77	0.56	54.19	0.27	0.66	1.13	16.79	1.00
0003	16.99	790	3	229.180664	-0.950598	229.179092	-0.949666	1.63	0.73	-81.25	0.55	1.09	0.94	10.07	0.60
0005	16.76	644	9	240.134140	54.307343	240.138306	54.302689	1.09	0.65	61.36	0.41	0.84	0.94	1.16	0.06
0005	16.76	644	3	240.594299	53.431114	240.602859	53.432343	0.60	0.52	-67.13	0.14	0.56	1.19	6.29	0.32
0005	16.76	644	1	240.356857	53.867584	240.365509	53.869946	0.79	0.57	-79.66	0.28	0.67	1.31	19.83	1.00
0005	16.76	644	2	240.347092	53.593292	240.343231	53.582767	0.62	0.56	-86.63	0.09	0.59	1.13	7.30	0.37
0006	16.32	1161	11	255.212189	33.603909	255.210037	33.604416	0.66	0.60	79.32	0.10	0.63	1.00	1.24	0.05
0006	16.32	1161	3	255.447144	32.991226	255.433533	33.029099	0.69	0.63	-85.47	0.09	0.66	1.19	7.19	0.26
0006	16.32	1161	8	255.145538	33.360878	255.154327	33.366440	0.56	0.45	-63.92	0.19	0.50	0.94	1.59	0.06
0006	16.32	1161	9	255.852310	32.979107	255.855621	32.971012	0.96	0.54	78.53	0.44	0.72	1.00	1.49	0.05
0006	16.32	1161	10	255.796692	33.161617	255.799255	33.161293	0.90	0.53	70.79	0.42	0.69	0.94	1.43	0.05
0006	16.32	1161	6	255.077484	34.087170	255.073563	34.089928	1.22	0.68	30.28	0.44	0.91	1.06	2.51	0.09
0006	16.32	1161	1	255.662979	33.494209	255.666779	33.510101	0.65	0.56	-48.98	0.14	0.60	1.19	27.23	1.00
0006	16.32	1161	5	255.248337	33.967506	255.246399	33.963821	1.05	0.70	8.76	0.33	0.86	1.00	2.57	0.09
0007	16.56	791	7	229.236404	4.573809	229.228485	4.558505	1.02	0.54	-57.74	0.47	0.74	1.06	2.59	0.12
0007	16.56	791	1	228.818161	4.373569	228.815277	4.376590	0.64	0.55	60.50	0.14	0.59	1.25	21.94	1.00
0007	16.56	791	6	229.127914	4.864660	229.118088	4.869890	1.50	0.50	19.65	0.67	0.86	1.06	2.70	0.12
0007	16.56	791	8	229.268417	4.762800	229.267044	4.764441	0.79	0.35	34.95	0.56	0.52	0.63	1.09	0.05
0007	16.56	791	4	228.384781	4.608646	228.339584	4.568016	1.41	0.53	-47.73	0.62	0.87	1.31	8.02	0.37
0007	16.56	791	5	228.421906	4.838172	228.421112	4.845870	1.09	0.71	66.71	0.35	0.88	1.19	4.66	0.21
0007	16.56	791	2	228.799667	3.856033	228.791290	3.864072	0.65	0.53	62.91	0.18	0.59	1.25	9.90	0.45
0008	16.21	831	7	202.474213	-1.491922	202.463501	-1.486363	0.82	0.49	25.69	0.41	0.63	1.06	1.67	0.11
0008	16.21	831	1	202.753433	-1.782282	202.705780	-1.849755	1.03	0.61	-55.85	0.40	0.80	1.25	14.77	1.00
0010	17.43	538	1	234.142380	-2.016386	234.146271	-2.012055	0.93	0.59	80.38	0.36	0.74	1.31	17.73	1.00
0010	17.43	538	2	233.912796	-1.711045	233.920883	-1.715047	1.24	0.73	13.60	0.41	0.95	1.19	4.84	0.27
0011	17.31	633	2	179.836609	3.120373	179.837006	3.123187	0.61	0.55	60.32	0.11	0.58	1.13	2.03	0.09
0011	17.31	633	3	180.053009	3.155591	180.051956	3.151851	0.90	0.66	-72.05	0.26	0.77	0.81	1.82	0.08
0011	17.31	633	1	180.119644	3.343215	180.094925	3.345037	0.83	0.53	-2.19	0.36	0.66	1.19	23.84	1.00
0011	17.31	633	5	180.357605	3.299219	180.360092	3.298514	0.67	0.53	16.62	0.21	0.60	0.63	1.56	0.07
0012	17.42	583	1	186.934616	63.392330	186.967422	63.384617	0.70	0.58	42.83	0.17	0.63	1.19	14.20	1.00
0012	17.42	583	8	187.104156	63.559895	187.107315	63.562683	0.83	0.62	-47.21	0.25	0.72	0.88	1.34	0.09
0013	17.16	646	1	176.390457	-2.442724	176.388336	-2.449534	0.74	0.58	-75.21	0.22	0.65	1.19	21.77	1.00
0013	17.16	646	1	176.390457	-2.442724	176.388336	-2.449534	0.74	0.58	-75.21	0.22	0.65	1.19	21.77	1.00
0013	17.16	646	2	176.449112	-2.351709	176.452667	-2.347458	1.21	0.72	-49.48	0.40	0.94	1.19	17.75	0.82
0014	17.16	521	4	20.303415	15.203944	20.283157	15.242024	0.91	0.46	60.02	0.50	0.65	1.06	2.94	0.18
0014	17.16	521	5	19.612810	14.533032	19.657017	14.535322	1.15	0.51	-9.24	0.56	0.76	1.13	2.83	0.17
0014	17.16	521	1	19.911945	14.895985	19.906992	14.894576	0.81	0.52	30.62	0.36	0.65	1.25	16.22	1.00
0014	17.16	521	2	19.809910	14.711933	19.805355	14.701756	0.65	0.50	-75.85	0.24	0.57	1.06	6.30	0.39
0015	17.13	817	3	126.338036	46.745586	126.336250	46.745781	0.86	0.63	7.13	0.27	0.74	0.94	1.14	0.03
0015	17.13	817	1	126.376678	47.148647	126.347740	47.143051	0.77	0.64	6.16	0.16	0.70	1.25	39.84	1.00
0015	17.13	817	2	126.860565	47.210606	126.870766	47.206596	1.61	0.89	36.90	0.44	1.20	1.13	2.09	0.05
0016	16.54	1018	3	255.449112	34.578117	255.445969	34.562881	0.71	0.53	30.86	0.25	0.62	1.19	3.23	0.10
0016	16.54	1018	4	256.043365	34.251644	256.047913	34.253723	0.58	0.48	-20.71	0.17	0.53	1.00	1.52	0.05
0016	16.54	1018	5	256.216675	34.125351	256.216278	34.122826	0.72	0.55	66.25	0.24	0.63	1.00	1.32	0.04
0016	16.54	1018	6	255.173035	33.606346	255.193588	33.602161	0.86	0.44	11.11	0.48	0.62	0.88	1.19	0.04
0016	16.54	1018	7	255.721420	34.402390	255.721176	34.403862	1.28	0.57	-75.66	0.55	0.85	0.81	1.13	0.04
0016	16.54	1018	7	255.721420	34.402390	255.721176	34.403862	1.28	0.57	-75.66	0.55	0.85	0.81	1.13	0.04
0016	16.54	1018	1	255.659256	34.057201	255.662704	34.075825	0.69	0.66	65.78	0.04	0.67	1.31	31.31	1.00
0017	16.19	735	4	194.310226	-1.573790	194.309891	-1.577079	0.81	0.77	7.77	0.06	0.79	0.88	1.06	0.04
0017	16.19	735	1	194.695648	-1.748680	194.693146	-1.771453	0.84	0.62	76.59	0.25	0.72	1.19	26.61	1.00
0017	16.19	735	3	194.343475	-1.357564	194.332153	-1.354994	0.68	0.47	25.19	0.31	0.56	1.13	3.93	0.15
0017	16.19	735	6	195.313721	-1.938638	195.315338	-1.937915	0.85	0.35	81.31	0.60	0.54	0.69	0.93	0.03
0018	16.58	653	3	254.365250	32.518875	254.386032	32.511440	0.58	0.45	52.28	0.21	0.51	1.00	4.63	0.27
0018	16.58	653	2	255.486176	33.021328	255.443573	33.054119	0.89	0.58	44.36	0.35	0.72	1.31	11.26	0.65
0018	16.58	653	5	254.951050	32.336647	254.955704	32.327309	0.71	0.61	70.82	0.14	0.66	1.00	1.95	0.11
0018	16.58	653	1	254.956558	32.608982	254.961304	32.607925	0.65	0.56	25.62	0.13	0.60	1.25	17.35	1.00
0018	16.58	653	4	254.700043	32.870667	254.689438	32.878712	0.61	0.46	44.98	0.25	0.53	1.00	3.18	0.18
0019	16.73	653	3	175.519653	-1.348086	175.532547	-1.372326	1.22	0.50	74.40	0.59	0.78	1.06	2.41	0.11
0019	16.73	653	7	175.747803	-1.523410	175.742935	-1.520020	0.83	0.63	34.44	0.25	0.72	1.00	1.62	0.07
0019	16.73	653	5	175.660385	-1.859440	175.653351	-1.864582	0.72	0.62	-9.52	0.14	0.67	1.00	1.80	0.08
0019	16.73	653	8	176.271637	-1.689996	176.275711	-1.698989	1.22	0.62	76.38	0.49	0.87	0.94	1.56	0.07
0019	16.73	653	9	176.245010	-1.586192	176.244354	-1.582648	0.72	0.37	85.17	0.49	0.51	0.94	1.48	0.07
0019	16.73	653	1	175.905624	-1.742444	175.899628	-1.739300	0.56	0.47	21.34	0.16	0.51	1.13	21.95	1.00
0019	16.73	653	2	176.058029	-1.840094	176.065292	-1.842218	1.01	0.73	45.34	0.28	0.86	1.19	12.26	0.56
0020	16.54	741	2	174.997665	6.139319	174.962692	6.170433	0.75	0.45	43.60	0.40	0.58	1.13	4.12	0.23
0020	16.54	741	3	175.477295	6.151824	175.511002	6.146374	0.79	0.42	18.11	0.47	0.58	1.00	3.68	0.21
0020	16.54	741	1	175.317291	5.729970	175.312042	5.755649	0.97	0.60	81.06	0.38	0.76	1.13	17.83	1.00

Table B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0021	16.95	491	1	321.311646	-6.944731	321.303192	-6.965225	0.64	0.56	-45.42	0.13	0.60	1.13	11.73	1.00
0021	16.95	491	7	321.058563	-7.158975	321.063171	-7.170406	0.71	0.47	65.54	0.34	0.58	1.06	2.18	0.19
0021	16.95	491	2	321.646088	-6.669888	321.638092	-6.673658	0.59	0.48	-49.73	0.18	0.54	1.13	9.48	0.81
0021	16.95	491	4	321.757935	-6.430079	321.766052	-6.439565	1.32	0.70	66.06	0.47	0.96	1.38	3.31	0.28
0021	16.95	491	5	320.993164	-6.932237	320.988861	-6.936338	1.54	0.66	-56.27	0.57	1.01	1.25	2.72	0.23
0021	16.95	491	6	321.042664	-6.859008	321.046814	-6.854270	1.18	0.54	-49.32	0.54	0.80	1.13	2.27	0.19
0022	16.93	553	6	175.395050	67.524841	175.366364	67.522606	0.65	0.48	-28.59	0.26	0.56	1.06	2.05	0.12
0022	16.93	553	8	175.870499	67.185432	175.868958	67.181808	0.73	0.35	-71.86	0.53	0.50	0.75	0.78	0.05
0022	16.93	553	2	175.163193	67.799660	175.158890	67.802193	1.25	1.08	-45.61	0.14	1.16	1.44	5.73	0.33
0022	16.93	553	4	175.376282	67.745300	175.390717	67.741638	0.98	0.62	31.59	0.37	0.78	1.06	3.23	0.19
0022	16.93	553	1	176.261215	67.423904	176.177002	67.405289	0.88	0.56	-23.14	0.36	0.70	1.13	17.28	1.00
0022	16.93	553	3	176.606125	67.638741	176.610474	67.644478	0.74	0.30	-70.75	0.59	0.47	0.94	3.82	0.22
0023	17.04	683	1	327.640320	-7.895568	327.648010	-7.887500	0.68	0.51	-67.71	0.25	0.59	1.13	14.17	1.00
0023	17.04	683	7	327.705505	-7.669219	327.708069	-7.665282	0.97	0.64	88.67	0.34	0.79	0.81	1.13	0.08
0024	16.04	771	3	184.909317	3.077562	184.888870	3.125794	0.77	0.61	20.76	0.22	0.69	1.13	4.24	0.12
0024	16.04	771	1	184.406799	3.656822	184.409698	3.651600	0.64	0.58	-43.86	0.09	0.61	1.31	35.20	1.00
0025	16.78	450	1	133.707870	0.882047	133.694962	0.903640	0.91	0.58	52.52	0.36	0.73	1.25	5.42	1.00
0025	16.78	450	2	133.638611	0.623968	133.637894	0.627072	0.57	0.49	-67.37	0.14	0.53	1.19	14.02	2.59
0026	16.04	854	2	206.119125	2.841701	206.126740	2.861176	0.70	0.54	48.67	0.24	0.61	1.19	17.75	0.72
0026	16.04	854	7	206.090439	2.471903	206.085205	2.459568	0.69	0.46	-68.44	0.34	0.56	1.00	2.32	0.09
0026	16.04	854	1	205.563751	2.236872	205.600357	2.270648	0.97	0.62	-53.24	0.36	0.77	1.38	24.51	1.00
0026	16.04	854	4	205.481812	1.604321	205.482162	1.591382	0.90	0.50	-79.24	0.44	0.67	1.06	3.42	0.14
0027	17.11	729	1	125.552658	47.104141	125.534027	47.092422	0.67	0.61	-15.77	0.09	0.64	1.25	19.19	1.00
0028	16.09	729	1	208.267288	5.155515	208.263260	5.148600	0.66	0.54	-34.56	0.18	0.60	1.19	34.01	1.00
0028	16.09	729	2	208.905594	5.547929	208.892624	5.519516	0.91	0.57	-42.91	0.37	0.72	1.25	6.80	0.20
0029	17.29	628	3	164.881134	57.104656	164.884918	57.102951	0.49	0.44	41.15	0.11	0.46	1.06	3.14	0.11
0029	17.29	628	1	164.602356	56.788578	164.607117	56.794102	0.67	0.60	8.20	0.11	0.63	1.25	29.35	1.00
0029	17.29	628	5	164.220444	56.519218	164.229355	56.516705	0.67	0.50	-57.67	0.25	0.58	1.00	2.13	0.07
0030	16.92	515	5	174.128647	66.323853	174.128113	66.325813	0.74	0.57	26.87	0.23	0.65	1.06	1.52	0.07
0030	16.92	515	1	173.266174	66.384315	173.279663	66.377861	0.63	0.47	29.54	0.24	0.54	1.13	21.78	1.00
0030	16.92	515	2	173.618683	66.258484	173.620255	66.257057	0.63	0.40	43.94	0.37	0.50	1.13	5.58	0.26
0031	16.19	920	12	199.331116	-0.767447	199.326813	-0.766996	0.72	0.54	-16.76	0.25	0.62	0.88	0.99	0.07
0031	16.19	920	11	199.772690	-1.465016	199.771011	-1.466624	1.17	0.67	79.36	0.43	0.88	0.88	1.47	0.10
0031	16.19	920	10	199.379700	-1.345841	199.382263	-1.338884	0.84	0.59	-78.11	0.30	0.70	0.88	1.67	0.12
0031	16.19	920	5	200.131882	-1.475539	200.120911	-1.477710	0.62	0.47	-24.89	0.23	0.54	1.13	5.78	0.40
0031	16.19	920	4	199.764221	-1.203996	199.754364	-1.205669	0.82	0.67	34.09	0.19	0.74	1.31	7.54	0.53
0031	16.19	920	3	200.426117	-1.310452	200.431885	-1.299989	0.86	0.65	26.46	0.25	0.75	1.25	8.66	0.61
0031	16.19	920	9	200.406921	-1.486994	200.398605	-1.494312	1.31	0.45	-22.58	0.66	0.77	0.81	2.83	0.20
0031	16.19	920	6	200.433105	-0.816080	200.442917	-0.828056	1.54	0.73	47.26	0.53	1.06	1.19	5.66	0.40
0031	16.19	920	1	199.812088	-0.914620	199.815445	-0.922495	0.59	0.48	70.57	0.19	0.53	1.13	14.30	1.00
0031	16.19	920	2	199.648254	-0.739554	199.643311	-0.739259	0.97	0.58	30.06	0.40	0.75	1.38	13.57	0.95
0032	16.99	734	9	229.286072	0.239255	229.288086	0.239252	0.76	0.64	66.13	0.16	0.70	1.00	1.31	0.05
0032	16.99	734	3	229.049103	-0.342678	229.045944	-0.329762	0.60	0.52	-61.66	0.13	0.56	1.06	3.93	0.15
0032	16.99	734	1	229.070663	0.092478	229.074203	0.098007	0.66	0.59	86.54	0.10	0.63	1.25	25.85	1.00
0032	16.99	734	6	228.912888	-0.127338	228.908737	-0.132022	0.85	0.47	-41.44	0.44	0.63	1.00	2.09	0.08
0032	16.99	734	2	228.682541	0.292081	228.674683	0.275567	1.91	0.78	-65.17	0.59	1.22	1.31	4.02	0.16
0033	16.35	786	5	192.053986	0.472451	192.054642	0.490892	0.60	0.40	-74.56	0.34	0.49	0.94	3.19	0.18
0033	16.35	786	1	191.705734	0.276661	191.711395	0.272500	0.63	0.50	51.54	0.21	0.56	1.19	17.86	1.00
0033	16.35	786	4	191.927231	0.078371	191.935013	0.074900	1.26	0.62	48.28	0.51	0.88	1.19	6.33	0.35
0034	16.93	477	3	260.873596	56.866188	260.874512	56.865417	1.49	1.36	-85.83	0.09	1.43	1.63	3.55	0.45
0034	16.93	477	6	260.122040	56.246162	260.118225	56.252613	0.80	0.60	23.61	0.24	0.70	1.00	1.70	0.22
0034	16.93	477	1	260.039368	56.660820	260.051056	56.661480	0.65	0.46	6.98	0.30	0.55	1.06	7.86	1.00
0035	16.39	577	4	226.806580	-0.347358	226.798080	-0.345235	0.85	0.55	9.39	0.35	0.69	0.94	1.83	0.11
0035	16.39	577	1	227.089966	-0.277041	227.089920	-0.273560	0.65	0.52	-49.93	0.21	0.58	1.25	16.37	1.00
0035	16.39	577	6	227.330414	-0.239670	227.335678	-0.242838	1.27	0.85	49.88	0.33	1.04	0.69	1.73	0.11
0036	17.27	799	2	181.130051	3.908635	181.127029	3.940445	0.79	0.60	-68.65	0.24	0.69	1.25	12.39	0.93
0036	17.27	799	9	180.773468	4.370965	180.770309	4.368757	1.07	0.68	-28.57	0.36	0.86	0.81	1.15	0.09
0036	17.27	799	1	180.992844	4.306339	180.974197	4.274410	1.05	0.73	-38.06	0.31	0.88	1.50	13.26	1.00
0036	17.27	799	3	180.725845	4.160887	180.726685	4.165466	0.55	0.51	-33.69	0.08	0.53	1.13	6.08	0.46
0036	17.27	799	5	180.681641	3.987860	180.679443	3.991214	0.58	0.45	87.01	0.22	0.51	1.06	5.20	0.39
0037	17.49	614	1	253.695740	40.024376	253.705475	40.025784	0.87	0.55	53.55	0.37	0.69	1.25	21.76	1.00
0037	17.49	614	7	253.229691	39.991268	253.230469	39.991482	0.88	0.72	6.03	0.18	0.80	0.63	0.69	0.03
0037	17.49	614	2	253.210541	40.150475	253.211945	40.148327	0.53	0.45	85.54	0.16	0.49	1.06	8.63	0.40
0038	16.39	661	1	227.856720	-0.071252	227.847946	-0.076760	0.67	0.58	88.65	0.14	0.62	1.19	20.56	1.00
0038	16.39	661	6	228.133331	0.454491	228.114182	0.450579	1.13	0.56	19.35	0.50	0.80	1.06	2.01	0.10
0038	16.39	661	7	228.098297	-0.324774	228.098831	-0.322515	1.02	0.67	-86.98	0.34	0.83	0.81	1.12	0.05
0038	16.39	661	3	227.296265	0.367670	227.300125	0.368654	0.56	0.46	-28.89	0.18	0.50	1.13	3.82	0.19
0039	16.54	664	1	151.990845	0.571632	151.972397	0.561878	0.69	0.63	-9.06	0.08	0.66	1.38	23.80	1.00
0039	16.54	664	4	151.548401	0.951399	151.543015	0.947794	1.35	0.62	-24.99	0.54	0.91	1.06	2.28	0.10
0040	16.90	584	6	159.533218	0.983867	159.536499	0.983799	0.72	0.49	15.38	0.32	0.59	1.13	2.57	0.51
0040	16.90	584	3	159.868805	1.008406	159.862473	1.013064	0.58	0.49	59.86	0.16	0.53	1.13	4.16	0.82
0040	16.90	584	1	159.969208	1.189500	159.979507	1.188567	0.60	0.49	-1.20	0.19	0.54	1.13	5.09	1.00
0040	16.90	584	2	159.708511	1.305931	159.682755	1.318105	0.75	0.49	14.34	0.35	0.60	1.13	9.46	1.86
0041	17.43	524	1	52.651951	-6.964648	52.656853	-6.983472	0.72	0.48	68.57	0.33	0.59	1.13	11.40	1.00
0043	16.71	622	10	254.996750	35.162289	254.996262	35.158661	0.86	0.55	-75.04	0.36	0.68	1.00	1.46	0.09
0043	16.71	622	4	255.430313	34.566792	255.426376	34.560524	0.75	0.52	27.58	0.32	0.62	1.25	4.02	0.24
0043	16.71	622	6	254.962509	35.520916	254.955399	35.518826	2.00	0.77	-17.46	0.62	1.24	1.13	2.85	0.17
0043	16.71	622	5	255.798233	34.602005	255.793030	34.609669	0.70	0.63	-27.16	0.10	0.67	1.06	3.50	0.21

TABLE B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0043	16.71	622	1	255.489822	35.080898	255.475601	35.056004	0.79	0.47	-72.35	0.40	0.61	1.13	16.49	1.00
0043	16.71	622	2	255.626434	35.284508	255.624603	35.285633	0.60	0.31	-47.29	0.48	0.43	1.44	12.92	0.78
0043	16.71	622	2	255.626434	35.284508	255.624603	35.285633	0.60	0.31	-47.29	0.48	0.43	1.44	12.92	0.78
0044	16.83	681	1	187.364334	64.001106	187.412888	63.997311	0.62	0.49	-8.05	0.20	0.55	1.13	6.21	1.00
0044	16.83	681	3	187.738785	63.623768	187.733902	63.622326	0.64	0.45	65.30	0.29	0.54	1.06	5.15	0.83
0044	16.83	681	8	188.223038	63.550865	188.226578	63.551723	0.88	0.67	44.55	0.24	0.77	1.06	1.45	0.23
0044	16.83	681	7	186.683563	64.074776	186.693420	64.072693	0.64	0.44	32.02	0.32	0.53	1.00	1.83	0.29
0044	16.83	681	6	188.103500	64.120186	188.044037	64.112602	0.97	0.42	-11.37	0.56	0.64	0.94	2.06	0.33
0044	16.83	681	2	186.698700	63.710079	186.693924	63.710793	0.81	0.50	64.93	0.38	0.64	1.19	6.44	1.04
0045	15.37	848	4	10.353596	-9.829497	10.342143	-9.837253	1.05	0.69	-51.28	0.35	0.85	1.00	3.81	0.12
0045	15.37	848	1	10.469322	-9.331774	10.429473	-9.328856	0.74	0.64	47.73	0.14	0.69	1.25	31.70	1.00
0045	15.37	848	2	10.694717	-9.802278	10.707275	-9.813695	0.66	0.53	40.52	0.19	0.59	1.13	9.32	0.29
0046	16.21	769	6	195.298553	-1.897561	195.301178	-1.888904	1.06	0.55	86.91	0.48	0.76	0.94	1.58	0.08
0046	16.21	769	1	195.676544	-2.495020	195.703278	-2.511073	0.76	0.66	-61.22	0.13	0.71	1.25	19.92	1.00
0046	16.21	769	4	195.643295	-2.880754	195.642624	-2.885444	1.77	0.63	-72.15	0.64	1.06	1.00	2.04	0.10
0047	15.86	860	1	204.036804	59.204704	204.045105	59.196678	0.62	0.52	81.09	0.16	0.57	1.19	31.64	1.00
0048	17.20	488	1	171.868240	0.147823	171.854233	0.133855	0.64	0.52	-27.10	0.19	0.58	1.06	13.29	1.00
0049	16.83	550	10	185.387283	64.103683	185.387756	64.104759	0.44	0.34	43.01	0.23	0.39	0.94	1.11	0.17
0049	16.83	550	1	186.318909	64.254524	186.285278	64.232643	0.62	0.44	-57.24	0.29	0.52	1.06	6.38	1.00
0049	16.83	550	5	186.252533	63.945705	186.265961	63.948303	0.74	0.58	0.85	0.22	0.65	1.19	2.57	0.40
0050	16.84	768	8	228.854385	3.079726	228.850922	3.087008	0.82	0.61	54.60	0.26	0.70	1.13	2.03	0.16
0050	16.84	768	1	229.083420	2.563514	229.082474	2.556180	0.83	0.69	-55.89	0.17	0.75	1.44	12.56	1.00
0050	16.84	768	3	229.082275	2.984676	229.086731	2.988584	0.66	0.48	48.50	0.28	0.56	1.13	7.04	0.56
0050	16.84	768	4	229.154755	2.799308	229.155319	2.795931	0.62	0.46	73.97	0.25	0.53	1.06	5.90	0.47
0051	16.21	804	1	257.411743	34.455750	257.428925	34.465614	0.80	0.62	-37.92	0.23	0.71	1.25	36.19	1.00
0051	16.21	804	3	258.064240	33.939823	258.059174	33.935383	1.11	0.70	-65.33	0.37	0.88	1.13	2.69	0.07
0052	15.78	773	5	160.340485	4.661529	160.338654	4.676878	0.74	0.53	87.80	0.28	0.63	1.19	2.65	0.10
0052	15.78	773	6	160.239441	4.946268	160.239822	4.946654	0.76	0.17	45.00	0.78	0.36	1.25	2.18	0.09
0052	15.78	773	1	159.829361	5.204289	159.823807	5.203357	0.65	0.63	-68.25	0.02	0.64	1.19	25.39	1.00
0053	16.98	636	3	161.082962	1.435115	161.087784	1.445873	0.89	0.51	-42.41	0.43	0.67	1.25	3.68	0.40
0053	16.98	636	1	160.985886	1.055528	160.974106	1.040006	0.74	0.47	-59.13	0.37	0.59	1.06	9.10	1.00
0054	16.17	785	10	192.732315	-2.067147	192.731033	-2.065163	0.87	0.70	57.88	0.19	0.78	1.13	1.58	0.11
0054	16.17	785	8	193.051971	-2.096370	193.067230	-2.081874	1.14	0.54	-45.28	0.53	0.78	1.13	1.83	0.13
0054	16.17	785	4	192.910416	-1.832985	192.899094	-1.835549	0.53	0.45	-19.39	0.16	0.49	1.06	5.28	0.38
0054	16.17	785	6	192.120178	-1.053646	192.114853	-1.051586	0.68	0.54	-2.43	0.21	0.61	1.13	4.09	0.30
0054	16.17	785	13	192.933716	-1.050696	192.932541	-1.051577	0.74	0.40	-38.17	0.46	0.54	0.63	0.67	0.05
0054	16.17	785	7	192.800735	-1.591251	192.809418	-1.589175	0.69	0.56	21.51	0.20	0.62	1.06	2.10	0.15
0054	16.17	785	5	192.247467	-1.923280	192.243561	-1.930774	1.06	0.63	-77.12	0.41	0.82	0.94	4.97	0.36
0054	16.17	785	1	192.503326	-1.528988	192.512512	-1.522000	1.04	0.60	-66.33	0.42	0.79	1.31	13.84	1.00
0055	17.20	620	1	177.259613	51.597595	177.258972	51.582367	0.77	0.65	-79.19	0.15	0.71	1.25	28.35	1.00
0055	17.20	620	2	176.930191	51.203522	176.943924	51.209747	0.86	0.62	-36.04	0.28	0.73	1.31	2.77	0.10
0056	16.54	634	6	185.681396	63.484795	185.669312	63.486389	0.65	0.62	40.63	0.05	0.63	1.00	1.78	0.13
0056	16.54	634	4	185.667816	63.095100	185.667572	63.095608	0.74	0.47	-32.98	0.36	0.59	1.13	2.88	0.20
0056	16.54	634	3	185.597946	64.035507	185.588181	64.036888	1.27	0.56	32.56	0.56	0.84	1.13	4.40	0.31
0056	16.54	634	1	184.769989	63.530563	184.783173	63.532749	0.52	0.48	-7.09	0.08	0.50	1.13	14.26	1.00
0057	16.76	449	1	312.932709	-0.047478	312.922485	-0.054764	0.61	0.50	-47.07	0.18	0.55	1.19	8.80	1.00
0058	16.02	849	3	185.455063	4.974683	185.353775	4.902389	1.12	0.41	-35.56	0.63	0.68	1.00	2.94	0.19
0058	16.02	849	8	185.374359	5.277485	185.372116	5.277943	0.75	0.41	-65.13	0.46	0.55	0.94	1.12	0.07
0058	16.02	849	1	184.753983	5.262558	184.755447	5.272309	0.70	0.64	14.90	0.08	0.67	1.38	15.85	1.00
0060	17.38	408	2	236.153381	41.451466	236.146057	41.446976	0.55	0.51	-41.79	0.07	0.53	1.19	5.83	0.48
0060	17.38	408	1	235.670502	41.786015	235.682175	41.785122	0.78	0.53	60.99	0.32	0.65	1.25	12.16	1.00
0060	17.38	408	3	235.502563	41.996304	235.494980	42.003998	0.70	0.59	77.63	0.16	0.64	1.19	3.86	0.32
0061	15.40	777	1	329.348419	-7.786500	329.355499	-7.832977	0.82	0.78	-13.02	0.05	0.80	1.19	20.91	1.00
0061	15.40	777	4	328.675171	-7.625607	328.693237	-7.585361	0.94	0.55	82.88	0.41	0.72	1.13	3.23	0.15
0061	15.40	777	3	329.983063	-7.499052	329.970856	-7.500437	0.86	0.59	4.71	0.32	0.71	1.19	3.52	0.17
0062	16.23	750	9	198.548904	-0.762846	198.547394	-0.764658	0.99	0.70	6.27	0.29	0.83	1.00	1.33	0.10
0062	16.23	750	2	197.640747	-1.374736	197.641037	-1.326960	1.02	0.59	-48.44	0.42	0.77	1.19	6.33	0.50
0062	16.23	750	10	197.650787	-0.627133	197.652039	-0.633647	1.05	0.61	-74.82	0.42	0.80	0.69	1.20	0.09
0062	16.23	750	3	197.625732	-0.435268	197.619308	-0.415290	1.08	0.67	29.66	0.38	0.85	1.38	5.90	0.46
0062	16.23	750	4	197.891144	-0.529403	197.886795	-0.519020	0.81	0.57	84.04	0.30	0.68	1.13	5.30	0.42
0062	16.23	750	4	197.891144	-0.529403	197.886795	-0.519020	0.81	0.57	84.04	0.30	0.68	1.13	5.30	0.42
0062	16.23	750	5	198.032791	-1.388381	198.028732	-1.392505	1.17	0.80	-49.50	0.32	0.97	1.19	4.39	0.34
0062	16.23	750	1	198.073944	-1.012668	198.066956	-0.999437	0.60	0.47	74.74	0.22	0.54	1.13	12.76	1.00
0062	16.23	750	7	198.126053	-1.259362	198.127014	-1.261484	0.94	0.65	-82.94	0.30	0.78	0.69	1.92	0.15
0065	17.02	524	4	195.870850	51.040836	195.874115	51.033237	0.77	0.54	73.54	0.29	0.65	1.06	2.22	0.14
0065	17.02	524	1	195.743515	51.295284	195.753372	51.312565	0.70	0.55	86.85	0.22	0.62	1.19	16.14	1.00
0066	17.13	493	2	329.994080	-0.617079	329.989197	-0.623660	1.29	1.04	74.41	0.20	1.16	1.19	4.71	0.51
0066	17.13	493	2	329.994080	-0.617079	329.989197	-0.623660	1.29	1.04	74.41	0.20	1.16	1.19	4.71	0.51
0066	17.13	493	1	330.131805	-0.550999	330.141998	-0.554897	0.68	0.62	38.47	0.09	0.65	1.31	9.18	1.00
0066	17.13	493	3	329.993683	-0.492771	329.989197	-0.486140	1.18	0.95	48.85	0.20	1.06	1.00	3.45	0.38
0067	16.61	734	9	228.693710	2.656348	228.698730	2.667315	0.76	0.57	-32.24	0.25	0.65	0.94	1.39	0.11
0067	16.61	734	3	228.467133	3.149640	228.473419	3.150496	0.58	0.45	-8.63	0.22	0.51	1.06	3.32	0.25
0067	16.61	734	5	228.140076	3.179839	228.139877	3.183333	1.20	0.70	59.92	0.42	0.91	0.88	1.65	0.13
0067	16.61	734	5	228.140076	3.179839	228.139877	3.183333	1.20	0.70	59.92	0.42	0.91	0.88	1.65	0.13
0067	16.61	734	10	228.630814	2.388090	228.628220	2.385911	0.93	0.70	13.13	0.24	0.81	0.69	1.10	0.08
0067	16.61	734	1	228.294754	2.823640	228.294907	2.817481	0.52	0.50	-40.34	0.05	0.51	1.13	13.12	1.00
0067	16.61	734	6	228.186234	3.050081	228.182175	3.052005	0.95	0.64	0.83	0.33	0.78	0.75	1.49	0.11
0067	16.61	734	6	228.186234	3.050081	228.182175	3.052005	0.95	0.64	0.83	0.33	0.78	0.75	1.49	0.11

Table B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0068	15.95	769	3	167.866211	2.102416	167.865829	2.099315	0.79	0.45	-48.56	0.44	0.59	1.19	4.80	0.25
0068	15.95	769	1	168.325058	2.534383	168.369064	2.534863	0.98	0.57	12.95	0.42	0.75	1.19	19.34	1.00
0068	15.95	769	2	168.792892	2.755291	168.786606	2.737206	0.58	0.44	-46.91	0.23	0.50	1.06	5.51	0.28
0068	15.95	769	4	168.916748	2.352811	168.903137	2.350794	0.72	0.40	9.20	0.44	0.54	0.94	2.59	0.13
0069	15.93	825	6	171.074997	1.366780	171.071548	1.367034	0.86	0.77	66.58	0.10	0.81	1.13	1.70	0.08
0069	15.93	825	1	170.757294	1.112059	170.737030	1.131713	0.74	0.62	61.96	0.17	0.68	1.38	20.75	1.00
0070	16.71	638	1	188.152435	67.124207	188.297745	67.138695	0.82	0.57	-22.11	0.31	0.69	1.19	16.07	1.00
0070	16.71	638	3	187.897888	67.452301	187.897247	67.453300	0.52	0.42	-57.17	0.19	0.46	1.00	2.88	0.18
0070	16.71	638	5	188.735687	67.385696	188.707413	67.422157	1.11	0.52	70.69	0.53	0.76	1.13	2.15	0.13
0070	16.71	638	2	189.267105	67.184570	189.261688	67.181328	0.76	0.49	55.18	0.35	0.61	1.19	3.27	0.20
0071	16.28	802	5	203.519653	-1.480268	203.517883	-1.486877	1.53	0.93	73.18	0.39	1.19	0.94	2.34	0.13
0072	16.28	837	6	191.728363	-2.281065	191.725143	-2.279913	0.49	0.43	88.49	0.14	0.46	1.00	2.84	0.19
0072	16.28	837	3	191.973846	-1.663790	191.993927	-1.662468	0.59	0.50	18.62	0.16	0.54	1.06	9.13	0.62
0073	16.73	390	1	158.213608	49.072289	158.214737	49.074425	0.49	0.41	-60.83	0.16	0.45	1.00	4.09	1.00
0073	16.73	390	2	158.077026	48.673508	158.092651	48.689522	1.01	0.46	-60.35	0.55	0.68	1.19	3.47	0.85
0073	16.73	390	6	158.156631	49.405811	158.145996	49.405556	1.10	0.67	1.81	0.40	0.86	1.00	1.61	0.39
0073	16.73	390	8	158.331833	49.417839	158.338608	49.418922	1.10	0.66	-15.84	0.40	0.85	0.94	1.50	0.37
0074	17.42	521	3	52.499611	-6.520422	52.503677	-6.513175	0.63	0.51	79.28	0.19	0.57	1.19	4.34	0.41
0074	17.42	521	6	52.410259	-6.615838	52.400108	-6.616030	1.18	0.82	17.02	0.31	0.98	1.19	2.35	0.22
0075	16.90	598	5	11.869151	-0.356016	11.893717	-0.340926	0.95	0.48	-30.62	0.49	0.68	1.19	2.69	0.18
0075	16.90	598	3	11.540990	0.368980	11.567779	0.381982	0.84	0.57	-26.24	0.32	0.69	1.25	4.95	0.33
0075	16.90	598	1	11.578520	0.027243	11.567779	0.018436	0.59	0.54	-88.79	0.08	0.57	1.13	14.89	1.00
0075	16.90	598	4	11.631827	-0.227413	11.634638	-0.232287	0.63	0.45	-78.10	0.28	0.53	1.00	3.01	0.20
0076	17.21	520	1	120.558548	29.395931	120.556892	29.401802	1.01	0.61	-29.88	0.40	0.79	1.06	8.33	1.00
0076	17.21	520	3	120.955612	29.286692	120.934868	29.305037	0.87	0.61	75.70	0.30	0.73	1.19	4.02	0.48
0077	16.96	564	5	259.470154	27.537930	259.470337	27.537306	1.16	0.65	-79.62	0.44	0.87	1.19	1.92	0.39
0077	16.96	564	6	259.746307	27.660343	259.742462	27.659136	0.91	0.73	-40.06	0.20	0.82	1.00	1.61	0.32
0077	16.96	564	3	259.724915	27.431463	259.723114	27.430618	0.69	0.54	-22.93	0.22	0.61	1.25	4.47	0.90
0077	16.96	564	1	259.195160	27.748049	259.193939	27.749653	1.31	0.49	36.06	0.63	0.80	1.19	4.98	1.00
0077	16.96	564	1	259.195160	27.748049	259.193939	27.749653	1.31	0.49	36.06	0.63	0.80	1.19	4.98	1.00
0078	17.33	650	4	133.175385	42.072784	133.170258	42.075413	0.94	0.45	55.91	0.52	0.65	1.13	2.51	0.27
0078	17.33	650	5	133.887848	41.867626	133.890213	41.863617	1.13	0.72	-41.22	0.36	0.90	0.94	2.46	0.26
0078	17.33	650	6	133.924377	42.041660	133.929031	42.044231	1.04	0.78	-3.67	0.25	0.90	0.88	2.13	0.23
0078	17.33	650	3	133.485413	41.605904	133.486511	41.612167	0.62	0.48	-51.34	0.24	0.55	1.13	6.14	0.65
0078	17.33	650	1	133.695343	41.927040	133.699951	41.920536	0.62	0.53	-60.75	0.13	0.57	1.13	9.43	1.00
0078	17.33	650	2	133.600906	42.056873	133.585526	42.062244	0.72	0.57	20.79	0.20	0.64	1.13	7.75	0.82
0080	17.12	685	4	135.457413	51.461464	135.450378	51.472431	0.63	0.45	51.48	0.28	0.53	1.06	4.48	0.90
0080	17.12	685	4	135.457413	51.461464	135.450378	51.472431	0.63	0.45	51.48	0.28	0.53	1.06	4.48	0.90
0080	17.12	685	1	135.053024	51.354229	135.055801	51.365559	0.60	0.49	76.22	0.18	0.55	1.13	4.95	1.00
0080	17.12	685	3	134.682571	51.224800	134.687836	51.230560	0.83	0.45	-14.77	0.45	0.61	1.06	7.85	1.59
0082	16.00	745	5	179.850769	5.307309	179.845581	5.320668	0.94	0.66	85.21	0.30	0.79	1.13	2.68	0.13
0082	16.00	745	3	180.017975	5.217191	180.020737	5.212196	0.99	0.81	-22.43	0.18	0.90	1.38	3.57	0.17
0082	16.00	745	7	179.681030	5.109230	179.688354	5.110132	0.88	0.54	-1.69	0.39	0.69	0.56	1.19	0.06
0082	16.00	745	1	179.382065	5.099714	179.392303	5.098164	0.65	0.58	-2.49	0.10	0.62	1.25	20.64	1.00
0082	16.00	745	2	179.046570	4.976600	179.047989	4.977712	1.22	0.61	-13.22	0.50	0.86	1.19	11.40	0.55
0083	17.25	609	2	246.404312	41.881332	246.402985	41.886024	0.55	0.49	-38.85	0.11	0.52	1.19	8.46	0.74
0083	17.25	609	7	247.209808	41.347595	247.208176	41.349789	1.13	0.71	60.03	0.37	0.90	1.06	2.04	0.18
0083	17.25	609	1	246.774033	41.527519	246.814560	41.514641	0.90	0.49	21.06	0.46	0.66	1.19	11.50	1.00
0083	17.25	609	3	247.063751	41.550961	247.063171	41.550842	0.74	0.52	-12.55	0.29	0.62	1.13	4.68	0.41
0084	16.81	384	7	343.993256	-0.912205	343.992035	-0.908338	1.03	0.59	-77.08	0.43	0.78	0.88	1.16	0.11
0084	16.81	384	1	344.108215	-0.551707	344.113434	-0.544205	0.74	0.60	-60.16	0.20	0.67	1.19	10.07	1.00
0084	16.81	384	2	344.008514	-0.645072	344.005066	-0.648244	1.00	0.67	-40.49	0.33	0.82	1.13	7.37	0.73
0085	16.09	533	11	10.958093	15.709156	10.953314	15.714676	1.05	0.66	62.11	0.37	0.84	1.00	1.57	0.14
0085	16.09	533	9	10.636656	15.753463	10.639969	15.743694	0.77	0.57	-69.30	0.26	0.66	1.06	1.98	0.17
0085	16.09	533	1	10.776276	15.263924	10.778587	15.268104	0.85	0.52	27.46	0.39	0.67	1.31	11.55	1.00
0085	16.09	533	3	10.508586	15.340319	10.501904	15.343333	1.30	0.74	8.37	0.43	0.98	1.06	4.79	0.41
0086	16.23	764	4	122.026825	35.727329	122.037224	35.728260	0.51	0.45	-87.60	0.12	0.48	1.06	6.31	0.31
0086	16.23	764	7	122.079819	34.914009	122.075340	34.914982	1.23	0.75	-6.14	0.39	0.96	1.00	1.54	0.08
0086	16.23	764	3	122.271278	34.721565	122.269020	34.719009	0.63	0.47	-50.62	0.26	0.54	1.19	7.34	0.36
0086	16.23	764	1	122.507271	35.212566	122.508034	35.221519	0.61	0.50	-82.23	0.18	0.55	1.19	20.21	1.00
0086	16.23	764	2	122.439682	34.926369	122.428177	34.932140	0.94	0.55	55.90	0.42	0.72	1.25	9.67	0.48
0087	16.23	491	7	335.614014	-8.653255	335.611786	-8.647141	0.62	0.47	78.55	0.24	0.54	1.00	1.67	0.23
0087	16.23	491	1	335.847107	-8.992330	335.854736	-8.991168	0.57	0.54	-22.70	0.05	0.56	1.19	7.23	1.00
0087	16.23	491	6	336.070007	-8.783112	336.064667	-8.761834	0.90	0.52	33.81	0.42	0.69	1.06	2.49	0.34
0087	16.23	491	4	335.377808	-9.526287	335.389709	-9.536750	1.41	0.72	46.66	0.49	1.01	1.25	3.65	0.50
0088	16.50	699	10	182.626663	59.342415	182.632309	59.341301	0.78	0.54	51.11	0.31	0.65	1.00	1.24	0.09
0088	16.50	699	7	183.343872	58.936573	183.341812	58.936634	0.70	0.44	32.30	0.38	0.56	1.00	1.81	0.14
0088	16.50	699	8	182.450287	58.727585	182.455353	58.718708	1.16	0.66	-76.29	0.43	0.87	1.00	1.61	0.12
0088	16.50	699	9	183.335800	59.660313	183.333542	59.660995	0.99	0.59	54.64	0.40	0.77	1.00	1.61	0.12
0088	16.50	699	6	182.437103	59.099438	182.455612	59.105370	0.72	0.57	-42.45	0.20	0.64	1.06	2.48	0.19
0088	16.50	699	5	183.615417	59.550671	183.613510	59.557796	0.92	0.72	53.08	0.21	0.81	1.00	2.70	0.20
0088	16.50	699	1	183.284454	59.253399	183.237137	59.235199	1.51	0.53	-36.51	0.65	0.89	1.25	13.18	1.00
0088	16.50	699	1	183.284454	59.253399	183.237137	59.235199	1.51	0.53	-36.51	0.65	0.89	1.25	13.18	1.00
0088	16.50	699	2	183.710327	59.307571	183.726089	59.307842	1.21	0.70	16.29	0.42	0.92	1.06	8.61	0.65
0089	17.08	596	4	179.169998	-1.007957	179.147430	-1.000255	0.78	0.50	24.95	0.36	0.62	1.19	4.03	0.38
0089	17.08	596	1	179.555267	-1.033042	179.549515	-1.031503	1.04	0.79	1.76	0.25	0.90	1.31	10.56	1.00
0089	17.08	596	1	179.555267	-1.033042	179.549515	-1.031503	1.04	0.79	1.76	0.25	0.90	1.31	10.56	1.00
0089	17.08	596	2	179.699646	-1.074033	179.705658	-1.074433	1.24	0.59	22.99	0.52	0.86	1.19	9.41	0.89

TABLE B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0089	17.08	596	2	179.699646	-1.074033	179.705658	-1.074433	1.24	0.59	22.99	0.52	0.86	1.19	9.41	0.89
0090	16.78	556	1	200.910080	1.052190	200.903961	1.042840	1.53	0.70	-59.28	0.54	1.04	1.19	12.33	1.00
0091	16.68	689	1	176.031815	5.783062	176.035233	5.787035	0.60	0.58	23.89	0.04	0.59	1.31	19.56	1.00
0091	16.68	689	3	176.477737	6.021564	176.471252	6.010553	1.26	0.57	9.24	0.54	0.85	1.13	2.67	0.14
0092	17.49	513	8	234.672729	-2.289821	234.672791	-2.290416	0.71	0.55	14.66	0.23	0.63	1.00	1.23	0.15
0092	17.49	513	1	234.992447	-2.227411	234.986862	-2.230346	0.82	0.55	79.22	0.33	0.67	1.19	8.21	1.00
0092	17.49	513	3	234.957520	-2.033939	234.950104	-2.033361	0.91	0.65	25.78	0.28	0.77	1.19	4.55	0.55
0092	17.49	513	5	235.051117	-2.024099	235.053665	-2.023342	1.17	0.69	-14.71	0.41	0.90	0.88	2.39	0.29
0093	16.95	708	4	1.462908	15.565340	1.460654	15.518077	0.91	0.55	-86.39	0.40	0.71	1.25	4.74	0.91
0093	16.95	708	5	0.862849	15.808540	0.901864	15.776304	0.93	0.55	48.84	0.41	0.71	1.25	4.08	0.78
0093	16.95	708	7	1.146841	15.840602	1.145001	15.838245	0.55	0.45	-4.17	0.19	0.49	0.94	1.49	0.29
0093	16.95	708	8	1.064068	15.983183	1.063706	15.981851	0.71	0.60	72.97	0.16	0.65	0.94	1.14	0.22
0093	16.95	708	3	1.713297	15.821528	1.729659	15.805155	0.78	0.48	23.41	0.39	0.61	1.13	5.15	0.99
0093	16.95	708	1	1.345626	15.959266	1.345600	15.953295	0.66	0.51	-71.96	0.23	0.58	1.13	5.21	1.00
0093	16.95	708	2	1.363983	16.215811	1.379811	16.228367	0.71	0.57	-38.16	0.20	0.64	1.31	16.89	3.24
0094	16.54	652	1	167.756790	1.132564	167.780212	1.113471	0.80	0.49	48.75	0.39	0.62	1.19	16.41	1.00
0094	16.54	652	1	167.756790	1.132564	167.780212	1.113471	0.80	0.49	48.75	0.39	0.62	1.19	16.41	1.00
0094	16.54	652	5	167.786514	1.538094	167.799515	1.528358	0.81	0.60	34.02	0.26	0.70	1.25	3.26	0.20
0094	16.54	652	8	167.943024	0.870033	167.953903	0.862601	0.84	0.51	23.52	0.39	0.66	1.06	2.20	0.13
0094	16.54	652	9	167.462494	1.416142	167.456909	1.412554	0.97	0.64	72.22	0.34	0.79	1.06	2.11	0.13
0094	16.54	652	4	168.027588	1.565985	168.035980	1.557288	1.30	0.75	53.43	0.43	0.98	1.31	3.42	0.21
0094	16.54	652	2	168.198746	0.808375	168.195129	0.814341	0.60	0.49	-57.79	0.18	0.54	1.19	6.17	0.38
0095	16.23	769	2	180.809967	51.749531	180.845062	51.745972	0.63	0.59	-66.75	0.06	0.61	1.13	12.34	0.89
0095	16.23	769	1	181.412766	51.413036	181.382858	51.457817	0.82	0.57	85.16	0.31	0.69	1.19	13.84	1.00
0095	16.23	769	1	181.412766	51.413036	181.382858	51.457817	0.82	0.57	85.16	0.31	0.69	1.19	13.84	1.00
0095	16.23	769	7	181.814255	51.719666	181.805939	51.724533	1.05	0.60	60.11	0.43	0.79	1.06	2.43	0.18
0095	16.23	769	7	181.814255	51.719666	181.805939	51.724533	1.05	0.60	60.11	0.43	0.79	1.06	2.43	0.18
0096	17.23	576	2	255.360229	37.425713	255.350952	37.392982	0.91	0.46	-71.69	0.49	0.65	1.13	6.68	0.52
0096	17.23	576	4	255.258942	37.668076	255.263153	37.680500	0.78	0.67	23.48	0.13	0.72	1.19	4.21	0.33
0096	17.23	576	1	254.951477	37.539589	254.951675	37.540268	0.54	0.50	-40.20	0.09	0.52	1.19	12.86	1.00
0096	17.23	576	7	255.163589	37.494354	255.165436	37.492592	0.89	0.63	10.26	0.29	0.75	0.94	2.19	0.17
0097	15.86	669	4	164.663559	54.394913	164.705353	54.388500	0.93	0.48	18.37	0.49	0.67	1.06	2.76	0.13
0097	15.86	669	1	163.538254	54.826080	163.477951	54.853691	0.70	0.53	37.39	0.24	0.61	1.25	21.41	1.00
0097	15.86	669	3	163.660614	54.244198	163.718704	54.260254	1.02	0.51	-23.24	0.50	0.72	1.13	2.89	0.13
0098	17.47	506	1	157.900101	62.889568	157.877426	62.883732	0.62	0.51	-22.34	0.17	0.56	1.13	11.29	1.00
0098	17.47	506	1	157.900101	62.889568	157.877426	62.883732	0.62	0.51	-22.34	0.17	0.56	1.13	11.29	1.00
0099	16.92	413	1	167.347702	50.393475	167.291656	50.386124	0.78	0.52	-26.19	0.33	0.64	1.19	6.77	1.00
0100	16.02	798	2	205.639755	2.321141	205.629898	2.292348	0.68	0.62	25.34	0.09	0.65	1.25	21.63	1.08
0100	16.02	798	3	205.669800	3.261099	205.707092	3.168716	0.94	0.57	57.82	0.40	0.73	1.13	4.12	0.21
0100	16.02	798	1	206.144028	2.899788	206.125046	2.882652	0.72	0.68	74.59	0.05	0.70	1.31	20.01	1.00
0100	16.02	798	7	206.107574	3.271381	206.107117	3.282091	0.77	0.57	81.73	0.25	0.66	0.81	1.22	0.06
0102	16.68	523	4	191.951385	63.046635	191.955414	63.033569	0.94	0.64	-84.44	0.32	0.78	1.25	2.44	0.12
0102	16.68	523	5	193.154663	63.010357	193.152695	63.016602	0.75	0.47	-67.33	0.38	0.59	1.06	2.19	0.11
0102	16.68	523	1	192.140701	62.655533	192.156860	62.654835	0.69	0.55	-54.46	0.20	0.62	1.31	20.55	1.00
0103	16.49	604	1	119.337502	39.357822	119.337318	39.349003	0.74	0.53	-36.62	0.28	0.63	1.19	16.57	1.00
0104	16.76	674	2	5.585758	-0.933491	5.590234	-0.937715	0.73	0.54	38.49	0.25	0.63	1.19	6.89	0.57
0104	16.76	674	1	5.400820	-0.836350	5.413483	-0.827273	0.74	0.60	-3.16	0.19	0.67	1.25	12.07	1.00
0104	16.76	674	3	5.341084	-0.979694	5.342788	-0.990745	1.27	0.91	53.72	0.29	1.07	0.94	4.48	0.37
0105	16.09	541	1	188.866302	1.851906	188.787766	1.816097	0.87	0.59	-12.18	0.32	0.72	1.19	15.83	1.00
0105	16.09	541	2	188.418274	1.925232	188.422119	1.914657	0.67	0.43	55.64	0.36	0.54	1.06	3.53	0.22
0105	16.09	541	3	188.370224	2.161601	188.369812	2.169859	1.14	0.58	-79.40	0.49	0.82	1.06	2.53	0.16
0107	16.65	541	8	189.607864	64.799728	189.608139	64.797699	1.19	0.69	75.60	0.42	0.90	1.00	1.35	0.11
0107	16.65	541	5	189.819427	64.506439	189.824310	64.495529	0.73	0.61	61.16	0.17	0.67	1.13	3.34	0.27
0107	16.65	541	6	189.865631	64.652885	189.874115	64.661736	0.80	0.58	-80.11	0.28	0.68	1.13	3.01	0.24
0107	16.65	541	1	188.803192	64.366554	188.803268	64.365250	0.66	0.46	-59.69	0.31	0.55	1.13	12.38	1.00
0108	16.99	429	1	193.668304	-2.623308	193.683289	-2.627364	0.69	0.49	19.83	0.30	0.58	1.13	8.26	1.00
0108	16.99	429	3	193.819870	-2.791547	193.824707	-2.792820	0.68	0.59	-18.07	0.13	0.64	1.19	3.73	0.45
0110	16.59	514	1	168.528778	-0.304267	168.505890	-0.312769	0.80	0.54	-24.63	0.33	0.66	1.13	11.48	1.00
0112	16.81	804	3	260.193878	27.369041	260.223206	27.358246	0.65	0.45	14.20	0.31	0.54	1.06	5.30	0.93
0112	16.81	804	6	260.513702	27.737797	260.476105	27.740395	1.08	0.46	14.59	0.57	0.71	1.00	2.18	0.38
0112	16.81	804	7	260.425812	27.522627	260.432617	27.523567	0.60	0.42	17.51	0.31	0.50	0.94	1.90	0.33
0112	16.81	804	1	260.738403	27.356602	260.691742	27.354807	0.93	0.61	-15.14	0.34	0.75	1.13	5.71	1.00
0112	16.81	804	1	260.738403	27.356602	260.691742	27.354807	0.93	0.61	-15.14	0.34	0.75	1.13	5.71	1.00
0112	16.81	804	4	261.083069	27.331591	261.096741	27.332645	1.25	0.64	-19.77	0.49	0.89	1.06	2.56	0.45
0112	16.81	804	4	261.083069	27.331591	261.096741	27.332645	1.25	0.64	-19.77	0.49	0.89	1.06	2.56	0.45
0112	16.81	804	9	260.754852	27.116039	260.755127	27.120718	0.76	0.38	-88.68	0.51	0.54	0.56	1.01	0.18
0113	16.87	471	1	259.490417	56.644249	259.537292	56.649124	0.88	0.50	-5.74	0.44	0.66	1.19	13.32	1.00
0115	17.20	545	3	159.997238	1.171917	160.003082	1.175351	0.58	0.48	-26.28	0.17	0.53	1.19	4.35	0.34
0115	17.20	545	6	159.466980	0.996749	159.470718	0.996683	1.39	0.82	4.49	0.41	1.07	1.19	2.40	0.19
0115	17.20	545	7	159.377411	0.967228	159.373932	0.963174	1.26	0.64	-33.28	0.49	0.90	1.13	2.10	0.16
0115	17.20	545	1	159.687500	1.305225	159.668015	1.305655	0.67	0.51	-2.66	0.24	0.58	1.06	12.92	1.00
0115	17.20	545	4	159.694473	1.544578	159.694077	1.536449	0.86	0.57	-71.42	0.34	0.70	1.25	3.62	0.28
0116	16.39	733	4	153.588745	0.313886	153.584778	0.311992	0.42	0.39	-2.91	0.09	0.40	0.94	4.05	0.18
0116	16.39	733	2	154.007431	0.058285	154.004593	0.055997	0.60	0.46	52.30	0.25	0.53	1.13	8.08	0.36
0116	16.39	733	1	153.419220	-0.115649	153.436295	-0.123200	0.63	0.58	52.22	0.08	0.61	1.13	22.71	1.00
0116	16.39	733	7	153.673996	-0.287131	153.676941	-0.287037	1.05	0.65	26.93	0.38	0.83	1.00	1.67	0.07
0116	16.39	733	5	154.005463	0.405382	154.009720	0.404129	1.14	0.66	49.68	0.42	0.86	1.06	2.24	0.10
0117	16.35	546	1	338.772980	-1.126991	338.790192	-1.142100	0.68	0.54	41.11	0.21	0.61	1.19	12.58	1.00

Table B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0118	17.05	421	1	218.430054	0.825120	218.447525	0.801776	0.85	0.56	56.52	0.35	0.69	1.31	9.48	1.00
0118	17.05	421	1	218.430054	0.825120	218.447525	0.801776	0.85	0.56	56.52	0.35	0.69	1.31	9.48	1.00
0118	17.05	421	7	218.096863	0.829930	218.096313	0.825435	0.93	0.64	88.94	0.31	0.77	0.88	1.24	0.13
0118	17.05	421	2	218.739441	0.930434	218.731659	0.943832	0.80	0.57	-65.16	0.29	0.68	1.25	5.78	0.61
0119	17.02	498	6	130.800858	38.509258	130.805908	38.515263	0.92	0.54	-51.72	0.42	0.70	1.31	2.61	0.24
0119	17.02	498	1	130.910324	38.891201	130.918213	38.894341	0.63	0.48	-79.70	0.24	0.55	1.13	10.65	1.00
0119	17.02	498	3	130.445633	38.516903	130.433640	38.514381	1.26	0.70	-20.47	0.44	0.94	1.31	3.70	0.35
0120	16.81	666	10	11.029675	-1.002302	11.028493	-0.995756	0.89	0.58	-87.55	0.34	0.72	0.94	1.45	0.10
0120	16.81	666	8	11.024231	-1.126027	11.024143	-1.125800	1.05	0.70	0.20	0.33	0.86	1.06	2.03	0.15
0120	16.81	666	3	11.059794	-0.439773	11.071901	-0.414894	0.97	0.52	-55.13	0.46	0.71	1.13	4.67	0.33
0120	16.81	666	9	11.055922	-0.583956	11.058881	-0.588283	0.75	0.40	46.08	0.47	0.55	0.81	1.97	0.14
0120	16.81	666	1	11.470874	-0.827853	11.462000	-0.826720	0.69	0.51	62.47	0.27	0.59	1.19	13.98	1.00
0121	16.35	731	10	192.324112	-0.563332	192.327652	-0.566984	0.62	0.53	66.45	0.15	0.57	1.00	1.46	0.15
0121	16.35	731	8	192.538742	-0.347606	192.540848	-0.343383	0.89	0.54	-80.41	0.39	0.69	1.13	2.10	0.21
0121	16.35	731	5	192.064774	-0.746903	192.062408	-0.738584	0.55	0.46	59.93	0.16	0.50	1.06	2.91	0.29
0121	16.35	731	6	191.673035	-0.674657	191.661957	-0.676180	0.86	0.59	2.72	0.32	0.71	1.06	2.63	0.26
0121	16.35	731	7	191.807022	-0.636470	191.812775	-0.634590	1.19	0.66	-27.75	0.45	0.88	1.06	2.43	0.24
0121	16.35	731	7	191.807022	-0.636470	191.812775	-0.634590	1.19	0.66	-27.75	0.45	0.88	1.06	2.43	0.24
0121	16.35	731	1	191.977905	-0.195076	191.979202	-0.197800	0.63	0.45	57.90	0.30	0.53	1.19	9.97	1.00
0122	17.52	389	1	162.361710	3.646545	162.355087	3.643795	0.60	0.54	-26.36	0.10	0.57	1.13	13.35	1.00
0122	17.52	389	2	162.088348	3.308812	162.094345	3.310968	0.62	0.44	-14.63	0.29	0.52	1.06	3.89	0.29
0122	17.52	389	3	162.294922	3.987961	162.282425	3.993057	1.46	0.80	26.89	0.45	1.08	1.44	3.59	0.27
0122	17.52	389	4	162.585968	3.499059	162.582886	3.495494	1.08	0.78	-56.75	0.28	0.92	1.19	2.44	0.18
0122	17.52	389	6	162.633118	3.563385	162.635727	3.567969	0.98	0.68	-55.64	0.30	0.82	1.06	2.05	0.15
0123	16.52	595	4	118.899078	39.250156	118.903458	39.247925	1.43	0.61	3.90	0.57	0.94	1.00	1.43	0.09
0123	16.52	595	2	119.457016	39.845356	119.462563	39.836842	1.47	0.75	62.19	0.49	1.05	1.06	2.16	0.14
0124	17.34	562	3	215.335007	62.723713	215.327713	62.718403	0.63	0.53	-63.35	0.16	0.58	1.06	3.97	0.33
0124	17.34	562	1	215.046417	62.318192	215.036438	62.305981	0.63	0.44	-62.99	0.30	0.53	1.13	12.15	1.00
0124	17.34	562	4	215.166840	62.482460	215.165741	62.489357	1.17	0.61	-85.09	0.48	0.84	0.88	3.12	0.26
0125	16.30	745	1	212.032181	5.404682	212.038895	5.444274	0.94	0.84	-35.58	0.11	0.89	1.38	19.73	1.00
0125	16.30	745	2	212.298859	5.984931	212.317383	5.966157	0.70	0.51	62.76	0.26	0.60	1.19	6.85	0.35
0125	16.30	745	3	212.531525	5.229524	212.541672	5.252320	1.61	0.57	-60.41	0.65	0.96	1.44	4.86	0.25
0126	16.56	649	9	137.375702	52.557617	137.379150	52.559677	0.66	0.50	13.04	0.24	0.58	0.94	1.36	0.09
0126	16.56	649	1	136.910370	52.770779	136.922043	52.776016	0.59	0.48	-31.14	0.19	0.53	1.13	15.77	1.00
0126	16.56	649	2	136.685852	52.621033	136.677582	52.612858	0.58	0.51	-70.87	0.13	0.54	1.06	12.56	0.80
0128	17.17	486	4	175.629120	51.490143	175.633255	51.497303	0.83	0.71	-60.60	0.13	0.77	1.19	3.25	0.20
0128	17.17	486	1	176.225449	51.265850	176.231140	51.265514	0.74	0.48	-11.87	0.35	0.60	1.19	16.59	1.00
0129	16.21	635	6	189.098572	4.550292	189.100113	4.548627	0.59	0.52	27.46	0.12	0.55	1.19	2.94	0.28
0129	16.21	635	9	188.686584	4.358642	188.685898	4.361622	1.07	0.65	30.73	0.39	0.83	0.94	1.16	0.11
0129	16.21	635	7	189.162231	3.887032	189.143845	3.887965	1.10	0.58	6.80	0.47	0.80	1.13	2.75	0.27
0129	16.21	635	2	188.117081	3.779794	188.145096	3.799947	1.45	0.74	-35.59	0.49	1.03	1.38	5.93	0.58
0129	16.21	635	1	188.605530	4.045222	188.608582	4.058822	0.66	0.49	-87.41	0.25	0.57	1.13	10.31	1.00
0129	16.21	635	3	188.600952	3.859376	188.603058	3.855115	1.25	0.90	85.61	0.28	1.06	0.81	4.50	0.44
0130	17.08	607	4	160.279678	0.577735	160.298904	0.572801	0.81	0.55	59.11	0.32	0.67	1.31	4.84	0.57
0130	17.08	607	8	161.021805	0.792266	161.021042	0.791365	0.95	0.66	-31.96	0.31	0.79	1.13	1.66	0.20
0130	17.08	607	8	161.021805	0.792266	161.021042	0.791365	0.95	0.66	-31.96	0.31	0.79	1.13	1.66	0.20
0130	17.08	607	7	160.625000	0.920788	160.618973	0.924087	0.58	0.45	10.63	0.23	0.51	0.94	1.76	0.21
0130	17.08	607	2	160.882080	0.578528	160.888306	0.576709	0.72	0.50	68.43	0.31	0.60	1.19	9.76	1.16
0130	17.08	607	1	160.816086	0.848378	160.814163	0.846021	0.52	0.45	-50.03	0.12	0.48	1.06	8.42	1.00
0130	17.08	607	5	160.904602	1.246735	160.896164	1.251935	0.79	0.61	-70.64	0.22	0.69	1.06	3.34	0.40
0132	17.24	477	1	198.568680	62.322811	198.594254	62.319519	0.65	0.48	33.23	0.26	0.56	1.13	9.89	1.00
0132	17.24	477	2	198.814285	62.127853	198.789993	62.132324	0.98	0.60	31.45	0.39	0.77	1.19	4.43	0.45
0132	17.24	477	7	199.016861	62.125229	199.017349	62.124393	0.66	0.36	-29.33	0.45	0.49	0.63	1.28	0.13
0133	16.71	583	6	258.886597	26.900633	258.921539	26.896534	1.47	0.59	7.54	0.60	0.93	1.13	2.09	0.41
0133	16.71	583	5	259.470795	26.979250	259.477570	26.985706	0.66	0.50	-72.61	0.25	0.57	1.06	2.88	0.56
0133	16.71	583	4	258.478699	27.611370	258.484039	27.616396	0.62	0.50	-60.26	0.20	0.56	1.00	2.90	0.56
0135	17.25	666	1	200.923157	4.703888	200.921112	4.739793	0.74	0.67	-44.81	0.09	0.71	1.19	14.60	1.00
0135	17.25	666	3	200.530960	4.659644	200.533127	4.670366	1.30	0.64	-73.90	0.51	0.91	1.13	2.98	0.20
0136	16.98	578	5	11.613055	-1.192177	11.613117	-1.194503	0.68	0.54	-52.41	0.21	0.61	1.06	1.56	0.14
0136	16.98	578	3	11.618281	-0.490970	11.621280	-0.496413	0.57	0.46	39.34	0.20	0.51	1.06	2.82	0.25
0136	16.98	578	1	11.832310	-0.886701	11.868878	-0.886052	0.74	0.47	-3.81	0.36	0.59	1.13	11.51	1.00
0137	17.33	498	1	119.917389	28.851585	119.929787	28.810646	0.80	0.52	75.43	0.35	0.64	1.13	9.68	1.00
0138	16.13	665	2	149.244659	1.072022	149.327560	0.987996	1.02	0.56	60.42	0.45	0.76	1.06	5.73	0.44
0138	16.13	665	4	149.266098	0.653356	149.299118	0.668880	0.86	0.46	-22.61	0.46	0.63	1.06	3.54	0.27
0138	16.13	665	1	149.768906	1.097778	149.766403	1.084901	0.96	0.66	-62.55	0.31	0.80	1.31	12.94	1.00
0141	16.89	537	8	258.797913	28.360010	258.798737	28.362331	1.20	0.70	-78.36	0.42	0.92	1.19	1.86	0.14
0141	16.89	537	5	259.157440	28.402813	259.142731	28.396193	1.19	0.74	-23.36	0.38	0.94	1.31	2.76	0.21
0141	16.89	537	3	259.474152	27.557398	259.478699	27.546326	0.87	0.64	-84.01	0.26	0.75	1.38	4.32	0.32
0141	16.89	537	3	259.474152	27.557398	259.478699	27.546326	0.87	0.64	-84.01	0.26	0.75	1.38	4.32	0.32
0141	16.89	537	7	258.731598	27.823149	258.728760	27.824030	1.02	0.59	-26.27	0.42	0.78	1.06	1.89	0.14
0141	16.89	537	1	259.012085	27.936886	258.990112	27.933723	0.70	0.52	-32.13	0.25	0.61	1.25	13.37	1.00
0141	16.89	537	2	259.216400	27.737257	259.213470	27.740259	1.24	0.48	36.58	0.62	0.77	1.19	4.90	0.37
0142	16.79	446	1	46.613106	-0.117268	46.586685	-0.135038	1.06	0.52	-26.73	0.51	0.74	1.19	13.84	1.00
0142	16.79	446	5	46.925724	-0.135434	46.926907	-0.135036	0.50	0.33	39.03	0.33	0.41	0.69	0.87	0.06
0143	16.79	428	3	217.977127	60.867058	217.975449	60.868073	0.65	0.55	-84.73	0.16	0.59	1.25	7.60	0.92
0143	16.79	428	5	219.184158	61.426735	219.170319	61.425552	1.11	0.60	20.34	0.46	0.81	1.06	1.66	0.20
0143	16.79	428	1	218.615814	61.551285	218.614563	61.553738	0.60	0.50	-55.34	0.17	0.55	1.19	8.25	1.00
0143	16.79	428	2	218.422226	61.364891	218.404388	61.366230	0.56	0.54	7.73	0.03	0.55	1.19	7.95	0.96

TABLE B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0144	16.11	637	1	29.083725	1.045560	29.074949	1.059647	0.59	0.56	-2.87	0.05	0.58	1.19	16.03	1.00
0144	16.11	637	4	28.748394	1.318645	28.752924	1.318348	0.77	0.57	-57.38	0.26	0.67	1.06	2.56	0.16
0145	16.58	800	1	135.731415	52.103268	135.699097	52.102150	0.89	0.60	-41.68	0.33	0.73	1.38	14.23	1.00
0146	16.04	594	1	160.492416	2.601079	160.517044	2.612393	0.77	0.60	-46.39	0.22	0.68	1.25	10.10	1.00
0146	16.04	594	7	160.436386	2.148918	160.428360	2.157572	0.93	0.59	47.06	0.37	0.74	1.13	1.78	0.18
0146	16.04	594	3	160.926987	3.259075	160.937088	3.262027	1.59	1.06	23.81	0.34	1.30	1.31	2.80	0.28
0148	17.04	599	2	132.704361	50.064503	132.726074	50.062870	0.91	0.52	-37.24	0.43	0.69	1.25	9.63	1.70
0148	17.04	599	3	132.645447	50.239502	132.643799	50.245071	0.64	0.56	-36.06	0.13	0.60	1.19	7.54	1.33
0148	17.04	599	1	133.198212	50.512623	133.190063	50.500107	1.33	0.57	-88.46	0.57	0.87	1.13	5.67	1.00
0148	17.04	599	1	133.198212	50.512623	133.190063	50.500107	1.33	0.57	-88.46	0.57	0.87	1.13	5.67	1.00
0148	17.04	599	4	133.095505	50.657619	133.083786	50.662788	0.85	0.69	5.64	0.19	0.76	1.13	5.09	0.90
0149	16.07	961	5	228.323334	4.175097	228.318863	4.172649	1.46	0.74	46.95	0.50	1.04	1.06	4.31	0.53
0149	16.07	961	3	228.323441	4.502398	228.301056	4.494525	0.88	0.47	-47.26	0.47	0.64	1.19	13.42	1.65
0149	16.07	961	1	228.799988	3.884675	228.794235	3.891859	1.31	0.75	57.94	0.42	0.99	1.31	8.15	1.00
0149	16.07	961	4	228.900803	3.779345	228.899826	3.780646	0.64	0.22	31.67	0.65	0.37	1.25	6.86	0.84
0150	16.17	810	4	190.624451	0.155080	190.652710	0.166416	1.16	0.63	22.95	0.46	0.86	1.13	2.67	0.21
0150	16.17	810	6	190.550125	0.850830	190.546234	0.849564	0.73	0.50	-12.28	0.31	0.60	1.06	1.91	0.15
0150	16.17	810	1	191.324692	0.848237	191.324722	0.832792	0.99	0.61	41.24	0.38	0.78	1.38	12.71	1.00
0150	16.17	810	1	191.324692	0.848237	191.324722	0.832792	0.99	0.61	41.24	0.38	0.78	1.38	12.71	1.00
0153	16.23	496	1	353.835449	1.037032	353.848969	1.045141	0.64	0.50	-11.57	0.21	0.57	1.19	13.65	1.00
0153	16.23	496	2	353.564880	0.969103	353.559601	0.963237	0.88	0.74	63.21	0.16	0.80	1.13	5.26	0.39
0154	16.21	625	5	190.162781	-2.317992	190.160263	-2.327392	0.69	0.48	-21.00	0.30	0.57	1.06	3.83	0.38
0154	16.21	625	8	190.173126	-2.075419	190.171341	-2.068637	0.69	0.64	-18.13	0.08	0.66	1.06	1.86	0.18
0154	16.21	625	4	190.600998	-1.481683	190.595490	-1.490608	0.90	0.49	-85.36	0.45	0.67	1.19	4.79	0.47
0154	16.21	625	9	190.445236	-1.715458	190.435776	-1.721826	1.49	0.64	-30.23	0.57	0.98	1.06	1.75	0.17
0154	16.21	625	1	190.565903	-2.109857	190.556946	-2.118228	0.57	0.53	-19.28	0.08	0.55	1.25	10.16	1.00
0154	16.21	625	3	190.778381	-1.977052	190.793808	-1.980567	1.22	0.81	21.81	0.34	0.99	1.38	5.67	0.56
0154	16.21	625	2	191.061905	-1.829080	191.058136	-1.826354	1.04	0.48	41.38	0.54	0.71	1.75	7.31	0.72
0155	17.43	512	1	172.839325	66.833290	172.872025	66.828384	0.63	0.45	54.44	0.28	0.53	1.25	9.46	1.00
0157	16.90	435	8	212.063339	-1.725652	212.065414	-1.722127	1.01	0.78	-85.26	0.23	0.89	0.75	0.95	0.11
0157	16.90	435	1	212.492371	-1.521049	212.500229	-1.546666	0.90	0.52	78.21	0.41	0.69	1.19	8.74	1.00
0157	16.90	435	5	212.286530	-1.530212	212.278656	-1.529941	0.77	0.53	-1.73	0.31	0.64	1.00	1.82	0.21
0159	16.76	675	5	200.589035	-1.142378	200.594589	-1.136849	0.60	0.55	-53.07	0.08	0.58	1.00	1.83	0.22
0159	16.76	675	4	199.932419	-0.733943	199.936264	-0.730382	0.90	0.68	-26.03	0.24	0.78	1.00	2.03	0.25
0159	16.76	675	1	200.332474	-0.718422	200.325058	-0.708309	0.56	0.52	59.19	0.08	0.54	1.13	8.16	1.00
0159	16.76	675	2	200.229126	-0.907138	200.227859	-0.911541	0.62	0.49	-39.50	0.22	0.55	1.06	3.92	0.48
0160	16.73	430	7	162.760529	0.896907	162.763290	0.898452	0.70	0.58	-28.32	0.18	0.64	1.06	1.51	0.18
0160	16.73	430	8	162.407608	0.729923	162.409683	0.732902	0.73	0.52	-89.01	0.28	0.62	0.94	1.20	0.14
0160	16.73	430	4	161.901001	0.863683	161.894958	0.867123	0.71	0.53	28.49	0.25	0.61	1.19	2.50	0.30
0160	16.73	430	2	162.104095	0.888539	162.100845	0.876092	0.66	0.49	-47.76	0.26	0.57	1.13	3.20	0.38
0160	16.73	430	3	162.196152	0.566516	162.203812	0.576281	0.69	0.46	78.85	0.33	0.57	1.00	2.57	0.31
0160	16.73	430	1	162.386963	1.038522	162.391785	1.041675	0.70	0.45	-37.27	0.35	0.57	1.25	8.36	1.00
0162	17.09	436	1	141.767197	54.393013	141.773636	54.397316	0.58	0.48	-83.25	0.17	0.53	1.06	12.56	1.00
0163	17.39	520	3	220.399246	-0.468858	220.406647	-0.458496	1.87	0.81	-55.68	0.57	1.23	1.63	3.73	0.44
0163	17.39	520	3	220.399246	-0.468858	220.406647	-0.458496	1.87	0.81	-55.68	0.57	1.23	1.63	3.73	0.44
0163	17.39	520	8	220.378860	-0.649337	220.378952	-0.648825	0.89	0.43	89.32	0.52	0.62	0.94	2.05	0.24
0163	17.39	520	1	220.497589	-0.832567	220.500092	-0.825318	0.60	0.52	8.00	0.14	0.56	1.19	8.55	1.00
0163	17.39	520	4	220.184692	-0.892572	220.192032	-0.887593	1.20	0.58	-39.09	0.52	0.84	1.31	3.14	0.37
0163	17.39	520	7	220.291595	-0.809158	220.292419	-0.808008	1.10	0.71	-3.50	0.36	0.88	1.25	2.57	0.30
0163	17.39	520	2	220.833878	-0.698208	220.828888	-0.686884	0.68	0.49	70.61	0.28	0.57	1.13	9.59	1.12
0164	16.79	635	2	176.395935	-3.348931	176.386078	-3.359973	0.91	0.65	-30.45	0.29	0.77	1.56	6.33	2.10
0164	16.79	635	5	177.088303	-3.204191	177.098236	-3.194227	0.70	0.61	88.65	0.14	0.65	1.19	3.51	1.16
0164	16.79	635	1	176.776733	-3.053903	176.779312	-3.054709	1.02	0.43	35.89	0.58	0.66	1.06	3.02	1.00
0164	16.79	635	7	177.214737	-2.792132	177.216019	-2.801625	1.52	0.69	-81.51	0.55	1.02	1.13	3.33	1.10
0164	16.79	635	6	176.360626	-2.709445	176.360092	-2.714427	1.09	0.78	-70.82	0.28	0.93	1.13	3.37	1.12
0164	16.79	635	6	176.360626	-2.709445	176.360092	-2.714427	1.09	0.78	-70.82	0.28	0.93	1.13	3.37	1.12
0164	16.79	635	4	176.376953	-2.973622	176.390579	-2.967417	0.80	0.48	-27.89	0.41	0.62	1.06	4.31	1.43
0165	16.73	503	1	166.587311	2.044730	166.596603	2.046600	0.52	0.47	-35.23	0.09	0.49	1.00	9.32	1.00
0165	16.73	503	2	166.160507	2.315753	166.184555	2.315038	0.98	0.55	67.74	0.43	0.74	1.31	8.30	0.89
0165	16.73	503	4	166.880585	1.881989	166.874222	1.912328	0.89	0.60	-89.41	0.32	0.73	1.19	3.61	0.39
0167	17.28	403	7	33.324753	-9.398168	33.325459	-9.395667	1.27	0.74	67.40	0.42	0.97	1.06	1.57	0.26
0167	17.28	403	3	33.231728	-9.576348	33.233986	-9.579947	0.93	0.53	64.93	0.42	0.70	1.31	5.82	0.95
0167	17.28	403	4	33.191074	-9.510880	33.190006	-9.507712	1.03	0.51	57.04	0.50	0.73	1.19	4.85	0.79
0167	17.28	403	1	33.088642	-9.251447	33.091122	-9.254850	0.68	0.58	-42.34	0.15	0.63	1.13	6.11	1.00
0167	17.28	403	2	33.085384	-9.106289	33.083809	-9.103126	0.69	0.50	82.68	0.28	0.59	1.13	6.00	0.98
0170	17.25	451	1	200.337540	61.548012	200.375641	61.514904	0.85	0.76	-58.55	0.11	0.80	1.25	6.82	1.00
0170	17.25	451	3	200.564850	61.193943	200.511795	61.182854	1.07	0.58	-40.67	0.46	0.79	1.19	4.29	0.63
0172	15.95	832	5	170.223663	1.477493	170.252869	1.513057	1.20	0.55	-47.73	0.54	0.81	1.19	2.21	0.11
0172	15.95	832	6	171.193161	1.273792	171.197632	1.273889	0.84	0.67	-34.91	0.20	0.75	1.06	1.51	0.07
0172	15.95	832	4	170.523224	0.847296	170.510590	0.838471	0.76	0.58	71.58	0.24	0.67	1.13	5.64	0.27
0172	15.95	832	3	171.032242	0.979144	171.044235	0.979525	0.71	0.49	-0.21	0.30	0.59	1.06	8.64	0.41
0173	17.51	505	7	15.011863	-9.841643	15.023995	-9.834424	1.71	0.52	-33.30	0.70	0.94	1.06	1.42	0.09
0173	17.51	505	1	15.258076	-9.958134	15.262481	-9.960257	0.60	0.50	59.89	0.16	0.55	1.13	15.63	1.00
0173	17.51	505	5	15.608891	-9.952949	15.608566	-9.950140	0.86	0.55	46.49	0.36	0.69	1.06	2.51	0.16
0175	17.13	406	1	240.480469	-0.717784	240.499191	-0.715260	0.65	0.60	-20.61	0.08	0.62	1.25	13.39	1.00
0175	17.13	406	3	240.812332	-0.679376	240.812485	-0.673233	0.89	0.64	-73.17	0.28	0.75	1.00	1.77	0.13
0175	17.13	406	4	240.808807	-0.782071	240.808670	-0.787832	0.91	0.54	-86.22	0.41	0.70	0.94	1.55	0.12
0176	16.52	562	6	119.893333	39.090179	119.886276	39.086586	1.11	0.51	-45.46	0.54	0.75	1.06	1.50	0.18

Table B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0176	16.52	562	1	120.230461	39.409092	120.198471	39.451874	0.83	0.49	52.76	0.41	0.64	1.19	8.30	1.00
0176	16.52	562	4	120.141449	39.154270	120.161591	39.135960	0.99	0.76	46.16	0.23	0.87	1.25	2.94	0.35
0177	17.12	491	4	329.806854	-0.529221	329.799805	-0.527066	0.91	0.62	86.88	0.32	0.75	1.19	3.19	0.33
0177	17.12	491	2	329.989624	-0.496758	329.984161	-0.488667	0.84	0.75	75.46	0.11	0.79	1.25	6.15	0.64
0177	17.12	491	2	329.989624	-0.496758	329.984161	-0.488667	0.84	0.75	75.46	0.11	0.79	1.25	6.15	0.64
0178	16.70	594	3	20.973797	-9.812242	20.958210	-9.840106	0.71	0.53	-62.80	0.25	0.62	1.31	11.54	2.27
0178	16.70	594	10	20.284048	-10.313015	20.286011	-10.321016	0.71	0.52	-83.64	0.26	0.61	0.94	1.31	0.26
0178	16.70	594	11	20.334105	-10.050268	20.332230	-10.048981	0.80	0.47	-76.76	0.40	0.61	0.75	0.92	0.18
0178	16.70	594	5	20.295994	-10.172441	20.290709	-10.175920	1.03	0.78	-26.20	0.25	0.90	1.19	2.47	0.49
0178	16.70	594	2	20.713825	-10.429726	20.719336	-10.425280	0.57	0.50	-26.73	0.11	0.53	1.19	16.14	3.18
0178	16.70	594	7	20.935493	-10.520458	20.940769	-10.520257	1.26	0.63	23.41	0.50	0.89	0.94	1.71	0.34
0178	16.70	594	1	20.714182	-10.076176	20.709864	-10.067077	0.76	0.49	20.62	0.35	0.61	1.19	5.08	1.00
0178	16.70	594	6	20.517172	-10.141615	20.511839	-10.144236	0.75	0.50	-12.02	0.33	0.61	0.94	1.91	0.38
0179	16.98	589	2	177.188553	-1.201517	177.183914	-1.197072	0.48	0.46	67.95	0.06	0.47	1.06	4.98	0.41
0179	16.98	589	6	176.459290	-0.627336	176.436996	-0.636994	0.93	0.47	-14.27	0.49	0.66	1.06	2.17	0.18
0179	16.98	589	8	176.790741	-0.951600	176.790131	-0.953582	0.69	0.50	-29.05	0.28	0.59	1.06	1.77	0.15
0179	16.98	589	4	176.436966	-0.858195	176.432922	-0.848042	0.89	0.55	38.78	0.38	0.70	1.19	3.39	0.28
0179	16.98	589	1	176.547394	-1.107625	176.542511	-1.103748	0.60	0.51	-80.94	0.14	0.55	1.06	12.14	1.00
0179	16.98	589	3	176.919373	-0.784159	176.911911	-0.795289	0.91	0.61	-44.34	0.32	0.75	1.25	4.81	0.40
0179	16.98	589	7	176.931686	-0.668467	176.932190	-0.665411	1.29	1.11	-7.20	0.14	1.20	0.81	2.07	0.17
0180	15.93	724	1	162.920868	55.365952	162.958786	55.361092	0.77	0.63	-88.11	0.17	0.70	1.25	15.41	1.00
0184	16.75	565	9	171.045273	50.711086	171.058929	50.733414	1.04	0.57	-74.68	0.45	0.77	1.00	1.71	0.20
0184	16.75	565	2	170.595551	49.756058	170.508179	49.766098	0.89	0.58	-7.21	0.35	0.72	1.19	8.74	1.02
0184	16.75	565	6	170.577621	50.054455	170.585159	50.050529	0.87	0.56	10.90	0.36	0.70	1.13	2.93	0.34
0184	16.75	565	6	170.577621	50.054455	170.585159	50.050529	0.87	0.56	10.90	0.36	0.70	1.13	2.93	0.34
0184	16.75	565	8	170.348328	50.007374	170.342819	50.006264	0.78	0.51	-39.79	0.34	0.63	1.06	2.32	0.27
0184	16.75	565	8	170.348328	50.007374	170.342819	50.006264	0.78	0.51	-39.79	0.34	0.63	1.06	2.32	0.27
0184	16.75	565	1	170.704163	50.272545	170.711411	50.276989	0.52	0.44	-36.56	0.16	0.48	1.13	8.61	1.00
0184	16.75	565	3	170.252029	50.298531	170.231262	50.308525	0.79	0.54	12.95	0.31	0.65	1.25	8.24	0.96
0185	17.11	542	6	216.882126	0.969659	216.884750	0.972830	0.76	0.66	86.66	0.13	0.71	1.19	2.05	0.26
0185	17.11	542	1	216.637955	0.815957	216.633759	0.826116	0.77	0.49	41.38	0.36	0.61	1.19	7.76	1.00
0185	17.11	542	3	216.430450	0.854216	216.425247	0.853142	0.82	0.56	5.41	0.32	0.68	1.06	3.15	0.41
0185	17.11	542	2	216.421417	0.544055	216.413681	0.551968	0.73	0.62	-18.67	0.15	0.68	1.25	5.98	0.77
0186	16.17	636	1	122.748581	35.983593	122.736420	35.966095	0.64	0.51	-37.26	0.21	0.57	1.19	19.11	1.00
0187	16.86	503	8	199.246033	-0.876479	199.245605	-0.880133	0.85	0.48	-68.28	0.43	0.64	1.00	1.55	0.33
0187	16.86	503	5	198.790634	-1.029686	198.790237	-1.033311	0.84	0.57	-46.73	0.33	0.69	1.19	2.59	0.56
0187	16.86	503	1	199.008621	-0.863098	199.015793	-0.858865	0.58	0.50	-13.53	0.13	0.54	1.06	4.64	1.00
0188	16.87	387	1	346.588776	14.155806	346.597534	14.162482	0.57	0.49	-20.22	0.16	0.53	1.13	7.73	1.00
0188	16.87	387	7	346.271057	14.300153	346.270172	14.301804	0.91	0.63	-79.04	0.31	0.76	0.94	1.13	0.15
0189	16.43	544	1	20.240110	-0.549056	20.230343	-0.538685	0.59	0.45	37.40	0.23	0.52	1.13	6.37	1.00
0189	16.43	544	9	20.301403	-0.755839	20.295898	-0.765596	1.05	0.78	-38.26	0.26	0.90	0.81	1.16	0.18
0190	17.15	629	2	127.394905	46.670418	127.408623	46.645855	0.73	0.49	65.17	0.33	0.60	1.13	6.67	0.33
0190	17.15	629	5	127.295517	46.337677	127.295074	46.338608	1.09	0.70	80.37	0.36	0.87	1.06	1.51	0.08
0190	17.15	629	1	126.812286	46.614380	126.810791	46.613300	0.67	0.54	30.93	0.20	0.60	1.25	20.05	1.00
0190	17.15	629	3	126.471764	46.557667	126.462624	46.555820	0.53	0.42	-22.77	0.20	0.47	0.94	1.92	0.10
0191	16.32	787	9	191.790573	-1.976492	191.788422	-1.981521	0.56	0.48	80.85	0.14	0.52	1.00	2.01	0.20
0191	16.32	787	8	191.519440	-1.868399	191.518845	-1.865225	0.57	0.46	-48.79	0.19	0.51	1.13	2.74	0.27
0191	16.32	787	6	192.290375	-1.347949	192.279968	-1.347481	0.78	0.61	3.60	0.22	0.69	1.00	3.00	0.29
0191	16.32	787	1	192.309891	-1.742230	192.301163	-1.749036	1.31	0.71	-43.92	0.46	0.97	1.25	10.25	1.00
0192	16.28	574	1	186.196701	66.516975	186.138351	66.538780	0.69	0.52	30.11	0.25	0.60	1.13	7.54	1.00
0192	16.28	574	12	186.232483	66.220711	186.243958	66.211128	0.62	0.48	31.59	0.23	0.55	1.00	1.77	0.23
0192	16.28	574	4	186.917725	66.170662	186.908615	66.182114	0.90	0.56	-83.56	0.38	0.71	1.19	3.07	0.41
0192	16.28	574	8	187.019196	65.969009	187.006805	65.961380	0.95	0.87	-6.90	0.09	0.91	1.13	2.34	0.31
0193	16.28	696	1	134.657257	54.353497	134.666504	54.353130	0.73	0.51	89.98	0.30	0.61	1.06	12.75	1.00
0193	16.28	696	2	135.259399	54.954372	135.255264	54.931648	0.60	0.50	76.78	0.18	0.55	1.13	8.70	0.68
0193	16.28	696	4	133.909225	53.867310	133.865692	53.840328	1.56	0.74	-51.77	0.53	1.07	1.31	5.54	0.43
0194	15.91	675	3	159.060242	58.643063	159.136566	58.623959	0.84	0.49	25.05	0.41	0.64	1.19	5.50	0.54
0194	15.91	675	8	159.852051	57.898579	159.853531	57.896492	0.85	0.55	-66.28	0.35	0.68	1.00	1.35	0.13
0194	15.91	675	1	160.123245	58.310448	160.229797	58.291096	0.78	0.53	9.75	0.32	0.64	1.13	10.18	1.00
0195	16.09	642	1	232.612473	-0.806435	232.617706	-0.807001	0.54	0.46	10.31	0.15	0.50	1.06	3.97	1.00
0195	16.09	642	6	232.939392	-1.083942	232.942596	-1.102809	0.91	0.41	71.96	0.54	0.61	1.00	2.42	0.61
0195	16.09	642	9	232.654984	-0.568153	232.652512	-0.569176	0.62	0.50	80.44	0.19	0.55	0.88	1.00	0.25
0195	16.09	642	5	232.427948	-1.273676	232.420441	-1.271035	0.83	0.64	-5.81	0.23	0.73	1.25	3.95	1.00
0195	16.09	642	3	232.990723	-0.289402	232.994720	-0.273351	0.68	0.49	-49.67	0.27	0.58	1.13	4.92	1.24
0195	16.09	642	4	233.099640	-0.503843	233.099152	-0.505351	0.62	0.49	30.39	0.21	0.55	1.13	4.35	1.09
0196	16.02	623	3	183.221527	5.965393	183.247955	5.957971	0.90	0.49	37.75	0.45	0.67	1.19	3.27	0.29
0196	16.02	623	8	182.907410	5.179916	182.911942	5.177277	0.87	0.70	-22.92	0.19	0.78	0.75	1.13	0.10
0196	16.02	623	5	183.222198	5.686169	183.217728	5.689753	0.75	0.55	22.11	0.26	0.64	1.19	2.84	0.25
0196	16.02	623	1	182.584396	5.361320	182.600647	5.362162	0.88	0.50	39.13	0.43	0.66	1.19	11.22	1.00
0196	16.02	623	6	182.664124	5.006626	182.660492	4.998491	0.61	0.51	45.39	0.17	0.56	1.06	2.66	0.24
0196	16.02	623	2	182.205032	5.199650	182.205551	5.171249	0.86	0.48	39.78	0.44	0.64	1.06	3.63	0.32
0196	16.02	623	4	182.078918	5.445795	182.067627	5.457301	0.59	0.49	9.07	0.17	0.54	1.00	3.10	0.28
0197	15.98	619	4	359.064697	-8.924910	359.053864	-8.936148	1.06	0.53	-52.49	0.49	0.75	1.19	2.06	0.23
0197	15.98	619	7	358.574799	-9.461781	358.567749	-9.464716	0.81	0.63	-13.20	0.22	0.72	1.00	1.75	0.20
0197	15.98	619	1	358.944550	-9.499090	358.955750	-9.464725	1.38	0.69	-82.23	0.50	0.98	1.31	8.89	1.00
0198	16.35	531	1	206.228104	0.196733	206.217194	0.200700	0.73	0.62	-75.19	0.15	0.67	1.25	8.21	1.00
0198	16.35	531	3	206.336899	0.063182	206.336792	0.060300	0.83	0.51	37.25	0.39	0.65	0.88	3.32	0.40
0199	15.86	672	9	178.180878	52.294094	178.155106	52.301620	1.06	0.50	10.64	0.53	0.73	0.94	1.36	0.18

TABLE B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0199	15.86	672	1	178.576111	52.793320	178.627914	52.818150	0.69	0.56	-18.09	0.20	0.62	1.19	7.61	1.00
0199	15.86	672	8	178.927521	52.081150	178.934692	52.089787	0.97	0.81	27.84	0.16	0.89	0.81	1.39	0.18
0199	15.86	672	2	177.492630	53.371731	177.466431	53.357502	0.96	0.74	-58.81	0.22	0.85	1.81	11.10	1.46
0200	16.84	579	6	217.843643	4.808007	217.846695	4.803388	0.80	0.51	-49.39	0.37	0.64	1.25	4.66	0.85
0200	16.84	579	2	218.031525	5.467351	218.039978	5.471296	0.55	0.47	-40.47	0.15	0.51	1.13	8.29	1.52
0200	16.84	579	1	218.077728	5.198792	218.087296	5.201581	0.47	0.43	13.15	0.10	0.45	1.00	5.46	1.00
0200	16.84	579	9	217.932541	5.151574	217.932541	5.150187	0.73	0.45	10.74	0.38	0.58	0.69	1.20	0.22
0200	16.84	579	7	218.150833	4.722780	218.147446	4.726371	0.93	0.47	59.79	0.49	0.66	1.00	2.32	0.42
0200	16.84	579	7	218.150833	4.722780	218.147446	4.726371	0.93	0.47	59.79	0.49	0.66	1.00	2.32	0.42
0200	16.84	579	3	218.454636	5.480631	218.461502	5.462622	0.97	0.66	73.89	0.33	0.80	1.25	5.01	0.92
0200	16.84	579	5	218.343567	5.575407	218.336807	5.578275	1.04	0.82	28.20	0.22	0.92	1.31	4.69	0.86
0202	15.81	600	4	27.001295	14.280620	26.995819	14.292773	0.55	0.54	86.61	0.03	0.55	1.00	2.83	0.17
0202	15.81	600	1	27.280588	13.965352	27.298180	13.986954	0.65	0.54	-66.98	0.17	0.59	1.19	16.62	1.00
0203	16.95	512	1	122.691711	49.209763	122.663048	49.194031	0.72	0.53	-27.84	0.26	0.62	1.13	11.21	1.00
0203	16.95	512	8	123.238136	49.472343	123.237892	49.467773	1.10	0.81	89.30	0.26	0.95	0.81	1.21	0.11
0204	16.93	429	1	158.525696	61.520344	158.486282	61.537113	0.82	0.61	66.10	0.26	0.71	1.13	7.55	1.00
0204	16.93	429	2	157.912445	61.713753	157.885086	61.688301	0.73	0.45	-60.39	0.39	0.57	1.06	3.29	0.44
0205	17.17	439	1	175.823212	4.924710	175.831009	4.932439	0.57	0.46	-70.74	0.19	0.51	1.06	6.95	1.00
0205	17.17	439	5	175.792267	4.653793	175.781937	4.639112	0.96	0.50	-83.92	0.48	0.69	1.06	2.40	0.34
0206	15.93	813	8	157.591507	3.481713	157.588226	3.485277	1.02	0.50	41.30	0.52	0.71	1.06	1.52	0.08
0206	15.93	813	2	157.284531	3.157984	157.284149	3.132397	0.66	0.58	85.85	0.12	0.62	1.13	8.77	0.47
0206	15.93	813	4	157.538834	4.431380	157.545273	4.432785	1.04	0.55	-34.02	0.47	0.76	1.25	3.96	0.21
0206	15.93	813	4	157.538834	4.431380	157.545273	4.432785	1.04	0.55	-34.02	0.47	0.76	1.25	3.96	0.21
0206	15.93	813	6	157.373871	4.374901	157.365143	4.370945	1.77	0.62	-0.83	0.65	1.05	1.00	2.72	0.14
0206	15.93	813	6	157.373871	4.374901	157.365143	4.370945	1.77	0.62	-0.83	0.65	1.05	1.00	2.72	0.14
0206	15.93	813	6	157.373871	4.374901	157.365143	4.370945	1.77	0.62	-0.83	0.65	1.05	1.00	2.72	0.14
0206	15.93	813	1	157.115173	3.745117	157.104294	3.745507	0.74	0.56	-41.59	0.25	0.64	1.19	18.75	1.00
0206	15.93	813	3	157.560928	4.025280	157.551270	4.005498	0.71	0.45	-70.22	0.36	0.57	1.06	7.71	0.41
0206	15.93	813	3	157.560928	4.025280	157.551270	4.005498	0.71	0.45	-70.22	0.36	0.57	1.06	7.71	0.41
0207	16.26	522	8	235.216232	2.588699	235.217453	2.589156	1.42	0.77	44.28	0.46	1.04	1.13	1.93	0.27
0207	16.26	522	5	234.490448	3.096017	234.523499	3.081718	0.88	0.46	27.62	0.48	0.63	1.13	3.64	0.50
0207	16.26	522	3	235.168777	3.571392	235.179626	3.579963	0.69	0.48	-36.93	0.30	0.57	1.13	5.02	0.69
0207	16.26	522	1	235.071152	3.175852	235.071121	3.157657	0.65	0.47	78.27	0.28	0.55	1.13	7.24	1.00
0207	16.26	522	4	234.978394	3.422966	234.951797	3.428367	1.11	0.66	11.92	0.41	0.86	1.25	4.96	0.68
0208	16.28	466	4	232.762558	-1.938790	232.763306	-1.940377	0.65	0.53	19.43	0.19	0.59	1.19	2.34	0.26
0208	16.28	466	1	232.637558	-1.481156	232.645111	-1.505420	0.73	0.60	66.39	0.18	0.66	1.38	8.94	1.00
0208	16.28	466	2	232.421738	-1.300408	232.414139	-1.295978	0.79	0.67	-55.22	0.15	0.73	1.38	3.95	0.44
0209	16.19	522	2	336.514618	-8.727654	336.540314	-8.740394	0.68	0.54	16.15	0.21	0.60	1.19	6.58	0.98
0209	16.19	522	3	335.365173	-8.459585	335.366699	-8.457312	0.62	0.45	-12.31	0.28	0.53	1.06	4.27	0.64
0209	16.19	522	6	336.097900	-8.818438	336.090942	-8.785271	1.06	0.55	43.15	0.49	0.76	1.06	2.31	0.35
0209	16.19	522	5	336.066956	-8.356361	336.057068	-8.357749	0.81	0.51	-59.55	0.38	0.64	1.06	2.85	0.43
0210	17.12	548	7	213.856110	-0.037260	213.857391	-0.038347	0.82	0.56	20.46	0.32	0.68	0.63	1.07	0.10
0210	17.12	548	3	213.740021	-0.052627	213.738327	-0.049868	0.82	0.63	-23.18	0.24	0.72	1.19	4.18	0.38
0210	17.12	548	3	213.740021	-0.052627	213.738327	-0.049868	0.82	0.63	-23.18	0.24	0.72	1.19	4.18	0.38
0210	17.12	548	1	213.944748	0.260792	213.949554	0.261219	0.64	0.42	-15.47	0.33	0.52	1.06	10.86	1.00
0210	17.12	548	2	213.695786	0.214472	213.696075	0.215129	0.64	0.49	-5.07	0.24	0.56	1.13	9.34	0.86
0211	17.04	434	1	183.956787	49.330444	183.936569	49.301701	0.76	0.54	-48.67	0.29	0.64	1.19	5.40	1.00
0211	17.04	434	3	184.490402	48.911396	184.485535	48.883694	0.66	0.53	-86.21	0.20	0.59	1.06	4.08	0.75
0211	17.04	434	4	183.727112	49.489590	183.728897	49.495972	0.44	0.43	-17.65	0.01	0.44	1.00	3.44	0.64
0212	15.25	634	1	214.370209	2.011770	214.369049	2.030090	0.78	0.49	-68.31	0.37	0.62	1.19	13.80	1.00
0212	15.25	634	2	214.181641	1.724465	214.171082	1.716773	0.86	0.42	-25.92	0.51	0.60	1.19	7.52	0.55
0213	17.32	460	7	145.990128	56.693398	145.996582	56.689583	0.51	0.50	48.68	0.03	0.50	1.06	2.12	0.21
0213	17.32	460	8	145.926407	56.842411	145.923676	56.838886	0.92	0.62	-67.84	0.33	0.75	1.06	2.11	0.21
0213	17.32	460	5	146.112686	56.507343	146.101395	56.508255	1.15	0.75	-5.87	0.35	0.93	0.94	2.63	0.26
0213	17.32	460	1	146.389420	56.551353	146.391785	56.554722	0.58	0.51	-68.40	0.12	0.54	1.19	10.21	1.00
0213	17.32	460	2	146.277069	56.386276	146.275757	56.380291	0.97	0.55	71.62	0.43	0.73	1.13	4.66	0.46
0214	16.75	719	5	186.446411	62.975391	186.454651	62.977798	0.78	0.45	74.92	0.42	0.59	1.00	2.59	0.30
0214	16.75	719	4	186.641571	63.743919	186.634094	63.750938	0.73	0.49	65.84	0.33	0.60	1.13	4.30	0.50
0214	16.75	719	1	186.258057	63.370617	186.191116	63.382736	0.73	0.50	17.02	0.32	0.61	1.06	8.59	1.00
0214	16.75	719	2	186.945206	63.508991	186.949158	63.518307	0.96	0.65	-73.19	0.32	0.79	1.31	10.32	1.20
0214	16.75	719	3	186.959305	63.362633	186.964371	63.353699	1.38	0.70	70.01	0.49	0.98	1.19	8.27	0.96
0217	16.76	413	1	118.558983	43.789093	118.547722	43.785950	0.74	0.50	-84.27	0.32	0.61	1.13	6.44	1.00
0217	16.76	413	3	118.249649	43.856621	118.278122	43.874081	1.23	0.55	-38.32	0.55	0.82	1.19	2.95	0.46
0217	16.76	413	4	118.120270	43.689522	118.120026	43.683674	0.74	0.62	77.11	0.16	0.68	1.19	2.69	0.42
0218	16.71	558	5	356.634216	14.884351	356.634186	14.885221	0.86	0.45	-8.06	0.48	0.62	1.00	2.35	0.25
0218	16.71	558	6	356.636993	14.644689	356.639221	14.651007	0.71	0.48	-80.74	0.33	0.58	1.06	2.06	0.22
0218	16.71	558	8	356.625824	15.192444	356.629059	15.191504	1.09	0.75	-8.93	0.32	0.90	0.81	1.43	0.15
0218	16.71	558	8	356.625824	15.192444	356.629059	15.191504	1.09	0.75	-8.93	0.32	0.90	0.81	1.43	0.15
0218	16.71	558	1	356.992371	14.689279	356.993073	14.682769	0.57	0.48	-79.04	0.16	0.52	1.13	9.41	1.00
0220	17.01	403	2	24.313236	13.281304	24.303259	13.272643	0.97	0.45	-65.54	0.53	0.66	1.06	4.02	0.66
0220	17.01	403	1	24.025463	13.179609	24.031172	13.196525	0.75	0.53	20.95	0.30	0.63	1.13	6.11	1.00
0220	17.01	403	5	24.200848	13.009911	24.204155	13.007896	0.95	0.69	36.54	0.28	0.81	1.19	2.07	0.34
0221	16.02	583	6	323.767212	10.936639	323.805176	10.874070	1.24	0.48	59.00	0.61	0.77	1.19	2.59	0.38
0221	16.02	583	3	324.139832	10.494639	324.132141	10.480112	0.73	0.52	-71.35	0.28	0.62	1.13	4.21	0.61
0221	16.02	583	1	323.499023	10.425946	323.483429	10.433062	0.72	0.44	32.77	0.39	0.56	1.13	6.88	1.00
0224	15.52	725	4	18.267046	14.400748	18.266293	14.406550	0.74	0.57	-0.54	0.23	0.65	1.19	3.30	0.22
0224	15.52	725	1	17.370770	14.286087	17.362839	14.304646	0.73	0.55	57.16	0.25	0.64	1.19	14.74	1.00
0225	16.35	823	1	259.639099	64.432602	259.634033	64.426201	0.66	0.42	-39.80	0.37	0.53	1.06	8.16	1.00

Table B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0225	16.35	823	2	258.923767	64.666275	258.892639	64.663483	0.69	0.52	-16.48	0.24	0.60	1.13	5.90	0.72
0225	16.35	823	4	259.430450	64.717720	259.439056	64.722458	1.26	0.73	-32.30	0.42	0.96	1.00	2.37	0.29
0225	16.35	823	4	259.430450	64.717720	259.439056	64.722458	1.26	0.73	-32.30	0.42	0.96	1.00	2.37	0.29
0227	16.54	456	1	135.267044	58.219498	135.320175	58.243427	0.82	0.61	-36.63	0.26	0.71	1.13	13.83	1.00
0227	16.54	456	3	135.506210	58.603268	135.505173	58.600319	1.03	0.67	-85.56	0.35	0.83	1.06	1.51	0.11
0229	17.19	402	1	176.788773	4.598290	176.784729	4.620904	0.61	0.50	84.00	0.18	0.55	1.13	5.45	1.00
0229	17.19	402	7	176.559082	4.592622	176.555786	4.590916	0.85	0.61	-36.88	0.28	0.72	1.13	1.75	0.32
0229	17.19	402	5	176.563095	4.406844	176.559601	4.403858	1.39	0.68	-63.15	0.51	0.97	1.25	3.00	0.55
0231	17.39	445	3	253.849258	35.635502	253.839401	35.624416	0.76	0.48	-60.99	0.37	0.60	1.13	3.24	0.43
0231	17.39	445	4	253.796997	35.152344	253.819839	35.132969	1.25	0.62	50.94	0.50	0.88	1.44	3.17	0.42
0231	17.39	445	1	254.082642	35.413513	254.103394	35.399765	0.64	0.53	40.93	0.17	0.58	1.13	7.55	1.00
0232	16.32	653	5	148.577393	-0.887749	148.585739	-0.915065	0.74	0.47	44.94	0.36	0.59	1.13	5.06	0.52
0232	16.32	653	8	148.803070	-0.034726	148.812973	-0.043310	0.98	0.54	47.07	0.45	0.72	1.13	2.43	0.25
0232	16.32	653	6	148.641754	0.127144	148.633362	0.125755	0.97	0.93	65.77	0.05	0.95	1.25	3.26	0.34
0232	16.32	653	1	149.150787	-0.375135	149.145828	-0.365616	0.71	0.50	51.47	0.30	0.59	1.19	9.71	1.00
0232	16.32	653	4	149.399307	-0.359943	149.404739	-0.360329	0.64	0.52	-37.60	0.18	0.58	1.13	5.48	0.56
0233	16.17	938	1	259.083313	64.689926	258.968872	64.660141	0.95	0.62	-15.13	0.35	0.77	1.13	4.66	1.00
0233	16.17	938	3	259.608215	64.426605	259.563995	64.406410	0.72	0.41	-42.77	0.44	0.54	1.06	8.05	1.73
0233	16.17	938	4	260.018188	64.802536	260.022095	64.806686	0.60	0.53	-34.74	0.12	0.57	1.25	4.01	0.86
0234	17.21	403	7	176.584976	52.044956	176.584396	52.048473	1.25	0.70	-85.44	0.44	0.94	0.81	1.11	0.10
0234	17.21	403	1	176.060593	52.278522	176.072327	52.282696	0.62	0.48	-38.15	0.22	0.55	1.19	10.60	1.00
0234	17.21	403	4	175.913071	52.434387	175.908157	52.438053	0.95	0.61	55.76	0.36	0.76	1.00	1.72	0.16
0235	16.84	393	1	346.621674	14.464575	346.609528	14.464381	0.50	0.45	19.21	0.11	0.48	1.06	6.32	1.00
0236	16.13	748	3	202.352188	0.699297	202.352661	0.700520	0.44	0.43	1.48	0.02	0.44	1.06	4.13	0.32
0236	16.13	748	1	201.808868	1.340417	201.805603	1.338791	0.81	0.50	-39.48	0.38	0.64	1.25	12.90	1.00
0237	16.19	804	2	191.696121	0.318212	191.710571	0.278895	0.76	0.58	-88.19	0.23	0.66	1.19	19.90	1.49
0237	16.19	804	6	190.827011	0.322756	190.827774	0.317758	0.92	0.64	-68.38	0.31	0.77	0.94	1.98	0.15
0237	16.19	804	6	190.827011	0.322756	190.827774	0.317758	0.92	0.64	-68.38	0.31	0.77	0.94	1.98	0.15
0237	16.19	804	1	191.318619	0.850181	191.321930	0.834132	0.94	0.61	42.16	0.35	0.76	1.44	13.35	1.00
0237	16.19	804	4	191.102997	0.750303	191.094269	0.745289	0.70	0.57	-38.61	0.18	0.63	1.06	4.60	0.34
0237	16.19	804	4	191.102997	0.750303	191.094269	0.745289	0.70	0.57	-38.61	0.18	0.63	1.06	4.60	0.34
0238	16.17	720	6	122.018288	34.913990	122.023026	34.921200	1.25	0.55	-14.13	0.56	0.83	1.00	1.75	0.10
0238	16.17	720	4	123.034111	34.492538	123.030640	34.500214	0.96	0.76	45.52	0.21	0.85	1.38	3.21	0.18
0239	16.98	622	3	160.852600	57.379795	160.887878	57.387787	0.68	0.47	-38.27	0.31	0.56	1.13	12.05	1.19
0239	16.98	622	1	161.100235	57.901142	161.083252	57.899380	0.62	0.58	-48.42	0.07	0.60	1.31	10.11	1.00
0240	16.71	495	1	193.981155	62.144238	193.981461	62.150204	0.64	0.53	14.62	0.18	0.58	1.13	13.75	1.00
0240	16.71	495	5	194.276611	61.833607	194.277435	61.839108	0.66	0.42	74.93	0.36	0.52	0.94	1.88	0.14
0240	16.71	495	7	194.693695	61.968346	194.690826	61.968258	0.52	0.45	29.32	0.13	0.49	1.00	1.54	0.11
0240	16.71	495	2	194.546066	62.437119	194.555481	62.423828	0.94	0.56	77.92	0.41	0.72	1.19	3.27	0.24
0240	16.71	495	3	194.900055	61.653484	194.892334	61.651772	1.29	0.66	-42.84	0.49	0.92	1.13	2.68	0.20
0241	16.89	492	1	357.364227	15.236068	357.338440	15.226000	0.79	0.62	74.96	0.22	0.70	1.13	11.43	1.00
0241	16.89	492	2	356.960907	14.924911	356.964294	14.927180	0.71	0.50	56.96	0.29	0.59	1.19	6.43	0.56
0243	16.41	689	3	213.550735	5.126750	213.546310	5.131629	0.53	0.43	73.95	0.19	0.47	1.06	4.84	0.48
0243	16.41	689	7	212.662949	5.443471	212.663620	5.446691	0.82	0.68	-71.30	0.17	0.75	1.31	2.63	0.26
0243	16.41	689	1	212.890732	4.898356	212.873032	4.887927	0.64	0.50	-22.60	0.22	0.56	1.13	10.12	1.00
0243	16.41	689	2	213.398560	5.545454	213.413910	5.543233	0.75	0.66	1.61	0.12	0.70	1.38	6.88	0.68
0244	16.59	671	1	1.237196	0.963682	1.234134	0.962123	0.54	0.48	29.93	0.10	0.51	1.13	7.68	1.00
0244	16.59	671	6	1.548093	1.022316	1.550628	1.023511	0.80	0.44	-60.14	0.45	0.59	1.13	2.74	0.36
0244	16.59	671	9	1.181969	1.222178	1.177442	1.231338	1.38	0.60	59.49	0.56	0.91	1.00	1.27	0.17
0244	16.59	671	4	1.009794	0.444312	1.021601	0.480371	0.69	0.47	-65.01	0.32	0.57	1.06	4.84	0.63
0244	16.59	671	5	1.241997	0.424811	1.248308	0.437870	0.71	0.57	-73.91	0.19	0.64	1.19	3.04	0.40
0244	16.59	671	5	1.241997	0.424811	1.248308	0.437870	0.71	0.57	-73.91	0.19	0.64	1.19	3.04	0.40
0244	16.59	671	2	0.836014	1.081059	0.832607	1.089616	1.11	0.67	55.16	0.40	0.86	1.19	6.13	0.80
0246	16.43	647	9	227.767227	3.201101	227.773468	3.200962	0.79	0.55	15.01	0.30	0.66	1.06	1.65	0.13
0246	16.43	647	1	227.488785	3.013515	227.495697	3.009385	0.58	0.53	18.96	0.09	0.55	1.25	13.08	1.00
0247	16.93	494	1	122.324593	48.982605	122.340721	48.977470	0.66	0.48	-70.70	0.27	0.57	1.00	3.99	1.00
0247	16.93	494	6	123.011406	49.329849	123.025124	49.338959	1.91	0.69	-51.85	0.64	1.15	1.06	2.15	0.54
0248	16.23	445	6	28.620291	14.979049	28.622980	14.981384	0.76	0.61	-69.60	0.19	0.68	1.06	1.34	0.20
0248	16.23	445	3	28.604401	14.645616	28.578392	14.637381	0.81	0.47	-31.72	0.41	0.62	1.19	3.52	0.51
0248	16.23	445	1	28.962896	14.869520	28.962051	14.861537	0.57	0.48	-85.67	0.16	0.53	1.13	6.84	1.00
0249	16.28	821	7	202.026810	-1.735765	202.024979	-1.740412	0.60	0.50	-81.36	0.16	0.55	1.00	1.54	0.22
0249	16.28	821	5	203.139496	-2.115641	203.142578	-2.121635	0.68	0.58	49.54	0.16	0.63	1.00	2.42	0.34
0249	16.28	821	1	202.532104	-2.096861	202.535355	-2.100270	0.71	0.50	-40.36	0.29	0.60	1.19	7.15	1.00
0249	16.28	821	3	202.997650	-1.907536	203.008179	-1.912258	0.74	0.67	-66.17	0.10	0.70	1.31	9.96	1.39
0250	16.56	605	1	133.816589	53.740948	133.817657	53.736271	1.19	0.69	-72.96	0.42	0.91	1.13	2.22	1.00
0250	16.56	605	5	134.840912	53.617161	134.843567	53.609077	0.83	0.54	56.62	0.35	0.67	1.19	3.15	1.42
0250	16.56	605	6	134.705414	53.744091	134.700516	53.748882	1.05	0.56	44.28	0.47	0.77	1.13	2.34	1.05
0250	16.56	605	3	133.643723	54.198605	133.635147	54.210033	1.62	0.64	59.39	0.61	1.02	1.19	5.63	2.54
0253	15.43	704	2	17.490210	14.004523	17.497196	13.991787	0.77	0.53	70.14	0.31	0.64	1.13	11.73	0.92
0255	16.15	534	4	183.119888	53.021809	183.113998	53.029709	1.09	0.83	64.21	0.24	0.95	1.31	3.29	0.23
0255	16.15	534	1	182.209396	53.340691	182.212296	53.343796	0.70	0.49	30.04	0.30	0.59	1.25	14.18	1.00
0255	16.15	534	2	182.472427	53.122169	182.475830	53.117558	0.93	0.59	58.24	0.36	0.74	1.06	4.09	0.29
0256	16.28	577	1	190.653885	2.838406	190.704330	2.852350	0.87	0.51	-19.80	0.41	0.67	1.25	11.12	1.00
0257	15.91	533	2	233.062683	52.235119	233.063782	52.236553	0.68	0.47	-7.88	0.32	0.57	1.06	4.94	0.32
0257	15.91	533	1	232.288437	52.882221	232.288177	52.870903	0.84	0.55	-53.40	0.35	0.68	1.38	15.26	1.00
0258	17.16	647	3	176.974304	50.950981	176.998749	50.951221	1.31	0.60	26.18	0.54	0.89	1.31	3.91	0.22
0259	15.52	551	1	331.862122	-7.543988	331.848114	-7.539753	0.78	0.63	-15.33	0.19	0.70	1.31	10.42	1.00
0259	15.52	551	2	332.161011	-7.577850	332.174561	-7.583730	1.55	0.65	19.07	0.58	1.00	1.13	6.83	0.66

TABLE B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0261	16.90	435	7	182.261063	66.843414	182.246689	66.832191	1.29	0.56	-70.55	0.57	0.85	1.00	1.41	0.14
0261	16.90	435	6	180.395248	67.427658	180.389328	67.431229	1.14	0.70	48.77	0.38	0.89	1.13	2.20	0.21
0261	16.90	435	2	181.829727	67.030220	181.837524	67.026611	1.27	0.72	44.17	0.44	0.95	1.19	4.35	0.42
0261	16.90	435	2	181.829727	67.030220	181.837524	67.026611	1.27	0.72	44.17	0.44	0.95	1.19	4.35	0.42
0261	16.90	435	1	181.232559	67.171951	181.205872	67.169983	0.62	0.47	18.88	0.23	0.54	1.13	10.27	1.00
0262	16.98	507	2	159.106369	1.023485	159.104980	1.022701	0.71	0.49	-35.34	0.32	0.59	1.13	2.16	0.97
0262	16.98	507	6	159.794189	0.863674	159.790970	0.860340	0.64	0.54	-61.34	0.15	0.59	1.00	1.45	0.66
0262	16.98	507	1	159.531586	0.974793	159.531204	0.974004	0.77	0.48	-2.42	0.38	0.61	1.06	2.21	1.00
0262	16.98	507	5	159.370010	0.983453	159.364777	0.982125	0.77	0.53	16.93	0.31	0.64	1.06	1.76	0.80
0263	16.50	569	5	155.079956	0.511708	155.078049	0.513107	0.75	0.50	18.69	0.34	0.61	1.13	4.23	0.49
0263	16.50	569	3	154.464310	0.317198	154.471085	0.307549	0.62	0.48	33.67	0.22	0.55	1.19	5.40	0.63
0263	16.50	569	4	154.302521	0.470403	154.299759	0.478841	1.19	1.03	87.17	0.14	1.11	1.44	4.56	0.53
0263	16.50	569	1	154.849457	0.329413	154.857773	0.312446	1.23	0.75	60.74	0.39	0.96	1.50	8.62	1.00
0265	16.92	393	4	332.525482	-7.429710	332.518616	-7.421883	1.02	0.61	18.61	0.40	0.79	1.25	2.54	0.31
0265	16.92	393	5	332.975952	-7.412519	332.979462	-7.405042	1.15	0.65	-62.97	0.44	0.86	1.25	2.28	0.28
0265	16.92	393	1	332.500092	-7.843601	332.506042	-7.820697	1.13	0.48	-63.97	0.57	0.74	1.25	8.21	1.00
0265	16.92	393	1	332.500092	-7.843601	332.506042	-7.820697	1.13	0.48	-63.97	0.57	0.74	1.25	8.21	1.00
0265	16.92	393	2	332.265991	-8.041010	332.258484	-8.032480	0.78	0.62	26.03	0.20	0.70	1.06	6.04	0.74
0265	16.92	393	3	332.306702	-8.164427	332.304535	-8.169597	0.99	0.77	39.66	0.22	0.87	1.00	4.86	0.59
0266	16.76	582	9	185.589691	63.452919	185.581604	63.450390	0.68	0.52	-39.07	0.23	0.59	1.06	1.77	0.15
0266	16.76	582	6	183.869995	63.974323	183.874969	63.980202	0.54	0.52	-35.31	0.04	0.53	1.06	2.40	0.21
0266	16.76	582	2	185.745911	63.965527	185.727234	63.957600	0.83	0.50	40.37	0.40	0.65	1.19	4.94	0.43
0266	16.76	582	4	185.216995	63.557533	185.227509	63.558014	0.67	0.52	4.07	0.22	0.59	1.00	2.88	0.25
0266	16.76	582	1	184.742752	63.523804	184.761200	63.532265	0.57	0.51	-38.66	0.12	0.54	1.19	11.51	1.00
0267	16.76	510	2	187.596634	62.962830	187.588654	62.939404	0.89	0.48	81.99	0.46	0.65	1.19	3.69	0.43
0267	16.76	510	4	187.331680	62.409016	187.325684	62.410545	1.09	0.54	-9.80	0.51	0.77	1.13	2.94	0.34
0267	16.76	510	1	186.560272	62.537083	186.552231	62.535332	1.06	0.43	-43.18	0.60	0.67	1.44	8.57	1.00
0270	16.63	496	2	188.294937	64.148735	188.343628	64.152267	1.33	0.55	-18.80	0.59	0.85	1.19	5.69	0.45
0271	16.93	413	5	166.706802	49.919621	166.698563	49.918999	0.79	0.53	73.35	0.33	0.65	1.13	2.26	0.30
0273	16.02	490	3	131.436264	2.508564	131.425735	2.509232	0.68	0.46	-29.53	0.32	0.56	1.13	3.78	0.88
0273	16.02	490	7	131.665939	2.565966	131.670410	2.568757	1.48	0.99	-18.59	0.33	1.21	1.06	2.60	0.60
0273	16.02	490	5	131.314056	2.108320	131.318253	2.080011	1.29	0.62	87.26	0.52	0.90	1.06	3.60	0.83
0273	16.02	490	1	131.161331	2.269227	131.157181	2.276768	1.59	0.88	-17.10	0.45	1.18	1.19	4.31	1.00
0273	16.02	490	4	131.074203	2.117559	131.067673	2.109838	0.95	0.61	-72.45	0.36	0.76	1.06	3.62	0.84
0275	16.83	495	1	15.375922	-0.122511	15.366908	-0.096841	0.81	0.50	71.42	0.37	0.64	1.19	9.83	1.00
0275	16.83	495	2	15.026560	0.111852	15.026572	0.109947	0.48	0.44	-71.65	0.08	0.46	1.06	6.38	0.65
0276	16.95	456	1	253.069580	43.189964	253.033600	43.195419	0.81	0.47	13.06	0.42	0.61	1.06	6.87	1.00
0276	16.95	456	5	253.054565	42.959240	253.056046	42.965504	0.84	0.45	-73.35	0.47	0.61	1.00	2.20	0.32
0277	17.08	298	4	232.298737	-1.180332	232.297516	-1.178231	1.05	0.67	-32.29	0.36	0.83	1.38	2.54	0.49
0277	17.08	298	6	232.151443	-0.978946	232.149155	-0.983099	0.82	0.54	-64.63	0.34	0.66	1.13	1.96	0.38
0277	17.08	298	1	231.877655	-0.873396	231.883698	-0.858209	0.90	0.55	-51.17	0.39	0.71	1.19	5.14	1.00
0277	17.08	298	1	231.877655	-0.873396	231.883698	-0.858209	0.90	0.55	-51.17	0.39	0.71	1.19	5.14	1.00
0277	17.08	298	2	231.713287	-0.829728	231.704132	-0.823077	0.63	0.49	42.30	0.22	0.55	1.06	3.68	0.72
0278	16.21	621	2	333.116425	-8.951854	333.137512	-8.982438	0.73	0.63	38.31	0.14	0.68	1.31	7.38	1.05
0278	16.21	621	1	333.499786	-8.571018	333.494202	-8.564189	0.53	0.46	-52.62	0.13	0.50	1.06	7.06	1.00
0278	16.21	621	4	333.865875	-8.374669	333.878113	-8.343781	0.93	0.51	-33.71	0.45	0.69	1.06	3.94	0.56
0279	16.30	719	6	232.816895	2.867181	232.817032	2.870025	0.67	0.54	-84.25	0.19	0.60	1.13	2.06	0.13
0279	16.30	719	1	232.674774	3.477229	232.662354	3.493183	0.71	0.53	65.44	0.26	0.61	1.25	16.42	1.00
0279	16.30	719	2	232.352646	3.569522	232.352829	3.551713	0.97	0.55	61.81	0.43	0.73	1.13	4.14	0.25
0279	16.30	719	2	232.352646	3.569522	232.352829	3.551713	0.97	0.55	61.81	0.43	0.73	1.13	4.14	0.25
0280	16.76	637	4	255.514145	35.775684	255.518219	35.769630	0.72	0.60	20.47	0.16	0.65	1.00	1.90	0.12
0280	16.76	637	6	255.728683	34.930653	255.729477	34.930210	0.61	0.25	31.28	0.59	0.39	0.88	1.50	0.09
0281	15.43	520	2	331.454956	-7.539437	331.438721	-7.538773	0.65	0.51	-7.54	0.22	0.57	1.13	4.71	0.49
0282	15.95	714	1	16.824232	14.264688	16.830572	14.261100	0.68	0.51	28.48	0.26	0.59	1.25	15.73	1.00
0283	16.15	609	1	23.699862	-0.644007	23.732599	-0.661244	0.81	0.50	36.63	0.38	0.64	1.13	6.63	1.00
0283	16.15	609	6	23.756180	-1.022028	23.766499	-1.017109	0.84	0.56	-30.78	0.34	0.68	1.06	2.86	0.43
0283	16.15	609	9	23.133263	-1.141413	23.128078	-1.141313	1.04	0.71	22.02	0.31	0.86	0.88	1.96	0.30
0283	16.15	609	2	24.300428	-0.430255	24.320091	-0.446568	0.73	0.57	8.54	0.22	0.64	1.31	8.83	1.33
0283	16.15	609	3	23.487541	-1.112908	23.500956	-1.107476	1.58	0.91	-13.44	0.42	1.20	1.38	7.70	1.16
0283	16.15	609	4	23.336107	-1.209444	23.320156	-1.226068	1.79	0.79	-44.78	0.56	1.19	1.25	6.38	0.96
0284	16.54	625	1	131.029510	51.395134	131.067947	51.392345	0.78	0.49	12.13	0.37	0.62	1.19	12.67	1.00
0287	16.19	469	1	350.720245	-10.029481	350.714142	-10.026358	0.55	0.48	12.90	0.13	0.52	1.13	12.27	1.00
0288	15.60	813	5	5.172631	-0.107171	5.140911	-0.120039	0.77	0.46	-41.61	0.41	0.60	1.19	4.70	0.54
0288	15.60	813	6	5.127055	-1.123427	5.126520	-1.114174	0.71	0.56	-69.64	0.22	0.63	1.13	4.39	0.50
0288	15.60	813	4	5.258746	-1.425231	5.261408	-1.419549	0.70	0.59	4.70	0.17	0.64	1.38	5.69	0.65
0288	15.60	813	1	5.927247	-0.902790	5.914907	-0.844406	0.83	0.68	65.04	0.18	0.75	1.25	8.75	1.00
0289	16.23	838	8	231.955246	3.916414	231.941742	3.917008	2.33	0.77	29.21	0.67	1.34	1.06	1.86	0.22
0289	16.23	838	8	231.955246	3.916414	231.941742	3.917008	2.33	0.77	29.21	0.67	1.34	1.06	1.86	0.22
0289	16.23	838	1	231.968338	3.423252	231.969101	3.425678	0.49	0.47	26.04	0.03	0.48	1.06	8.45	1.00
0289	16.23	838	7	232.256042	3.298511	232.231598	3.289160	1.05	0.66	11.04	0.37	0.83	1.19	3.17	0.37
0289	16.23	838	3	232.070038	2.916850	232.078430	2.923422	0.63	0.49	-61.56	0.22	0.56	1.13	4.67	0.55
0289	16.23	838	6	231.852798	2.996787	231.843353	2.994388	0.61	0.50	-57.29	0.18	0.55	1.13	4.08	0.48
0289	16.23	838	4	232.372269	3.527467	232.368408	3.529321	0.74	0.58	22.74	0.21	0.66	1.19	4.59	0.54
0289	16.23	838	2	231.562622	3.884352	231.564178	3.884158	0.95	0.55	-69.19	0.42	0.72	1.19	5.58	0.66
0291	16.45	499	1	154.948578	-0.644119	154.937469	-0.639387	0.76	0.51	8.10	0.33	0.62	1.19	12.18	1.00
0291	16.45	499	3	155.325745	-1.011194	155.337891	-1.014689	0.70	0.50	44.70	0.29	0.59	1.19	3.79	0.31
0293	16.09	428	3	11.829403	15.480311	11.811700	15.470896	0.63	0.50	-23.80	0.19	0.56	1.19	4.31	0.83
0293	16.09	428	1	12.125047	15.711708	12.125045	15.714298	0.58	0.46	72.64	0.20	0.52	1.06	5.21	1.00

Table B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0294	15.49	773	10	182.796204	60.541801	182.793686	60.541862	0.71	0.63	-89.86	0.12	0.67	0.94	1.15	0.06
0294	15.49	773	6	182.196411	59.415142	182.194305	59.419899	0.82	0.62	3.94	0.25	0.71	1.19	1.89	0.10
0294	15.49	773	1	183.794724	59.938076	183.850021	59.934429	0.76	0.50	-32.36	0.34	0.62	1.19	18.54	1.00
0294	15.49	773	3	184.088623	60.416435	184.093750	60.425140	0.52	0.42	82.15	0.19	0.47	1.00	4.54	0.24
0294	15.49	773	2	183.261307	59.271576	183.351212	59.308899	1.08	0.47	-32.41	0.57	0.71	1.19	10.83	0.58
0296	17.15	565	5	178.308594	51.212002	178.278259	51.196468	0.78	0.51	-33.11	0.34	0.63	1.13	2.73	0.70
0296	17.15	565	2	177.975143	51.384014	177.970291	51.391487	0.69	0.48	47.54	0.31	0.58	1.13	4.22	1.08
0296	17.15	565	4	178.226685	51.384525	178.232056	51.382904	0.78	0.58	-52.36	0.25	0.67	1.13	2.91	0.74
0296	17.15	565	1	177.683411	51.105808	177.689957	51.106895	0.86	0.74	34.16	0.14	0.80	1.25	3.91	1.00
0296	17.15	565	7	177.581497	51.033504	177.575104	51.030869	1.09	0.60	-39.99	0.45	0.81	1.00	2.20	0.56
0297	15.52	770	6	135.620361	52.113270	135.681870	52.154957	0.83	0.42	-44.21	0.49	0.59	1.00	3.95	0.40
0297	15.52	770	8	136.666641	51.367340	136.669281	51.381718	0.75	0.73	-79.11	0.03	0.74	1.19	2.85	0.29
0297	15.52	770	10	136.262711	51.863949	136.249771	51.858047	0.77	0.52	-39.42	0.33	0.63	1.06	2.66	0.27
0297	15.52	770	1	136.865067	52.116856	136.916519	52.139465	0.70	0.44	-38.75	0.36	0.56	1.13	9.77	1.00
0299	16.76	673	7	178.667831	0.076982	178.667145	0.075456	0.80	0.60	-16.72	0.25	0.69	1.00	1.37	0.14
0299	16.76	673	3	179.337128	0.180839	179.316589	0.146144	0.83	0.71	-86.21	0.14	0.77	1.19	7.28	0.75
0299	16.76	673	6	179.022141	-0.505781	179.024994	-0.503312	0.92	0.66	-27.87	0.28	0.77	0.88	1.62	0.17
0299	16.76	673	1	179.049698	-0.187842	179.051498	-0.198464	0.55	0.50	11.64	0.09	0.53	1.06	9.71	1.00
0299	16.76	673	5	179.000259	-0.025865	178.998489	-0.021739	1.00	0.37	49.71	0.63	0.61	0.69	1.70	0.18
0300	16.11	691	12	190.536667	0.846190	190.537964	0.847016	0.70	0.49	-13.80	0.30	0.58	0.94	1.34	0.29
0300	16.11	691	1	190.748505	0.527455	190.716202	0.542304	0.88	0.46	10.61	0.47	0.64	1.00	4.57	1.00
0300	16.11	691	1	190.748505	0.527455	190.716202	0.542304	0.88	0.46	10.61	0.47	0.64	1.00	4.57	1.00
0300	16.11	691	2	191.308624	0.879986	191.319901	0.846968	1.12	0.66	56.95	0.41	0.86	1.50	14.61	3.19
0300	16.11	691	3	191.106064	0.751935	191.101425	0.749262	0.86	0.67	-43.53	0.22	0.76	1.13	4.92	1.08
0302	16.15	439	1	195.187653	1.066946	195.185059	1.057302	0.75	0.59	73.59	0.21	0.66	1.31	10.26	1.00
0304	16.26	655	8	188.736847	4.340777	188.714813	4.347991	1.72	0.54	19.48	0.68	0.96	0.94	1.24	0.12
0304	16.26	655	7	188.602478	3.873569	188.600784	3.871540	0.48	0.26	-87.50	0.45	0.36	0.44	1.38	0.14
0305	15.83	491	1	195.747726	3.280338	195.730804	3.297000	0.71	0.53	-69.22	0.25	0.61	1.13	12.22	1.00
0305	15.83	491	4	195.955902	2.699252	195.956589	2.710559	0.74	0.53	-23.87	0.29	0.63	1.13	3.38	0.28
0305	15.83	491	2	195.053253	2.758701	195.046967	2.755500	1.51	0.88	-43.78	0.42	1.15	1.50	4.14	0.34
0305	15.83	491	6	195.197617	2.874349	195.208176	2.884453	1.22	0.70	-41.30	0.43	0.92	1.06	1.99	0.16
0306	16.50	751	7	152.658203	0.292599	152.656296	0.293025	0.67	0.52	30.71	0.22	0.59	1.00	1.20	0.18
0306	16.50	751	1	152.097244	0.158687	152.093445	0.175572	0.61	0.45	87.62	0.26	0.52	1.00	6.77	1.00
0306	16.50	751	3	152.321365	-0.230639	152.294113	-0.279596	1.03	0.65	78.31	0.37	0.82	1.25	10.77	1.59
0307	16.87	508	1	202.774872	1.953349	202.772995	1.959664	0.62	0.46	-84.30	0.27	0.53	1.06	5.78	1.00
0307	16.87	508	6	202.372574	2.054670	202.387878	2.031521	1.33	0.62	70.09	0.53	0.91	1.00	2.30	0.40
0310	16.19	659	3	201.266479	-0.431052	201.262985	-0.405797	0.65	0.51	85.46	0.22	0.57	1.13	4.38	0.42
0310	16.19	659	5	201.240234	-0.073155	201.240768	-0.072674	0.59	0.52	60.37	0.11	0.55	1.25	2.70	0.26
0310	16.19	659	12	201.919006	0.769504	201.923721	0.765719	1.07	0.76	16.99	0.29	0.90	0.75	1.18	0.11
0310	16.19	659	1	201.563965	0.215221	201.557251	0.210500	0.64	0.47	-43.87	0.27	0.54	1.19	10.38	1.00
0312	15.71	458	5	353.792480	15.239015	353.789764	15.258397	1.12	0.60	78.39	0.47	0.82	1.06	1.65	0.15
0312	15.71	458	4	354.613251	15.413974	354.620605	15.401855	1.39	0.68	57.06	0.51	0.97	1.13	2.41	0.22
0312	15.71	458	4	354.613251	15.413974	354.620605	15.401855	1.39	0.68	57.06	0.51	0.97	1.13	2.41	0.22
0312	15.71	458	1	354.399750	15.889721	354.472748	15.877397	0.76	0.54	24.34	0.29	0.64	1.13	11.05	1.00
0313	15.98	647	6	189.951431	6.527124	189.954544	6.523843	0.96	0.58	41.79	0.39	0.75	1.19	2.92	0.19
0313	15.98	647	1	189.733414	6.174634	189.728302	6.183700	0.55	0.46	55.66	0.16	0.50	1.13	15.49	1.00
0313	15.98	647	3	190.046616	5.948285	190.106979	5.922344	1.92	0.80	24.93	0.59	1.23	1.25	5.36	0.35
0314	16.76	678	1	176.322662	-2.990918	176.386093	-2.973318	0.89	0.45	-15.34	0.50	0.63	1.13	4.25	1.00
0314	16.76	678	2	176.398788	-3.330990	176.399368	-3.340017	0.91	0.60	-15.28	0.35	0.74	1.38	4.73	1.11
0315	15.78	843	1	159.775757	4.564614	159.747513	4.636142	0.79	0.58	83.33	0.27	0.67	1.13	9.12	1.00
0315	15.78	843	6	160.356354	4.194361	160.347748	4.208287	1.13	0.53	65.80	0.53	0.78	1.00	1.94	0.21
0315	15.78	843	4	159.035950	4.217999	159.028503	4.221376	0.78	0.55	13.10	0.29	0.65	1.19	3.50	0.38
0317	15.57	604	2	148.594467	0.549753	148.569138	0.570372	1.07	0.77	29.40	0.28	0.90	1.50	10.17	1.77
0317	15.57	604	1	147.996017	1.114438	147.980103	1.123533	0.57	0.48	53.81	0.16	0.52	1.00	5.75	1.00
0317	15.57	604	4	148.302063	0.969260	148.332138	0.951105	1.68	0.67	35.01	0.60	1.06	1.25	4.99	0.87
0319	16.02	557	1	324.861115	10.416068	324.854919	10.429219	0.69	0.55	23.75	0.20	0.61	1.31	8.94	1.00
0319	16.02	557	2	325.468536	10.303720	325.472961	10.297483	0.59	0.47	8.91	0.20	0.52	1.06	11.45	1.28
0319	16.02	557	4	324.330811	10.657699	324.357483	10.661329	0.80	0.52	-1.07	0.36	0.64	1.13	5.22	0.58
0320	15.46	644	10	7.261081	0.328776	7.254899	0.333347	0.57	0.50	48.09	0.12	0.53	0.94	1.28	0.07
0320	15.46	644	11	6.837101	0.180376	6.840562	0.182676	0.71	0.58	-37.99	0.19	0.64	1.00	1.26	0.07
0320	15.46	644	5	7.628601	-0.761890	7.631591	-0.766535	0.58	0.41	-9.62	0.30	0.49	0.94	2.46	0.13
0320	15.46	644	9	6.553130	0.504080	6.546803	0.499025	0.99	0.64	-13.15	0.36	0.80	1.06	1.48	0.08
0320	15.46	644	1	7.330470	-0.213368	7.322700	-0.194000	0.63	0.57	56.40	0.09	0.60	1.19	18.85	1.00
0320	15.46	644	3	7.576788	0.071644	7.578842	0.077212	1.06	0.95	-65.78	0.10	1.00	1.25	4.18	0.22
0320	15.46	644	4	6.833890	-0.907067	6.825464	-0.894570	1.05	0.53	50.72	0.49	0.75	1.19	3.74	0.20
0321	15.95	700	1	177.521881	5.678337	177.520706	5.664967	0.56	0.51	17.81	0.08	0.54	1.13	11.97	1.00
0321	15.95	700	6	178.163391	5.413694	178.198349	5.388604	0.90	0.48	42.80	0.47	0.65	1.13	3.23	0.27
0321	15.95	700	7	177.459976	6.335785	177.459000	6.327312	1.29	0.63	-73.84	0.51	0.90	1.06	2.97	0.25
0321	15.95	700	3	177.918259	6.221204	177.946350	6.149304	1.65	0.55	67.43	0.67	0.95	1.25	5.61	0.47
0322	16.35	444	7	142.154068	3.236065	142.161224	3.229006	0.96	0.57	25.19	0.40	0.74	1.13	1.90	0.23
0322	16.35	444	1	142.688065	3.805279	142.661240	3.795900	0.87	0.53	-11.88	0.40	0.68	1.25	8.39	1.00
0322	16.35	444	2	142.987778	3.934451	142.994858	3.941425	0.61	0.50	-66.31	0.17	0.55	1.13	5.56	0.66
0323	16.00	705	6	164.054611	56.159458	164.097473	56.129936	0.79	0.47	50.14	0.40	0.61	1.19	3.16	0.30
0323	16.00	705	8	164.373871	55.754673	164.344604	55.664806	1.19	0.68	-57.63	0.43	0.90	1.13	2.91	0.27
0323	16.00	705	12	163.415222	55.788048	163.416611	55.783123	0.93	0.63	80.61	0.32	0.77	0.88	1.36	0.13
0323	16.00	705	4	162.244141	56.305229	162.235184	56.301674	0.71	0.57	-41.51	0.20	0.64	1.44	3.99	0.38
0323	16.00	705	3	162.376526	56.663311	162.378265	56.645927	0.72	0.48	-76.07	0.33	0.59	1.06	4.90	0.46
0323	16.00	705	5	162.337387	56.881409	162.327820	56.892265	1.00	0.74	65.34	0.26	0.86	1.06	3.75	0.35

TABLE B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0323	16.00	705	1	163.283066	56.309418	163.298157	56.306690	0.67	0.56	68.35	0.15	0.61	1.25	10.60	1.00
0323	16.00	705	9	163.243088	56.516918	163.243301	56.523304	1.13	0.60	-66.66	0.47	0.82	0.69	2.33	0.22
0325	16.90	584	8	204.874146	2.859714	204.873398	2.856053	0.65	0.39	-63.33	0.40	0.51	1.06	1.96	0.24
0325	16.90	584	1	205.147171	3.197570	205.141174	3.198745	0.63	0.51	1.43	0.18	0.57	1.13	8.26	1.00
0325	16.90	584	2	205.122314	2.938757	205.153732	2.935485	0.95	0.56	-0.63	0.41	0.73	1.25	6.07	0.73
0325	16.90	584	5	204.798737	2.553612	204.806549	2.559354	0.64	0.61	-34.69	0.05	0.63	1.13	3.53	0.43
0325	16.90	584	4	205.447937	3.356188	205.446732	3.365848	0.67	0.56	7.29	0.16	0.61	1.13	4.40	0.53
0325	16.90	584	6	205.531464	3.251007	205.530411	3.248821	0.77	0.44	79.42	0.43	0.58	1.13	3.06	0.37
0326	16.21	441	1	3.937487	14.668356	3.941391	14.672006	0.56	0.52	-39.47	0.08	0.54	1.13	14.03	1.00
0326	16.21	441	6	4.520328	15.229848	4.529041	15.232782	0.89	0.74	-8.97	0.17	0.81	1.06	1.65	0.12
0328	17.09	469	1	144.778503	60.912613	144.803055	60.918133	0.63	0.47	-59.73	0.25	0.54	1.06	6.63	1.00
0328	17.09	469	2	145.480194	61.338676	145.482605	61.343594	0.82	0.58	55.94	0.29	0.69	1.19	4.84	0.73
0328	17.09	469	8	145.496002	61.223961	145.496262	61.223190	0.63	0.37	-84.18	0.42	0.48	0.56	1.00	0.15
0330	16.83	534	7	170.321899	49.987091	170.327972	49.995304	0.70	0.44	-62.03	0.38	0.55	1.00	1.65	0.17
0330	16.83	534	9	170.358337	49.286140	170.349518	49.288803	0.97	0.79	44.66	0.18	0.88	0.81	1.04	0.11
0330	16.83	534	8	170.591293	50.059566	170.582794	50.059910	1.17	0.72	29.85	0.39	0.92	0.88	1.23	0.13
0330	16.83	534	2	170.579865	49.310558	170.567566	49.323250	1.26	0.66	75.28	0.48	0.91	1.38	3.82	0.40
0330	16.83	534	1	170.540207	49.726639	170.501938	49.758411	0.73	0.52	62.84	0.29	0.61	1.13	9.60	1.00
0330	16.83	534	3	170.857513	49.770031	170.868820	49.770588	0.72	0.53	-0.63	0.27	0.61	1.00	2.22	0.23
0331	16.78	381	1	217.736298	60.371548	217.748917	60.375206	0.54	0.46	-64.44	0.14	0.50	1.06	6.00	1.00
0331	16.78	381	2	217.940521	60.814857	217.965820	60.862251	0.96	0.52	-74.69	0.46	0.71	1.25	7.18	1.20
0331	16.78	381	3	217.176743	60.278427	217.182144	60.277569	0.48	0.43	-20.40	0.11	0.46	1.06	5.31	0.88
0331	16.78	381	5	217.181610	59.923260	217.179031	59.926361	0.77	0.45	57.47	0.41	0.59	0.88	2.14	0.36
0333	16.92	488	1	204.515030	2.325628	204.515671	2.331163	0.52	0.41	-29.42	0.21	0.46	1.00	4.92	1.00
0333	16.92	488	2	204.196320	2.686492	204.191315	2.675932	0.65	0.59	-26.73	0.09	0.62	1.25	12.03	2.45
0333	16.92	488	5	204.163254	2.188340	204.183121	2.152492	0.91	0.48	71.70	0.48	0.66	1.06	2.67	0.54
0333	16.92	488	3	204.782349	2.375018	204.794235	2.364368	0.63	0.46	44.15	0.28	0.54	1.06	3.66	0.74
0333	16.92	488	4	204.649460	2.539975	204.644577	2.547182	0.62	0.48	66.23	0.23	0.54	1.13	3.22	0.65
0334	16.21	668	1	201.428055	-1.391230	201.420822	-1.372300	0.63	0.56	29.47	0.11	0.60	1.25	10.21	1.00
0334	16.21	668	7	201.850800	-1.385648	201.844833	-1.383270	0.69	0.53	-4.12	0.23	0.61	0.88	1.45	0.14
0334	16.21	668	6	201.022583	-1.297481	201.007828	-1.289685	2.02	0.64	9.54	0.68	1.14	1.00	1.91	0.19
0334	16.21	668	6	201.022583	-1.297481	201.007828	-1.289685	2.02	0.64	9.54	0.68	1.14	1.00	1.91	0.19
0334	16.21	668	3	201.460876	-1.941845	201.453873	-1.950370	0.69	0.63	-49.69	0.09	0.66	1.13	3.20	0.31
0334	16.21	668	8	201.612961	-1.884454	201.613602	-1.884297	0.66	0.40	-2.31	0.40	0.51	0.81	1.43	0.14
0335	15.95	594	9	358.661682	15.603749	358.663513	15.598393	0.69	0.55	-65.77	0.20	0.62	1.06	1.59	0.16
0335	15.95	594	1	358.645020	16.045238	358.657471	16.046110	0.57	0.55	15.49	0.04	0.56	1.19	9.72	1.00
0335	15.95	594	3	358.465546	16.194632	358.459595	16.199486	0.84	0.68	51.10	0.19	0.76	1.19	5.89	0.61
0336	15.81	569	2	185.003265	61.017651	185.076584	61.015991	0.87	0.61	57.01	0.30	0.73	1.31	12.00	1.03
0336	15.81	569	1	186.342819	61.550976	186.381470	61.516212	0.64	0.56	68.40	0.12	0.60	1.13	11.66	1.00
0337	16.17	1138	12	257.083588	33.927277	257.083466	33.927532	0.86	0.64	-23.07	0.26	0.75	0.94	1.18	0.18
0337	16.17	1138	8	256.785889	34.287422	256.774475	34.281582	1.03	0.59	-40.18	0.42	0.78	1.13	2.67	0.42
0337	16.17	1138	7	255.805984	33.160683	255.806763	33.155010	0.62	0.45	66.94	0.27	0.53	1.00	2.94	0.46
0337	16.17	1138	1	256.501556	33.797531	256.523163	33.800457	0.67	0.48	20.51	0.28	0.57	1.06	6.42	1.00
0337	16.17	1138	4	255.993866	33.868671	256.003967	33.866993	0.65	0.52	63.69	0.20	0.58	1.00	4.70	0.73
0339	16.35	389	1	121.272087	37.466583	121.274300	37.445900	0.68	0.56	-66.61	0.17	0.62	1.38	9.96	1.00
0339	16.35	389	3	121.493446	38.032787	121.485435	38.022915	0.54	0.53	-35.62	0.03	0.54	1.13	3.89	0.39
0340	15.37	664	5	243.176086	49.481670	243.166382	49.490578	0.83	0.57	63.32	0.32	0.69	0.88	1.61	0.09
0340	15.37	664	1	243.451019	49.140656	243.467773	49.131290	0.64	0.49	-24.53	0.23	0.56	1.19	17.42	1.00
0340	15.37	664	4	243.729523	49.472363	243.732315	49.483078	1.13	0.68	-73.27	0.40	0.88	0.94	3.61	0.21
0341	16.32	602	1	214.885193	5.068815	214.891083	5.067532	0.68	0.51	-2.87	0.25	0.59	1.13	10.89	1.00
0341	16.32	602	1	214.885193	5.068815	214.891083	5.067532	0.68	0.51	-2.87	0.25	0.59	1.13	10.89	1.00
0341	16.32	602	5	214.523880	5.098792	214.509140	5.141375	1.11	0.58	75.39	0.48	0.80	1.19	2.81	0.26
0341	16.32	602	5	214.523880	5.098792	214.509140	5.141375	1.11	0.58	75.39	0.48	0.80	1.19	2.81	0.26
0341	16.32	602	3	214.683655	4.517469	214.684402	4.533853	0.89	0.69	28.63	0.22	0.79	1.31	3.56	0.33
0343	15.93	588	2	27.339159	13.029865	27.323038	13.047493	0.60	0.50	18.24	0.17	0.55	1.13	7.18	0.93
0343	15.93	588	1	26.852337	12.912804	26.820917	12.923846	0.77	0.63	-72.89	0.18	0.70	1.19	7.72	1.00
0343	15.93	588	4	26.691326	13.114998	26.687273	13.121919	0.89	0.62	69.20	0.30	0.75	0.94	2.16	0.28
0344	16.11	525	3	199.611725	0.367208	199.583267	0.372304	0.60	0.45	7.26	0.25	0.52	1.06	4.46	0.41
0344	16.11	525	1	199.167999	0.867237	199.146347	0.872500	0.64	0.55	-59.37	0.14	0.60	1.19	10.98	1.00
0344	16.11	525	4	199.474930	1.057698	199.474106	1.062207	0.73	0.45	30.88	0.38	0.57	1.19	3.84	0.35
0344	16.11	525	6	199.536835	0.957236	199.543091	0.947214	0.97	0.62	70.83	0.36	0.78	1.00	2.85	0.26
0345	16.59	531	1	148.914429	1.599478	148.908691	1.592923	0.52	0.47	-69.36	0.09	0.49	1.06	8.09	1.00
0345	16.59	531	2	148.426178	1.723288	148.407822	1.715654	0.80	0.52	31.89	0.34	0.64	1.25	8.02	0.99
0345	16.59	531	3	149.292068	1.238063	149.296082	1.243390	1.43	0.84	-50.87	0.41	1.10	1.31	3.78	0.47
0346	15.76	839	8	160.331543	4.697339	160.332245	4.692679	0.87	0.70	-70.97	0.19	0.78	1.06	1.45	0.16
0346	15.76	839	3	159.285645	4.176978	159.298569	4.180882	0.58	0.52	37.46	0.10	0.55	1.06	3.90	0.44
0348	16.92	391	5	168.949081	50.403412	168.945923	50.399788	0.86	0.64	69.11	0.26	0.74	1.13	2.04	0.24
0348	16.92	391	1	168.336884	50.247993	168.339783	50.256062	0.62	0.47	7.14	0.24	0.54	1.06	8.59	1.00
0348	16.92	391	2	168.705795	50.102386	168.689575	50.118382	0.86	0.45	50.59	0.48	0.62	1.13	3.13	0.36
0348	16.92	391	3	168.972534	50.563061	168.961197	50.565880	0.94	0.67	35.00	0.29	0.79	1.19	3.01	0.35
0349	16.02	738	11	358.466766	-9.728235	358.466431	-9.727592	0.80	0.54	-76.46	0.33	0.66	0.88	1.04	0.12
0349	16.02	738	3	359.357330	-9.101427	359.360809	-9.107574	1.41	1.05	16.31	0.25	1.22	1.38	3.12	0.36
0349	16.02	738	4	359.482300	-8.981275	359.499481	-8.988157	0.98	0.73	38.28	0.26	0.84	1.31	3.12	0.36
0349	16.02	738	6	358.708282	-10.023376	358.708191	-10.019941	0.95	0.77	-55.78	0.19	0.85	0.94	2.12	0.24
0349	16.02	738	10	358.919128	-9.605192	358.920074	-9.608638	0.55	0.27	-72.39	0.50	0.39	0.50	1.12	0.13
0349	16.02	738	1	358.787933	-9.262617	358.775085	-9.268791	0.91	0.56	83.95	0.39	0.71	1.13	8.77	1.00
0349	16.02	738	2	358.944153	-9.439112	358.950287	-9.441704	1.14	0.94	47.93	0.18	1.03	1.31	8.17	0.93
0351	16.28	624	3	232.208603	0.160071	232.189438	0.203052	0.77	0.68	-57.00	0.12	0.72	1.19	5.41	0.37

Table B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0351	16.28	624	5	232.830826	0.288395	232.790848	0.326541	1.10	0.57	38.06	0.48	0.79	1.06	2.63	0.18
0351	16.28	624	7	232.749878	0.109534	232.742538	0.101024	1.05	0.58	-36.61	0.45	0.78	1.06	2.05	0.14
0351	16.28	624	6	232.036865	-0.742898	232.044449	-0.736669	1.29	0.68	-24.50	0.47	0.94	1.00	2.50	0.17
0351	16.28	624	1	232.303238	-0.260890	232.296844	-0.258760	0.65	0.54	-26.77	0.17	0.59	1.31	14.62	1.00
0351	16.28	624	4	232.585693	-0.260611	232.592194	-0.264126	0.86	0.70	12.53	0.18	0.78	0.94	2.88	0.20
0352	16.75	511	9	187.210785	62.886524	187.196899	62.881836	0.84	0.72	-89.95	0.14	0.78	1.06	1.76	0.24
0352	16.75	511	5	186.441986	63.007442	186.454590	62.980061	0.92	0.47	78.63	0.49	0.66	1.06	3.12	0.42
0352	16.75	511	6	187.233856	62.396587	187.199158	62.392738	1.17	0.55	-12.03	0.53	0.80	1.13	2.94	0.40
0352	16.75	511	7	187.645493	62.436676	187.651520	62.439453	1.41	0.62	-25.28	0.56	0.94	1.19	2.57	0.35
0352	16.75	511	4	186.485092	62.737713	186.476349	62.744457	0.66	0.48	67.84	0.28	0.56	1.00	3.40	0.46
0352	16.75	511	2	186.677139	62.576641	186.690262	62.580196	0.94	0.46	-38.07	0.51	0.66	1.25	6.33	0.85
0353	16.39	1141	9	256.055176	34.284237	256.056152	34.285625	0.61	0.52	-44.48	0.14	0.56	0.94	1.15	0.22
0353	16.39	1141	4	256.504669	33.545502	256.504211	33.542271	0.56	0.48	-52.28	0.15	0.52	1.19	6.23	1.21
0353	16.39	1141	7	256.096527	33.500713	256.104889	33.497131	0.92	0.50	26.81	0.46	0.68	1.06	3.10	0.60
0353	16.39	1141	1	256.009155	33.874794	256.018951	33.870918	0.63	0.44	66.33	0.29	0.53	0.94	5.15	1.00
0353	16.39	1141	5	256.397125	33.814548	256.388702	33.814030	1.12	0.62	8.99	0.45	0.83	0.94	4.26	0.83
0353	16.39	1141	5	256.397125	33.814548	256.388702	33.814030	1.12	0.62	8.99	0.45	0.83	0.94	4.26	0.83
0354	16.02	693	1	183.931122	3.297479	183.942657	3.304071	0.52	0.46	-68.51	0.11	0.49	1.00	2.79	1.00
0354	16.02	693	6	184.414505	3.252110	184.414413	3.244348	0.84	0.52	-86.16	0.37	0.66	0.94	1.90	0.68
0357	16.17	675	6	201.250732	-0.059598	201.243622	-0.067797	0.62	0.53	-82.29	0.14	0.58	1.13	2.38	0.25
0357	16.17	675	8	200.964905	-0.272407	200.969254	-0.274972	1.01	0.60	19.44	0.40	0.78	1.06	1.54	0.16
0357	16.17	675	3	201.769836	0.739858	201.758804	0.732982	0.69	0.48	-30.88	0.30	0.57	1.13	3.14	0.32
0359	16.75	470	1	161.665497	1.467434	161.672165	1.465946	0.57	0.48	-16.03	0.16	0.53	1.13	10.66	1.00
0359	16.75	470	2	161.489243	1.427238	161.480927	1.425922	0.92	0.67	-8.95	0.28	0.78	1.00	4.30	0.40
0360	15.60	418	1	176.346771	64.510353	176.350647	64.474792	0.70	0.53	74.71	0.24	0.61	1.19	12.40	1.00
0361	16.93	569	5	160.492432	58.585423	160.490906	58.585762	0.94	0.70	-33.01	0.26	0.81	1.19	1.88	0.16
0361	16.93	569	3	161.697037	58.361263	161.716583	58.356796	0.93	0.66	24.14	0.29	0.78	1.44	3.71	0.32
0361	16.93	569	6	161.621445	58.493324	161.623215	58.497448	1.05	0.58	-80.13	0.45	0.78	1.00	1.70	0.15
0361	16.93	569	1	161.334396	58.165073	161.330948	58.163219	0.60	0.45	-56.34	0.26	0.52	1.13	11.47	1.00
0362	16.50	417	11	250.292297	39.299152	250.295303	39.298798	0.69	0.48	89.53	0.30	0.58	0.94	1.43	0.21
0362	16.50	417	1	250.084183	39.521557	250.092987	39.529053	0.62	0.46	-76.65	0.26	0.54	1.13	6.82	1.00
0362	16.50	417	2	250.132202	39.040779	250.136917	39.039604	0.87	0.65	74.11	0.26	0.75	1.50	5.71	0.84
0362	16.50	417	3	249.732758	39.054749	249.727234	39.053814	1.31	0.61	-41.29	0.54	0.89	1.25	3.74	0.55
0363	16.83	764	2	229.422897	3.083805	229.418442	3.077368	0.56	0.47	-68.22	0.16	0.51	1.06	9.44	0.72
0363	16.83	764	4	229.431122	2.396276	229.426910	2.401005	0.55	0.46	-67.47	0.17	0.50	1.06	5.89	0.45
0365	15.86	792	1	160.384857	1.367896	160.396301	1.353879	0.73	0.47	32.94	0.36	0.58	1.19	5.55	1.00
0365	15.86	792	9	160.658310	1.193561	160.657913	1.194386	1.29	0.80	28.41	0.38	1.02	1.06	2.10	0.38
0365	15.86	792	9	160.658310	1.193561	160.657913	1.194386	1.29	0.80	28.41	0.38	1.02	1.06	2.10	0.38
0365	15.86	792	12	160.903641	1.258556	160.906769	1.264524	1.09	0.66	-81.91	0.39	0.85	0.88	1.60	0.29
0366	15.95	433	7	118.139053	40.922642	118.151573	40.924107	1.03	0.65	-23.26	0.36	0.82	1.06	1.57	0.20
0366	15.95	433	1	118.952988	41.175678	118.938789	41.202995	0.88	0.49	41.18	0.44	0.66	1.19	7.78	1.00
0366	15.95	433	2	119.426079	40.910564	119.433960	40.907688	0.83	0.54	24.90	0.35	0.67	1.19	4.20	0.54
0367	16.07	568	6	207.033096	5.414491	207.020767	5.427717	0.78	0.44	44.83	0.44	0.58	1.19	2.54	0.58
0367	16.07	568	9	206.905060	4.507204	206.903564	4.497059	0.67	0.52	-71.67	0.23	0.59	1.00	2.13	0.49
0367	16.07	568	3	207.003815	4.711866	207.003326	4.707793	0.83	0.56	-55.23	0.32	0.68	1.25	4.25	0.97
0367	16.07	568	1	207.254227	5.074234	207.255920	5.076558	1.07	0.57	-55.00	0.46	0.78	1.31	4.37	1.00
0369	16.61	531	3	137.935135	53.287270	137.913223	53.305378	1.20	0.71	-84.23	0.41	0.92	1.50	4.51	1.26
0369	16.61	531	10	137.861588	53.481201	137.857346	53.478832	1.26	0.82	2.01	0.35	1.02	0.94	1.73	0.48
0369	16.61	531	1	138.098831	53.603306	138.062180	53.633839	1.10	0.62	81.69	0.44	0.82	1.06	3.57	1.00
0370	16.45	679	9	359.937866	14.409286	359.929565	14.401577	0.89	0.68	-44.84	0.24	0.78	1.00	1.48	0.14
0370	16.45	679	3	359.407196	15.106298	359.375122	15.111637	0.70	0.50	2.93	0.29	0.59	1.13	5.65	0.53
0370	16.45	679	6	0.269447	15.025362	0.266488	15.021789	1.14	0.68	-78.93	0.40	0.88	1.00	1.80	0.17
0370	16.45	679	1	359.882996	14.698244	359.877899	14.681827	0.62	0.49	-86.34	0.21	0.55	1.13	10.71	1.00
0370	16.45	679	4	0.258528	14.226797	0.249602	14.231153	0.89	0.47	4.50	0.48	0.64	1.00	3.63	0.34
0371	16.54	549	1	156.447723	1.157634	156.445999	1.188476	0.76	0.50	87.90	0.35	0.61	1.13	6.54	1.00
0371	16.54	549	1	156.447723	1.157634	156.445999	1.188476	0.76	0.50	87.90	0.35	0.61	1.13	6.54	1.00
0371	16.54	549	3	156.746521	1.481157	156.721085	1.492394	0.65	0.56	34.35	0.14	0.60	1.19	7.58	1.16
0371	16.54	549	5	156.322815	1.653712	156.320511	1.651601	0.45	0.41	-68.08	0.08	0.43	1.00	3.65	0.56
0371	16.54	549	7	156.635895	0.731651	156.634171	0.739815	0.76	0.55	74.36	0.27	0.65	1.06	2.15	0.33
0371	16.54	549	6	155.990936	0.910492	155.997269	0.918282	1.14	0.79	-68.44	0.30	0.95	1.19	2.53	0.39
0371	16.54	549	2	155.990723	1.471489	155.992355	1.492358	0.83	0.49	82.43	0.40	0.64	1.19	8.32	1.27
0373	15.49	725	7	17.360710	14.778390	17.354971	14.782958	0.93	0.62	55.55	0.34	0.75	0.94	1.19	0.08
0373	15.49	725	4	18.264959	14.404046	18.262062	14.417290	0.77	0.56	-2.70	0.28	0.66	1.13	2.98	0.21
0373	15.49	725	3	17.492611	14.005380	17.501377	13.986666	0.91	0.56	71.44	0.39	0.71	1.13	11.21	0.79
0377	16.58	334	1	235.999603	-1.926326	236.018494	-1.907287	0.72	0.48	-56.55	0.33	0.59	1.19	8.87	1.00
0377	16.58	334	7	235.573029	-2.177829	235.571106	-2.178315	0.98	0.68	-19.95	0.30	0.81	0.75	1.45	0.16
0378	15.65	845	1	5.516935	-0.932340	5.475726	-0.940950	0.97	0.54	-10.96	0.45	0.72	1.19	9.02	1.00
0379	17.15	402	1	121.742012	29.475319	121.798820	29.476219	0.93	0.48	-1.26	0.48	0.67	1.13	7.33	1.00
0379	17.15	402	2	122.114700	29.772167	122.114449	29.764288	1.14	0.58	66.14	0.49	0.81	1.19	2.79	0.38
0380	16.09	821	7	183.840927	3.637433	183.841461	3.633693	1.16	0.44	-83.41	0.62	0.71	0.94	1.17	0.13
0380	16.09	821	8	184.842407	4.319414	184.835724	4.318184	1.08	0.71	2.12	0.35	0.87	0.75	0.95	0.11
0380	16.09	821	5	183.757141	4.560596	183.747711	4.573253	0.87	0.61	38.19	0.31	0.73	1.19	3.05	0.34
0380	16.09	821	4	184.899887	4.779346	184.894196	4.782157	0.96	0.63	77.78	0.34	0.78	1.13	3.11	0.35
0380	16.09	821	1	184.337906	4.102767	184.341278	4.109492	0.56	0.48	-85.16	0.14	0.52	1.13	8.87	1.00
0382	15.91	515	1	198.249680	0.994482	198.273529	0.983285	0.70	0.54	21.11	0.23	0.62	1.13	10.55	1.00
0383	16.32	504	1	141.632645	3.479861	141.633713	3.486651	0.51	0.44	79.01	0.14	0.47	1.06	6.41	1.00
0383	16.32	504	5	141.572571	3.252433	141.570221	3.248880	1.05	0.72	-65.02	0.32	0.87	0.94	1.54	0.24
0383	16.32	504	2	141.175919	3.365514	141.189148	3.370300	0.52	0.45	-10.92	0.13	0.49	1.06	7.58	1.18

TABLE B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0383	16.32	504	7	141.099915	3.161202	141.099319	3.153633	1.09	0.81	79.64	0.25	0.94	0.75	1.10	0.17
0385	15.55	742	6	180.532227	51.182320	180.521500	51.181992	0.61	0.45	79.31	0.26	0.52	1.00	2.47	0.21
0385	15.55	742	8	180.280273	51.457512	180.262817	51.449821	0.79	0.55	-46.90	0.30	0.66	1.06	2.23	0.19
0385	15.55	742	4	180.108139	51.969913	180.149567	51.965214	1.05	0.55	52.47	0.48	0.76	1.19	4.94	0.42
0386	16.26	642	2	133.149948	53.231384	133.138565	53.244095	0.58	0.47	68.03	0.19	0.52	1.13	5.73	1.00
0386	16.26	642	1	134.060623	53.229401	134.079544	53.231483	0.55	0.46	-53.76	0.17	0.51	1.06	5.74	1.00
0386	16.26	642	3	134.125473	53.500515	134.116013	53.507607	0.51	0.49	25.77	0.03	0.50	1.06	5.08	0.88
0387	15.55	649	1	254.177872	39.272045	254.164520	39.296761	0.80	0.60	0.62	0.25	0.69	1.25	14.56	1.00
0391	16.33	540	1	205.519531	-0.278024	205.538284	-0.287474	0.63	0.58	-74.06	0.08	0.60	1.25	10.34	1.00
0391	16.33	540	5	205.817200	-0.702446	205.816116	-0.701567	0.85	0.69	56.95	0.20	0.77	1.38	2.57	0.25
0391	16.33	540	3	204.956345	-0.710176	204.951187	-0.717265	0.87	0.54	33.38	0.38	0.68	1.31	3.87	0.37
0393	16.37	526	2	204.810532	-1.786874	204.795380	-1.804767	0.78	0.61	89.54	0.23	0.69	1.31	8.83	1.53
0393	16.37	526	1	204.918518	-2.281483	204.908936	-2.294960	0.50	0.49	-19.52	0.02	0.50	1.06	5.76	1.00
0393	16.37	526	6	205.145981	-2.222028	205.156784	-2.222703	0.79	0.58	19.95	0.27	0.67	1.00	1.79	0.31
0393	16.37	526	3	204.934052	-2.683244	204.934769	-2.671634	1.59	0.68	-81.55	0.57	1.04	1.06	5.70	0.99
0394	16.68	449	1	204.121216	63.018791	204.123520	63.021530	0.59	0.47	-60.64	0.21	0.53	1.19	10.06	1.00
0394	16.68	449	3	203.657959	62.544537	203.638138	62.541443	0.58	0.47	2.29	0.19	0.52	1.06	5.17	0.51
0394	16.68	449	4	204.055511	62.556889	204.073685	62.555908	0.81	0.55	33.83	0.32	0.67	1.19	4.77	0.47
0395	15.22	508	1	214.441467	0.344437	214.455780	0.330151	0.55	0.44	40.77	0.20	0.50	1.06	8.14	1.00
0395	15.22	508	8	215.129623	-0.183207	215.124420	-0.221449	1.15	0.49	-76.54	0.57	0.75	1.00	2.12	0.26
0395	15.22	508	10	213.806381	1.009424	213.803787	0.998709	1.22	0.64	-70.97	0.47	0.89	1.00	1.83	0.22
0396	16.19	703	5	197.182373	-2.090961	197.185654	-2.070845	1.25	0.61	69.76	0.51	0.87	1.13	2.72	0.27
0396	16.19	703	5	197.182373	-2.090961	197.185654	-2.070845	1.25	0.61	69.76	0.51	0.87	1.13	2.72	0.27
0396	16.19	703	6	196.750717	-1.068738	196.747055	-1.060268	1.01	0.56	58.52	0.45	0.75	1.00	2.10	0.21
0396	16.19	703	1	197.347488	-1.604785	197.352310	-1.604452	0.56	0.44	-22.43	0.20	0.50	1.06	9.96	1.00
0396	16.19	703	4	197.700058	-2.061388	197.696747	-2.020841	1.12	0.48	89.10	0.57	0.74	1.06	3.18	0.32
0396	16.19	703	3	197.667694	-1.340144	197.646652	-1.315705	1.35	0.68	-46.29	0.50	0.95	1.13	4.94	0.50
0396	16.19	703	7	196.891418	-1.298791	196.885818	-1.299029	1.01	0.74	42.87	0.27	0.86	0.69	1.73	0.17
0397	16.02	840	3	227.705551	4.119129	227.710770	4.142777	0.68	0.55	-61.78	0.20	0.61	1.25	5.59	1.27
0397	16.02	840	6	227.832855	3.881269	227.824310	3.850664	1.05	0.61	-60.13	0.42	0.80	1.19	3.83	0.87
0397	16.02	840	5	227.847107	2.825833	227.800323	2.831220	0.99	0.41	9.94	0.58	0.64	1.00	4.21	0.96
0397	16.02	840	1	227.696594	3.434968	227.704803	3.445266	0.78	0.49	-52.47	0.37	0.62	1.13	4.40	1.00
0398	16.50	443	7	159.846741	-0.472856	159.847214	-0.492105	0.82	0.43	77.08	0.47	0.60	0.94	1.92	0.20
0398	16.50	443	1	159.429596	-0.687766	159.391998	-0.678106	0.81	0.48	19.18	0.41	0.62	1.13	9.45	1.00
0398	16.50	443	2	159.902649	-0.885876	159.905991	-0.888528	0.99	0.44	31.87	0.55	0.66	1.19	4.71	0.50
0398	16.50	443	3	159.807373	-0.831482	159.803192	-0.829811	0.80	0.34	26.72	0.57	0.52	1.13	4.31	0.46
0399	15.86	497	1	226.721451	-1.197163	226.697647	-1.247903	0.92	0.51	-55.97	0.45	0.68	1.25	10.26	1.00
0399	15.86	497	6	227.042648	-1.929947	227.035934	-1.924052	1.33	0.69	43.75	0.48	0.96	1.13	2.80	0.27
0400	15.65	749	5	4.554092	-0.697958	4.563614	-0.705392	0.58	0.53	35.97	0.08	0.55	1.06	2.73	0.30
0400	15.65	749	2	3.587587	0.201085	3.584616	0.211041	1.47	0.80	-60.54	0.45	1.09	1.50	8.17	0.89
0400	15.65	749	1	4.170206	-0.438213	4.181700	-0.434628	0.58	0.48	39.15	0.17	0.53	1.13	9.16	1.00
0400	15.65	749	4	3.905021	-0.389352	3.890068	-0.392964	1.09	0.62	-26.61	0.43	0.82	1.00	4.25	0.46
0400	15.65	749	4	3.905021	-0.389352	3.890068	-0.392964	1.09	0.62	-26.61	0.43	0.82	1.00	4.25	0.46
0401	16.56	519	8	156.632767	0.735816	156.632004	0.742409	0.63	0.48	81.11	0.23	0.55	1.00	1.73	0.31
0401	16.56	519	1	156.656876	0.472500	156.665543	0.459800	0.74	0.67	74.05	0.09	0.70	1.31	5.50	1.00
0401	16.56	519	3	156.565704	-0.001816	156.560165	-0.004816	0.92	0.64	-36.27	0.30	0.77	1.13	3.74	0.68
0402	16.89	473	4	24.427683	-10.135223	24.437777	-10.096086	0.97	0.45	-71.03	0.54	0.66	1.06	2.59	0.39
0402	16.89	473	1	23.992140	-9.963176	24.019331	-9.949191	0.69	0.47	-30.25	0.31	0.57	1.13	6.66	1.00
0402	16.89	473	3	23.971153	-10.226447	24.002239	-10.264515	0.99	0.50	51.59	0.50	0.70	1.13	2.93	0.44
0402	16.89	473	2	24.345562	-9.581301	24.322046	-9.608513	0.94	0.50	-40.68	0.46	0.68	1.13	3.94	0.59
0403	15.57	663	4	241.438797	53.108078	241.411255	53.087971	1.25	0.61	-62.09	0.51	0.87	1.06	3.35	0.30
0403	15.57	663	2	242.304199	53.021816	242.344864	53.008419	0.74	0.44	28.10	0.40	0.57	1.06	5.36	0.47
0405	16.09	488	1	22.833063	0.504396	22.872900	0.546801	0.99	0.54	-63.10	0.46	0.73	1.19	12.03	1.00
0405	16.09	488	2	22.807747	0.941964	22.803289	0.947036	0.56	0.47	76.67	0.17	0.51	1.06	3.21	0.27
0405	16.09	488	3	23.206940	0.989277	23.197756	0.981822	1.17	0.50	-53.83	0.58	0.76	1.13	2.91	0.24
0406	16.90	449	1	332.525970	-8.532725	332.496002	-8.487564	0.92	0.42	53.39	0.54	0.62	1.06	7.72	1.00
0408	16.79	525	2	201.606430	0.258006	201.557068	0.191797	1.09	0.53	-52.21	0.52	0.76	1.19	7.74	2.43
0408	16.79	525	5	200.840134	0.427399	200.841736	0.427337	0.60	0.45	-32.58	0.25	0.52	1.00	1.65	0.52
0408	16.79	525	7	201.431137	0.841697	201.430603	0.841700	0.91	0.47	65.32	0.48	0.66	1.00	1.29	0.40
0408	16.79	525	1	201.129990	0.347358	201.120895	0.340105	0.64	0.54	0.29	0.16	0.59	1.13	3.18	1.00
0412	15.93	545	2	200.185471	58.430981	200.266495	58.382809	0.94	0.50	41.69	0.46	0.69	1.25	6.82	0.82
0412	15.93	545	8	200.428421	58.702114	200.437653	58.699650	1.09	0.67	-87.45	0.38	0.86	1.06	2.15	0.26
0412	15.93	545	7	202.164490	58.406807	202.157028	58.399818	1.08	0.80	-62.75	0.26	0.93	1.13	2.23	0.27
0412	15.93	545	9	202.359497	58.504871	202.373734	58.509338	1.01	0.67	-34.72	0.34	0.82	1.06	1.95	0.23
0412	15.93	545	1	201.108231	59.064255	201.093155	59.054379	0.68	0.44	1.69	0.36	0.55	1.00	8.33	1.00
0412	15.93	545	5	200.429703	59.012917	200.420609	58.959675	1.35	0.66	-87.95	0.52	0.94	1.06	3.02	0.36
0413	16.83	423	10	130.936783	37.243721	130.931274	37.246288	0.85	0.62	46.33	0.27	0.72	1.00	1.35	0.27
0413	16.83	423	1	131.029846	37.029278	131.028717	37.022316	0.51	0.48	-40.73	0.05	0.50	1.06	5.08	1.00
0414	15.91	650	6	227.123550	0.771747	227.133194	0.733778	0.99	0.50	74.69	0.50	0.70	1.13	3.32	0.76
0414	15.91	650	7	227.454987	0.766535	227.464676	0.765059	0.75	0.59	46.75	0.21	0.67	1.31	3.31	0.75
0414	15.91	650	1	227.488312	1.314352	227.483429	1.252839	0.87	0.50	-80.12	0.43	0.66	1.19	4.40	1.00
0414	15.91	650	4	227.246964	1.100013	227.258240	1.090232	1.12	0.69	23.12	0.38	0.88	1.56	3.80	0.87
0415	15.12	464	10	172.600906	59.873535	172.532578	59.885601	1.48	0.62	31.93	0.58	0.96	1.13	1.76	0.41
0415	15.12	464	3	170.141098	59.907921	170.082336	59.871544	0.68	0.50	-57.34	0.27	0.58	1.13	3.56	0.83
0415	15.12	464	1	170.644226	59.316254	170.672699	59.349602	0.69	0.49	-80.29	0.30	0.58	1.06	4.32	1.00
0415	15.12	464	8	169.988129	59.197910	169.957397	59.199490	1.11	0.71	-1.14	0.36	0.89	1.06	2.24	0.52
0415	15.12	464	4	171.654205	58.751850	171.647583	58.761574	1.57	0.70	13.64	0.55	1.05	1.19	3.42	0.79
0416	16.00	862	3	185.058182	4.348922	185.089813	4.358886	0.79	0.47	-2.52	0.40	0.61	1.13	5.90	1.00

Table B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0416	16.00	862	1	184.605026	5.034992	184.607056	5.021066	1.30	0.68	80.89	0.48	0.94	1.13	5.89	1.00
0421	16.73	585	3	201.149918	0.367441	201.128220	0.345534	0.76	0.51	-61.96	0.33	0.62	1.19	4.75	0.80
0421	16.73	585	7	200.821091	0.402598	200.823914	0.403703	1.33	0.66	-37.73	0.50	0.94	1.13	2.03	0.34
0421	16.73	585	1	201.100296	0.813390	201.092422	0.801975	0.55	0.46	-14.12	0.16	0.50	1.00	5.94	1.00
0421	16.73	585	4	201.432999	1.261577	201.437088	1.271812	0.69	0.49	-65.34	0.28	0.58	1.19	4.42	0.74
0421	16.73	585	5	201.491943	1.077142	201.495255	1.074917	0.85	0.63	42.32	0.25	0.73	1.19	2.87	0.48
0422	16.56	438	1	200.313828	60.309280	200.277512	60.321117	0.66	0.52	25.81	0.22	0.58	1.19	7.21	1.00
0422	16.56	438	2	200.216476	59.908485	200.228424	59.914001	1.15	0.76	-38.01	0.33	0.94	1.25	2.49	0.35
0424	16.11	440	2	345.137909	-9.869081	345.119324	-9.870766	0.65	0.51	-38.73	0.21	0.57	1.13	7.06	1.12
0424	16.11	440	1	344.647522	-9.392778	344.640839	-9.388150	0.84	0.55	55.25	0.34	0.68	1.25	6.31	1.00
0425	16.73	636	1	217.718674	57.345043	217.755890	57.339321	0.66	0.55	12.85	0.16	0.60	1.06	2.85	1.00
0425	16.73	636	3	217.521347	56.978340	217.533997	56.981163	0.71	0.62	-21.44	0.13	0.66	1.13	4.08	1.43
0425	16.73	636	2	218.440948	57.456806	218.471313	57.453552	0.90	0.60	63.81	0.33	0.74	1.13	5.49	1.93
0425	16.73	636	4	218.383728	57.305347	218.377090	57.297436	1.24	0.62	-82.70	0.50	0.88	1.06	3.72	1.31
0426	15.81	563	4	350.328491	-9.585773	350.338043	-9.590246	1.07	0.64	-64.37	0.40	0.82	1.19	3.59	0.35
0426	15.81	563	7	351.402100	-9.849027	351.407990	-9.844601	0.64	0.47	-5.68	0.27	0.55	0.94	2.62	0.25
0426	15.81	563	2	351.017303	-9.897660	351.011505	-9.890411	0.63	0.49	1.05	0.22	0.56	1.13	9.40	0.90
0429	16.32	581	3	206.807327	0.375961	206.826233	0.386376	0.66	0.46	-13.70	0.31	0.55	1.06	7.30	1.05
0429	16.32	581	1	206.301544	-0.139515	206.297882	-0.147249	0.55	0.42	-70.75	0.24	0.48	1.00	6.93	1.00
0431	16.11	719	1	202.628815	1.351279	202.617203	1.340000	0.65	0.53	-36.44	0.19	0.58	1.19	3.37	1.00
0432	16.37	421	1	242.716843	47.551193	242.729950	47.492638	0.81	0.51	78.62	0.37	0.64	1.19	9.00	1.00
0432	16.37	421	2	243.008560	47.970043	243.030457	47.920441	0.73	0.55	70.83	0.26	0.63	1.13	4.67	0.52
0435	15.37	389	1	129.036392	38.509827	129.046600	38.512245	0.57	0.48	-40.89	0.15	0.52	1.19	9.63	1.00
0435	15.37	389	2	128.557632	38.312279	128.538254	38.299999	0.76	0.49	-36.16	0.36	0.61	1.06	3.08	0.32
0436	16.45	582	9	150.496185	1.510919	150.495789	1.509163	0.82	0.53	-72.56	0.36	0.66	0.94	1.22	0.21
0436	16.45	582	1	150.332825	1.044604	150.345612	1.073796	0.70	0.47	-76.58	0.32	0.57	1.13	5.90	1.00
0436	16.45	582	6	150.118988	1.224526	150.125381	1.223918	1.07	0.58	17.06	0.46	0.79	1.13	2.02	0.34
0436	16.45	582	8	150.842667	0.870006	150.846069	0.868583	0.68	0.58	-22.07	0.15	0.63	0.88	1.55	0.26
0436	16.45	582	2	149.824524	1.263117	149.825073	1.273918	0.63	0.49	82.37	0.22	0.56	1.13	10.11	1.71
0437	16.52	466	1	199.744034	5.114134	199.757980	5.138156	0.77	0.47	-65.23	0.39	0.61	1.06	4.64	1.00
0437	16.52	466	3	199.733276	5.543116	199.738449	5.575490	0.69	0.57	-76.61	0.17	0.63	1.13	5.46	1.18
0437	16.52	466	2	200.176056	5.508368	200.070450	5.575405	1.57	0.64	28.18	0.59	1.00	1.13	5.76	1.24
0437	16.52	466	4	199.266556	5.251982	199.270004	5.244877	0.67	0.45	58.08	0.33	0.55	1.06	3.99	0.86
0438	16.78	413	1	200.682266	0.159890	200.677643	0.145990	0.63	0.51	-76.03	0.19	0.57	1.13	6.70	1.00
0438	16.78	413	4	200.848526	0.592300	200.848862	0.593761	0.90	0.78	-46.17	0.13	0.84	1.19	1.77	0.26
0439	17.11	578	1	180.658264	58.698708	180.668259	58.703915	0.60	0.47	-44.45	0.22	0.53	1.13	5.86	1.00
0439	17.11	578	5	180.477478	58.573086	180.475693	58.568649	0.77	0.53	-80.38	0.31	0.64	1.13	5.16	0.88
0439	17.11	578	2	181.351089	58.793262	181.331436	58.787086	0.66	0.53	-15.61	0.20	0.59	1.13	9.55	1.63
0439	17.11	578	3	181.255920	58.950256	181.259827	58.953480	0.76	0.55	44.23	0.28	0.65	1.19	7.84	1.34
0441	16.87	468	3	203.239090	1.845890	203.266937	1.835845	0.82	0.60	-0.20	0.27	0.70	1.31	5.48	0.96
0441	16.87	468	1	203.708725	1.992159	203.698563	2.009299	0.73	0.52	86.44	0.29	0.62	1.13	5.71	1.00
0442	16.26	845	1	195.172089	-2.144166	195.172501	-2.141757	0.52	0.48	2.53	0.07	0.50	1.13	5.73	1.00
0442	16.26	845	4	194.797226	-2.735579	194.803955	-2.731858	0.90	0.68	36.63	0.24	0.78	1.25	2.55	0.45
0443	16.93	407	1	48.597988	-0.607800	48.586590	-0.615909	0.91	0.61	-55.16	0.32	0.75	1.19	5.37	1.00
0443	16.93	407	2	48.729034	-0.647076	48.735271	-0.648950	1.01	0.77	27.28	0.23	0.88	1.13	3.88	0.72
0444	16.79	554	7	200.834915	0.422875	200.835724	0.425443	0.64	0.45	-33.96	0.30	0.54	1.19	2.47	0.36
0444	16.79	554	8	201.198334	1.115232	201.197815	1.114610	0.95	0.74	71.25	0.21	0.84	1.06	1.52	0.22
0444	16.79	554	8	201.198334	1.115232	201.197815	1.114610	0.95	0.74	71.25	0.21	0.84	1.06	1.52	0.22
0444	16.79	554	9	200.803314	0.815574	200.800812	0.809277	1.05	0.58	-87.64	0.45	0.78	0.88	1.11	0.16
0444	16.79	554	3	200.955582	1.126624	200.957855	1.132059	1.22	0.54	-60.02	0.56	0.81	1.19	12.06	1.75
0445	16.95	442	2	178.405975	67.890968	178.447189	67.885796	0.65	0.51	17.78	0.22	0.57	1.13	10.45	0.94
0445	16.95	442	4	180.281601	68.291969	180.281647	68.285881	0.85	0.50	-31.34	0.41	0.65	1.06	1.92	0.17
0445	16.95	442	1	179.522934	68.016762	179.505051	68.020721	0.53	0.50	38.02	0.06	0.51	1.13	11.11	1.00
0446	16.68	538	2	184.304153	63.534294	184.245636	63.514534	0.81	0.59	-20.36	0.26	0.69	1.25	8.31	1.35
0446	16.68	538	2	184.304153	63.534294	184.245636	63.514534	0.81	0.59	-20.36	0.26	0.69	1.25	8.31	1.35
0446	16.68	538	1	183.342743	63.996597	183.344040	63.996353	0.46	0.43	67.39	0.05	0.44	1.00	6.16	1.00
0446	16.68	538	7	184.350372	64.056129	184.335373	64.061813	0.91	0.58	57.81	0.37	0.72	1.06	1.88	0.31
0446	16.68	538	12	182.475006	63.641293	182.470764	63.641891	1.03	0.86	-37.36	0.16	0.94	0.75	0.99	0.16
0446	16.68	538	5	182.558289	64.333183	182.542786	64.322556	0.70	0.56	-0.18	0.19	0.63	1.13	2.89	0.47
0446	16.68	538	8	182.563675	64.482635	182.569473	64.487053	1.14	0.78	-23.30	0.31	0.95	0.94	1.63	0.26
0446	16.68	538	3	184.560837	64.303886	184.564621	64.302124	0.54	0.52	18.18	0.04	0.53	1.19	7.19	1.17
0447	16.49	562	1	155.900635	0.186555	155.892303	0.184761	0.60	0.50	15.14	0.16	0.55	1.19	8.01	1.00
0448	15.76	442	1	343.660004	-0.555101	343.655762	-0.564720	1.21	0.69	-59.08	0.43	0.91	1.19	6.63	1.00
0448	15.76	442	2	343.733490	-0.428901	343.735535	-0.425097	1.09	0.58	-61.28	0.47	0.79	1.19	6.57	0.99
0449	16.54	575	8	133.544846	52.012032	133.544830	52.009102	0.90	0.55	46.27	0.39	0.70	1.19	2.19	0.82
0449	16.54	575	1	134.363144	52.234188	134.367905	52.238483	0.62	0.49	-87.78	0.20	0.55	1.06	2.67	1.00
0449	16.54	575	3	134.246323	52.031624	134.265869	52.006908	1.09	0.62	66.06	0.43	0.83	1.31	3.49	1.31
0450	17.17	488	6	175.633377	51.478363	175.631027	51.495831	0.88	0.64	-77.80	0.27	0.75	1.19	2.79	0.47
0450	17.17	488	3	175.268127	51.140694	175.273087	51.137363	1.12	0.98	14.78	0.12	1.05	1.63	4.66	0.79
0450	17.17	488	7	175.193481	51.222130	175.187881	51.227169	1.14	0.88	74.75	0.23	1.00	1.19	2.65	0.45
0450	17.17	488	1	175.915100	51.385338	175.908768	51.390720	0.59	0.51	16.64	0.13	0.55	1.06	5.89	1.00
0450	17.17	488	4	176.480972	51.293064	176.492035	51.294956	1.21	0.76	-7.04	0.37	0.95	0.81	4.57	0.78
0451	16.76	446	3	259.768372	28.346176	259.771118	28.342609	0.78	0.47	-69.70	0.40	0.61	1.13	3.06	0.43
0451	16.76	446	4	259.142700	28.406883	259.143555	28.400606	0.72	0.51	-33.73	0.29	0.61	1.13	2.66	0.37
0451	16.76	446	8	258.994659	28.479141	258.987579	28.484243	0.66	0.50	17.16	0.23	0.58	0.94	1.58	0.22
0451	16.76	446	1	259.332520	28.652798	259.344482	28.648153	0.66	0.52	15.21	0.21	0.59	1.19	7.16	1.00
0452	16.47	448	1	243.022980	47.960320	243.027725	47.926167	0.67	0.58	47.90	0.13	0.62	1.13	4.75	1.00
0452	16.47	448	3	242.489349	48.230961	242.483704	48.208061	0.89	0.50	6.20	0.43	0.67	1.06	3.31	0.70

TABLE B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0452	16.47	448	5	242.583817	47.911064	242.568253	47.910408	0.61	0.44	-45.54	0.29	0.52	1.06	2.47	0.52
0452	16.47	448	2	242.744858	47.516682	242.748291	47.483818	0.69	0.56	56.68	0.19	0.62	1.13	8.97	1.89
0452	16.47	448	6	242.399567	47.723663	242.385239	47.725780	0.88	0.61	17.73	0.31	0.73	1.13	1.77	0.37
0453	16.13	778	5	208.678406	5.479558	208.673508	5.479859	1.19	0.63	-23.92	0.47	0.86	1.06	3.08	0.64
0453	16.13	778	1	209.172073	5.686933	209.177399	5.707786	0.81	0.60	8.96	0.26	0.70	1.13	4.82	1.00
0455	15.63	701	7	178.969025	52.531940	179.007431	52.528076	0.90	0.62	-0.36	0.31	0.75	1.06	2.59	0.36
0455	15.63	701	5	180.214615	52.963200	180.233032	52.974453	0.68	0.62	70.46	0.08	0.65	1.19	4.16	0.57
0455	15.63	701	3	180.959488	52.847919	180.953430	52.858593	0.67	0.66	21.81	0.01	0.67	1.19	4.79	0.66
0455	15.63	701	9	181.242599	52.674271	181.250687	52.680328	0.89	0.63	-80.21	0.29	0.75	0.75	1.99	0.27
0455	15.63	701	1	179.963806	52.720097	179.988327	52.700832	1.08	0.63	48.97	0.41	0.83	1.38	7.27	1.00
0455	15.63	701	6	179.770859	52.935925	179.766815	52.946323	1.18	0.67	71.07	0.44	0.89	1.06	3.86	0.53
0456	15.98	739	5	178.161469	5.432743	178.195023	5.402403	0.93	0.51	42.06	0.46	0.69	1.19	3.17	0.43
0456	15.98	739	1	177.865479	5.047708	177.859406	5.056225	0.53	0.45	-12.33	0.14	0.49	1.06	7.45	1.00
0457	16.83	522	8	202.584579	2.330582	202.603790	2.335664	1.93	0.50	-18.81	0.74	0.98	1.06	1.97	0.33
0457	16.83	522	5	202.343079	2.128994	202.340820	2.133140	1.09	0.68	60.58	0.38	0.86	1.25	2.84	0.47
0457	16.83	522	4	202.658615	1.750698	202.655563	1.745465	0.60	0.47	-64.87	0.21	0.53	1.06	2.92	0.49
0457	16.83	522	2	203.148132	2.315203	203.155670	2.309770	0.90	0.54	17.40	0.40	0.69	1.13	3.04	0.51
0460	15.86	825	7	203.381958	58.991604	203.370911	58.986942	0.77	0.63	-8.38	0.18	0.70	0.94	1.68	0.05
0460	15.86	825	3	202.696045	60.268532	202.673630	60.271633	1.27	0.99	34.23	0.22	1.12	1.31	5.16	0.16
0461	16.00	574	7	190.404495	5.748162	190.403824	5.750547	0.94	0.67	-4.66	0.29	0.79	1.00	1.35	0.16
0461	16.00	574	5	189.778656	5.816508	189.768692	5.810697	0.99	0.80	-48.45	0.20	0.89	1.06	2.55	0.31
0461	16.00	574	1	189.960007	5.987922	189.962219	5.985306	1.02	0.80	16.56	0.21	0.90	1.50	8.21	1.00
0462	15.60	470	1	122.667274	42.308903	122.677086	42.313999	0.61	0.60	-16.31	0.02	0.60	1.31	17.82	1.00
0462	15.60	470	4	122.190811	42.431526	122.176712	42.433559	0.90	0.65	28.23	0.28	0.77	1.00	2.31	0.13
0463	15.65	634	2	237.619995	52.931229	237.605896	52.955479	0.78	0.55	50.47	0.29	0.66	1.25	8.54	0.91
0463	15.65	634	8	239.004471	52.884251	239.009811	52.879948	1.08	0.61	42.80	0.44	0.81	1.06	1.95	0.21
0463	15.65	634	6	236.652435	53.021420	236.658966	53.026623	1.02	0.68	-41.42	0.33	0.83	1.19	2.90	0.31
0463	15.65	634	1	237.746353	53.460678	237.743652	53.462448	0.61	0.46	50.91	0.25	0.53	1.19	9.38	1.00
0463	15.65	634	5	238.382919	53.439507	238.444016	53.502335	1.34	0.69	-60.07	0.49	0.96	1.25	4.14	0.44
0465	16.47	620	3	213.153610	5.132472	213.159821	5.141519	1.19	0.67	-37.05	0.44	0.89	1.25	3.57	0.36
0465	16.47	620	2	212.528931	5.268261	212.536331	5.275577	0.93	0.63	-54.79	0.33	0.77	1.25	3.77	0.39
0465	16.47	620	4	212.463287	5.125207	212.461609	5.116599	0.94	0.63	-70.86	0.33	0.77	1.13	3.02	0.31
0468	15.93	679	1	171.806763	1.422131	171.831192	1.510752	0.90	0.67	-28.93	0.25	0.78	1.06	4.75	1.00
0468	15.93	679	6	172.607803	1.424199	172.605545	1.423960	0.45	0.42	-55.35	0.08	0.43	1.00	2.37	0.50
0468	15.93	679	3	172.441711	1.871819	172.432190	1.876073	0.61	0.50	31.59	0.18	0.55	1.19	5.35	1.13
0468	15.93	679	8	172.538666	1.004021	172.531128	1.015259	1.15	0.61	59.19	0.47	0.84	1.00	1.98	0.42
0468	15.93	679	2	171.609634	2.000637	171.614288	1.962799	0.94	0.74	-61.52	0.21	0.83	1.31	5.58	1.18
0469	15.98	763	10	177.658920	4.151920	177.659378	4.150665	0.98	0.54	41.00	0.45	0.73	1.00	1.25	0.09
0469	15.98	763	11	178.852631	4.054001	178.853088	4.053444	0.87	0.57	-9.91	0.34	0.71	0.81	0.93	0.07
0469	15.98	763	1	178.240479	4.340146	178.244095	4.339200	0.51	0.47	-7.78	0.09	0.49	1.06	13.79	1.00
0469	15.98	763	5	178.618332	4.091410	178.621704	4.090035	1.14	0.65	-87.76	0.43	0.86	1.13	3.09	0.22
0469	15.98	763	4	177.649963	4.891035	177.640518	4.903892	1.55	0.91	76.90	0.41	1.19	1.13	3.53	0.26
0469	15.98	763	3	178.000671	3.727246	178.000595	3.731691	0.67	0.49	59.03	0.27	0.58	1.06	3.58	0.26
0470	16.37	678	8	227.984680	0.634331	227.978516	0.634470	0.77	0.56	1.99	0.27	0.66	1.06	1.90	0.68
0470	16.37	678	4	227.448288	0.603305	227.452209	0.593220	0.68	0.55	80.69	0.18	0.61	1.13	2.37	0.85
0473	17.02	568	1	130.493195	38.942593	130.498444	38.940628	0.55	0.47	3.30	0.15	0.51	1.06	8.46	1.00
0473	17.02	568	5	130.041199	38.798836	130.037766	38.791992	2.05	0.65	-75.15	0.68	1.15	1.13	2.27	0.27
0473	17.02	568	3	130.189804	38.599007	130.202515	38.585087	0.89	0.57	50.50	0.36	0.71	1.31	4.77	0.56
0474	16.86	486	10	198.487671	-1.219654	198.492081	-1.218196	0.80	0.50	-20.21	0.37	0.63	0.94	2.23	0.56
0474	16.86	486	6	198.359085	-1.242302	198.355881	-1.243708	0.81	0.54	9.68	0.33	0.67	1.06	3.04	0.76
0474	16.86	486	1	198.882477	-0.914498	198.879410	-0.916103	0.91	0.68	-22.11	0.25	0.78	1.13	3.98	1.00
0475	15.83	599	2	183.631516	-0.951113	183.556641	-0.918644	1.03	0.47	28.60	0.54	0.70	1.25	5.47	1.27
0475	15.83	599	1	184.177780	-0.782410	184.168900	-0.776922	0.61	0.44	-14.17	0.28	0.52	1.00	4.31	1.00
0475	15.83	599	3	184.431442	-0.815650	184.439590	-0.815580	1.01	0.72	-8.98	0.28	0.85	1.13	3.44	0.80
0476	16.28	537	2	187.497925	65.704201	187.555466	65.699715	0.82	0.55	-45.43	0.32	0.67	1.38	9.21	1.12
0476	16.28	537	6	185.416519	66.663895	185.419296	66.673599	0.60	0.52	-32.96	0.13	0.56	1.19	2.85	0.35
0477	16.21	668	1	201.278458	-1.013887	201.277298	-1.013206	0.45	0.39	4.30	0.13	0.42	0.94	2.65	1.00
0477	16.21	668	5	200.941681	-0.787369	200.957962	-0.759937	1.00	0.53	-25.32	0.47	0.73	1.19	3.35	1.26
0477	16.21	668	4	201.281006	-0.452701	201.266281	-0.407609	0.80	0.50	79.79	0.38	0.63	1.06	3.68	1.39
0477	16.21	668	3	200.811371	-1.448116	200.820236	-1.437085	1.26	0.83	-30.31	0.34	1.02	1.19	6.86	2.59
0478	15.88	627	1	203.399750	60.077984	203.295044	60.124344	0.94	0.46	32.31	0.52	0.66	1.06	10.51	1.00
0478	15.88	627	2	201.916504	60.628723	201.905350	60.642429	0.79	0.51	71.85	0.36	0.63	1.19	8.69	0.83
0478	15.88	627	3	202.394409	60.395447	202.388199	60.393547	0.80	0.60	31.14	0.25	0.69	1.25	5.48	0.52
0480	16.07	721	7	202.040207	1.454085	202.048569	1.454618	0.87	0.40	-3.25	0.55	0.59	0.63	1.86	0.14
0483	16.61	685	2	175.965515	5.700389	175.986023	5.727960	0.74	0.59	60.66	0.19	0.66	1.19	8.47	3.54
0483	16.61	685	8	175.604294	5.427353	175.604156	5.432659	0.83	0.47	24.41	0.43	0.62	1.00	1.62	0.68
0483	16.61	685	4	175.454300	4.704792	175.453445	4.700943	0.51	0.42	89.03	0.18	0.46	1.00	3.97	1.66
0484	16.11	947	4	258.736572	65.275642	258.611786	65.267807	0.82	0.51	-26.74	0.37	0.65	1.13	7.73	1.73
0485	16.26	653	7	231.734970	4.493262	231.734955	4.482833	0.68	0.55	-50.02	0.19	0.61	1.00	1.67	0.31
0485	16.26	653	1	231.688400	4.085033	231.686035	4.093024	0.54	0.47	-4.39	0.13	0.50	1.06	5.38	1.00
0486	16.39	805	1	177.643326	-2.724689	177.647125	-2.720840	0.47	0.46	88.70	0.03	0.46	1.00	5.08	1.00
0486	16.39	805	8	177.457382	-2.758245	177.452332	-2.761781	0.77	0.55	-15.35	0.29	0.65	0.88	1.75	0.34
0486	16.39	805	2	177.794067	-3.122839	177.811203	-3.074102	0.79	0.61	-61.59	0.23	0.69	1.25	16.77	3.30
0486	16.39	805	6	177.141724	-2.964399	177.139587	-2.956234	0.93	0.68	55.65	0.26	0.80	1.19	4.30	0.85
0488	15.46	493	1	240.925812	0.032903	240.938431	0.043597	1.12	0.50	-11.18	0.55	0.74	1.06	2.67	1.00
0488	15.46	493	7	240.642105	-0.160688	240.637085	-0.167342	0.96	0.56	-57.82	0.41	0.73	1.06	2.02	0.76
0488	15.46	493	11	241.362640	0.111401	241.360321	0.111400	0.56	0.40	48.58	0.29	0.48	0.88	1.42	0.53
0488	15.46	493	3	241.749649	0.061058	241.616440	0.020995	1.52	0.52	-16.78	0.66	0.89	1.06	3.15	1.18

Table B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0488	15.46	493	5	241.307739	-0.517214	241.315109	-0.521405	0.79	0.47	2.60	0.40	0.61	1.00	2.62	0.98
0488	15.46	493	6	241.018631	-0.582364	241.006226	-0.589206	0.93	0.60	-10.72	0.36	0.75	1.06	2.09	0.78
0488	15.46	493	2	240.279144	-0.624608	240.267990	-0.604216	1.44	0.82	62.91	0.43	1.08	1.44	4.75	1.78
0489	16.84	435	2	219.759445	62.344944	219.816818	62.333000	0.66	0.60	-13.90	0.09	0.63	1.19	7.07	2.13
0489	16.84	435	1	219.314178	62.063042	219.208740	62.072933	0.98	0.44	6.09	0.55	0.66	1.00	3.31	1.00
0490	16.28	630	1	190.466492	3.235896	190.476456	3.246379	0.58	0.43	-57.21	0.26	0.50	1.13	5.06	1.00
0490	16.28	630	8	190.306671	3.426714	190.309677	3.428938	0.75	0.61	-70.11	0.19	0.67	1.06	1.41	0.28
0490	16.28	630	7	190.466415	3.727520	190.460281	3.735039	0.61	0.43	45.66	0.29	0.51	1.13	2.77	0.55
0490	16.28	630	9	190.542831	3.540107	190.541000	3.536358	0.99	0.64	79.15	0.35	0.80	0.88	1.11	0.22
0490	16.28	630	4	190.004379	3.365354	190.003082	3.364386	0.62	0.52	28.39	0.17	0.57	1.19	4.10	0.81
0491	16.54	474	2	156.673737	0.484007	156.673904	0.460430	0.87	0.62	-76.63	0.28	0.73	1.31	5.39	1.14
0491	16.54	474	5	157.029053	0.417599	157.035736	0.407355	1.17	0.68	45.76	0.42	0.89	1.13	2.78	0.59
0491	16.54	474	3	156.793365	-0.102560	156.794510	-0.108841	0.87	0.60	73.49	0.31	0.73	1.25	4.48	0.95
0491	16.54	474	1	156.682892	0.080346	156.688385	0.084132	0.77	0.61	85.51	0.20	0.69	1.19	4.74	1.00
0492	15.93	661	8	189.934525	6.540710	189.942169	6.533164	1.19	0.66	41.91	0.44	0.89	1.13	2.04	0.13
0492	15.93	661	10	189.695923	6.811203	189.692810	6.811880	0.74	0.38	62.32	0.49	0.53	1.00	1.71	0.11
0492	15.93	661	7	189.790405	6.672316	189.792587	6.669447	1.22	0.54	48.58	0.55	0.81	1.13	2.23	0.14
0492	15.93	661	7	189.790405	6.672316	189.792587	6.669447	1.22	0.54	48.58	0.55	0.81	1.13	2.23	0.14
0492	15.93	661	4	190.332687	5.737176	190.333939	5.733988	1.06	0.56	6.08	0.47	0.77	1.13	3.49	0.22
0492	15.93	661	3	190.063309	5.944908	190.103806	5.926161	1.91	0.76	31.41	0.60	1.21	1.31	5.87	0.37
0493	16.83	388	2	184.175797	-3.118003	184.176956	-3.131576	0.55	0.48	77.27	0.13	0.52	1.13	9.46	1.19
0493	16.83	388	6	183.316681	-2.758749	183.314285	-2.765396	0.68	0.47	77.61	0.30	0.57	1.00	1.91	0.24
0493	16.83	388	1	183.734543	-2.668508	183.732620	-2.675008	0.58	0.51	14.77	0.12	0.54	1.19	7.93	1.00
0493	16.83	388	3	183.501236	-2.662487	183.495438	-2.662056	0.79	0.54	-34.91	0.32	0.65	1.25	3.05	0.38
0497	16.07	690	4	168.495758	3.493871	168.519089	3.485380	0.77	0.62	-19.58	0.19	0.69	1.25	3.95	0.62
0497	16.07	690	8	169.211456	2.320271	169.193130	2.314847	0.74	0.45	4.27	0.39	0.58	0.94	2.03	0.32
0497	16.07	690	1	168.781204	2.740424	168.777176	2.736278	0.49	0.44	-57.59	0.10	0.46	1.00	6.36	1.00
0497	16.07	690	3	168.975876	3.428360	168.994049	3.438636	0.74	0.63	31.54	0.15	0.68	1.25	7.11	1.12
0498	15.95	478	5	145.644043	61.191895	145.624741	61.195866	1.40	0.73	34.18	0.48	1.01	1.19	1.83	0.20
0498	15.95	478	6	144.814972	61.011742	144.786713	61.066452	1.05	0.45	77.34	0.58	0.69	0.94	1.71	0.18
0498	15.95	478	1	145.502640	60.759277	145.406830	60.717827	0.88	0.61	-38.76	0.31	0.73	1.38	9.28	1.00
0498	15.95	478	7	144.814117	60.669861	144.805679	60.667866	1.02	0.59	-21.50	0.42	0.78	0.94	1.70	0.18
0499	16.45	474	6	204.628357	-2.861229	204.628540	-2.865942	0.51	0.45	46.48	0.12	0.48	1.06	3.04	0.46
0499	16.45	474	7	204.526932	-2.508141	204.593552	-2.530647	0.90	0.46	16.61	0.49	0.64	1.00	2.65	0.40
0499	16.45	474	5	205.111115	-2.894359	205.119553	-2.900983	0.74	0.54	-17.17	0.28	0.63	1.13	3.47	0.53
0499	16.45	474	1	204.902878	-2.784621	204.899094	-2.790909	1.15	0.77	-55.68	0.33	0.94	1.31	6.58	1.00
0499	16.45	474	3	204.941956	-2.659818	204.944183	-2.650786	1.25	0.70	-85.40	0.44	0.93	1.06	4.55	0.69
0499	16.45	474	3	204.941956	-2.659818	204.944183	-2.650786	1.25	0.70	-85.40	0.44	0.93	1.06	4.55	0.69
0500	16.11	514	1	169.642700	51.735405	169.733597	51.733898	0.74	0.51	0.87	0.32	0.61	1.13	11.13	1.00
0501	16.15	565	1	212.420273	52.490726	212.431595	52.541954	0.71	0.57	-59.28	0.19	0.64	1.06	6.88	1.00
0502	16.02	495	6	14.454176	14.598127	14.454762	14.586802	0.65	0.51	86.16	0.21	0.58	1.13	3.00	0.40
0502	16.02	495	2	14.397599	14.915772	14.350240	14.944564	0.97	0.66	27.48	0.32	0.80	1.25	7.03	0.93
0502	16.02	495	1	14.232006	15.241943	14.239179	15.236724	0.58	0.44	56.31	0.24	0.51	1.06	7.58	1.00
0502	16.02	495	3	14.097343	15.429067	14.096932	15.433423	1.01	0.55	53.42	0.45	0.75	1.31	5.76	0.76
0503	16.30	775	1	177.211838	-2.484675	177.202621	-2.499507	0.55	0.47	-72.52	0.14	0.51	1.06	10.52	1.00
0503	16.30	775	5	177.423080	-2.023287	177.421158	-2.025469	0.56	0.40	42.05	0.29	0.47	1.06	3.13	0.30
0503	16.30	775	8	177.603180	-2.179563	177.602386	-2.179897	1.03	0.66	74.50	0.36	0.83	1.06	1.47	0.14
0504	16.79	424	1	236.709869	55.055798	236.690903	55.011608	0.55	0.40	-76.86	0.27	0.47	1.13	6.31	1.00
0505	16.17	502	1	3.389775	14.833217	3.430061	14.767048	0.75	0.61	56.43	0.18	0.68	1.06	4.17	1.00
0506	15.31	559	1	24.350962	-0.393030	24.333900	-0.429700	0.66	0.48	-38.61	0.27	0.56	1.13	10.25	1.00
0506	15.31	559	6	24.806414	-0.030342	24.815514	-0.028331	0.66	0.45	-16.38	0.31	0.54	1.00	2.19	0.21
0507	16.09	637	8	202.517685	0.557771	202.520554	0.556628	0.84	0.63	39.67	0.25	0.73	1.06	2.29	0.35
0507	16.09	637	1	203.111786	1.149659	203.117996	1.154099	0.48	0.45	-28.95	0.08	0.46	1.06	6.45	1.00
0507	16.09	637	3	203.606064	1.073451	203.616928	1.072848	0.76	0.47	-39.22	0.39	0.60	1.13	5.03	0.78
0507	16.09	637	4	203.725449	1.317723	203.709793	1.310644	0.92	0.52	-41.25	0.43	0.69	1.19	4.49	0.70
0508	16.19	593	1	348.718109	14.134459	348.738434	14.107179	0.77	0.52	25.79	0.32	0.63	1.19	10.62	1.00
0509	16.73	616	1	259.760101	26.996542	259.751404	27.008568	0.62	0.56	3.67	0.10	0.59	1.06	2.26	1.00
0509	16.73	616	8	260.003174	27.014380	260.002594	27.012741	0.81	0.68	-60.77	0.16	0.74	1.06	1.45	0.64
0509	16.73	616	9	260.061981	26.811543	260.057220	26.811243	1.28	0.80	-37.47	0.37	1.01	0.94	1.29	0.57
0509	16.73	616	5	259.191101	27.448772	259.181763	27.446135	1.30	0.70	-37.67	0.46	0.96	1.38	2.63	1.16
0509	16.73	616	2	260.214386	27.357296	260.220154	27.352205	0.49	0.44	24.92	0.11	0.46	1.06	5.97	2.64
0509	16.73	616	4	259.465881	26.660860	259.445679	26.708515	1.14	0.47	69.00	0.59	0.73	1.19	4.15	1.84
0509	16.73	616	3	260.174744	26.543053	260.181427	26.537924	0.97	0.61	-65.76	0.37	0.77	1.25	5.87	2.60
0512	16.75	470	3	179.283905	60.782803	179.250168	60.776302	0.63	0.47	-3.78	0.25	0.55	1.13	4.66	0.39
0512	16.75	470	7	178.618729	60.821358	178.621948	60.827145	0.78	0.54	-81.43	0.31	0.65	1.00	1.96	0.17
0512	16.75	470	1	178.426849	60.492210	178.467422	60.502598	0.75	0.53	-43.97	0.29	0.63	1.19	11.82	1.00
0512	16.75	470	2	177.886230	60.219135	177.886002	60.220978	0.57	0.43	-54.57	0.24	0.50	1.13	7.49	0.63
0513	16.70	490	5	183.907410	62.450947	183.910492	62.460625	0.52	0.45	-89.00	0.14	0.48	1.06	3.75	0.69
0513	16.70	490	7	185.616608	62.348381	185.594086	62.321846	0.71	0.42	-75.98	0.42	0.54	1.00	2.17	0.40
0513	16.70	490	9	185.433197	61.910534	185.421097	61.914497	0.55	0.47	31.73	0.14	0.51	1.06	1.97	0.36
0513	16.70	490	1	184.890244	62.146893	184.891296	62.151264	0.53	0.46	-81.43	0.14	0.49	1.06	5.42	1.00
0513	16.70	490	4	184.535858	61.977180	184.534241	61.978474	0.67	0.52	-82.10	0.22	0.59	1.19	5.11	0.94
0513	16.70	490	3	185.771317	61.755886	185.763290	61.754078	1.26	0.75	-47.64	0.41	0.97	1.19	5.26	0.97
0514	15.18	451	10	339.548584	-0.901623	339.542511	-0.903850	0.79	0.59	21.08	0.25	0.69	0.81	0.91	0.14
0514	15.18	451	9	340.041046	-0.193942	340.042572	-0.192010	0.99	0.62	-59.09	0.38	0.78	1.00	1.34	0.21
0514	15.18	451	1	339.899384	-0.998813	339.898499	-1.005574	1.17	0.55	-50.58	0.53	0.80	1.25	6.53	1.00
0514	15.18	451	2	340.007477	-0.844975	340.017151	-0.836075	1.18	0.58	-58.31	0.51	0.83	1.19	6.06	0.93
0516	15.86	489	1	23.851816	15.307240	23.849157	15.304340	0.57	0.42	33.30	0.26	0.49	1.06	6.60	1.00

TABLE B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0516	15.86	489	5	23.672031	15.534054	23.663736	15.540281	0.71	0.62	11.30	0.12	0.66	1.00	2.20	0.33
0517	16.13	627	2	178.984970	4.981221	179.017593	4.979400	0.74	0.53	-25.84	0.28	0.63	1.19	12.83	4.68
0517	16.13	627	1	178.422775	5.607012	178.422760	5.578002	0.97	0.48	75.82	0.51	0.68	1.06	2.74	1.00
0517	16.13	627	4	177.944122	6.161469	177.947067	6.147639	0.98	0.63	84.17	0.36	0.78	1.31	6.38	2.33
0517	16.13	627	7	178.075974	4.990949	178.079590	4.990958	0.98	0.84	8.48	0.15	0.90	0.69	1.67	0.61
0519	16.04	751	4	183.393799	4.927857	183.396484	4.930276	1.36	0.60	10.53	0.56	0.90	1.00	1.45	0.27
0520	16.09	383	6	339.978271	-8.148253	339.979340	-8.147111	1.07	0.66	71.81	0.38	0.84	1.06	1.45	0.25
0520	16.09	383	1	339.321228	-8.427021	339.299408	-8.396592	0.93	0.48	63.72	0.48	0.67	1.19	5.85	1.00
0520	16.09	383	4	339.572998	-8.270670	339.580872	-8.269095	0.56	0.49	-63.54	0.12	0.52	1.06	3.05	0.52
0520	16.09	383	2	340.164337	-8.485999	340.155609	-8.471730	0.72	0.47	42.37	0.35	0.58	1.13	3.27	0.56
0522	15.86	790	5	206.104965	2.085199	206.103424	2.093579	0.46	0.38	79.24	0.19	0.42	0.94	3.16	0.73
0522	15.86	790	4	205.477524	1.621156	205.478027	1.602282	1.00	0.51	-79.57	0.49	0.71	1.06	4.18	0.96
0523	15.18	459	4	117.956535	46.026894	117.974777	46.022839	0.54	0.47	-89.31	0.13	0.50	1.06	3.27	0.47
0523	15.18	459	2	120.198097	46.549423	120.205360	46.542301	1.13	0.57	45.41	0.49	0.81	1.44	6.66	0.96
0523	15.18	459	10	118.900368	45.307877	118.894394	45.300301	0.64	0.34	-53.14	0.47	0.46	0.81	1.41	0.20
0523	15.18	459	1	119.141907	45.693798	119.171181	45.682114	0.87	0.69	-83.30	0.21	0.78	1.19	6.91	1.00
0523	15.18	459	3	118.762650	45.740681	118.733955	45.740421	0.86	0.59	2.40	0.32	0.71	1.13	5.13	0.74
0525	15.86	472	4	135.195816	1.386462	135.223679	1.425919	1.11	0.53	-53.69	0.52	0.76	1.31	3.02	0.23
0525	15.86	472	1	134.532440	1.151762	134.528152	1.145338	0.67	0.49	55.07	0.27	0.58	1.25	12.90	1.00
0525	15.86	472	2	134.332901	1.422253	134.323959	1.432399	0.68	0.57	50.59	0.16	0.63	1.13	4.89	0.38
0527	16.33	477	1	206.875732	0.381493	206.857269	0.390200	0.92	0.43	2.81	0.53	0.63	1.06	6.55	1.00
0528	15.25	626	1	213.530991	1.826165	213.538803	1.834445	0.61	0.49	31.71	0.20	0.55	1.19	7.00	1.00
0533	16.13	646	10	200.512329	-0.303540	200.507751	-0.300682	0.50	0.44	31.44	0.11	0.47	0.94	1.37	0.88
0533	16.13	646	11	200.753860	-0.223569	200.752792	-0.220902	0.55	0.45	-37.21	0.18	0.50	1.00	1.21	0.79
0533	16.13	646	1	200.700882	-0.425587	200.701508	-0.431755	0.61	0.46	69.04	0.25	0.53	1.00	1.55	1.00
0533	16.13	646	7	200.945480	-0.793015	200.935165	-0.762264	0.86	0.53	-23.70	0.39	0.67	1.06	3.28	2.12
0533	16.13	646	5	201.135635	0.319596	201.151688	0.309057	1.35	0.65	40.54	0.52	0.93	1.25	4.20	2.72
0533	16.13	646	6	201.301651	-0.566589	201.299866	-0.568495	1.11	0.54	52.63	0.51	0.77	1.19	3.51	2.27
0533	16.13	646	8	201.254181	-0.449010	201.254272	-0.443135	0.97	0.45	89.05	0.54	0.66	1.00	2.56	1.66
0533	16.13	646	2	200.375244	-0.768488	200.365265	-0.750856	1.29	0.72	51.15	0.44	0.96	1.50	10.16	6.58
0533	16.13	646	4	200.196991	-0.856202	200.188614	-0.859097	0.94	0.68	6.94	0.27	0.80	1.13	5.26	3.40
0534	16.32	746	3	201.860764	-2.696346	201.854340	-2.639675	0.80	0.50	81.36	0.38	0.63	1.06	9.27	1.60
0534	16.32	746	6	202.005432	-1.706276	202.013123	-1.715081	1.07	0.54	64.54	0.50	0.76	1.00	1.44	0.25
0534	16.32	746	1	202.227066	-2.265204	202.198105	-2.259300	0.71	0.51	7.43	0.27	0.60	1.13	5.79	1.00
0534	16.32	746	2	202.721848	-1.818209	202.716125	-1.836534	0.80	0.54	-65.16	0.33	0.66	1.31	20.27	3.50
0535	16.13	470	5	179.478897	-2.212137	179.486282	-2.199179	0.96	0.52	-65.38	0.46	0.71	1.06	3.19	0.31
0535	16.13	470	1	179.542358	-2.545997	179.543304	-2.558196	0.58	0.52	18.95	0.10	0.55	1.13	10.46	1.00
0535	16.13	470	2	179.347504	-2.381882	179.337982	-2.381523	1.15	0.71	10.08	0.38	0.91	1.44	5.16	0.49
0537	16.21	617	4	232.542206	-0.044042	232.539810	-0.037089	1.10	0.75	-77.82	0.32	0.90	1.06	3.83	0.68
0537	16.21	617	1	233.124802	-0.534414	233.112335	-0.527077	0.68	0.49	25.52	0.28	0.58	1.13	5.63	1.00
0537	16.21	617	2	233.303314	-0.654870	233.305038	-0.659207	1.12	0.74	33.69	0.34	0.91	1.31	5.42	0.96
0537	16.21	617	6	232.581833	-0.251489	232.589340	-0.257295	1.12	0.93	27.12	0.17	1.02	0.88	3.14	0.56
0538	16.37	797	4	213.149643	5.591104	213.119904	5.614315	0.94	0.48	26.28	0.49	0.67	1.13	4.73	1.44
0538	16.37	797	8	213.013901	5.463934	213.010925	5.459610	0.78	0.67	-67.21	0.14	0.72	1.06	2.45	0.75
0538	16.37	797	1	212.894409	5.211776	212.922684	5.222310	1.18	0.59	-5.05	0.50	0.83	1.06	3.28	1.00
0538	16.37	797	5	213.069168	5.089281	213.072830	5.093218	1.52	0.96	-8.62	0.37	1.21	1.06	3.48	1.06
0540	16.43	655	8	0.637519	14.036339	0.655475	14.013067	2.07	0.73	48.19	0.65	1.23	1.19	1.85	0.31
0540	16.43	655	11	359.940582	14.413131	359.932709	14.406693	0.98	0.76	-38.35	0.22	0.86	0.94	1.37	0.23
0540	16.43	655	11	359.940582	14.413131	359.932709	14.406693	0.98	0.76	-38.35	0.22	0.86	0.94	1.37	0.23
0540	16.43	655	1	0.152016	14.549947	0.161763	14.553057	0.52	0.46	-77.91	0.12	0.49	1.00	5.89	1.00
0540	16.43	655	3	0.060279	14.118141	0.068240	14.084088	0.84	0.58	69.80	0.30	0.70	1.19	5.15	0.88
0540	16.43	655	5	0.234218	14.231515	0.234618	14.235377	0.80	0.47	0.35	0.41	0.62	1.00	3.24	0.55
0543	16.49	491	1	155.870361	-0.218853	155.888016	-0.215408	0.56	0.46	-2.60	0.18	0.51	1.06	7.04	1.00
0543	16.49	491	4	156.035172	0.298976	156.035919	0.302291	0.87	0.63	-53.49	0.27	0.74	1.19	3.59	0.51
0545	16.13	467	1	334.387146	12.663028	334.374939	12.663074	0.71	0.51	-73.40	0.29	0.60	1.13	4.77	1.00
0545	16.13	467	3	334.212799	12.289311	334.182465	12.298293	0.82	0.54	20.96	0.34	0.67	1.19	2.99	0.63
0546	16.00	624	4	212.489502	53.428463	212.497345	53.436649	0.61	0.48	62.47	0.22	0.54	1.13	5.67	0.61
0546	16.00	624	3	212.442764	52.532795	212.448181	52.551785	0.54	0.50	-72.58	0.06	0.52	1.06	5.69	0.62
0546	16.00	624	2	213.784836	52.383480	213.791183	52.387966	0.54	0.45	53.60	0.16	0.49	1.13	6.80	0.73
0546	16.00	624	1	213.012131	52.795303	212.992447	52.799820	0.58	0.45	12.67	0.22	0.51	1.06	9.25	1.00
0546	16.00	624	5	213.502625	52.772221	213.519669	52.774620	0.60	0.45	-3.05	0.24	0.52	1.00	5.19	0.56
0547	15.22	468	4	340.789825	-0.213052	340.796234	-0.207787	0.54	0.43	-87.79	0.20	0.48	1.00	4.49	0.72
0552	15.60	767	1	149.220383	1.199346	149.220001	1.207891	1.55	0.87	69.55	0.44	1.16	1.44	5.96	1.00
0552	15.60	767	6	149.314560	1.006938	149.319427	1.001936	1.32	0.61	56.66	0.54	0.90	1.25	4.42	0.74
0554	17.12	543	7	160.917572	0.243407	160.885086	0.240493	1.03	0.52	-9.86	0.49	0.73	1.06	1.92	0.44
0554	17.12	543	6	160.845337	0.076533	160.838989	0.075347	0.54	0.46	-0.37	0.16	0.50	1.00	2.19	0.51
0554	17.12	543	1	160.697998	-0.080827	160.700729	-0.078278	1.01	0.71	-31.47	0.29	0.85	1.19	4.33	1.00
0554	17.12	543	2	160.588638	-0.166260	160.573990	-0.155089	0.75	0.64	50.55	0.15	0.69	1.31	8.78	2.03
0555	16.68	434	1	204.642960	63.302402	204.694504	63.330414	0.81	0.41	-49.01	0.49	0.57	1.06	4.61	1.00
0555	16.68	434	3	205.249710	63.738686	205.252640	63.739902	1.11	0.78	-48.90	0.30	0.93	1.31	5.18	1.12
0555	16.68	434	4	205.065628	63.638927	205.054962	63.631069	0.71	0.52	-57.26	0.26	0.61	1.06	4.02	0.87
0556	16.54	592	2	148.384476	0.594552	148.382889	0.603425	0.70	0.54	18.24	0.24	0.62	1.25	9.69	5.67
0556	16.54	592	1	148.088669	0.975424	148.103043	0.974889	1.19	0.58	-8.96	0.51	0.83	1.00	1.71	1.00
0557	15.60	508	2	228.947357	45.268513	229.026291	45.244373	0.87	0.40	25.58	0.55	0.59	1.06	4.13	0.35
0557	15.60	508	4	230.527252	44.727154	230.532791	44.726513	0.64	0.50	47.93	0.23	0.57	1.25	3.29	0.28
0557	15.60	508	1	229.858826	45.070480	229.833160	45.076698	0.57	0.50	30.68	0.12	0.54	1.19	11.85	1.00
0557	15.60	508	7	230.118896	45.349918	230.126282	45.353268	1.17	0.66	-28.86	0.44	0.88	1.06	2.37	0.20
0557	15.60	508	3	229.050690	45.806984	229.059097	45.805607	1.52	0.92	21.92	0.40	1.18	1.31	3.86	0.33

Table B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0558	16.13	564	4	212.180084	53.035522	212.175064	53.035488	0.89	0.57	-25.55	0.37	0.71	1.13	2.02	0.36
0559	15.88	679	10	155.221375	2.077233	155.219208	2.081266	0.82	0.63	33.13	0.23	0.72	1.06	1.37	0.13
0559	15.88	679	1	155.630997	2.344740	155.585754	2.333967	1.00	0.60	-50.57	0.40	0.78	1.25	10.93	1.00
0559	15.88	679	3	155.483765	1.670979	155.484680	1.670787	1.35	0.66	61.66	0.51	0.94	1.56	5.30	0.48
0559	15.88	679	6	155.371078	1.801443	155.364624	1.803399	0.93	0.59	54.48	0.37	0.74	1.13	2.74	0.25
0559	15.88	679	2	156.074951	2.879914	156.072647	2.870749	0.67	0.52	-67.62	0.23	0.59	1.13	5.37	0.49
0563	16.63	737	12	177.239868	-2.715924	177.239517	-2.714764	1.08	0.57	-41.43	0.47	0.79	0.88	1.08	0.11
0563	16.63	737	12	177.239868	-2.715924	177.239517	-2.714764	1.08	0.57	-41.43	0.47	0.79	0.88	1.08	0.11
0563	16.63	737	1	177.193329	-2.479749	177.192902	-2.486515	0.51	0.45	49.42	0.11	0.48	1.13	9.73	1.00
0563	16.63	737	9	177.332352	-2.323853	177.337433	-2.318828	0.85	0.66	-60.95	0.23	0.75	1.00	1.63	0.17
0563	16.63	737	2	177.088928	-3.183054	177.099564	-3.180549	0.61	0.53	12.17	0.14	0.57	1.13	5.55	0.57
0563	16.63	737	3	176.821548	-3.080983	176.815033	-3.077990	1.30	0.47	30.45	0.64	0.78	1.19	4.82	0.50
0564	16.35	676	1	181.977402	51.599133	181.987091	51.591984	0.70	0.48	25.04	0.31	0.58	1.00	2.96	1.00
0571	15.93	587	5	163.232025	57.219448	163.259079	57.175190	1.00	0.45	83.20	0.55	0.67	1.00	2.22	0.22
0571	15.93	587	6	163.221802	57.702351	163.226364	57.701843	1.14	0.57	-2.57	0.50	0.81	1.00	2.03	0.20
0571	15.93	587	1	162.301376	57.844910	162.322296	57.841312	0.68	0.50	23.91	0.27	0.58	1.19	10.17	1.00
0571	15.93	587	4	162.766510	57.722416	162.774582	57.722836	1.04	0.66	28.32	0.37	0.83	0.88	2.38	0.23
0573	16.33	466	4	191.949600	-3.600721	191.913452	-3.580851	0.83	0.54	38.33	0.34	0.67	1.19	3.61	0.90
0573	16.33	466	1	192.424210	-3.116259	192.428116	-3.119747	0.61	0.54	74.20	0.12	0.58	1.25	4.02	1.00
0573	16.33	466	5	192.352890	-3.544291	192.365082	-3.554811	0.88	0.52	42.64	0.41	0.68	1.25	3.32	0.83
0573	16.33	466	6	192.288971	-3.330174	192.291595	-3.318922	0.98	0.52	-60.48	0.47	0.72	1.13	2.72	0.68
0573	16.33	466	2	192.078690	-2.633860	192.087112	-2.626965	0.83	0.53	-42.67	0.36	0.66	1.31	5.36	1.33
0573	16.33	466	3	191.917099	-2.750875	191.913910	-2.752690	1.60	0.55	-54.06	0.65	0.94	1.19	3.70	0.92
0573	16.33	466	3	191.917099	-2.750875	191.913910	-2.752690	1.60	0.55	-54.06	0.65	0.94	1.19	3.70	0.92
0574	16.00	542	5	200.409866	58.701031	200.420227	58.698677	1.12	0.67	-82.49	0.40	0.87	1.13	2.73	0.28
0574	16.00	542	3	200.415466	59.005024	200.403183	58.969406	0.99	0.54	-85.68	0.45	0.73	1.00	3.11	0.32
0574	16.00	542	2	202.169067	59.235069	202.162888	59.249847	0.79	0.51	81.56	0.36	0.63	1.06	4.11	0.42
0576	16.15	455	4	183.417633	2.051437	183.427063	2.022559	0.89	0.55	-87.90	0.38	0.70	1.25	3.11	0.69
0576	16.15	455	9	183.331253	2.481180	183.331070	2.474453	0.69	0.55	34.30	0.21	0.62	1.06	1.76	0.39
0576	16.15	455	3	183.453415	2.800151	183.432922	2.796402	1.01	0.57	-13.43	0.44	0.76	1.19	3.31	0.73
0576	16.15	455	1	183.165039	2.910304	183.161484	2.932018	0.69	0.49	-54.65	0.29	0.58	1.13	4.53	1.00
0576	16.15	455	7	183.127808	2.643317	183.116226	2.626992	1.53	0.73	-44.32	0.52	1.06	1.06	2.26	0.50
0576	16.15	455	7	183.127808	2.643317	183.116226	2.626992	1.53	0.73	-44.32	0.52	1.06	1.06	2.26	0.50
0578	16.49	530	1	159.896698	-0.883587	159.902496	-0.886119	1.49	0.62	31.31	0.58	0.96	1.06	3.31	1.00
0579	16.09	511	2	169.408844	51.445103	169.399704	51.436993	1.22	0.53	-60.24	0.57	0.80	1.06	2.86	0.25
0580	16.54	505	1	150.650177	0.841096	150.650253	0.842373	0.49	0.44	43.60	0.10	0.47	1.06	3.68	1.00
0580	16.54	505	6	151.120285	0.492204	151.113434	0.490199	1.17	0.62	-43.72	0.47	0.85	1.19	2.48	0.68
0583	16.02	509	1	118.840881	36.713608	118.849190	36.710320	0.54	0.45	18.87	0.17	0.49	1.06	3.10	1.00
0583	16.02	509	4	119.027794	36.191467	119.026588	36.173668	0.83	0.50	71.94	0.40	0.64	1.19	5.06	1.63
0583	16.02	509	3	118.470772	37.334961	118.459091	37.341537	0.95	0.58	7.77	0.39	0.74	1.13	5.30	1.71
0583	16.02	509	5	118.660103	37.217655	118.661903	37.210922	1.01	0.53	61.97	0.48	0.73	1.19	4.27	1.38
0585	16.07	433	4	186.151047	2.525118	186.161011	2.517376	0.70	0.46	8.84	0.34	0.57	1.06	2.75	0.55
0585	16.07	433	2	185.784012	2.364596	185.786072	2.353493	1.17	0.65	-34.07	0.45	0.87	1.88	6.64	1.34
0585	16.07	433	1	186.026840	2.915971	186.037994	2.915396	0.74	0.57	-15.45	0.23	0.65	1.25	4.96	1.00
0585	16.07	433	6	185.866821	2.942164	185.862152	2.944655	0.94	0.51	16.13	0.46	0.69	0.69	1.41	0.29
0588	16.47	469	6	321.644165	10.743365	321.639557	10.741946	0.65	0.56	-5.79	0.14	0.60	1.13	2.02	0.71
0588	16.47	469	7	322.033539	10.585223	322.038910	10.578257	1.07	0.60	55.08	0.44	0.80	1.06	1.56	0.55
0588	16.47	469	1	322.165497	10.770535	322.175446	10.771920	0.98	0.63	-2.50	0.35	0.79	1.13	2.85	1.00
0588	16.47	469	3	322.337128	11.209909	322.342804	11.203891	0.52	0.44	36.77	0.16	0.47	1.06	5.27	1.85
0588	16.47	469	2	322.120636	11.281476	322.120026	11.283522	1.25	0.60	-47.68	0.52	0.86	1.50	6.87	2.41
0592	15.57	819	5	135.648941	52.146748	135.691772	52.167061	0.71	0.39	-34.25	0.44	0.53	1.00	4.22	0.40
0593	15.60	723	3	241.856598	53.334435	241.870422	53.344452	0.86	0.72	-14.91	0.16	0.79	1.31	4.85	0.43
0594	15.55	822	14	134.800812	51.291359	134.783463	51.289803	1.02	0.70	9.78	0.32	0.84	0.63	0.93	0.12
0594	15.55	822	4	135.158463	51.317501	135.214020	51.257362	0.89	0.53	65.99	0.40	0.69	1.19	5.14	0.65
0594	15.55	822	5	135.359695	52.634022	135.343384	52.624592	0.81	0.79	-17.29	0.02	0.80	1.19	3.91	0.49
0595	15.63	737	1	242.502686	53.661579	242.464600	53.737553	0.94	0.58	60.31	0.38	0.73	1.31	10.23	1.00
0596	16.66	577	1	257.437347	33.562714	257.531921	33.575779	1.07	0.72	-11.10	0.33	0.88	1.19	7.55	1.00
0596	16.66	577	4	256.805237	33.658997	256.820007	33.667702	0.74	0.54	-48.79	0.27	0.63	1.13	3.00	0.40
0596	16.66	577	5	257.625977	33.124390	257.623322	33.120525	0.91	0.72	-17.34	0.21	0.81	1.31	2.51	0.33
0600	15.95	440	1	183.445114	2.787719	183.430405	2.794970	0.87	0.56	-27.94	0.36	0.70	1.13	3.28	1.00
0600	15.95	440	6	183.038620	2.626326	183.055847	2.611012	1.61	0.68	-1.21	0.58	1.05	1.13	2.35	0.72
0600	15.95	440	7	183.277328	2.519993	183.282990	2.506749	0.66	0.55	60.39	0.17	0.60	1.13	2.34	0.71
0600	15.95	440	3	183.787567	3.472860	183.786911	3.475547	0.93	0.86	2.88	0.08	0.89	1.38	3.71	1.13
0601	15.60	768	5	153.905396	0.552215	153.896591	0.556619	0.58	0.52	-15.24	0.11	0.55	1.19	4.50	0.61
0601	15.60	768	8	154.219208	0.292759	154.216156	0.279692	1.11	0.60	81.70	0.46	0.82	1.31	3.27	0.44
0601	15.60	768	8	154.219208	0.292759	154.216156	0.279692	1.11	0.60	81.70	0.46	0.82	1.31	3.27	0.44
0601	15.60	768	1	154.464859	-0.006931	154.464706	-0.018579	0.63	0.44	-58.42	0.31	0.52	1.06	7.40	1.00
0601	15.60	768	4	154.794724	0.384156	154.755875	0.393312	1.17	0.59	5.38	0.50	0.83	1.13	5.37	0.73
0603	15.91	387	1	316.331238	-7.587319	316.335968	-7.573552	0.55	0.49	83.34	0.11	0.52	1.13	7.11	1.00
0603	15.91	387	6	316.044525	-7.612082	316.039429	-7.610948	0.95	0.63	7.78	0.33	0.77	1.00	1.97	0.28
0605	16.76	541	5	203.259445	-2.296846	203.259979	-2.288238	0.60	0.55	-36.82	0.08	0.57	1.13	2.55	0.66
0605	16.76	541	1	203.424271	-2.455528	203.432419	-2.460554	0.54	0.46	40.80	0.15	0.50	1.06	3.85	1.00
0605	16.76	541	4	203.671982	-2.608695	203.635849	-2.615171	0.90	0.45	-6.40	0.50	0.64	1.06	3.66	0.95
0606	15.34	819	3	10.424761	-8.722835	10.430791	-8.711770	1.20	0.83	-62.24	0.31	0.99	0.88	1.79	0.05
0607	16.19	614	3	181.660385	1.468470	181.626495	1.466542	0.92	0.43	-5.31	0.53	0.63	1.00	3.84	0.71
0607	16.19	614	7	181.386551	1.498116	181.382156	1.499909	0.96	0.62	24.52	0.35	0.77	0.94	1.69	0.31
0607	16.19	614	1	180.985916	1.434876	180.993378	1.438862	0.54	0.47	-83.26	0.13	0.50	1.06	5.39	1.00
0607	16.19	614	5	180.794617	1.553323	180.787872	1.555452	0.67	0.56	20.10	0.17	0.61	1.06	2.75	0.51

TABLE B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0608	15.71	486	4	199.933578	66.875908	199.928497	66.871971	1.71	0.77	13.47	0.55	1.15	1.19	2.69	0.33
0608	15.71	486	3	200.173111	66.273270	200.204575	66.266388	0.57	0.44	28.74	0.22	0.50	1.00	3.24	0.40
0608	15.71	486	1	199.432678	66.426285	199.427948	66.424301	0.57	0.49	-16.26	0.14	0.52	1.19	8.05	1.00
0608	15.71	486	8	198.775833	66.449257	198.764893	66.449852	1.03	0.70	10.22	0.32	0.85	0.63	1.08	0.13
0609	15.40	463	1	340.825226	0.403250	340.813629	0.404807	0.60	0.47	-85.22	0.21	0.53	1.06	8.31	1.00
0609	15.40	463	2	341.566498	0.829975	341.562805	0.790896	0.87	0.48	78.55	0.44	0.65	1.19	4.65	0.56
0609	15.40	463	5	341.593140	0.408566	341.593658	0.404772	0.78	0.61	73.35	0.22	0.69	0.94	1.25	0.15
0611	15.25	481	7	213.986542	4.230946	213.990662	4.223993	1.16	0.63	86.64	0.46	0.85	0.75	0.84	0.14
0611	15.25	481	1	214.092484	3.678170	214.106384	3.688090	0.71	0.52	10.54	0.27	0.61	1.19	6.17	1.00
0611	15.25	481	4	213.818008	3.861603	213.808899	3.869436	0.78	0.66	31.96	0.16	0.72	1.13	3.49	0.57
0611	15.25	481	2	213.986450	4.574898	213.998901	4.570227	0.86	0.47	18.57	0.45	0.63	1.06	4.00	0.65
0612	15.31	327	1	140.725983	-0.411833	140.697784	-0.379272	0.65	0.47	38.69	0.27	0.55	1.06	8.61	1.00
0614	16.73	586	10	160.854462	1.597061	160.856583	1.598525	0.61	0.50	-52.45	0.18	0.55	1.00	1.37	0.61
0614	16.73	586	7	160.441772	1.778839	160.440216	1.750624	0.88	0.42	-84.99	0.52	0.61	1.00	1.72	0.77
0614	16.73	586	8	161.268677	1.664904	161.263992	1.661137	0.73	0.51	-44.83	0.30	0.61	1.13	1.72	0.77
0614	16.73	586	11	161.100037	1.568585	161.098343	1.571663	0.70	0.32	-84.72	0.55	0.47	0.69	0.95	0.42
0614	16.73	586	1	161.075058	1.450197	161.075943	1.446367	1.18	0.56	-65.49	0.52	0.81	1.06	2.25	1.00
0614	16.73	586	1	161.075058	1.450197	161.075943	1.446367	1.18	0.56	-65.49	0.52	0.81	1.06	2.25	1.00
0614	16.73	586	5	160.429062	1.186344	160.422440	1.177846	0.99	0.78	-15.23	0.21	0.88	0.94	2.31	1.03
0614	16.73	586	4	160.906967	1.252963	160.901352	1.258429	0.73	0.55	-73.43	0.25	0.63	1.00	3.35	1.49
0615	16.15	457	1	192.926407	66.699722	192.952438	66.698898	0.58	0.50	-46.28	0.13	0.54	1.19	11.98	1.00
0615	16.15	457	2	191.978882	66.211632	191.986801	66.209938	0.69	0.50	-57.31	0.28	0.59	1.19	6.72	0.56
0615	16.15	457	3	192.233795	66.383575	192.247543	66.392151	1.01	0.68	-35.80	0.33	0.83	1.06	4.07	0.34
0615	16.15	457	4	192.826355	67.314789	192.805298	67.308853	1.09	0.55	-39.43	0.49	0.77	1.06	3.87	0.32
0616	15.43	546	4	18.480902	14.142907	18.480497	14.103958	0.66	0.45	-84.76	0.31	0.55	1.06	3.42	0.71
0616	15.43	546	9	19.166746	14.317043	19.180742	14.309604	1.17	0.65	12.57	0.44	0.88	1.06	1.67	0.35
0616	15.43	546	7	18.114447	14.050775	18.111147	14.019391	0.76	0.46	-82.73	0.39	0.59	1.06	2.22	0.46
0616	15.43	546	3	18.814510	13.438161	18.818417	13.432885	0.91	0.53	27.53	0.42	0.69	1.25	3.72	0.78
0616	15.43	546	6	18.619287	13.507681	18.606649	13.509137	0.81	0.58	14.98	0.28	0.69	1.06	2.94	0.62
0620	16.04	549	1	119.147476	37.055824	119.112297	37.063801	0.65	0.52	-10.36	0.20	0.58	1.19	11.16	1.00
0622	15.63	905	8	328.664551	-6.887666	328.664276	-6.886863	1.01	0.68	0.29	0.33	0.83	0.88	1.16	0.13
0622	15.63	905	4	329.966797	-7.481125	329.952362	-7.476359	0.70	0.63	22.37	0.11	0.66	1.31	4.02	0.47
0622	15.63	905	1	329.257385	-6.940440	329.237152	-6.929315	0.72	0.50	33.41	0.30	0.60	1.19	8.64	1.00
0622	15.63	905	9	328.943085	-6.913815	328.940063	-6.915189	0.82	0.58	24.06	0.30	0.69	0.63	1.05	0.12
0622	15.63	905	6	328.704041	-7.548383	328.713074	-7.539848	0.94	0.63	79.16	0.33	0.77	1.06	3.28	0.38
0622	15.63	905	5	329.197784	-7.610590	329.194672	-7.603327	0.90	0.46	89.45	0.50	0.64	0.69	3.73	0.43
0623	16.07	621	1	178.148361	5.837359	178.124969	5.815003	1.13	0.74	48.07	0.35	0.91	1.31	5.53	1.00
0623	16.07	621	2	177.593994	6.603295	177.606735	6.622642	1.06	0.61	-47.52	0.42	0.81	1.63	12.33	2.23
0623	16.07	621	6	177.859680	6.338558	177.854263	6.347658	1.76	0.71	65.23	0.60	1.12	1.13	3.77	0.68
0624	16.07	863	9	176.350723	-1.487569	176.356110	-1.481817	1.06	0.68	-43.97	0.36	0.85	1.19	3.04	0.37
0624	16.07	863	5	176.412094	-2.100158	176.414658	-2.072966	0.77	0.49	83.55	0.36	0.62	1.13	5.88	0.72
0624	16.07	863	4	176.855713	-1.782975	176.853836	-1.780258	1.50	0.83	-33.11	0.45	1.11	1.44	6.87	0.84
0624	16.07	863	1	176.086929	-1.922032	176.092545	-1.932461	0.64	0.46	53.20	0.27	0.55	1.13	8.22	1.00
0626	15.52	755	3	330.752716	-8.179417	330.846985	-8.173833	0.98	0.65	17.20	0.34	0.80	1.19	3.89	1.11
0626	15.52	755	1	330.289825	-7.382873	330.289490	-7.402292	0.77	0.45	-57.73	0.41	0.59	1.13	3.51	1.00
0627	15.98	450	2	183.934769	3.337815	183.943695	3.311120	0.84	0.64	31.36	0.25	0.73	1.25	5.89	1.76
0627	15.98	450	8	183.842636	2.158848	183.839905	2.156978	0.66	0.65	23.76	0.02	0.66	1.06	1.42	0.42
0629	15.95	459	7	229.409714	59.359547	229.411942	59.360222	0.77	0.54	56.53	0.30	0.65	0.81	1.33	0.11
0629	15.95	459	1	229.758621	59.118599	229.760101	59.121178	0.60	0.51	-74.34	0.15	0.55	1.19	11.63	1.00
0629	15.95	459	6	229.604752	58.824451	229.593216	58.814568	1.12	0.72	-45.07	0.36	0.90	1.00	2.39	0.21
0631	15.28	505	1	216.051117	2.710441	216.163818	2.731565	0.77	0.58	-1.22	0.24	0.67	1.06	5.62	1.00
0631	15.28	505	7	215.526276	2.546613	215.528717	2.552473	0.97	0.63	-41.84	0.35	0.79	1.13	1.66	0.30
0636	15.95	851	7	203.333496	58.984867	203.316467	58.979034	0.56	0.48	-21.21	0.15	0.52	1.00	1.93	0.54
0636	15.95	851	1	202.751984	58.895058	202.757248	58.894119	0.62	0.44	61.19	0.29	0.52	1.06	3.61	1.00
0636	15.95	851	3	203.904755	58.821945	203.906403	58.815945	0.86	0.57	-64.58	0.33	0.70	1.19	6.03	1.67
0638	15.46	608	5	241.336624	49.759651	241.353882	49.759411	1.59	0.94	-2.36	0.41	1.22	1.50	2.90	0.58
0639	15.76	464	9	228.368683	57.599514	228.363403	57.596828	1.12	0.72	-85.10	0.35	0.90	1.13	1.77	0.29
0639	15.76	464	6	228.993515	57.632675	228.995682	57.640152	0.55	0.46	-80.10	0.17	0.50	1.00	2.01	0.32
0639	15.76	464	1	229.363953	56.988861	229.343887	56.995796	0.70	0.47	25.72	0.32	0.57	1.19	6.21	1.00
0639	15.76	464	2	230.296097	56.896080	230.304367	56.846027	0.79	0.50	-78.89	0.36	0.63	1.06	5.37	0.86
0640	16.35	405	1	337.076355	1.059811	337.079193	1.053300	0.85	0.49	-46.76	0.42	0.64	1.25	3.20	1.00
0640	16.35	405	6	337.291718	0.622325	337.292419	0.626902	0.62	0.45	47.27	0.27	0.53	1.06	2.10	0.66
0642	15.63	520	1	180.894760	60.771645	180.914520	60.795330	0.67	0.54	85.66	0.19	0.60	1.25	11.76	1.00
0642	15.63	520	4	181.068985	60.121937	181.041885	60.100235	0.91	0.50	-84.47	0.45	0.67	1.06	3.18	0.27
0642	15.63	520	12	182.154404	60.448887	182.153290	60.445816	0.89	0.62	89.98	0.30	0.74	0.69	0.78	0.07
0643	15.63	452	1	341.845306	-8.755224	341.923798	-8.773763	0.79	0.48	12.30	0.38	0.62	1.19	8.11	1.00
0643	15.63	452	2	341.333374	-8.533307	341.313171	-8.555593	0.92	0.56	-64.12	0.39	0.72	1.31	5.10	0.63
0643	15.63	452	3	341.374664	-8.818529	341.376648	-8.829506	0.80	0.59	-71.92	0.26	0.69	1.25	3.85	0.47
0644	15.37	491	1	336.796509	-0.696265	336.801331	-0.699122	0.46	0.45	-3.93	0.01	0.45	1.06	5.80	1.00
0644	15.37	491	5	337.100677	-1.498543	337.114288	-1.496880	1.14	0.81	-30.11	0.29	0.96	1.06	2.28	0.39
0645	16.19	769	9	201.471207	0.535222	201.464111	0.541095	0.88	0.64	44.57	0.27	0.75	1.13	2.06	0.90
0645	16.19	769	4	202.203125	1.239108	202.202621	1.246256	0.65	0.49	65.71	0.25	0.57	1.13	3.57	1.56
0645	16.19	769	5	201.476700	1.274831	201.469559	1.273991	0.81	0.57	-1.72	0.29	0.68	1.13	3.48	1.51
0645	16.19	769	2	201.804779	1.334808	201.797211	1.335104	0.94	0.50	-42.61	0.47	0.69	1.25	13.13	5.72
0645	16.19	769	2	201.804779	1.334808	201.797211	1.335104	0.94	0.50	-42.61	0.47	0.69	1.25	13.13	5.72
0645	16.19	769	8	202.042862	1.459138	202.047134	1.457253	0.93	0.45	-4.15	0.51	0.65	0.69	2.64	1.15
0645	16.19	769	3	201.701859	0.388202	201.708405	0.391205	0.84	0.63	-68.47	0.25	0.73	1.06	6.39	2.78
0646	15.95	782	1	178.530746	3.905607	178.528244	3.901266	0.69	0.45	-56.59	0.35	0.56	1.06	2.52	1.00

Table B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0646	15.95	782	4	179.115601	3.314232	179.062698	3.293966	0.81	0.44	-21.57	0.46	0.60	1.06	7.38	2.93
0646	15.95	782	8	179.166412	4.098563	179.155426	4.097284	0.75	0.65	-32.13	0.14	0.70	1.13	3.40	1.35
0646	15.95	782	6	177.961670	4.451846	177.949997	4.459128	0.92	0.67	39.81	0.27	0.78	1.06	3.81	1.51
0646	15.95	782	3	178.228638	3.405052	178.239487	3.398315	1.47	0.96	49.89	0.35	1.19	1.31	10.89	4.32
0646	15.95	782	3	178.228638	3.405052	178.239487	3.398315	1.47	0.96	49.89	0.35	1.19	1.31	10.89	4.32
0648	16.33	530	1	205.593384	-1.024643	205.583298	-1.011865	0.64	0.57	54.10	0.10	0.60	1.25	4.47	1.00
0649	15.83	484	9	134.639984	1.947686	134.651321	1.930523	1.53	0.44	50.00	0.71	0.82	1.19	1.74	0.13
0649	15.83	484	10	134.733810	1.429575	134.741501	1.434317	0.82	0.60	-50.04	0.26	0.70	0.94	1.47	0.11
0652	15.43	660	2	244.444138	49.870415	244.500565	49.943829	1.02	0.55	-66.23	0.46	0.75	1.19	3.97	0.23
0652	15.43	660	5	242.588806	49.097858	242.573456	49.104977	0.76	0.54	40.97	0.29	0.64	1.19	2.90	0.16
0654	15.43	876	1	17.833586	15.067852	17.882780	15.078450	0.95	0.64	-24.54	0.33	0.78	1.38	4.36	1.00
0654	15.43	876	2	18.263443	15.557464	18.279106	15.504701	0.74	0.72	-43.69	0.03	0.73	1.25	16.54	3.80
0655	15.25	471	1	217.764297	-1.800720	217.776138	-1.801090	0.71	0.54	27.61	0.24	0.62	1.31	8.39	1.00
0655	15.25	471	2	217.018341	-2.533720	217.025253	-2.526415	0.77	0.53	29.75	0.32	0.64	1.13	5.39	0.64
0655	15.25	471	3	217.235748	-2.697497	217.239731	-2.699616	1.21	0.78	31.12	0.35	0.97	1.31	5.21	0.62
0656	15.40	445	1	337.237000	0.139671	337.244812	0.136746	0.49	0.43	8.81	0.11	0.46	1.06	4.69	1.00
0656	15.40	445	4	336.465729	0.159972	336.518860	0.221681	0.94	0.48	-51.67	0.49	0.67	1.06	3.37	0.72
0657	15.40	826	10	181.290726	59.437248	181.319763	59.431030	0.74	0.48	9.20	0.35	0.60	0.94	1.70	0.96
0657	15.40	826	8	180.637680	60.332043	180.625656	60.328419	0.98	0.55	-49.32	0.44	0.74	1.00	1.75	0.98
0657	15.40	826	6	181.322464	60.306328	181.343567	60.319363	1.08	0.65	-48.13	0.39	0.84	1.31	3.25	1.83
0657	15.40	826	7	181.112183	60.063583	181.102844	60.047337	0.80	0.48	-88.11	0.40	0.62	1.00	2.17	1.22
0657	15.40	826	4	180.718735	59.205017	180.722458	59.194065	0.81	0.55	55.23	0.32	0.67	1.19	4.40	2.47
0658	15.31	505	1	217.471375	0.337659	217.433746	0.367675	0.82	0.48	55.49	0.41	0.63	1.19	10.38	1.00
0660	16.00	598	7	196.116837	62.265224	196.179672	62.270565	1.12	0.59	-14.51	0.47	0.81	1.06	1.86	0.22
0660	16.00	598	1	195.592392	62.477539	195.623337	62.494244	0.60	0.51	-64.75	0.14	0.55	1.13	8.47	1.00
0661	16.02	688	9	185.459854	2.923765	185.465500	2.926244	0.93	0.85	84.79	0.08	0.89	1.19	1.89	0.71
0661	16.02	688	7	184.961624	2.866941	184.958099	2.860822	0.77	0.61	-89.28	0.21	0.68	1.13	1.96	0.74
0661	16.02	688	1	184.903320	3.118372	184.898422	3.123147	0.86	0.54	15.92	0.37	0.68	1.06	2.66	1.00
0661	16.02	688	6	185.062607	3.030716	185.065582	3.027739	0.71	0.39	32.34	0.45	0.53	1.19	2.59	0.97
0661	16.02	688	8	184.415909	3.252186	184.414749	3.242286	0.89	0.57	-86.83	0.36	0.72	0.94	1.92	0.72
0664	15.57	507	1	253.859924	37.996788	253.872391	37.991325	0.74	0.49	-71.31	0.34	0.60	1.19	10.47	1.00
0664	15.57	507	2	253.609680	37.626221	253.599091	37.610847	0.63	0.47	-77.39	0.24	0.55	1.00	4.41	0.42
0665	16.79	729	1	255.814545	34.616634	255.802994	34.614201	0.60	0.44	-16.64	0.26	0.51	1.00	3.09	1.00
0665	16.79	729	6	256.049255	34.261036	256.040436	34.264996	0.68	0.51	26.13	0.26	0.59	1.06	1.81	0.59
0665	16.79	729	5	255.382324	34.592503	255.379089	34.596073	0.78	0.55	25.76	0.30	0.66	1.13	2.11	0.68
0665	16.79	729	8	255.711777	34.387089	255.707809	34.391720	0.89	0.51	-83.78	0.42	0.67	0.94	1.48	0.48
0665	16.79	729	7	255.748535	34.921799	255.749863	34.919525	1.02	0.58	16.18	0.43	0.77	1.00	1.61	0.52
0666	15.73	677	2	161.491226	56.833874	161.483521	56.813820	0.61	0.49	-71.40	0.19	0.55	1.19	5.19	0.71
0666	15.73	677	8	163.552292	55.647846	163.568985	55.654648	0.99	0.67	78.38	0.33	0.81	1.00	1.91	0.26
0666	15.73	677	6	162.155487	56.292454	162.166489	56.287895	1.05	0.65	30.26	0.38	0.83	1.00	2.13	0.29
0666	15.73	677	5	163.556061	56.870384	163.559586	56.877640	1.18	0.58	-65.81	0.51	0.83	1.19	3.28	0.45
0666	15.73	677	10	163.244125	56.548740	163.235413	56.550148	1.12	0.64	-50.22	0.43	0.85	0.63	1.31	0.18
0666	15.73	677	1	163.260193	56.305069	163.316849	56.301163	0.69	0.53	1.27	0.22	0.61	1.13	7.35	1.00
0668	16.07	653	1	180.771378	0.898646	180.775314	0.896753	0.46	0.44	38.91	0.04	0.45	1.06	3.17	1.00
0668	16.07	653	13	180.496506	0.567956	180.506042	0.574826	0.58	0.47	-58.02	0.19	0.53	0.94	1.74	0.55
0668	16.07	653	10	180.279984	1.032987	180.283554	1.025477	0.87	0.62	62.80	0.29	0.73	1.13	2.84	0.90
0668	16.07	653	7	180.177841	1.242030	180.172287	1.224447	1.16	0.61	78.23	0.47	0.84	1.13	3.38	1.07
0668	16.07	653	8	180.385544	1.233992	180.383041	1.236195	1.58	0.60	47.31	0.62	0.97	1.13	3.04	0.96
0668	16.07	653	6	180.184967	0.622835	180.189957	0.633326	1.19	0.80	74.03	0.33	0.98	1.13	4.05	1.28
0670	15.63	690	6	3.099227	0.292937	3.099006	0.304850	0.88	0.55	63.20	0.38	0.69	1.13	2.86	0.45
0670	15.63	690	1	3.343733	0.010856	3.295585	0.009976	1.43	0.59	-4.64	0.59	0.92	1.19	6.30	1.00
0671	15.31	512	1	340.641907	-0.671132	340.631531	-0.685100	0.62	0.46	-59.36	0.26	0.53	1.19	4.75	1.00
0676	16.13	390	2	339.876221	-8.482966	339.866150	-8.484657	0.61	0.45	-21.45	0.26	0.52	1.06	3.12	0.56
0678	16.17	520	7	211.823944	52.096905	211.819641	52.094906	1.02	0.52	-31.58	0.49	0.73	1.13	1.97	0.26
0678	16.17	520	9	212.956284	53.172112	212.955261	53.171833	0.62	0.53	-15.21	0.14	0.58	1.00	1.36	0.18
0678	16.17	520	6	211.602554	53.229969	211.618866	53.231224	1.53	0.77	-11.40	0.50	1.09	0.94	2.47	0.33
0679	15.31	544	9	217.056656	-1.868707	217.050323	-1.879456	0.90	0.60	-75.11	0.34	0.73	0.94	1.60	0.53
0679	15.31	544	7	216.881790	-0.827524	216.881485	-0.844009	1.15	0.60	-82.94	0.48	0.83	1.00	2.28	0.76
0680	16.19	494	1	256.912720	30.877193	256.929291	30.884445	0.30	0.23	-20.24	0.24	0.27	1.00	2.29	1.00
0680	16.19	494	2	256.627472	31.422674	256.629883	31.428181	0.69	0.49	-88.76	0.29	0.58	1.25	16.08	7.03
0684	15.34	502	1	340.087524	-0.560934	340.083557	-0.557976	0.61	0.41	-89.97	0.33	0.50	0.50	0.87	1.00
0684	15.34	502	3	340.024689	-0.821825	340.028076	-0.819423	1.27	0.68	-57.20	0.47	0.93	1.25	5.90	6.80
0685	15.81	526	1	26.910322	14.057204	26.900452	14.054606	0.75	0.55	-14.51	0.26	0.64	1.13	3.55	1.00
0687	16.56	660	1	135.337708	52.732830	135.319229	52.732170	0.55	0.47	20.53	0.15	0.51	1.06	4.43	1.00
0687	16.56	660	2	135.047485	53.051384	135.056961	53.053020	0.60	0.51	44.62	0.14	0.55	1.25	8.68	1.96
0687	16.56	660	6	134.379318	52.498604	134.374435	52.504036	0.55	0.46	-81.83	0.16	0.50	1.00	2.61	0.59
0687	16.56	660	3	136.019409	52.306828	136.023392	52.308002	1.19	0.61	-38.20	0.49	0.85	1.44	5.79	1.31
0688	15.31	398	9	240.279251	-0.543206	240.279099	-0.531653	0.94	0.76	75.50	0.19	0.85	0.88	1.31	0.43
0688	15.31	398	5	240.564957	-0.802226	240.584183	-0.812603	0.75	0.48	22.64	0.36	0.60	1.06	2.91	0.96
0688	15.31	398	2	241.055008	-0.008706	241.105850	-0.001860	1.46	0.57	11.04	0.61	0.91	1.19	4.37	1.44
0688	15.31	398	1	240.206314	-0.866098	240.206848	-0.860778	1.05	0.59	-57.63	0.44	0.78	1.13	3.03	1.00
0688	15.31	398	4	240.081238	-1.088224	240.086411	-1.101586	0.86	0.62	-34.13	0.28	0.73	1.06	3.05	1.01
0691	16.07	706	1	183.748535	5.020374	183.752670	5.006859	0.57	0.41	73.59	0.28	0.48	1.00	4.90	1.00
0691	16.07	706	4	183.662567	4.416821	183.658737	4.409855	0.82	0.64	-47.04	0.22	0.72	1.19	1.92	0.39
0691	16.07	706	7	183.429916	4.941623	183.435410	4.942402	1.42	0.72	7.92	0.49	1.01	1.13	1.79	0.36
0694	15.86	860	6	202.398727	58.519104	202.408463	58.519581	0.70	0.50	14.54	0.29	0.59	0.94	1.32	0.30
0694	15.86	860	1	202.280365	59.056454	202.278412	59.048615	0.89	0.66	74.41	0.26	0.77	1.19	4.42	1.00
0694	15.86	860	3	203.931473	58.853706	203.933945	58.846924	1.15	0.80	-73.48	0.31	0.96	0.81	3.38	0.77

TABLE B.5: Suite.

C4 id.	r^*	(3)	(4)	α	δ	α_{peak}	δ_{peak}	a	b	θ	ϵ	R_{eff}	(14)	R	Rr
0695	15.60	874	2	240.396667	53.895779	240.442490	53.912605	0.75	0.60	-36.60	0.19	0.67	1.31	19.27	4.76
0698	16.07	727	5	178.185608	5.431059	178.191391	5.426560	0.56	0.46	55.39	0.17	0.51	1.06	2.24	0.78
0698	16.07	727	8	178.611023	5.123075	178.608780	5.122234	0.96	0.58	-23.90	0.39	0.75	1.00	1.40	0.49
0698	16.07	727	1	178.444427	5.579324	178.444229	5.567089	0.76	0.46	61.83	0.39	0.59	1.13	2.89	1.00
0698	16.07	727	3	178.133469	5.881117	178.102966	5.830360	1.15	0.72	52.19	0.38	0.91	1.31	6.22	2.15
0699	16.15	632	6	259.004608	64.669815	258.991699	64.659477	1.06	0.61	-16.56	0.42	0.80	1.19	5.81	1.53
0699	16.15	632	4	261.159912	64.294250	261.103516	64.298882	0.59	0.50	12.28	0.15	0.54	1.13	8.07	2.13
0699	16.15	632	7	261.177612	64.951973	261.207764	64.953461	0.63	0.49	-31.23	0.22	0.56	1.06	3.19	0.84
0699	16.15	632	2	258.896240	64.200630	258.920471	64.178734	0.78	0.59	29.19	0.25	0.68	1.31	10.82	2.86
0699	16.15	632	3	259.569885	64.398827	259.590607	64.402962	0.65	0.42	-35.76	0.36	0.52	1.13	9.56	2.52
0700	16.47	615	4	156.459213	0.643682	156.454559	0.647617	1.07	0.63	35.67	0.41	0.82	1.13	2.75	1.33
0702	16.09	714	7	201.806610	0.745505	201.759079	0.738662	0.83	0.43	-12.52	0.48	0.60	1.06	2.74	0.72
0702	16.09	714	5	201.993896	0.353074	202.002762	0.315257	0.93	0.60	78.80	0.35	0.74	1.13	3.10	0.81
0702	16.09	714	1	202.397736	0.456847	202.391403	0.460274	1.44	0.82	29.32	0.43	1.09	1.31	3.81	1.00
0702	16.09	714	8	202.912201	1.069146	202.907745	1.063485	1.09	0.78	-15.34	0.29	0.92	0.94	2.73	0.72
0703	15.60	627	4	167.398987	-0.677472	167.384567	-0.691326	0.84	0.52	82.14	0.38	0.66	1.13	5.07	1.30
0704	15.65	628	10	120.076019	40.388657	120.057411	40.396851	0.64	0.51	31.53	0.20	0.57	1.06	1.92	0.47
0704	15.65	628	1	120.210083	40.082638	120.203331	40.063686	0.61	0.47	-50.68	0.24	0.53	1.06	4.09	1.00
0704	15.65	628	8	119.986862	39.708458	119.977737	39.709354	0.89	0.67	-59.95	0.25	0.77	1.13	2.18	0.53
0704	15.65	628	5	120.835999	39.893600	120.846222	39.930042	1.27	0.64	-62.28	0.49	0.90	1.19	4.33	1.06
0704	15.65	628	2	120.226700	39.423195	120.239372	39.431885	0.57	0.46	15.96	0.19	0.51	1.06	7.75	1.90
0709	16.30	629	1	232.660706	2.617762	232.652832	2.623452	0.60	0.44	46.51	0.27	0.51	1.00	2.64	1.00
0709	16.30	629	4	232.830643	2.474864	232.844757	2.463651	0.72	0.47	36.87	0.35	0.58	1.06	2.64	1.00
0709	16.30	629	3	232.140900	2.055080	232.130554	2.064129	1.00	0.58	57.68	0.42	0.76	1.13	4.57	1.73
0710	16.09	595	2	207.531998	6.195358	207.539688	6.172021	0.63	0.46	71.96	0.26	0.54	1.13	5.31	1.75
0710	16.09	595	11	207.241074	5.730700	207.236420	5.731198	0.78	0.49	39.60	0.37	0.62	1.00	1.38	0.45
0710	16.09	595	1	207.428787	5.520806	207.411316	5.551399	0.81	0.42	60.79	0.48	0.58	1.06	3.04	1.00
0710	16.09	595	8	206.945297	5.104148	206.939590	5.110405	0.71	0.50	59.53	0.29	0.60	1.13	3.04	1.00
0710	16.09	595	5	207.439514	5.179830	207.446243	5.185963	0.84	0.64	-44.40	0.24	0.73	1.13	3.63	1.19
0710	16.09	595	4	207.164505	4.935496	207.160950	4.930719	0.90	0.60	-51.00	0.33	0.74	1.25	4.74	1.56
0710	16.09	595	7	207.895798	5.116322	207.888824	5.116167	1.11	0.70	0.28	0.37	0.88	1.00	3.27	1.07
0712	15.57	538	1	221.321976	3.940178	221.343109	3.908335	0.62	0.43	59.12	0.32	0.52	1.06	3.82	1.00
0719	15.93	598	1	233.573303	52.877407	233.500290	52.861279	1.21	0.50	-16.13	0.58	0.78	0.94	1.42	1.00
0719	15.93	598	5	234.209396	52.826546	234.125626	52.834972	0.82	0.49	5.23	0.41	0.63	1.13	3.44	2.43
0719	15.93	598	2	232.478363	53.107906	232.478806	53.110649	0.82	0.58	-68.80	0.29	0.69	0.94	5.35	3.77
0724	16.04	629	7	180.409470	1.666092	180.411011	1.655250	0.84	0.54	27.76	0.36	0.67	1.13	2.30	0.83
0724	16.04	629	1	179.942322	1.835515	179.961899	1.826600	0.62	0.46	45.53	0.26	0.53	1.06	2.77	1.00
0724	16.04	629	5	179.893265	1.443156	179.867355	1.478097	0.96	0.46	65.31	0.52	0.66	1.06	2.60	0.94
0724	16.04	629	6	179.747162	1.698772	179.743240	1.702543	0.53	0.48	-2.90	0.09	0.51	1.06	2.54	0.92
0724	16.04	629	2	180.336868	2.292271	180.322495	2.305000	0.59	0.46	61.07	0.23	0.52	1.06	6.60	2.38
0724	16.04	629	8	180.371704	1.968184	180.369705	1.956501	1.01	0.54	-77.46	0.46	0.74	1.00	2.10	0.76
0724	16.04	629	4	180.188721	1.190168	180.186401	1.194581	1.43	0.72	61.26	0.50	1.01	1.13	2.83	1.02
0728	15.46	674	4	244.356796	49.714260	244.372559	49.719090	0.83	0.57	-52.71	0.32	0.69	1.06	2.67	0.54
0728	15.46	674	1	243.571396	50.421055	243.543976	50.384289	0.96	0.58	-86.56	0.40	0.74	1.19	4.92	1.00
0728	15.46	674	2	244.451614	50.406319	244.382248	50.344288	0.98	0.60	-24.75	0.39	0.77	1.19	9.10	1.85
0728	15.46	674	3	243.430786	51.104290	243.434586	51.092304	0.63	0.51	79.72	0.19	0.56	1.13	4.46	0.91
0729	15.28	633	1	214.329483	1.214506	214.330597	1.213403	0.44	0.38	69.03	0.13	0.41	0.94	2.10	1.00
0729	15.28	633	6	214.763290	2.002135	214.770081	2.002324	1.03	0.76	25.38	0.26	0.88	0.81	2.13	1.02
0730	15.08	395	1	123.655266	45.843822	123.469063	45.928913	1.05	0.49	28.31	0.53	0.72	1.13	6.35	1.00
0730	15.08	395	6	124.927353	45.593548	124.950172	45.604492	0.80	0.64	-36.32	0.20	0.71	1.25	2.59	0.41
0730	15.08	395	5	122.730270	46.590500	122.719322	46.570492	1.06	0.59	65.97	0.45	0.79	1.06	2.63	0.41
0730	15.08	395	2	124.488052	47.322968	124.466827	47.333675	0.61	0.53	-20.52	0.13	0.57	1.06	5.06	0.80
0730	15.08	395	3	124.984749	47.242741	124.973953	47.249779	0.99	0.55	11.75	0.45	0.74	1.06	4.47	0.70
0731	15.25	507	9	216.679916	-1.128930	216.690323	-1.130592	0.68	0.66	-89.90	0.03	0.67	1.06	1.69	1.10
0731	15.25	507	7	216.510406	-2.572467	216.492020	-2.614519	1.10	0.60	-63.14	0.45	0.81	1.19	3.16	2.06
0734	15.18	468	8	217.137405	-1.631790	217.146286	-1.618366	0.60	0.51	-67.86	0.15	0.55	1.06	2.14	0.53
0734	15.18	468	1	216.792984	-2.325865	216.790115	-2.313231	1.13	0.78	-86.38	0.31	0.94	1.50	4.06	1.00
0734	15.18	468	5	216.233505	-1.673219	216.222275	-1.660571	1.21	0.82	77.99	0.32	1.00	1.19	3.08	0.76
0739	15.37	475	2	338.189423	-0.993833	338.165527	-0.963847	0.81	0.54	-81.72	0.33	0.66	1.19	4.09	0.91
0739	15.37	475	5	337.024811	-1.158758	336.999847	-1.159330	0.83	0.53	-4.63	0.37	0.66	1.06	2.20	0.49
0743	15.34	494	1	216.875076	4.441958	216.884644	4.442854	0.49	0.45	20.49	0.08	0.46	1.06	6.35	1.00
0743	15.34	494	2	216.233917	4.798566	216.248550	4.822856	1.56	0.97	-41.56	0.38	1.23	1.50	2.95	0.46
0744	15.25	484	8	211.661697	-2.075409	211.664581	-2.071209	1.00	0.56	88.37	0.44	0.75	0.94	1.25	0.31
0744	15.25	484	1	211.542908	-1.140861	211.549042	-1.139588	1.18	0.58	-60.61	0.51	0.83	1.13	4.11	1.00
0747	15.31	641	9	175.783508	-3.478532	175.781342	-3.479558	0.88	0.74	-52.05	0.16	0.80	1.25	1.93	0.53
0747	15.31	641	10	175.435837	-3.661553	175.443558	-3.656140	0.89	0.67	-19.66	0.24	0.77	1.00	1.67	0.46
0747	15.31	641	1	175.318436	-2.847874	175.307098	-2.813248	0.83	0.72	84.25	0.13	0.77	1.25	3.65	1.00
0747	15.31	641	7	175.747696	-2.207966	175.765106	-2.195240	0.65	0.43	-28.01	0.34	0.53	1.00	2.96	0.81
0747	15.31	641	8	175.410873	-2.217180	175.403656	-2.227329	0.91	0.56	57.48	0.39	0.71	1.06	2.58	0.71
0747	15.31	641	2	175.045776	-3.550052	175.049545	-3.527546	0.56	0.50	-75.19	0.11	0.53	1.13	6.48	1.77

TABLE B.6: Suite de la caractérisation morphologique des structures en projection dans le plan du ciel.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0000	16.17	1	258.32933258	64.07684682	0.09493200	15.3015300	0.035	0.328	0.349	366
0000	16.17	4	257.62756360	64.62591831	0.08327900	15.4759500	0.168	1.018	0.872	99
0000	16.17	2	259.62982912	64.41810120	0.10341900	15.7685200	0.033	0.267	0.250	58
0001	17.36	5	214.12172162	-0.53102082	0.15809900	17.2547600	0.051	0.288	0.242	45
0001	17.36	4	213.87790042	-0.47292610	0.15590800	12.5109500	0.059	1.032	1.090	321
0001	17.36	1	213.87790042	-0.47292610	0.15590800	12.5109500	0.085	1.119	1.069	458
0001	17.36	1	213.87790042	-0.47292610	0.15590800	12.5109500	0.085	1.119	1.069	458
0001	17.36	1	213.87790042	-0.47292610	0.15590800	12.5109500	0.085	1.119	1.069	458
0001	17.36	2	213.60024695	-0.37764633	0.14331100	15.2605200	0.280	0.336	0.076	390
0001	17.36	3	213.62167666	-0.37474086	0.14688900	16.5177700	0.029	0.931	0.958	358
0003	16.99	2	229.34112447	-0.71564197	0.13375200	16.0802000	0.081	0.107	0.167	161
0003	16.99	1	229.24199431	-1.11078767	0.13276000	15.7660300	0.099	0.282	0.189	172
0003	16.99	3	229.18391342	-0.96922028	0.13770500	15.8269300	0.014	0.146	0.156	511
0005	16.76	9	240.10560803	54.39472498	0.10045400	16.7299300	0.037	0.629	0.665	65
0005	16.76	3	240.60713513	53.40511118	0.09517400	15.1570900	0.037	0.192	0.193	53
0005	16.76	1	240.36703058	53.94737616	0.10312600	14.2808000	0.040	0.566	0.548	157
0005	16.76	2	240.41889199	53.58217698	0.11677400	16.8860000	0.076	0.312	0.318	77
0006	16.32	11	255.22893469	33.56897471	0.10604700	16.7895100	0.011	0.222	0.229	42
0006	16.32	3	255.43662045	32.97216351	0.08686100	15.4821600	0.234	0.124	0.337	88
0006	16.32	8	255.10124139	33.34558974	0.09375400	16.2328900	0.054	0.237	0.290	35
0006	16.32	9	255.78808943	33.13125908	0.09704700	15.8929600	0.051	0.955	1.005	107
0006	16.32	10	255.78808943	33.13125908	0.09704700	15.8929600	0.013	0.185	0.186	122
0006	16.32	6	255.04498596	34.11786182	0.10663200	15.2324100	0.025	0.241	0.217	113
0006	16.32	1	255.60250168	33.50307107	0.10530400	15.4429900	0.096	0.303	0.320	185
0006	16.32	5	255.19952476	33.99399956	0.10732600	16.3296600	0.024	0.286	0.291	175
0007	16.56	7	229.24004722	4.43938390	0.08723500	16.5372700	0.112	0.877	0.781	88
0007	16.56	1	228.80879929	4.38621615	0.11912800	15.3633400	0.027	0.103	0.076	139
0007	16.56	6	229.03953703	4.91605019	0.10417300	15.9093000	0.072	0.665	0.593	139
0007	16.56	8	229.35084902	4.77328090	0.08878400	17.4438000	0.014	0.540	0.548	72
0007	16.56	4	228.45700890	4.72353043	0.09738800	14.9383400	0.396	0.884	1.270	235
0007	16.56	5	228.45700890	4.72353043	0.09738800	14.9383400	0.050	0.782	0.832	122
0007	16.56	2	228.79630154	3.84851213	0.08777900	14.7496500	0.076	0.054	0.107	88
0008	16.21	7	202.44976292	-1.40015669	0.08734800	15.4713400	0.068	0.539	0.495	92
0008	16.21	1	202.71532499	-1.77870565	0.07754300	14.4386600	0.469	0.217	0.407	288
0010	17.43	1	234.12420845	-1.96341913	0.15394900	16.5435900	0.053	0.513	0.489	156
0010	17.43	2	233.93432867	-1.72436105	0.16030500	16.7326900	0.083	0.232	0.150	119
0011	17.31	2	179.80661369	3.13647511	0.15826800	17.4454900	0.025	0.297	0.289	30
0011	17.31	3	180.01502364	3.11871649	0.11641900	18.2085900	0.034	0.462	0.433	129
0011	17.31	1	180.10561955	3.34699837	0.13053700	14.8791700	0.216	0.127	0.095	192
0011	17.31	5	180.34725260	3.26915191	0.13905700	17.2862900	0.023	0.278	0.280	80
0012	17.42	1	186.96340811	63.38477632	0.15774600	15.9323400	0.151	0.136	0.016	107
0012	17.42	8	187.12913242	63.52350119	0.13536100	17.4261400	0.028	0.347	0.368	85
0013	17.16	1	176.37903515	-2.45307805	0.14024800	16.3441700	0.059	0.127	0.082	179
0013	17.16	1	176.37903515	-2.45307805	0.14024800	16.3441700	0.059	0.127	0.082	179
0013	17.16	2	176.46580004	-2.33624839	0.14172000	15.9818500	0.046	0.188	0.143	247
0014	17.16	4	20.29640846	15.13313555	0.14430900	16.5385200	0.354	0.588	0.906	40
0014	17.16	5	19.63209867	14.54009625	0.13726700	15.9970900	0.354	0.165	0.203	95
0014	17.16	1	19.87832053	14.91070714	0.14343200	16.8211500	0.041	0.295	0.265	141
0014	17.16	2	19.81869852	14.70864461	0.11366800	16.3637100	0.092	0.075	0.121	76
0015	17.13	3	126.40090529	46.72778751	0.13698400	17.1223900	0.010	0.381	0.391	52
0015	17.13	1	126.37103562	47.13350394	0.13926300	14.7474100	0.167	0.128	0.151	270
0015	17.13	2	126.81316368	47.29452056	0.12172600	14.9535400	0.065	0.735	0.787	329
0016	16.54	3	255.52705873	34.53344363	0.10058000	15.9240200	0.100	0.507	0.473	45
0016	16.54	4	256.01683137	34.25809929	0.10974300	16.3958900	0.028	0.148	0.169	43
0016	16.54	5	256.12947967	34.07243847	0.10308000	15.9080500	0.016	0.580	0.569	58
0016	16.54	6	255.22893469	33.56897471	0.10604700	16.7895100	0.114	0.387	0.287	47
0016	16.54	7	255.85665329	34.39161352	0.08800000	13.1222300	0.010	0.726	0.728	260
0016	16.54	7	255.85665329	34.39161352	0.08800000	13.1222300	0.010	0.726	0.728	260
0016	16.54	1	255.62806737	34.04188078	0.10854900	16.3496100	0.122	0.195	0.288	204
0017	16.19	4	194.38007210	-1.64051271	0.07393500	16.2884700	0.019	0.544	0.532	113
0017	16.19	1	194.75984066	-1.70253417	0.07583300	15.7111300	0.129	0.445	0.540	240
0017	16.19	3	194.32849790	-1.32246041	0.06289400	15.8565800	0.065	0.215	0.184	76
0017	16.19	6	195.33875478	-1.96935861	0.08407400	15.9449100	0.010	0.223	0.221	65
0018	16.58	3	254.41846819	32.53473183	0.12241600	16.2082400	0.125	0.313	0.236	43
0018	16.58	2	255.43662045	32.97216351	0.08686100	15.4821600	0.319	0.423	0.540	106
0018	16.58	5	254.87109250	32.35951789	0.11784200	16.4148400	0.067	0.469	0.515	53
0018	16.58	1	254.93311637	32.61532316	0.11055700	14.7854500	0.027	0.136	0.163	113
0018	16.58	4	254.67039861	32.85281067	0.09427800	17.1926800	0.079	0.201	0.200	50
0019	16.73	3	175.49401810	-1.22624844	0.09784800	16.2216100	0.192	0.869	1.055	64
0019	16.73	7	175.67404321	-1.54220174	0.10036500	12.0602500	0.041	0.531	0.505	67
0019	16.73	5	175.62684840	-1.84842370	0.12469200	17.4034200	0.061	0.246	0.217	39
0019	16.73	8	176.21797799	-1.75393216	0.10651900	16.0913700	0.069	0.583	0.556	189
0019	16.73	9	176.20563109	-1.58647013	0.11070000	17.0707900	0.025	0.275	0.272	58
0019	16.73	1	175.87349429	-1.74165956	0.12574000	15.8472900	0.047	0.224	0.183	111
0019	16.73	2	176.09724436	-1.85126324	0.11117600	15.8536200	0.053	0.285	0.232	219
0020	16.54	2	174.99456790	6.09392863	0.07737300	16.4058600	0.302	0.295	0.536	55

Table B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0020	16.54	3	175.47498525	6.12193764	0.10735100	16.3000800	0.220	0.194	0.281	66
0020	16.54	1	175.29921521	5.73473029	0.10816600	15.1423500	0.170	0.121	0.159	205
0021	16.95	1	321.35629162	-6.88388408	0.11218200	16.9400100	0.169	0.573	0.738	88
0021	16.95	7	321.09945431	-7.20631770	0.12167600	14.0410900	0.094	0.475	0.387	35
0021	16.95	2	321.65374241	-6.65362781	0.12820800	15.2886400	0.067	0.137	0.193	59
0021	16.95	4	321.59089243	-6.44986291	0.10743000	14.9751300	0.095	1.272	1.327	96
0021	16.95	5	321.10953946	-6.82774789	0.12489700	16.3009000	0.045	1.186	1.231	169
0021	16.95	6	321.04702970	-6.74196138	0.11784800	13.0543400	0.048	0.891	0.855	117
0022	16.93	6	175.26987566	67.53410290	0.10930100	16.3456200	0.085	0.369	0.292	41
0022	16.93	8	175.82927151	67.13930299	0.12262800	16.7276000	0.028	0.369	0.342	49
0022	16.93	2	175.38360520	67.74695484	0.10983900	16.4922700	0.023	0.746	0.767	79
0022	16.93	4	175.38360520	67.74695484	0.10983900	16.4922700	0.050	0.024	0.045	72
0022	16.93	1	176.21375799	67.40708264	0.12357900	16.6398400	0.282	0.188	0.108	178
0022	16.93	3	176.58708951	67.66563568	0.10179800	15.8798800	0.045	0.211	0.174	75
0023	17.04	1	327.63231099	-7.89700853	0.12805600	15.9970200	0.087	0.063	0.144	98
0023	17.04	7	327.73500430	-7.76816730	0.11419700	15.8606600	0.037	0.813	0.837	122
0024	16.04	3	184.94737943	3.12570143	0.07801800	15.9274500	0.277	0.324	0.309	46
0024	16.04	1	184.38098914	3.61569465	0.09359000	15.0994700	0.032	0.257	0.243	197
0025	16.78	1	133.65775077	0.94118918	0.11915100	15.9324400	0.179	0.552	0.376	90
0025	16.78	2	133.65253427	0.64257221	0.12951400	15.1486500	0.023	0.165	0.152	76
0026	16.04	2	206.13564694	2.95407651	0.08320300	14.9461100	0.111	0.601	0.494	111
0026	16.04	7	206.07855287	2.54085917	0.05422000	15.6977300	0.071	0.370	0.431	58
0026	16.04	1	205.62274616	2.20122733	0.08500700	15.3613000	0.263	0.364	0.386	249
0026	16.04	4	205.43423029	1.54451215	0.06878900	15.5860400	0.068	0.404	0.355	90
0027	17.11	1	125.51865811	47.14170259	0.12360400	13.8999600	0.140	0.357	0.408	127
0028	16.09	1	208.27665721	5.14973053	0.09009800	14.1784900	0.043	0.059	0.072	183
0028	16.09	2	208.92162069	5.59502061	0.07008300	15.3067000	0.168	0.268	0.435	93
0029	17.29	3	164.96235227	57.08316433	0.12537200	17.0009600	0.023	0.427	0.404	25
0029	17.29	1	164.59864596	56.79493184	0.15492600	15.3620000	0.053	0.058	0.041	164
0029	17.29	5	164.30485089	56.52595760	0.14931300	17.5056600	0.048	0.409	0.371	54
0030	16.92	5	174.02729269	66.31050040	0.12964400	16.6334100	0.015	0.322	0.326	49
0030	16.92	1	173.31130681	66.37950273	0.13817700	14.8169700	0.063	0.141	0.096	116
0030	16.92	2	173.64162087	66.25910848	0.11733000	16.6368300	0.012	0.070	0.067	69
0031	16.19	12	199.36806198	-0.66969875	0.07213700	14.9303000	0.024	0.588	0.595	55
0031	16.19	11	199.92719057	-1.49416155	0.07868900	15.9970200	0.013	0.885	0.892	185
0031	16.19	10	199.35896332	-1.25232059	0.08530600	16.7033100	0.042	0.539	0.505	79
0031	16.19	5	200.13114190	-1.45514821	0.09767200	15.8644200	0.063	0.115	0.139	68
0031	16.19	4	199.75719962	-1.14417574	0.09376400	16.1938200	0.056	0.339	0.346	143
0031	16.19	3	200.46272509	-1.43731688	0.09716200	16.1480500	0.067	0.743	0.792	117
0031	16.19	9	200.32406446	-1.53670206	0.09675300	16.0574000	0.062	0.544	0.483	172
0031	16.19	6	200.22771534	-0.94118969	0.07014400	14.6369400	0.087	1.353	1.368	250
0031	16.19	1	199.81908837	-0.91704463	0.09556400	14.9555100	0.048	0.042	0.037	113
0031	16.19	2	199.65503386	-0.70746824	0.09240100	16.2823800	0.028	0.185	0.191	219
0032	16.99	9	229.21453375	0.22820349	0.09926300	15.4728000	0.016	0.561	0.576	62
0032	16.99	3	229.04480692	-0.32965354	0.12616900	15.1851000	0.103	0.106	0.009	53
0032	16.99	1	229.07472203	0.08904813	0.13522200	15.1756000	0.051	0.041	0.069	153
0032	16.99	6	228.95871324	-0.15085769	0.12510700	18.0650000	0.048	0.399	0.414	98
0032	16.99	2	228.80236830	0.48466118	0.09836700	15.9746900	0.142	1.756	1.897	278
0033	16.35	5	192.06937731	0.49452398	0.09171600	15.6138600	0.111	0.162	0.091	41
0033	16.35	1	191.71338221	0.29704106	0.10556000	14.5549200	0.042	0.131	0.148	119
0033	16.35	4	191.94621613	0.05801780	0.07175700	16.4234900	0.051	0.167	0.122	259
0034	16.93	3	260.64010419	56.87462080	0.13242100	16.0777900	0.007	0.968	0.972	86
0034	16.93	6	260.06379292	56.27596272	0.13316100	17.0545500	0.051	0.333	0.289	39
0034	16.93	1	260.15020212	56.66183207	0.12440600	16.2917900	0.049	0.461	0.412	61
0035	16.39	4	226.83378876	-0.36651452	0.09464700	17.1167800	0.053	0.203	0.254	70
0035	16.39	1	227.10732785	-0.26626120	0.10491200	15.1289100	0.021	0.125	0.115	89
0035	16.39	6	227.43031462	-0.32766547	0.08891000	12.4720500	0.037	0.813	0.776	195
0036	17.27	2	181.09871947	3.87796459	0.11753800	16.9508200	0.275	0.377	0.590	130
0036	17.27	9	180.69118001	4.36191032	0.13842100	16.3277100	0.033	0.711	0.682	208
0036	17.27	1	180.95292266	4.34538013	0.14753600	15.6438300	0.318	0.480	0.638	215
0036	17.27	3	180.72209058	4.15720591	0.13624700	15.4454900	0.040	0.045	0.081	59
0036	17.27	5	180.68077863	3.97644960	0.14637100	15.5025100	0.034	0.099	0.128	47
0037	17.49	1	253.68030338	40.04624653	0.17036100	16.1539600	0.071	0.233	0.263	168
0037	17.49	7	253.30122732	40.05121955	0.15040100	16.7410600	0.006	0.760	0.755	78
0037	17.49	2	253.22831293	40.18639558	0.16381600	17.4684700	0.022	0.359	0.375	46
0038	16.39	1	227.82074804	-0.13035095	0.09595900	16.1232600	0.063	0.422	0.367	120
0038	16.39	6	228.24732525	0.43133645	0.10869300	16.3359300	0.119	0.710	0.821	82
0038	16.39	7	228.11518707	-0.38193533	0.06769400	16.3276700	0.014	0.364	0.376	96
0038	16.39	3	227.27132163	0.39403345	0.10429600	16.4026200	0.024	0.222	0.234	28
0039	16.54	1	151.95981618	0.53185277	0.09626500	15.9892800	0.135	0.327	0.211	147
0039	16.54	4	151.38493688	0.95451025	0.08292500	15.9591500	0.042	1.059	1.025	96
0040	16.90	6	159.56524679	1.01003854	0.12083200	16.8380900	0.025	0.309	0.291	47
0040	16.90	3	159.84785735	1.02255529	0.13560600	15.4967400	0.059	0.189	0.130	44
0040	16.90	1	159.94832351	1.26304717	0.11677200	16.3903800	0.077	0.572	0.604	47
0040	16.90	2	159.65266738	1.29708093	0.13360700	15.5607100	0.213	0.423	0.274	94
0041	17.43	1	52.66725986	-6.97310754	0.14801400	16.4604600	0.178	0.159	0.134	100
0043	16.71	10	254.99915703	35.15017246	0.09968900	16.7313700	0.025	0.085	0.061	52

Table B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0043	16.71	4	255.44709522	34.51827066	0.08282700	17.2767700	0.049	0.350	0.316	45
0043	16.71	6	254.91540912	35.52662146	0.10260300	16.6977800	0.043	0.269	0.232	196
0043	16.71	5	255.78752223	34.59860955	0.11321500	16.2725200	0.061	0.066	0.083	46
0043	16.71	1	255.47129825	35.05109984	0.12120300	15.9257400	0.191	0.232	0.042	131
0043	16.71	2	255.61304371	35.32999580	0.11182700	16.0731800	0.013	0.325	0.315	84
0043	16.71	2	255.61304371	35.32999580	0.11182700	16.0731800	0.013	0.325	0.315	84
0044	16.83	1	187.45893119	63.97485979	0.12627000	16.8419400	0.157	0.356	0.219	60
0044	16.83	3	187.67881554	63.62731616	0.12306600	16.1703500	0.019	0.195	0.181	53
0044	16.83	8	188.16405880	63.54332204	0.10628700	17.4485800	0.013	0.198	0.211	58
0044	16.83	7	186.59380955	64.10612695	0.11148300	15.6045000	0.035	0.364	0.398	32
0044	16.83	6	188.22150272	64.14747987	0.10860800	15.4239000	0.196	0.423	0.616	76
0044	16.83	2	186.58109228	63.77256581	0.10835300	16.3750900	0.016	0.590	0.576	84
0045	15.37	4	10.39122568	-10.02142970	0.06068600	12.0044700	0.055	0.781	0.761	253
0045	15.37	1	10.42918685	-9.43942509	0.07934500	14.5306800	0.158	0.458	0.442	264
0045	15.37	2	10.79217033	-9.86147860	0.06844200	14.4595100	0.067	0.451	0.385	107
0046	16.21	6	195.33875478	-1.96935861	0.08407400	15.9449100	0.051	0.467	0.504	81
0046	16.21	1	195.58952332	-2.50169287	0.08064500	15.5095900	0.177	0.495	0.647	182
0046	16.21	4	195.78552557	-2.85546295	0.06622500	15.3783400	0.027	0.819	0.828	452
0047	15.86	1	203.98600004	59.23340378	0.08578000	15.0799100	0.044	0.190	0.233	180
0048	17.20	1	171.84452488	0.13604883	0.12982600	15.9254400	0.166	0.222	0.084	85
0049	16.83	10	185.33917718	64.12798763	0.10913700	17.4190700	0.008	0.233	0.228	14
0049	16.83	1	186.26276846	64.23044520	0.11299000	16.8575800	0.191	0.249	0.073	52
0049	16.83	5	186.44238076	63.97822509	0.12047500	17.9582400	0.047	0.649	0.602	61
0050	16.84	8	228.82337487	3.13980082	0.11770300	16.6585300	0.059	0.493	0.435	69
0050	16.84	1	229.03430553	2.61111633	0.11673300	16.5884200	0.054	0.499	0.533	136
0050	16.84	3	229.08405472	3.02705301	0.13386200	16.3618800	0.043	0.310	0.281	68
0050	16.84	4	229.16452487	2.78685738	0.11289600	15.5334700	0.025	0.115	0.094	65
0051	16.21	1	257.38367568	34.42703702	0.06411700	14.4502600	0.098	0.209	0.305	272
0051	16.21	3	257.99209211	33.95702251	0.06393800	14.8932500	0.035	0.353	0.339	80
0052	15.78	5	160.29521016	4.60605113	0.08392400	16.8004500	0.073	0.340	0.394	69
0052	15.78	6	160.31506829	4.88717931	0.07298700	15.0518100	0.003	0.455	0.455	84
0052	15.78	1	159.88275082	5.10760136	0.07656500	13.6044600	0.027	0.524	0.534	159
0053	16.98	3	161.06062340	1.39220250	0.10862600	17.1217600	0.091	0.372	0.463	59
0053	16.98	1	160.96648523	1.06169509	0.11730400	16.2110400	0.150	0.157	0.177	98
0054	16.17	10	192.80472699	-2.18354615	0.06085900	13.0873900	0.013	0.765	0.778	84
0054	16.17	8	192.98346561	-2.07755965	0.08687900	14.3513100	0.117	0.396	0.468	79
0054	16.17	4	192.93651406	-1.85875871	0.09834100	15.4394300	0.065	0.205	0.246	43
0054	16.17	6	192.13642670	-1.03763646	0.09703500	15.7364100	0.032	0.127	0.143	56
0054	16.17	13	192.94268578	-0.93950527	0.08693500	16.1283600	0.008	0.622	0.628	46
0054	16.17	7	192.71050380	-1.59211765	0.10514500	15.8182100	0.050	0.503	0.552	67
0054	16.17	5	192.28413265	-1.79022859	0.09325600	15.7748100	0.047	0.770	0.816	170
0054	16.17	1	192.51607186	-1.54040027	0.09712200	14.9179300	0.064	0.095	0.105	233
0055	17.20	1	177.21797776	51.55216632	0.13945700	15.8435300	0.128	0.439	0.332	203
0055	17.20	2	177.01183870	51.27521937	0.14061200	16.9934000	0.089	0.739	0.655	55
0056	16.54	6	185.78158778	63.50140659	0.07418900	16.0270600	0.036	0.309	0.339	40
0056	16.54	4	185.60685799	63.06220035	0.09840400	17.3615700	0.003	0.278	0.280	37
0056	16.54	3	185.62821770	63.90318573	0.09980500	15.2585800	0.029	0.861	0.874	110
0056	16.54	1	184.78879838	63.52836694	0.10201900	16.0684100	0.041	0.056	0.033	70
0057	16.76	1	312.90923694	-0.05587197	0.12415000	15.5757600	0.089	0.176	0.094	53
0058	16.02	3	185.50534609	5.10003045	0.06445000	13.5817600	0.651	0.708	1.304	93
0058	16.02	8	185.42274162	5.38482095	0.05560800	12.3325300	0.012	0.617	0.619	52
0058	16.02	1	184.71816862	5.24566672	0.09070000	14.1926800	0.052	0.207	0.240	146
0060	17.38	2	236.19287112	41.40913124	0.14748200	17.0003800	0.064	0.464	0.464	29
0060	17.38	1	235.67113155	41.79720377	0.14830500	16.0581200	0.079	0.101	0.131	99
0060	17.38	3	235.48774601	42.05668805	0.14619500	16.5431900	0.086	0.552	0.476	46
0061	15.40	1	329.25715895	-7.83959551	0.06011300	14.2500000	0.190	0.424	0.395	205
0061	15.40	4	328.55302250	-7.60165299	0.07298200	14.6754000	0.178	0.499	0.566	87
0061	15.40	3	329.93933949	-7.38674119	0.06705300	15.3189400	0.049	0.487	0.477	87
0062	16.23	9	198.51391013	-0.73778884	0.06773500	15.5014100	0.014	0.246	0.246	67
0062	16.23	2	197.58627158	-1.32133186	0.08126100	16.0059700	0.273	0.437	0.315	127
0062	16.23	10	197.65914598	-0.65681839	0.10124700	15.4886500	0.038	0.177	0.139	136
0062	16.23	3	197.66844721	-0.49223409	0.06857500	15.9066600	0.120	0.408	0.523	112
0062	16.23	4	197.90335138	-0.48310455	0.10729600	15.3121300	0.064	0.274	0.226	94
0062	16.23	4	197.90335138	-0.48310455	0.10729600	15.3121300	0.064	0.274	0.226	94
0062	16.23	5	197.96969271	-1.20285367	0.09165300	16.0935200	0.033	1.122	1.137	226
0062	16.23	1	198.06467738	-0.93054304	0.08250500	15.7925900	0.086	0.473	0.395	92
0062	16.23	7	198.15411478	-1.19750892	0.10230700	15.5689800	0.013	0.389	0.398	168
0065	17.02	4	195.97159732	51.01853770	0.10048100	15.1078600	0.062	0.526	0.494	52
0065	17.02	1	195.69889085	51.31722061	0.11047700	16.0163000	0.144	0.278	0.269	118
0066	17.13	2	329.97268315	-0.67773042	0.13832300	16.0013400	0.067	0.526	0.462	195
0066	17.13	2	329.97268315	-0.67773042	0.13832300	16.0013400	0.067	0.526	0.462	195
0066	17.13	1	330.13077212	-0.58073526	0.12889600	14.5107800	0.089	0.243	0.230	86
0066	17.13	3	329.94493540	-0.44658298	0.11392100	17.0376200	0.065	0.549	0.486	159
0067	16.61	9	228.75377956	2.70426890	0.10533900	17.3470300	0.080	0.512	0.441	63
0067	16.61	3	228.46941698	3.11300387	0.08494200	16.2910900	0.042	0.245	0.251	44
0067	16.61	5	228.09332355	3.21720131	0.09624200	16.1815100	0.023	0.398	0.383	167
0067	16.61	5	228.09332355	3.21720131	0.09624200	16.1815100	0.023	0.398	0.383	167

Table B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0067	16.61	10	228.59117628	2.45727589	0.10158100	16.5557200	0.023	0.531	0.536	85
0067	16.61	1	228.31295044	2.81690809	0.12116800	15.7844300	0.041	0.129	0.120	76
0067	16.61	6	228.18943406	3.15596510	0.09542700	16.5653500	0.030	0.706	0.694	143
0067	16.61	6	228.18943406	3.15596510	0.09542700	16.5653500	0.030	0.706	0.694	143
0068	15.95	3	167.91686775	2.10836179	0.06788100	15.1287100	0.016	0.260	0.264	74
0068	15.95	1	168.33904489	2.54429691	0.09123900	14.7573000	0.224	0.087	0.160	212
0068	15.95	2	168.74346380	2.75193025	0.07480200	16.0411200	0.098	0.252	0.232	51
0068	15.95	4	168.92291865	2.36844658	0.07992400	15.6582000	0.070	0.086	0.135	61
0069	15.93	6	171.00829666	1.40775430	0.09305300	12.5397400	0.017	0.395	0.380	106
0069	15.93	1	170.71650066	1.11320980	0.08509000	14.7547500	0.142	0.206	0.139	166
0070	16.71	1	188.30861551	67.12877542	0.11293800	14.9652100	0.404	0.422	0.075	151
0070	16.71	3	187.90341418	67.46298297	0.12025500	16.1506400	0.007	0.076	0.069	33
0070	16.71	5	188.63567457	67.43820003	0.11292400	16.0192700	0.264	0.451	0.221	145
0070	16.71	2	189.11613822	67.18029226	0.09388400	16.6791400	0.027	0.407	0.392	53
0071	16.28	5	203.70453034	-1.39391296	0.07819800	15.5416700	0.040	1.187	1.213	155
0072	16.28	6	191.70945692	-2.29908707	0.07658900	15.3929200	0.020	0.152	0.144	20
0072	16.28	3	191.98132670	-1.65603992	0.06489500	12.7611700	0.117	0.063	0.082	81
0073	16.73	1	158.20941875	49.06963582	0.11337100	16.0013200	0.016	0.027	0.041	22
0073	16.73	2	158.07290149	48.68304639	0.11460700	16.3800200	0.133	0.069	0.102	63
0073	16.73	6	158.03612664	49.40294250	0.09297600	17.6340200	0.048	0.548	0.500	59
0073	16.73	8	158.32966180	49.41664411	0.11445200	17.5784100	0.032	0.013	0.044	73
0074	17.42	3	52.52207363	-6.53071047	0.14253200	16.9236000	0.076	0.224	0.231	40
0074	17.42	6	52.38721614	-6.59942087	0.13612800	17.0273600	0.092	0.257	0.191	91
0075	16.90	5	11.81808221	-0.40963690	0.13399400	17.0792700	0.216	0.554	0.764	58
0075	16.90	3	11.57918771	0.37755331	0.11880700	15.6707900	0.223	0.293	0.092	74
0075	16.90	1	11.60084622	0.00237894	0.13566200	15.6564000	0.104	0.250	0.275	94
0075	16.90	4	11.61990647	-0.22500182	0.11139800	16.4821900	0.042	0.091	0.123	42
0076	17.21	1	120.56250236	29.39503380	0.13972200	16.0214100	0.051	0.030	0.070	130
0076	17.21	3	120.95291106	29.36167565	0.14747600	17.0299100	0.217	0.633	0.496	73
0077	16.96	5	259.44746731	27.50481996	0.11518800	16.0410300	0.005	0.297	0.293	112
0077	16.96	6	259.72097496	27.68380801	0.13722500	16.7703100	0.028	0.249	0.239	92
0077	16.96	3	259.67051039	27.47373087	0.10712200	16.3693400	0.014	0.491	0.486	48
0077	16.96	1	259.14868012	27.77899005	0.12300500	15.5838100	0.015	0.394	0.380	188
0077	16.96	1	259.14868012	27.77899005	0.12300500	15.5838100	0.015	0.394	0.380	188
0078	17.33	4	133.16565889	42.01694169	0.16128700	17.5877200	0.041	0.497	0.517	75
0078	17.33	5	133.86644816	41.84676393	0.15532100	16.0214200	0.039	0.232	0.216	185
0078	17.33	6	134.04205006	41.99529574	0.13893200	17.2486900	0.038	0.873	0.857	170
0078	17.33	3	133.48449470	41.64806679	0.12787600	16.8996600	0.056	0.372	0.317	53
0078	17.33	1	133.68508376	41.91949569	0.13924600	14.8598300	0.065	0.095	0.098	81
0078	17.33	2	133.61559245	42.13444421	0.11806700	17.0415100	0.111	0.691	0.667	98
0080	17.12	4	135.37974435	51.46327278	0.13889200	17.0682000	0.096	0.394	0.366	58
0080	17.12	4	135.37974435	51.46327278	0.13889200	17.0682000	0.096	0.394	0.366	58
0080	17.12	1	135.02611882	51.39419106	0.13869100	17.5397300	0.093	0.353	0.277	54
0080	17.12	3	134.80105458	51.23285572	0.11818200	15.8901700	0.054	0.607	0.577	89
0082	16.00	5	179.90074841	5.43118494	0.05585600	14.5062900	0.074	0.693	0.641	103
0082	16.00	3	179.97247186	5.22500580	0.07458800	15.7468600	0.030	0.239	0.258	117
0082	16.00	7	179.71435822	5.10301456	0.07263500	15.5073000	0.038	0.175	0.139	154
0082	16.00	1	179.37074338	5.08905116	0.09026300	14.5361100	0.054	0.081	0.121	139
0082	16.00	2	179.06293350	4.96788917	0.07136300	14.3483000	0.009	0.096	0.093	280
0083	17.25	2	246.40849031	41.89334142	0.14581100	16.7514600	0.041	0.106	0.072	44
0083	17.25	7	247.25005286	41.38094674	0.12126800	12.5663200	0.022	0.385	0.379	147
0083	17.25	1	246.79723812	41.52490691	0.12800100	17.2284000	0.282	0.150	0.142	137
0083	17.25	3	247.04215587	41.60242842	0.14770000	17.2440200	0.004	0.462	0.462	79
0084	16.81	7	343.99337382	-0.92504343	0.11609700	16.4963400	0.029	0.093	0.121	75
0084	16.81	1	344.06182375	-0.58100431	0.09944100	16.8488800	0.066	0.396	0.457	80
0084	16.81	2	343.97485862	-0.65192890	0.11498600	16.1185000	0.034	0.248	0.219	103
0085	16.09	11	10.95144119	15.75579247	0.09926100	16.3045900	0.039	0.254	0.222	100
0085	16.09	9	10.69810896	15.71418823	0.08546700	15.9456100	0.055	0.383	0.341	48
0085	16.09	1	10.67893189	15.25762423	0.09175700	15.5149400	0.026	0.507	0.521	101
0085	16.09	3	10.62437427	15.39668697	0.07813300	15.1661400	0.038	0.674	0.698	165
0086	16.23	4	122.05861445	35.73993709	0.10677800	15.9034600	0.049	0.164	0.120	33
0086	16.23	7	122.02775740	34.93275670	0.09766700	15.2480500	0.022	0.267	0.245	225
0086	16.23	3	122.27685708	34.72474033	0.07358800	16.0849400	0.018	0.032	0.049	70
0086	16.23	1	122.47585141	35.16031088	0.08399900	15.7333700	0.051	0.333	0.381	121
0086	16.23	2	122.48170872	34.83385535	0.08188800	15.9745100	0.063	0.565	0.616	198
0087	16.23	7	335.66840075	-8.66448086	0.08361800	16.4250400	0.037	0.314	0.335	30
0087	16.23	1	335.88572073	-9.07716171	0.10348700	15.1783000	0.044	0.532	0.522	50
0087	16.23	6	336.08141221	-8.74196232	0.08129200	16.6280700	0.125	0.244	0.148	81
0087	16.23	4	335.36914194	-9.48547325	0.10442700	16.4018300	0.090	0.239	0.316	73
0088	16.50	10	182.62340212	59.30650189	0.10869100	17.1369500	0.020	0.230	0.224	51
0088	16.50	7	183.46187686	58.89137024	0.08926700	17.0506200	0.007	0.484	0.490	41
0088	16.50	8	182.48305014	58.61106182	0.07883900	15.1590900	0.059	0.752	0.693	91
0088	16.50	9	183.16540102	59.72849330	0.08610100	15.8268800	0.008	0.701	0.692	121
0088	16.50	6	182.42852809	59.01597846	0.10863000	16.2696900	0.072	0.534	0.578	49
0088	16.50	5	183.72171063	59.64464074	0.10236900	15.5079500	0.046	0.691	0.655	131
0088	16.50	1	183.39931456	59.35304304	0.10164000	15.9242100	0.193	0.738	0.920	315
0088	16.50	1	183.39931456	59.35304304	0.10164000	15.9242100	0.193	0.738	0.920	315

Table B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0088	16.50	2	183.96626317	59.26134891	0.10773700	14.7562000	0.051	0.885	0.838	229
0089	17.08	4	179.16688297	-0.98444431	0.14273500	16.5296300	0.191	0.190	0.201	59
0089	17.08	1	179.55493508	-1.04682887	0.12249300	16.3206700	0.048	0.110	0.130	159
0089	17.08	1	179.55493508	-1.04682887	0.12249300	16.3206700	0.048	0.110	0.130	159
0089	17.08	2	179.67073922	-1.06671741	0.14176600	16.4237800	0.048	0.239	0.286	183
0089	17.08	2	179.67073922	-1.06671741	0.14176600	16.4237800	0.048	0.239	0.286	183
0090	16.78	1	200.84022011	1.09067930	0.10844000	12.5824700	0.080	0.568	0.567	263
0091	16.68	1	176.01538291	5.72431144	0.10057500	16.3232300	0.036	0.417	0.450	100
0091	16.68	3	176.60459724	6.05767847	0.10933100	16.8685100	0.087	0.898	0.963	126
0092	17.49	8	234.69769669	-2.30607084	0.13258100	18.6526300	0.006	0.279	0.275	35
0092	17.49	1	234.98352256	-2.19662063	0.16851300	16.4642400	0.059	0.300	0.317	93
0092	17.49	3	234.96422720	-2.03884085	0.15733100	16.5467700	0.070	0.078	0.142	106
0092	17.49	5	234.96422720	-2.03884085	0.15733100	16.5467700	0.025	0.824	0.849	148
0093	16.95	4	1.46191668	15.66225257	0.10297300	16.7331400	0.360	0.738	1.097	78
0093	16.95	5	0.86889758	15.77055323	0.10026600	17.9460300	0.377	0.292	0.245	67
0093	16.95	7	1.10663925	15.85047238	0.09812600	16.1354700	0.022	0.304	0.296	31
0093	16.95	8	1.02836128	15.93892004	0.11101500	16.7709300	0.010	0.426	0.417	54
0093	16.95	3	1.65561993	15.86474852	0.13508500	16.5375600	0.173	0.535	0.707	75
0093	16.95	1	1.33784209	15.96798192	0.13233900	16.0629300	0.045	0.087	0.125	83
0093	16.95	2	1.43015264	16.27165784	0.13317200	15.9668400	0.150	0.644	0.494	124
0094	16.54	1	167.76743926	1.09040182	0.08341300	16.1075900	0.196	0.282	0.171	125
0094	16.54	1	167.76743926	1.09040182	0.08341300	16.1075900	0.196	0.282	0.171	125
0094	16.54	5	167.74227510	1.51250891	0.07761000	15.9396000	0.105	0.331	0.385	93
0094	16.54	8	167.93314671	0.88571878	0.11107200	17.6551600	0.085	0.120	0.201	90
0094	16.54	9	167.45221035	1.42306911	0.10000400	16.3390400	0.043	0.080	0.075	144
0094	16.54	4	168.21468633	1.62846787	0.09405600	16.2976800	0.078	1.277	1.246	147
0094	16.54	2	168.23463111	0.72566314	0.09239600	15.9569800	0.045	0.584	0.629	45
0095	16.23	2	180.86816868	51.71557242	0.07752500	14.3156900	0.126	0.283	0.192	91
0095	16.23	1	181.36051293	51.33965216	0.09716200	15.5952600	0.278	0.460	0.681	147
0095	16.23	1	181.36051293	51.33965216	0.09716200	15.5952600	0.278	0.460	0.681	147
0095	16.23	7	181.81104823	51.70026582	0.07757600	15.8409000	0.041	0.112	0.140	121
0095	16.23	7	181.81104823	51.70026582	0.07757600	15.8409000	0.041	0.112	0.140	121
0096	17.23	2	255.33383154	37.35286375	0.13731300	14.8905600	0.285	0.643	0.359	115
0096	17.23	4	255.31265240	37.71972739	0.13929800	16.5578700	0.109	0.567	0.470	73
0096	17.23	1	254.94971703	37.53072982	0.11234600	15.2757700	0.006	0.076	0.082	66
0096	17.23	7	255.16927047	37.49062642	0.12577400	16.1909900	0.019	0.050	0.031	146
0097	15.86	4	164.39227813	54.35975977	0.07003300	16.7387200	0.123	0.793	0.904	56
0097	15.86	1	163.54325027	54.82738070	0.08233600	14.9010400	0.217	0.015	0.225	137
0097	15.86	3	163.47790027	54.15607312	0.05821700	16.6226900	0.184	0.679	0.858	78
0098	17.47	1	157.92937052	62.87135624	0.14922300	16.5392700	0.110	0.209	0.248	76
0098	17.47	1	157.92937052	62.87135624	0.14922300	16.5392700	0.110	0.209	0.248	76
0099	16.92	1	167.42855219	50.34001217	0.13249500	16.7527500	0.274	0.559	0.743	61
0100	16.02	2	205.62274616	2.20122733	0.08500700	15.3613000	0.160	0.635	0.479	133
0100	16.02	3	205.58420095	3.33126131	0.06615100	16.1322600	0.522	0.580	1.067	83
0100	16.02	1	206.13564694	2.95407651	0.08320300	14.9461100	0.134	0.288	0.378	160
0100	16.02	7	206.13773642	3.34427636	0.06861200	15.8164100	0.056	0.413	0.363	67
0102	16.68	4	192.05530402	63.04626443	0.11397900	16.6006100	0.090	0.322	0.322	58
0102	16.68	5	193.21189424	63.05453284	0.10387700	17.0121500	0.043	0.351	0.318	32
0102	16.68	1	192.01287507	62.60931384	0.10764900	15.7193400	0.051	0.512	0.550	108
0103	16.49	1	119.40385612	39.33833371	0.10079400	15.5627900	0.056	0.348	0.333	113
0104	16.76	2	5.62329577	-0.86033526	0.08668100	15.9642900	0.044	0.582	0.595	108
0104	16.76	1	5.42659764	-0.87556028	0.11735100	15.8061100	0.110	0.332	0.354	136
0104	16.76	3	5.19134981	-0.90987457	0.13044500	15.1743100	0.079	1.169	1.214	258
0105	16.09	1	188.75810268	1.79865549	0.08782000	14.8196600	0.465	0.649	0.185	150
0105	16.09	2	188.46035740	1.87931955	0.06862700	15.2298200	0.061	0.335	0.280	48
0105	16.09	3	188.31908967	2.14885000	0.09237000	15.8544600	0.045	0.284	0.296	113
0107	16.65	8	189.63384357	64.76955601	0.12238500	16.9727600	0.014	0.217	0.204	74
0107	16.65	5	189.80953459	64.49752355	0.10738600	16.0073300	0.075	0.067	0.045	42
0107	16.65	6	189.99160133	64.63783634	0.09471700	16.4101700	0.065	0.378	0.376	49
0107	16.65	1	188.90768112	64.38309077	0.10278900	15.7928200	0.009	0.325	0.328	83
0108	16.99	1	193.62126410	-2.60717886	0.12157900	15.5638000	0.120	0.385	0.505	64
0108	16.99	3	193.77910964	-2.82323608	0.12012400	16.1942400	0.039	0.400	0.424	48
0110	16.59	1	168.50246454	-0.33653900	0.11270900	14.9789800	0.162	0.276	0.159	106
0112	16.81	3	260.22004887	27.35530175	0.12873700	15.7590100	0.203	0.195	0.029	51
0112	16.81	6	260.56645819	27.77317626	0.11604900	16.7796100	0.241	0.422	0.623	97
0112	16.81	7	260.40865194	27.52513981	0.09512900	15.9660900	0.044	0.111	0.154	29
0112	16.81	1	260.71313469	27.26235504	0.08883400	16.1237400	0.299	0.698	0.680	126
0112	16.81	1	260.71313469	27.26235504	0.08883400	16.1237400	0.299	0.698	0.680	126
0112	16.81	4	260.97771285	27.28611053	0.09801200	15.8678400	0.088	0.750	0.833	208
0112	16.81	4	260.97771285	27.28611053	0.09801200	15.8678400	0.088	0.750	0.833	208
0112	16.81	9	260.72598115	27.04604181	0.09048100	16.7105200	0.034	0.538	0.570	105
0113	16.87	1	259.35410601	56.63851264	0.12777100	15.3330600	0.194	0.555	0.748	130
0115	17.20	3	159.99922010	1.11884707	0.15372200	17.1334600	0.057	0.446	0.475	44
0115	17.20	6	159.56524679	1.01003854	0.12083200	16.8380900	0.031	0.832	0.801	119
0115	17.20	7	159.32029687	1.03261086	0.12600400	16.7244100	0.045	0.729	0.737	75
0115	17.20	1	159.65266738	1.29708093	0.13360700	15.5607100	0.164	0.300	0.148	98
0115	17.20	4	159.69896682	1.55294618	0.13265400	16.4482500	0.068	0.080	0.144	79

Table B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0116	16.39	4	153.56736704	0.30687214	0.10365700	15.9151200	0.027	0.137	0.111	29
0116	16.39	2	153.96875133	0.08833029	0.10093800	15.5001600	0.022	0.299	0.295	58
0116	16.39	1	153.43707898	-0.12022366	0.11000400	14.8029300	0.114	0.113	0.019	130
0116	16.39	7	153.70555285	-0.30481025	0.07737100	16.0514200	0.018	0.221	0.206	155
0116	16.39	5	153.90663805	0.52532417	0.11395600	15.2541900	0.027	0.949	0.971	92
0117	16.35	1	338.79984487	-1.14719718	0.10435100	15.2578500	0.138	0.202	0.066	93
0118	17.05	1	218.43700065	0.79495477	0.13044800	15.6688400	0.231	0.245	0.099	83
0118	17.05	1	218.43700065	0.79495477	0.13044800	15.6688400	0.231	0.245	0.099	83
0118	17.05	7	218.10255920	0.84478713	0.12006800	16.5339200	0.036	0.126	0.161	70
0118	17.05	2	218.68859643	0.91230607	0.11776800	14.8517100	0.123	0.427	0.423	57
0119	17.02	6	130.81138457	38.50891864	0.13582700	16.4297900	0.056	0.065	0.060	58
0119	17.02	1	130.93452152	38.89463341	0.11846100	15.8027000	0.054	0.150	0.099	68
0119	17.02	3	130.45727499	38.49681596	0.13523400	16.3009600	0.076	0.173	0.200	89
0120	16.81	10	10.99217061	-0.97513917	0.11448700	17.0546100	0.048	0.334	0.301	66
0120	16.81	8	10.99495196	-1.12571631	0.11477500	17.4481200	0.002	0.211	0.210	62
0120	16.81	3	11.11919010	-0.40685631	0.11127400	15.9164900	0.199	0.490	0.346	61
0120	16.81	9	11.04462911	-0.49529938	0.11125400	16.1707600	0.038	0.644	0.678	52
0120	16.81	1	11.45764271	-0.85042153	0.12296600	15.6516900	0.064	0.189	0.174	116
0121	16.35	10	192.32594207	-0.55223372	0.08778700	16.9091400	0.031	0.068	0.089	30
0121	16.35	8	192.57972293	-0.40161013	0.08286600	16.5593800	0.028	0.407	0.421	47
0121	16.35	5	192.10042736	-0.73121881	0.11192800	16.3860400	0.052	0.234	0.233	30
0121	16.35	6	191.63375033	-0.64355712	0.07522000	15.0974000	0.067	0.301	0.259	72
0121	16.35	7	191.68011879	-0.71036757	0.06727900	15.4012000	0.036	0.882	0.918	139
0121	16.35	7	191.68011879	-0.71036757	0.06727900	15.4012000	0.036	0.882	0.918	139
0121	16.35	1	191.97024378	-0.22505670	0.09474300	16.1965900	0.018	0.186	0.172	76
0122	17.52	1	162.35883652	3.65687004	0.16370100	16.2067800	0.068	0.102	0.129	74
0122	17.52	2	162.07702274	3.30268517	0.16712800	17.5281700	0.060	0.122	0.182	22
0122	17.52	3	162.34853773	3.97267618	0.14103200	17.0894400	0.128	0.528	0.655	85
0122	17.52	4	162.54773094	3.41789196	0.15042200	17.3781700	0.045	0.851	0.808	88
0122	17.52	6	162.60112503	3.64873111	0.16756500	15.5638500	0.050	0.864	0.833	63
0123	16.52	4	118.98048971	39.28458634	0.09366500	14.2733100	0.026	0.462	0.450	196
0123	16.52	2	119.43430084	40.02219576	0.09349600	15.4231200	0.061	1.143	1.200	168
0124	17.34	3	215.31297634	62.73429083	0.13470400	17.8416200	0.056	0.130	0.153	53
0124	17.34	1	215.02066973	62.28754981	0.15896000	16.0037900	0.116	0.292	0.176	82
0124	17.34	4	215.18801369	62.48828642	0.14030300	16.0651300	0.061	0.101	0.092	173
0125	16.30	1	212.16208036	5.32053277	0.10770000	14.8580400	0.236	0.905	1.022	233
0125	16.30	2	212.35321293	5.96338450	0.08086700	15.2465100	0.154	0.341	0.210	68
0125	16.30	3	212.73499578	5.22520069	0.09573500	15.7396900	0.146	1.189	1.141	246
0126	16.56	9	137.38243875	52.61737862	0.11509100	16.8436400	0.019	0.391	0.377	35
0126	16.56	1	136.97682459	52.79053962	0.11115400	15.1071700	0.057	0.292	0.236	86
0126	16.56	2	136.66783852	52.61164261	0.11083800	15.8775800	0.063	0.094	0.039	87
0128	17.17	4	175.65081740	51.43698467	0.14993600	17.5573400	0.063	0.456	0.509	58
0128	17.17	1	176.22420157	51.26698061	0.14512600	15.6848000	0.030	0.011	0.038	117
0129	16.21	6	189.01502788	4.52197800	0.09025700	17.0019700	0.013	0.499	0.505	28
0129	16.21	9	188.70279877	4.33665851	0.09856800	15.7926800	0.017	0.155	0.171	136
0129	16.21	7	189.04940635	3.85789293	0.10207200	16.4010500	0.104	0.660	0.561	138
0129	16.21	2	188.15245326	3.79843797	0.10366500	15.4162800	0.196	0.227	0.043	177
0129	16.21	1	188.61089533	4.05649174	0.06509800	15.5525700	0.079	0.071	0.019	95
0129	16.21	3	188.61342942	3.86107804	0.07833200	15.3365000	0.027	0.071	0.068	225
0130	17.08	4	160.25508914	0.63263974	0.11209200	15.8641500	0.159	0.482	0.594	36
0130	17.08	8	160.97330731	0.84493871	0.11063000	16.5788700	0.009	0.573	0.574	120
0130	17.08	8	160.97330731	0.84493871	0.11063000	16.5788700	0.009	0.573	0.574	120
0130	17.08	7	160.63815593	0.93322752	0.10980900	15.7860500	0.055	0.145	0.170	35
0130	17.08	2	160.84241453	0.55387765	0.12842600	13.4613000	0.052	0.374	0.410	74
0130	17.08	1	160.81672678	0.84987919	0.12952000	16.5864200	0.024	0.013	0.037	58
0130	17.08	5	160.90355109	1.26891637	0.10776900	16.0023000	0.079	0.178	0.148	71
0132	17.24	1	198.60283817	62.32939385	0.14026100	15.7131500	0.105	0.146	0.091	73
0132	17.24	2	198.84821863	62.06803035	0.13946000	16.8665600	0.104	0.528	0.595	129
0132	17.24	7	199.07729466	62.10280435	0.14281500	16.4851900	0.007	0.308	0.302	59
0133	16.71	6	258.79564782	26.80967621	0.12254100	16.4306100	0.218	0.846	0.985	148
0133	16.71	5	259.48379635	27.01876105	0.08416500	16.8986400	0.061	0.286	0.233	38
0133	16.71	4	258.47341930	27.62991051	0.09023900	16.6278300	0.048	0.133	0.114	31
0135	17.25	1	200.90024219	4.71116913	0.13674600	15.9535800	0.308	0.205	0.303	140
0135	17.25	3	200.54485591	4.62402752	0.14827600	16.6796000	0.094	0.327	0.409	140
0136	16.98	5	11.61160966	-1.20257174	0.09695000	17.5590600	0.018	0.081	0.063	42
0136	16.98	3	11.64246436	-0.49984231	0.12456100	16.8027200	0.048	0.198	0.165	31
0136	16.98	1	11.88122070	-0.88251267	0.13595800	15.8016400	0.282	0.378	0.099	97
0137	17.33	1	119.92902444	28.80206861	0.14805700	16.5953500	0.374	0.446	0.076	92
0138	16.13	2	149.34031844	1.20945311	0.08560800	14.9302000	0.647	0.918	1.216	121
0138	16.13	4	149.36234965	0.53310126	0.08165700	16.1107100	0.200	0.845	0.821	74
0138	16.13	1	149.65933666	1.05798068	0.06322900	14.8359800	0.072	0.639	0.605	153
0141	16.89	8	258.88178774	28.45132892	0.11940200	18.3222800	0.018	0.873	0.856	67
0141	16.89	5	259.21580048	28.43107935	0.10462400	16.1204400	0.108	0.436	0.544	86
0141	16.89	3	259.44746731	27.50481996	0.11518800	16.0410300	0.088	0.429	0.371	56
0141	16.89	3	259.44746731	27.50481996	0.11518800	16.0410300	0.088	0.429	0.371	56
0141	16.89	7	258.79744788	27.88771370	0.11130900	17.2229600	0.020	0.646	0.654	104
0141	16.89	1	259.06374315	28.01400650	0.11370300	16.0049000	0.146	0.666	0.768	95

Table B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0141	16.89	2	259.14868012	27.77899005	0.12300500	15.5838100	0.029	0.543	0.514	173
0142	16.79	1	46.57225331	-0.14003147	0.12902400	16.2480700	0.228	0.335	0.109	147
0142	16.79	5	46.93061496	-0.15471555	0.09592700	13.9982900	0.009	0.143	0.143	29
0143	16.79	3	218.10594638	60.88302732	0.08695700	13.8051500	0.009	0.464	0.467	43
0143	16.79	5	219.04740815	61.44408676	0.12415000	17.3119500	0.048	0.485	0.441	93
0143	16.79	1	218.58309416	61.54192012	0.12776700	16.0883900	0.018	0.130	0.137	53
0143	16.79	2	218.37230412	61.38489548	0.11256600	16.1091700	0.062	0.223	0.173	49
0144	16.11	1	29.07064149	1.05081666	0.10264900	14.1812100	0.090	0.077	0.053	96
0144	16.11	4	28.68788195	1.41227940	0.08764200	15.4235200	0.025	0.606	0.621	77
0145	16.58	1	135.65349860	52.06354836	0.10724300	15.1312200	0.131	0.409	0.313	142
0146	16.04	1	160.53928272	2.60411088	0.08646000	15.0594000	0.143	0.248	0.125	95
0146	16.04	7	160.58045683	2.21357948	0.08899300	16.9099100	0.062	0.835	0.857	97
0146	16.04	3	160.95135416	3.16410968	0.09675100	15.5844000	0.056	0.519	0.523	103
0148	17.04	2	132.76395579	50.09643904	0.12724100	16.3980100	0.111	0.392	0.326	105
0148	17.04	3	132.62785268	50.27892143	0.11801600	15.3437700	0.045	0.323	0.278	60
0148	17.04	1	133.01350609	50.63280605	0.10623200	16.0565600	0.107	1.323	1.368	188
0148	17.04	1	133.01350609	50.63280605	0.10623200	16.0565600	0.107	1.323	1.368	188
0148	17.04	4	133.01350609	50.63280605	0.10623200	16.0565600	0.071	0.454	0.423	90
0149	16.07	5	228.30796833	4.28755458	0.07101500	13.6251100	0.027	0.606	0.616	356
0149	16.07	3	228.22070087	4.51400436	0.07407600	14.0087600	0.126	0.550	0.440	145
0149	16.07	1	228.79630154	3.84851213	0.08777900	14.7496500	0.049	0.194	0.232	271
0149	16.07	4	228.94520657	3.80552633	0.07197600	15.5795800	0.009	0.275	0.276	73
0150	16.17	4	190.72520446	0.25397663	0.07571700	16.1411800	0.170	0.788	0.634	90
0150	16.17	6	190.60695454	0.94685833	0.07377400	15.2288200	0.023	0.623	0.640	52
0150	16.17	1	191.37022484	0.97524508	0.09590400	15.3355100	0.086	0.753	0.834	196
0150	16.17	1	191.37022484	0.97524508	0.09590400	15.3355100	0.086	0.753	0.834	196
0153	16.23	1	353.85920907	1.02454468	0.09593100	16.2138000	0.090	0.154	0.132	86
0153	16.23	2	353.55628290	1.03014689	0.09482900	14.9488300	0.045	0.353	0.383	116
0154	16.21	5	190.14661645	-2.29773059	0.07118300	16.4839100	0.055	0.147	0.185	50
0154	16.21	8	190.22603922	-2.08008603	0.09957700	16.5767700	0.040	0.301	0.317	44
0154	16.21	4	190.56429418	-1.43763689	0.09169400	15.6930400	0.060	0.325	0.349	80
0154	16.21	9	190.55318497	-1.56081838	0.07175600	16.4982100	0.065	1.070	1.131	243
0154	16.21	1	190.55275775	-2.14734350	0.08454100	14.3944900	0.070	0.225	0.167	69
0154	16.21	3	190.92880755	-1.94376060	0.07585500	15.2007400	0.090	0.874	0.794	228
0154	16.21	2	191.01725297	-1.72245695	0.06377300	15.3741800	0.026	0.656	0.634	142
0155	17.43	1	172.83242116	66.82425164	0.14195200	15.9419800	0.126	0.086	0.148	65
0157	16.90	8	211.97431098	-1.79660290	0.09778700	16.2803300	0.031	0.851	0.880	47
0157	16.90	1	212.49783826	-1.53966688	0.12346000	15.6915100	0.200	0.145	0.055	102
0157	16.90	5	212.26864641	-1.52189279	0.12033000	17.6558900	0.059	0.147	0.096	47
0159	16.76	5	200.63195717	-1.12449495	0.09818200	16.6641600	0.055	0.329	0.278	39
0159	16.76	4	199.88463708	-0.75924573	0.10994800	17.0061500	0.037	0.382	0.418	109
0159	16.76	1	200.35953329	-0.68755634	0.12957300	15.4047100	0.089	0.290	0.285	59
0159	16.76	2	200.24372787	-0.89593073	0.08473100	16.2211900	0.032	0.130	0.157	52
0160	16.73	7	162.69531628	0.90372482	0.08230000	17.5829900	0.022	0.458	0.476	31
0160	16.73	8	162.42242168	0.65294481	0.08402200	16.1054600	0.025	0.547	0.565	33
0160	16.73	4	161.90665732	0.87590060	0.12793100	16.4982500	0.049	0.094	0.102	49
0160	16.73	2	162.07842103	0.83600459	0.10494300	16.4332400	0.090	0.408	0.321	43
0160	16.73	3	162.18145670	0.61362012	0.10331500	16.3387300	0.087	0.345	0.304	34
0160	16.73	1	162.30867011	0.99590967	0.11823100	15.8458600	0.040	0.622	0.662	58
0162	17.09	1	141.74859216	54.37664178	0.12809100	15.9770400	0.046	0.158	0.204	67
0163	17.39	3	220.40640732	-0.58254200	0.16050900	15.4410600	0.115	1.029	1.120	196
0163	17.39	3	220.40640732	-0.58254200	0.16050900	15.4410600	0.115	1.029	1.120	196
0163	17.39	8	220.40640732	-0.58254200	0.16050900	15.4410600	0.005	0.652	0.648	70
0163	17.39	1	220.51739886	-0.81638831	0.13839300	17.2339700	0.069	0.231	0.176	60
0163	17.39	4	220.17622754	-0.88221359	0.15576000	17.2598200	0.080	0.121	0.151	112
0163	17.39	7	220.36725507	-0.85589234	0.13633800	17.5998300	0.013	0.803	0.802	138
0163	17.39	2	220.86193306	-0.72090472	0.15402000	16.3604000	0.112	0.326	0.428	63
0164	16.79	2	176.45445819	-3.30158377	0.11287700	16.9880000	0.106	0.539	0.644	71
0164	16.79	5	177.10675417	-3.23877385	0.10279800	15.4548400	0.101	0.281	0.325	60
0164	16.79	1	176.79262872	-3.02927780	0.11294000	16.5797200	0.019	0.210	0.206	96
0164	16.79	7	177.21842453	-2.86719253	0.10258300	17.2304900	0.069	0.538	0.470	141
0164	16.79	6	176.38830796	-2.80107044	0.12356500	16.7909600	0.036	0.686	0.653	157
0164	16.79	6	176.38830796	-2.80107044	0.12356500	16.7909600	0.036	0.686	0.653	157
0164	16.79	4	176.39171172	-2.95030465	0.09461900	16.3842900	0.107	0.198	0.123	72
0165	16.73	1	166.59832892	2.05360290	0.11011300	16.2759100	0.066	0.099	0.050	53
0165	16.73	2	166.13088986	2.37038222	0.08680300	15.9966000	0.168	0.434	0.538	82
0165	16.73	4	166.89881363	1.94456271	0.11302100	15.9485600	0.216	0.455	0.283	82
0167	17.28	7	33.38660168	-9.33446801	0.14653600	18.6350700	0.022	0.763	0.743	109
0167	17.28	3	33.24850547	-9.61319928	0.13176400	16.8739400	0.037	0.349	0.313	73
0167	17.28	4	33.17195796	-9.51608947	0.13426900	15.7395000	0.029	0.169	0.170	84
0167	17.28	1	33.12169233	-9.25274049	0.13092300	16.8708100	0.036	0.282	0.262	56
0167	17.28	2	33.09358518	-9.10006264	0.13395600	16.1951400	0.030	0.088	0.088	60
0170	17.25	1	200.43264273	61.54234873	0.14115400	17.1776300	0.323	0.391	0.331	76
0170	17.25	3	200.55153598	61.26714728	0.13104900	17.2452200	0.239	0.629	0.740	85
0172	15.95	5	170.36366226	1.53113260	0.07612900	15.0651900	0.234	0.764	0.572	101
0172	15.95	6	171.07277372	1.36846703	0.09256200	15.9090200	0.023	0.780	0.798	110
0172	15.95	4	170.51592776	0.94807488	0.06930400	15.4986100	0.079	0.515	0.559	122

TABLE B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0172	15.95	3	171.03151608	0.97187890	0.05480200	14.8064400	0.061	0.037	0.076	111
0173	17.51	7	14.96404572	-9.87717912	0.13979900	17.4871800	0.132	0.557	0.689	232
0173	17.51	1	15.25644843	-9.95474109	0.16071600	16.2267500	0.046	0.035	0.077	85
0173	17.51	5	15.55104174	-9.92414042	0.14447900	18.0430200	0.027	0.603	0.589	71
0175	17.13	1	240.51573145	-0.72320157	0.14235100	16.2323100	0.155	0.292	0.150	80
0175	17.13	3	240.76210087	-0.69611505	0.14008200	17.1510700	0.050	0.433	0.453	65
0175	17.13	4	240.76210087	-0.69611505	0.14008200	17.1510700	0.047	0.800	0.841	62
0176	16.52	6	119.94721539	39.03615267	0.07483600	17.6713300	0.042	0.439	0.445	100
0176	16.52	1	120.22430840	39.41048448	0.08242300	14.8776800	0.318	0.032	0.296	86
0176	16.52	4	120.28630961	39.15371973	0.09465400	16.5796900	0.155	0.722	0.632	109
0177	17.12	4	329.77752755	-0.55916951	0.13954500	16.3292400	0.060	0.341	0.318	88
0177	17.12	2	329.99795730	-0.44552563	0.10303300	16.2283700	0.079	0.422	0.369	112
0177	17.12	2	329.99795730	-0.44552563	0.10303300	16.2283700	0.079	0.422	0.369	112
0178	16.70	3	21.00841042	-9.73619972	0.11064200	16.3867100	0.219	0.574	0.793	69
0178	16.70	10	20.29040831	-10.31838876	0.10852500	17.2893100	0.057	0.057	0.035	45
0178	16.70	11	20.33798957	-10.03775338	0.08300700	17.2527800	0.016	0.090	0.087	51
0178	16.70	5	20.20741929	-10.18415037	0.11126700	16.2720100	0.043	0.606	0.568	84
0178	16.70	2	20.69803498	-10.40087482	0.11742300	14.9058200	0.048	0.226	0.222	76
0178	16.70	7	20.92226003	-10.48960682	0.11711000	16.7891300	0.036	0.231	0.246	139
0178	16.70	1	20.77006129	-10.12504649	0.10841100	16.3101300	0.069	0.507	0.571	70
0178	16.70	6	20.48163220	-10.13653679	0.12050900	16.8866500	0.040	0.244	0.212	65
0179	16.98	2	177.15497181	-1.21283206	0.12094200	15.6366500	0.049	0.273	0.254	27
0179	16.98	6	176.48123559	-0.64709460	0.12835600	18.9243400	0.187	0.227	0.349	57
0179	16.98	8	176.76635955	-0.92990811	0.11961300	16.2049300	0.016	0.251	0.258	53
0179	16.98	4	176.38845980	-0.81618415	0.09821200	17.9622100	0.084	0.494	0.421	80
0179	16.98	1	176.52913028	-1.09372553	0.12784300	16.3299500	0.048	0.177	0.129	88
0179	16.98	3	176.99912039	-0.77161509	0.10981800	17.1699000	0.103	0.622	0.696	83
0179	16.98	7	176.92816477	-0.62888430	0.12356300	16.1017800	0.024	0.306	0.283	132
0180	15.93	1	162.88092993	55.39095980	0.08094900	13.5438700	0.111	0.170	0.269	145
0184	16.75	9	171.05952640	50.60445216	0.11149000	17.1610900	0.168	0.752	0.906	59
0184	16.75	2	170.60620799	49.65877552	0.11196700	16.3590100	0.403	0.685	0.876	91
0184	16.75	6	170.62094208	50.01905379	0.10939700	15.7652900	0.044	0.316	0.274	91
0184	16.75	6	170.62094208	50.01905379	0.10939700	15.7652900	0.044	0.316	0.274	91
0184	16.75	8	170.31332742	50.00285597	0.10589800	16.8398100	0.026	0.161	0.135	60
0184	16.75	8	170.31332742	50.00285597	0.10589800	16.8398100	0.026	0.161	0.135	60
0184	16.75	1	170.73205644	50.30370207	0.12984100	15.9308300	0.045	0.252	0.209	46
0184	16.75	3	170.25848469	50.25798267	0.11694000	16.2629300	0.117	0.286	0.376	80
0185	17.11	6	216.82894884	1.03296913	0.11733900	15.5083000	0.033	0.669	0.664	54
0185	17.11	1	216.56808881	0.83760486	0.13939800	15.8663500	0.089	0.592	0.540	84
0185	17.11	3	216.50618188	0.82801487	0.14013600	17.7708300	0.043	0.649	0.686	72
0185	17.11	2	216.47309398	0.58028454	0.14211100	16.2525000	0.090	0.511	0.533	63
0186	16.17	1	122.79144694	35.91074773	0.09956100	16.3855700	0.112	0.450	0.396	112
0187	16.86	8	199.23307072	-0.95139369	0.09351800	17.8569000	0.027	0.558	0.531	57
0187	16.86	5	198.80443629	-1.03703544	0.10258600	16.8672700	0.027	0.115	0.108	58
0187	16.86	1	199.05659912	-0.91251045	0.11246200	16.0010100	0.061	0.506	0.495	42
0188	16.87	1	346.61068288	14.13047047	0.11946100	16.2558600	0.080	0.244	0.255	48
0188	16.87	7	346.31105532	14.32236629	0.12557800	16.9305200	0.014	0.330	0.330	43
0189	16.43	1	20.27776661	-0.53144828	0.09065000	15.5116500	0.088	0.258	0.297	42
0189	16.43	9	20.44668338	-0.77885634	0.07403000	15.4841700	0.069	0.912	0.938	97
0190	17.15	2	127.41949620	46.64906680	0.13598400	16.4504800	0.216	0.224	0.067	54
0190	17.15	5	127.32716152	46.39988841	0.12813100	17.3976500	0.008	0.542	0.536	53
0190	17.15	1	126.78714722	46.63694922	0.14626200	15.4948300	0.012	0.234	0.236	106
0190	17.15	3	126.47029925	46.55264980	0.14316100	16.8663400	0.054	0.042	0.051	25
0191	16.32	9	191.82218303	-1.97926515	0.07231900	16.1652700	0.032	0.188	0.200	38
0191	16.32	8	191.53886285	-1.92916991	0.07384400	16.8625100	0.019	0.377	0.396	34
0191	16.32	6	192.25846206	-1.38828902	0.08521400	16.1424800	0.062	0.304	0.273	110
0191	16.32	1	192.18058053	-1.65519749	0.10851100	13.0531500	0.065	0.922	0.903	336
0192	16.28	1	186.12559678	66.56689423	0.10731800	14.5825600	0.185	0.334	0.166	63
0192	16.28	12	186.27259323	66.22565332	0.08194700	16.3243400	0.062	0.098	0.108	38
0192	16.28	4	186.88626031	66.10412225	0.07301900	15.6053600	0.070	0.394	0.457	94
0192	16.28	8	186.88626031	66.10412225	0.07301900	15.6053600	0.053	0.847	0.878	73
0193	16.28	1	134.68009001	54.40566027	0.08865000	15.3944800	0.031	0.313	0.309	98
0193	16.28	2	135.23651210	54.95450204	0.08977700	15.4281700	0.133	0.076	0.147	58
0193	16.28	4	133.90112430	53.75102738	0.07725300	15.7007500	0.217	0.677	0.534	172
0194	15.91	3	159.10698235	58.55620013	0.08871700	13.8349600	0.220	0.451	0.347	65
0194	15.91	8	159.91102229	57.93362633	0.06811400	15.4868400	0.011	0.235	0.240	66
0194	15.91	1	160.25432563	58.29497380	0.08765500	14.8772700	0.296	0.353	0.067	117
0195	16.09	1	232.63874521	-0.80931868	0.09834700	14.8834200	0.028	0.142	0.114	37
0195	16.09	6	232.91367134	-1.12167988	0.08576900	16.6648400	0.103	0.246	0.186	65
0195	16.09	9	232.58106849	-0.48850776	0.05645400	16.1557300	0.014	0.585	0.581	35
0195	16.09	5	232.41424294	-1.37690279	0.08440200	16.6538800	0.043	0.561	0.571	74
0195	16.09	3	233.03740848	-0.29401311	0.09815700	16.0986700	0.089	0.253	0.255	54
0195	16.09	4	233.13782529	-0.42585573	0.07695900	13.3755600	0.009	0.468	0.476	51
0196	16.02	3	183.27878503	5.91427921	0.07754900	17.3549400	0.143	0.401	0.280	56
0196	16.02	8	183.00001450	5.21059484	0.07720700	15.4743500	0.027	0.509	0.492	100
0196	16.02	5	183.27126235	5.68967704	0.08870400	15.5182400	0.030	0.257	0.279	72
0196	16.02	1	182.57007435	5.38603671	0.08748800	14.0549300	0.085	0.150	0.203	126

Table B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0196	16.02	6	182.72556992	5.03957316	0.08183300	16.3615800	0.047	0.364	0.402	39
0196	16.02	2	182.24807725	5.18875629	0.07550900	15.2657800	0.149	0.232	0.240	84
0196	16.02	4	182.09317821	5.43170169	0.08253800	16.3817200	0.084	0.105	0.189	39
0197	15.98	4	359.01486237	-8.80300130	0.09728000	15.7882900	0.080	0.676	0.713	110
0197	15.98	7	358.65059884	-9.51811835	0.09011900	16.3883500	0.039	0.482	0.502	78
0197	15.98	1	358.88994935	-9.65472948	0.09810400	14.4539700	0.186	0.847	1.033	250
0198	16.35	1	206.18592368	0.17562715	0.08680000	15.5016800	0.070	0.283	0.241	82
0198	16.35	3	206.34060027	0.02900925	0.08753200	16.5818000	0.017	0.207	0.189	112
0199	15.86	9	178.33752679	52.34532742	0.08587300	15.7634800	0.086	0.532	0.587	86
0199	15.86	1	178.44448905	52.90370504	0.05936900	15.2137200	0.196	0.666	0.686	68
0199	15.86	8	179.02263348	52.07826123	0.07832300	15.4689300	0.047	0.287	0.271	89
0199	15.86	2	177.52840009	53.41982470	0.07099600	15.3862300	0.104	0.258	0.355	112
0200	16.84	6	217.87867029	4.77225810	0.10135600	15.1411200	0.040	0.365	0.325	55
0200	16.84	2	218.05486480	5.51610777	0.09555900	15.6709800	0.068	0.394	0.345	52
0200	16.84	1	218.09020347	5.17872016	0.11996700	16.1500600	0.072	0.172	0.168	34
0200	16.84	9	217.90073857	5.13754177	0.12171900	16.7054300	0.010	0.253	0.249	61
0200	16.84	7	218.13637280	4.65537772	0.08807500	16.4244700	0.036	0.503	0.524	74
0200	16.84	7	218.13637280	4.65537772	0.08807500	16.4244700	0.036	0.503	0.524	74
0200	16.84	3	218.46380319	5.46007066	0.13102400	16.3143600	0.141	0.164	0.025	92
0200	16.84	5	218.27587986	5.53959934	0.09359100	16.1878400	0.053	0.557	0.525	120
0202	15.81	4	26.98231978	14.22678232	0.08656700	15.4998800	0.064	0.273	0.323	40
0202	15.81	1	27.28499316	13.96325355	0.08112600	14.9589900	0.132	0.023	0.129	109
0203	16.95	1	122.72750579	49.18438458	0.13311000	15.7800400	0.186	0.263	0.329	81
0203	16.95	8	123.14264561	49.45534066	0.13058100	15.6180900	0.035	0.490	0.481	89
0204	16.93	1	158.63830887	61.47043954	0.11546000	15.9121700	0.191	0.555	0.745	83
0204	16.93	2	157.99213850	61.75307414	0.12464000	16.3823400	0.216	0.412	0.622	41
0205	17.17	1	175.81936603	4.96701013	0.13260600	16.2216800	0.091	0.353	0.303	40
0205	17.17	5	175.83315028	4.75121557	0.12648300	17.0298500	0.149	0.877	1.024	61
0206	15.93	8	157.68811065	3.51602972	0.08189700	15.3262900	0.024	0.516	0.526	146
0206	15.93	2	157.24595256	3.12432648	0.07539800	14.9155700	0.129	0.258	0.197	83
0206	15.93	4	157.39541036	4.42308242	0.08063700	16.2034100	0.033	0.723	0.756	123
0206	15.93	4	157.39541036	4.42308242	0.08063700	16.2034100	0.033	0.723	0.756	123
0206	15.93	6	157.39541036	4.42308242	0.08063700	16.2034100	0.048	0.266	0.304	338
0206	15.93	6	157.39541036	4.42308242	0.08063700	16.2034100	0.048	0.266	0.304	338
0206	15.93	6	157.39541036	4.42308242	0.08063700	16.2034100	0.048	0.266	0.304	338
0206	15.93	1	157.09517326	3.76455319	0.07647400	15.1559000	0.055	0.141	0.107	168
0206	15.93	3	157.54230366	4.00707454	0.08030800	14.9397400	0.111	0.131	0.046	108
0206	15.93	3	157.54230366	4.00707454	0.08030800	14.9397400	0.111	0.131	0.046	108
0207	16.26	8	235.01915030	2.55024224	0.10769900	13.0917100	0.008	1.158	1.165	119
0207	16.26	5	234.44958829	3.03604869	0.06643900	15.3813700	0.208	0.419	0.501	60
0207	16.26	3	235.22742287	3.56882930	0.09673600	15.7239100	0.080	0.338	0.283	47
0207	16.26	1	235.09241420	3.23599724	0.07977100	15.0847600	0.105	0.368	0.469	56
0207	16.26	4	234.94816492	3.42040847	0.10222100	15.3716100	0.156	0.175	0.050	135
0208	16.28	4	232.84134998	-1.92253385	0.07677000	16.6337300	0.010	0.468	0.466	33
0208	16.28	1	232.60519853	-1.50727432	0.09937800	16.0794800	0.148	0.242	0.232	67
0208	16.28	2	232.41424294	-1.37690279	0.08440200	16.6538800	0.051	0.447	0.471	61
0209	16.19	2	336.54205533	-8.74303849	0.09653000	15.7888000	0.160	0.175	0.018	54
0209	16.19	3	335.41747823	-8.42386880	0.06981900	15.4390200	0.015	0.354	0.340	37
0209	16.19	6	336.18019082	-8.84842457	0.09729500	16.1618600	0.191	0.488	0.611	109
0209	16.19	5	335.98227596	-8.31895467	0.07893300	16.4692100	0.056	0.516	0.470	57
0210	17.12	7	213.86497315	-0.05548348	0.12795100	16.9580200	0.014	0.165	0.152	67
0210	17.12	3	213.75836029	-0.05700315	0.12120300	16.6583700	0.026	0.153	0.173	94
0210	17.12	3	213.75836029	-0.05700315	0.12120300	16.6583700	0.026	0.153	0.173	94
0210	17.12	1	214.00888293	0.27622618	0.14367300	16.4132300	0.039	0.537	0.498	68
0210	17.12	2	213.71904370	0.19621086	0.12720100	16.1234900	0.006	0.241	0.242	75
0211	17.04	1	183.97748862	49.32800464	0.12464100	16.2025100	0.249	0.108	0.295	54
0211	17.04	3	184.48625166	48.87418717	0.11712600	16.4522500	0.220	0.294	0.075	32
0211	17.04	4	183.69517650	49.43876017	0.11023500	16.2830300	0.051	0.432	0.482	20
0212	15.25	1	214.39805038	2.05321930	0.04826600	13.7903000	0.070	0.189	0.141	150
0212	15.25	2	214.09509421	1.59118178	0.07421900	14.9119000	0.050	0.602	0.556	142
0213	17.32	7	146.03277875	56.64100055	0.14563100	16.8863600	0.046	0.504	0.461	28
0213	17.32	8	145.92918708	56.79004636	0.14760100	17.0631100	0.034	0.460	0.430	83
0213	17.32	5	145.93606615	56.53315105	0.13655800	17.1220800	0.055	0.885	0.830	172
0213	17.32	1	146.37019146	56.54813065	0.15739800	15.9529600	0.032	0.097	0.119	61
0213	17.32	2	146.27926879	56.31727184	0.13488500	16.5123300	0.053	0.606	0.553	112
0214	16.75	5	186.34285276	63.03258177	0.09749600	16.1775700	0.031	0.520	0.525	56
0214	16.75	4	186.58109228	63.77256581	0.10835300	16.3750900	0.055	0.275	0.224	62
0214	16.75	1	186.20258162	63.40909358	0.11553600	16.1183000	0.227	0.322	0.189	96
0214	16.75	2	187.00706084	63.51944364	0.09874000	16.1773000	0.067	0.207	0.182	168
0214	16.75	3	187.00706084	63.51944364	0.09874000	16.1773000	0.065	1.112	1.173	269
0217	16.76	1	118.51871080	43.76879611	0.11393800	16.1502600	0.062	0.251	0.192	57
0217	16.76	3	118.20716248	43.74703354	0.10957400	16.6478300	0.191	0.805	0.969	116
0217	16.76	4	118.03101124	43.65200340	0.12356800	12.6495300	0.041	0.528	0.508	40
0218	16.71	5	356.68705689	14.87633391	0.10606900	17.8848300	0.006	0.359	0.360	62
0218	16.71	6	356.62104293	14.64039705	0.09608800	17.3609300	0.046	0.111	0.142	40
0218	16.71	8	356.66727097	15.12056382	0.08402600	15.3059100	0.023	0.571	0.555	92
0218	16.71	8	356.66727097	15.12056382	0.08402600	15.3059100	0.023	0.571	0.555	92

Table B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0218	16.71	1	357.01826292	14.71560122	0.11371000	16.1362600	0.045	0.252	0.284	59
0220	17.01	2	24.27620282	13.24705787	0.12614900	16.1858000	0.101	0.387	0.286	77
0220	17.01	1	24.03114136	13.20863191	0.13365000	16.0095900	0.139	0.230	0.094	56
0220	17.01	5	24.17120361	12.92560551	0.10809800	17.1522000	0.030	0.694	0.688	67
0221	16.02	6	323.63740416	10.94765245	0.10016600	14.6176900	0.382	0.671	0.946	95
0221	16.02	3	324.14905260	10.46330568	0.08664700	15.8627100	0.086	0.171	0.124	69
0221	16.02	1	323.47586696	10.48034103	0.07821600	16.4571700	0.089	0.309	0.251	57
0224	15.52	4	18.19595496	14.36085876	0.07680000	15.7653800	0.025	0.338	0.349	64
0224	15.52	1	17.34161905	14.34229573	0.06580400	13.5025400	0.085	0.267	0.182	140
0225	16.35	1	259.62982912	64.41810120	0.10341900	15.7685200	0.041	0.090	0.050	67
0225	16.35	2	259.03782548	64.75605443	0.07594600	16.3221200	0.082	0.614	0.670	65
0225	16.35	4	259.36079088	64.70020276	0.09921900	14.7227900	0.036	0.208	0.241	191
0225	16.35	4	259.36079088	64.70020276	0.09921900	14.7227900	0.036	0.208	0.241	191
0227	16.54	1	135.38841235	58.12987026	0.11654400	13.5331400	0.238	0.713	0.772	108
0227	16.54	3	135.43229503	58.68278178	0.08647200	14.1776200	0.019	0.572	0.588	86
0229	17.19	1	176.78002708	4.64159638	0.12625300	16.1126500	0.192	0.369	0.177	41
0229	17.19	7	176.54414584	4.57951949	0.13331200	17.5398700	0.031	0.166	0.136	52
0229	17.19	5	176.55108331	4.35819102	0.10833400	17.3066500	0.038	0.419	0.388	126
0231	17.39	3	253.78822564	35.65407442	0.14419900	15.1290000	0.124	0.478	0.461	47
0231	17.39	4	253.84715988	35.13617348	0.12676000	16.0835500	0.243	0.398	0.204	81
0231	17.39	1	254.05817383	35.45648741	0.15016800	16.0753800	0.197	0.428	0.611	66
0232	16.32	5	148.50865484	-0.89222902	0.09902200	15.7910600	0.169	0.407	0.475	41
0232	16.32	8	148.85664874	-0.05914384	0.10047900	16.5772500	0.078	0.348	0.275	92
0232	16.32	6	148.51686013	0.06260011	0.10211300	15.9939700	0.050	0.832	0.784	79
0232	16.32	1	149.16089443	-0.35801666	0.09129000	14.8770900	0.063	0.118	0.100	85
0232	16.32	4	149.44784188	-0.30290285	0.09468500	15.7381400	0.032	0.443	0.425	55
0233	16.17	1	259.36079088	64.70020276	0.09921900	14.7227900	0.320	0.664	0.962	105
0233	16.17	3	259.62982912	64.41810120	0.10341900	15.7685200	0.155	0.070	0.172	85
0233	16.17	4	260.05971746	64.71985972	0.09007300	15.6537400	0.025	0.472	0.493	42
0234	17.21	7	176.60806834	51.93149047	0.13977300	13.1957500	0.030	0.965	0.995	87
0234	17.21	1	176.02591130	52.28806069	0.13178300	16.3758600	0.070	0.196	0.244	63
0234	17.21	4	175.89564103	52.45434093	0.11350500	17.6600500	0.040	0.191	0.152	82
0235	16.84	1	346.61022499	14.44579402	0.13487900	15.7319800	0.086	0.159	0.136	35
0236	16.13	3	202.32225754	0.76396665	0.06821000	15.9364100	0.007	0.391	0.386	20
0236	16.13	1	201.76563574	1.33572951	0.09548100	15.5182000	0.020	0.238	0.220	109
0237	16.19	2	191.71338221	0.29704106	0.10556000	14.5549200	0.236	0.154	0.103	146
0237	16.19	6	190.72520446	0.25397663	0.07571700	16.1411800	0.028	0.691	0.680	78
0237	16.19	6	190.72520446	0.25397663	0.07571700	16.1411800	0.028	0.691	0.680	78
0237	16.19	1	191.37022484	0.97524508	0.09590400	15.3355100	0.092	0.761	0.839	177
0237	16.19	4	191.08189280	0.74660693	0.09751900	15.0549400	0.057	0.121	0.070	97
0237	16.19	4	191.08189280	0.74660693	0.09751900	15.0549400	0.057	0.121	0.070	97
0238	16.17	6	122.02775740	34.93275670	0.09766700	15.2480500	0.046	0.113	0.068	199
0238	16.17	4	123.07967321	34.50133060	0.09030400	16.0452700	0.046	0.215	0.226	73
0239	16.98	3	160.87850878	57.38616989	0.12825900	16.0549800	0.159	0.118	0.041	71
0239	16.98	1	161.22310303	57.89851206	0.10448600	16.9700300	0.071	0.503	0.572	71
0240	16.71	1	193.99495380	62.14675103	0.11948100	15.1404800	0.041	0.048	0.050	90
0240	16.71	5	194.22784911	61.82349243	0.11728700	17.0429700	0.038	0.174	0.195	33
0240	16.71	7	194.73871791	61.99418560	0.08284100	16.4142500	0.009	0.232	0.238	17
0240	16.71	2	194.66187335	62.37944878	0.08987200	16.3338700	0.097	0.546	0.460	76
0240	16.71	3	195.08322797	61.65504362	0.12666600	15.0011600	0.028	0.603	0.629	61
0241	16.89	1	357.32758140	15.23882737	0.12280100	15.4443800	0.200	0.264	0.123	100
0241	16.89	2	356.97946055	14.91449414	0.12965400	15.9606000	0.030	0.154	0.144	58
0243	16.41	3	213.54551382	5.14976950	0.09012300	16.9063500	0.040	0.145	0.112	43
0243	16.41	7	212.63111104	5.44069971	0.07607700	16.5759400	0.020	0.196	0.202	75
0243	16.41	1	212.85507131	4.97201409	0.07744100	15.8963400	0.126	0.503	0.529	77
0243	16.41	2	213.41710547	5.51615300	0.09862700	16.6474400	0.095	0.213	0.168	69
0244	16.59	1	1.20392204	0.95114322	0.10157000	15.3538000	0.023	0.235	0.213	52
0244	16.59	6	1.50352618	0.94762769	0.10952500	17.0070200	0.019	0.575	0.591	62
0244	16.59	9	1.09098654	1.08916781	0.07715200	15.5479100	0.068	1.066	1.101	213
0244	16.59	4	1.00784733	0.49371264	0.09516900	15.8697300	0.251	0.327	0.127	56
0244	16.59	5	1.29303819	0.46806399	0.09219100	15.3038700	0.096	0.443	0.357	58
0244	16.59	5	1.29303819	0.46806399	0.09219100	15.3038700	0.096	0.443	0.357	58
0244	16.59	2	0.84370245	1.05788519	0.07999700	15.0447100	0.061	0.162	0.222	122
0246	16.43	9	227.68080897	3.20761611	0.10977300	15.8771900	0.039	0.536	0.575	70
0246	16.43	1	227.49750690	3.00308421	0.10671400	15.2412600	0.050	0.084	0.041	76
0247	16.93	1	122.39376413	49.00805090	0.13741800	15.2154000	0.089	0.394	0.351	52
0247	16.93	6	122.92172829	49.46766576	0.11193600	15.2613100	0.097	1.132	1.099	158
0248	16.23	6	28.51535029	14.90968375	0.06587300	15.7954300	0.020	0.703	0.723	49
0248	16.23	3	28.55197483	14.65767229	0.09144400	16.3065300	0.152	0.298	0.187	59
0248	16.23	1	28.96658771	14.94028204	0.08724000	14.4435900	0.046	0.406	0.451	44
0249	16.28	7	202.01636584	-1.70145675	0.08969600	15.8487700	0.029	0.209	0.232	26
0249	16.28	5	203.18975188	-2.12943820	0.08433700	16.8093100	0.039	0.303	0.278	59
0249	16.28	1	202.49099067	-2.01439182	0.08443100	15.5005000	0.027	0.536	0.562	113
0249	16.28	3	202.95894276	-1.96024069	0.08898900	15.4003300	0.067	0.380	0.400	136
0250	16.56	1	133.90112430	53.75102738	0.07725300	15.7007500	0.031	0.333	0.336	138
0250	16.56	5	134.82557567	53.63688014	0.12159100	15.6651300	0.054	0.142	0.194	50
0250	16.56	6	134.77395952	53.77161715	0.07800300	12.4642600	0.037	0.320	0.320	84

Table B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0250	16.56	3	133.67345145	54.23649548	0.11510700	15.3241300	0.081	0.272	0.226	255
0253	15.43	2	17.53864451	14.12325832	0.06348700	15.3303000	0.059	0.523	0.563	137
0255	16.15	4	183.22038766	53.04431950	0.07232400	15.3146100	0.048	0.357	0.363	100
0255	16.15	1	182.32711318	53.30657555	0.09198400	15.4812900	0.020	0.432	0.432	84
0255	16.15	2	182.48543860	53.11984160	0.08391600	15.7326400	0.028	0.045	0.034	104
0256	16.28	1	190.69299938	2.76815178	0.08529900	14.6007000	0.304	0.468	0.494	106
0257	15.91	2	233.04357698	52.26845762	0.08842000	16.1532100	0.008	0.177	0.171	39
0257	15.91	1	232.10602239	52.82618657	0.06830900	15.5235000	0.057	0.618	0.593	131
0258	17.16	3	177.08003353	50.94161358	0.13549300	18.0348000	0.127	0.556	0.431	92
0259	15.52	1	331.79790717	-7.49543749	0.05506400	15.0774700	0.062	0.340	0.283	110
0259	15.52	2	332.07008239	-7.48857009	0.06971800	15.0060900	0.062	0.539	0.598	262
0261	16.90	7	182.29811324	66.98542291	0.13243400	14.9660100	0.094	1.067	1.156	71
0261	16.90	6	180.21991958	67.48334232	0.11615300	15.8518400	0.032	0.653	0.623	74
0261	16.90	2	181.58996055	66.95607586	0.09867900	14.0953100	0.035	0.894	0.895	150
0261	16.90	2	181.58996055	66.95607586	0.09867900	14.0953100	0.035	0.894	0.895	150
0261	16.90	1	181.14192175	67.20975743	0.10404800	15.6842400	0.079	0.386	0.350	63
0262	16.98	2	159.10708552	1.03397395	0.12363200	15.7815700	0.012	0.081	0.088	31
0262	16.98	6	159.77655660	0.85433654	0.12214700	19.3630900	0.036	0.154	0.120	42
0262	16.98	1	159.56524679	1.01003854	0.12083200	16.8380900	0.007	0.375	0.382	50
0262	16.98	5	159.32029687	1.03261086	0.12600400	16.7244100	0.042	0.538	0.518	44
0263	16.50	5	154.98070492	0.54544089	0.08706700	16.2904000	0.015	0.669	0.655	66
0263	16.50	3	154.44780174	0.33029399	0.10111000	16.2733800	0.075	0.135	0.208	54
0263	16.50	4	154.33476086	0.38474875	0.09090400	16.6471200	0.057	0.584	0.641	147
0263	16.50	1	154.90808782	0.33215171	0.09491700	15.4042000	0.121	0.375	0.345	161
0265	16.92	4	332.60450450	-7.46419441	0.11100300	16.9715700	0.078	0.644	0.715	62
0265	16.92	5	333.02582460	-7.40381240	0.11409800	16.6676700	0.062	0.378	0.346	45
0265	16.92	1	332.45497138	-7.91630996	0.12688900	15.5117800	0.178	0.642	0.814	105
0265	16.92	1	332.45497138	-7.91630996	0.12688900	15.5117800	0.178	0.642	0.814	105
0265	16.92	2	332.25541700	-7.96723759	0.09664700	16.9835300	0.085	0.561	0.491	81
0265	16.92	3	332.29253277	-8.17611769	0.13620400	17.0974300	0.042	0.137	0.102	96
0266	16.76	9	185.45677679	63.51013526	0.12246600	14.7882700	0.031	0.583	0.578	40
0266	16.76	6	183.80525052	63.96708635	0.09480100	16.2990500	0.044	0.207	0.235	20
0266	16.76	2	185.62821770	63.90318573	0.09980500	15.2585800	0.081	0.573	0.493	52
0266	16.76	4	185.25130893	63.54287162	0.09305000	16.4934000	0.033	0.150	0.131	55
0266	16.76	1	184.78879838	63.52836694	0.10201900	16.0684100	0.083	0.149	0.091	65
0267	16.76	2	187.62201104	62.93091282	0.08825200	16.9054600	0.168	0.240	0.123	66
0267	16.76	4	187.27337075	62.30334762	0.10713100	16.3975700	0.022	0.772	0.777	102
0267	16.76	1	186.71367185	62.61752786	0.10307200	16.5379000	0.029	0.757	0.784	118
0270	16.63	2	188.22150272	64.14747987	0.10860800	15.4239000	0.144	0.215	0.359	150
0271	16.93	5	166.63279916	49.87029756	0.11858500	16.9298900	0.040	0.519	0.488	32
0273	16.02	3	131.51096899	2.53367371	0.05884800	15.4326400	0.055	0.413	0.464	50
0273	16.02	7	131.68317516	2.53742627	0.06677800	13.8565300	0.028	0.175	0.177	153
0273	16.02	5	131.11854913	2.06393479	0.08505800	14.9527900	0.150	1.050	1.049	176
0273	16.02	1	131.11854913	2.06393479	0.08505800	14.9527900	0.045	1.099	1.134	205
0273	16.02	4	131.11854913	2.06393479	0.08505800	14.9527900	0.053	0.365	0.359	91
0275	16.83	1	15.35310285	-0.05204455	0.10922400	16.9785800	0.197	0.537	0.340	87
0275	16.83	2	15.02715994	0.11371361	0.12260300	16.0897400	0.014	0.014	0.028	31
0276	16.95	1	253.03354119	43.21049545	0.09473100	16.5162700	0.204	0.254	0.115	76
0276	16.95	5	253.08029921	42.98985261	0.11946300	16.5436400	0.048	0.274	0.229	57
0277	17.08	4	232.22049298	-1.13429937	0.10905600	17.1677700	0.019	0.727	0.710	38
0277	17.08	6	232.13955051	-1.02646928	0.13706500	17.5695900	0.038	0.392	0.356	27
0277	17.08	1	231.88129950	-0.84882354	0.13858300	17.0758100	0.131	0.199	0.078	65
0277	17.08	1	231.88129950	-0.84882354	0.13858300	17.0758100	0.131	0.199	0.078	65
0277	17.08	2	231.71900283	-0.88450193	0.14650700	15.3358600	0.091	0.441	0.506	36
0278	16.21	2	333.13175876	-9.01038472	0.07753500	14.4253800	0.210	0.343	0.162	82
0278	16.21	1	333.50121967	-8.56766915	0.09161300	15.4481100	0.050	0.021	0.044	45
0278	16.21	4	333.83798331	-8.23412353	0.08124500	13.7690600	0.188	0.813	0.662	95
0279	16.30	6	232.78787245	2.88433802	0.08919200	15.8540000	0.017	0.198	0.190	37
0279	16.30	1	232.66275952	3.49401905	0.10127700	14.6441800	0.119	0.121	0.005	118
0279	16.30	2	232.37648055	3.46764930	0.06938400	13.4919300	0.104	0.614	0.512	149
0279	16.30	2	232.37648055	3.46764930	0.06938400	13.4919300	0.104	0.614	0.512	149
0280	16.76	4	255.50247279	35.76836758	0.10467100	14.9026100	0.049	0.085	0.091	66
0280	16.76	6	255.65538187	34.96824590	0.10397400	17.2737700	0.006	0.501	0.507	47
0281	15.43	2	331.49890721	-7.47175345	0.05695200	15.5604900	0.066	0.330	0.368	54
0282	15.95	1	16.84103403	14.27321013	0.08526000	14.1811000	0.036	0.094	0.080	108
0283	16.15	1	23.72385162	-0.66498791	0.09498100	15.1835900	0.205	0.176	0.053	99
0283	16.15	6	23.68908150	-0.99488250	0.06867900	15.2789800	0.063	0.400	0.446	90
0283	16.15	9	23.24523263	-1.26670430	0.07509400	15.7809400	0.029	0.929	0.949	79
0283	16.15	2	24.31877441	-0.35211238	0.10125300	13.5398200	0.141	0.444	0.523	71
0283	16.15	3	23.53322200	-1.03227882	0.08368600	13.3490400	0.080	0.513	0.453	254
0283	16.15	4	23.55327486	-1.12483612	0.07553800	14.7502400	0.127	1.289	1.406	221
0284	16.54	1	130.99903978	51.30219082	0.10049400	13.9215100	0.156	0.615	0.647	107
0287	16.19	1	350.78493754	-10.08654334	0.08468300	15.0112500	0.038	0.481	0.518	62
0288	15.60	5	5.13726582	-0.14639851	0.07907600	14.5807100	0.151	0.232	0.117	46
0288	15.60	6	5.11467203	-1.06925537	0.07242300	15.1112000	0.041	0.245	0.204	92
0288	15.60	4	5.19230687	-1.43199835	0.04833900	16.4789100	0.028	0.294	0.309	84
0288	15.60	1	6.04524158	-1.02031542	0.07258400	14.9485300	0.263	0.733	0.963	126

TABLE B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0289	16.23	8	231.84134651	4.00986959	0.06226900	15.4941000	0.077	0.842	0.782	442
0289	16.23	8	231.84134651	4.00986959	0.06226900	15.4941000	0.077	0.842	0.782	442
0289	16.23	1	231.98823211	3.44760270	0.08639100	15.3055200	0.015	0.180	0.166	56
0289	16.23	7	232.19477834	3.32537310	0.08579300	16.2607000	0.150	0.382	0.295	180
0289	16.23	3	232.05566957	2.85591161	0.09992600	13.6562000	0.061	0.358	0.408	62
0289	16.23	6	231.85876849	3.04320911	0.09683400	15.4925800	0.056	0.268	0.293	62
0289	16.23	4	232.45764934	3.51088141	0.06499400	13.3393600	0.024	0.497	0.521	95
0289	16.23	2	231.51478981	3.81156181	0.07017400	14.9061700	0.009	0.498	0.502	91
0291	16.45	1	154.93447145	-0.63830259	0.09949100	14.7242000	0.075	0.095	0.020	85
0291	16.45	3	155.37373029	-1.04217396	0.11515700	16.0943700	0.079	0.357	0.282	48
0293	16.09	3	11.81010480	15.40401774	0.08273000	15.4530700	0.105	0.423	0.360	39
0293	16.09	1	12.19590884	15.70893571	0.08780300	15.2835100	0.014	0.368	0.369	36
0294	15.49	10	182.72394295	60.68267909	0.07116200	16.4122000	0.005	0.610	0.608	56
0294	15.49	6	182.46278339	59.44799483	0.06417800	14.0342800	0.020	0.585	0.585	69
0294	15.49	1	183.70265014	59.90618861	0.05572100	14.1469100	0.117	0.236	0.332	143
0294	15.49	3	184.14509612	60.36481342	0.06233700	14.8086700	0.038	0.246	0.275	44
0294	15.49	2	183.50143586	59.40560561	0.06707400	15.8516100	0.248	0.762	0.518	190
0296	17.15	5	178.34790972	51.23085716	0.12897900	17.4281000	0.202	0.255	0.457	44
0296	17.15	2	177.95796142	51.41589821	0.13414200	16.9017200	0.066	0.277	0.210	46
0296	17.15	4	178.19026877	51.43114827	0.14459700	17.1294300	0.031	0.426	0.451	59
0296	17.15	1	177.67198553	51.06382207	0.13717800	16.5535900	0.035	0.350	0.366	58
0296	17.15	7	177.67198553	51.06382207	0.13717800	16.5535900	0.040	0.530	0.569	76
0297	15.52	6	135.66463728	52.18742826	0.06473600	15.5293900	0.239	0.336	0.145	94
0297	15.52	8	136.62167352	51.44878682	0.07361200	15.8077800	0.061	0.366	0.312	56
0297	15.52	10	136.12789669	51.94569225	0.07750400	15.1306700	0.042	0.496	0.491	81
0297	15.52	1	136.95270965	52.20270843	0.07102600	14.9355900	0.165	0.430	0.285	97
0299	16.76	7	178.70022148	0.03175066	0.10834000	16.2804700	0.012	0.394	0.388	30
0299	16.76	3	179.36491259	0.09655217	0.08451500	16.7648300	0.285	0.628	0.490	102
0299	16.76	6	179.02596175	-0.51556266	0.11102800	16.8620200	0.027	0.074	0.087	102
0299	16.76	1	179.08360816	-0.20554733	0.12417400	14.8341900	0.076	0.271	0.233	69
0299	16.76	5	179.00330201	0.00371162	0.11433100	15.9639100	0.032	0.210	0.183	133
0300	16.11	12	190.48988114	0.83185866	0.07364000	16.4057700	0.008	0.266	0.274	46
0300	16.11	1	190.69248902	0.53984855	0.07969600	15.7626600	0.193	0.312	0.130	89
0300	16.11	1	190.69248902	0.53984855	0.07969600	15.7626600	0.193	0.312	0.130	89
0300	16.11	2	191.37022484	0.97524508	0.09590400	15.3355100	0.190	0.617	0.749	200
0300	16.11	3	191.08189280	0.74660693	0.09751900	15.0549400	0.029	0.135	0.107	147
0302	16.15	1	195.16881020	1.06905367	0.09333900	15.3462500	0.055	0.105	0.111	85
0304	16.26	8	188.70279877	4.33665851	0.09856800	15.7926800	0.133	0.197	0.095	349
0304	16.26	7	188.61342942	3.86107804	0.07833200	15.3365000	0.015	0.096	0.095	64
0305	15.83	1	195.67470483	3.35394626	0.07947300	15.1145400	0.115	0.502	0.387	83
0305	15.83	4	195.92022006	2.56812826	0.06414200	13.9054300	0.055	0.659	0.713	43
0305	15.83	2	195.24994553	2.83251327	0.05572600	16.2501600	0.034	1.018	1.052	101
0305	15.83	6	195.24994553	2.83251327	0.05572600	16.2501600	0.071	0.325	0.323	97
0306	16.50	7	152.65438616	0.27683172	0.09811100	16.1811600	0.012	0.104	0.104	34
0306	16.50	1	152.10503856	0.17594672	0.09255100	15.5204300	0.110	0.121	0.074	64
0306	16.50	3	152.26643359	-0.28038085	0.07339900	15.6988500	0.358	0.473	0.177	149
0307	16.87	1	202.79435208	2.01955398	0.11301700	16.2875800	0.049	0.510	0.470	45
0307	16.87	6	202.37593468	2.12360159	0.09137800	16.2177000	0.205	0.510	0.686	123
0310	16.19	3	201.25935118	-0.37842152	0.09085600	15.0204600	0.143	0.299	0.155	41
0310	16.19	5	201.25085683	-0.10003135	0.07664500	16.1589700	0.004	0.163	0.164	43
0310	16.19	12	201.81947203	0.87870367	0.09307300	15.9065000	0.034	0.832	0.865	98
0310	16.19	1	201.53159759	0.18024476	0.08961000	16.3992400	0.046	0.268	0.223	73
0312	15.71	5	353.91405341	15.30197873	0.06693000	12.1485700	0.090	0.612	0.587	56
0312	15.71	4	354.76391792	15.21500268	0.08996800	13.1428400	0.065	1.134	1.069	146
0312	15.71	4	354.76391792	15.21500268	0.08996800	13.1428400	0.065	1.134	1.069	146
0312	15.71	1	354.45697624	15.87956395	0.08399600	14.7434700	0.328	0.258	0.071	89
0313	15.98	6	190.04647777	6.49550765	0.07691100	16.2021500	0.023	0.512	0.492	99
0313	15.98	1	189.73480286	6.15838765	0.08359600	14.2976900	0.053	0.084	0.134	79
0313	15.98	3	189.80180314	6.01229363	0.09063700	13.0069400	0.336	1.295	1.628	340
0314	16.76	1	176.30777903	-2.99417055	0.11748100	16.4032400	0.465	0.108	0.573	72
0314	16.76	2	176.45445819	-3.30158377	0.11287700	16.9880000	0.064	0.445	0.475	70
0315	15.78	1	159.68062965	4.59737277	0.05942300	15.5888200	0.365	0.477	0.366	114
0315	15.78	6	160.46077709	4.33077963	0.07577700	14.0222900	0.078	0.815	0.791	94
0315	15.78	4	159.04370969	4.25572560	0.06306800	15.5909900	0.039	0.183	0.178	66
0317	15.57	2	148.55894423	0.63830930	0.06393900	14.7536600	0.142	0.415	0.299	143
0317	15.57	1	148.04775929	1.09545042	0.06414900	13.9644500	0.080	0.240	0.319	55
0317	15.57	4	148.33428139	0.69773755	0.06703700	12.6199300	0.153	1.189	1.102	315
0319	16.02	1	324.82284634	10.33390812	0.09426500	14.6087300	0.076	0.474	0.526	65
0319	16.02	2	325.45620139	10.20544477	0.07629900	12.0387000	0.040	0.519	0.490	69
0319	16.02	4	324.33956543	10.69155754	0.08375600	15.5225300	0.139	0.183	0.183	79
0320	15.46	10	7.35052295	0.31575827	0.06869300	15.8440200	0.032	0.375	0.403	33
0320	15.46	11	6.85548494	0.19291757	0.07264500	15.6615000	0.017	0.092	0.075	36
0320	15.46	5	7.76346602	-0.77566482	0.07150100	15.1244100	0.023	0.562	0.548	39
0320	15.46	9	6.76597957	0.46033193	0.06848000	15.2131800	0.034	0.901	0.923	45
0320	15.46	1	7.36843177	-0.21261484	0.06814100	14.5277600	0.087	0.157	0.205	113
0320	15.46	3	7.38757401	-0.08746650	0.07455900	15.5575500	0.025	1.025	1.047	188
0320	15.46	4	6.78210607	-0.83909887	0.07709900	16.0668500	0.063	0.354	0.292	90

Table B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0321	15.95	1	177.47207834	5.70080699	0.07127100	15.1512200	0.068	0.277	0.307	68
0321	15.95	6	178.16325840	5.48000954	0.06890700	15.8635400	0.219	0.338	0.499	82
0321	15.95	7	177.45750932	6.35561001	0.07709600	16.5606800	0.043	0.102	0.144	125
0321	15.95	3	178.00702361	6.40962133	0.08770500	13.6108000	0.393	1.060	1.361	227
0322	16.35	7	142.17321563	3.19572554	0.08636000	16.4855900	0.060	0.268	0.213	41
0322	16.35	1	142.57770980	3.82190463	0.09342100	15.8459800	0.170	0.669	0.525	81
0322	16.35	2	143.01447162	3.95774465	0.08609000	15.6798000	0.060	0.213	0.153	51
0323	16.00	6	164.04143108	56.13056777	0.07705300	15.8362100	0.197	0.155	0.162	59
0323	16.00	8	164.45065579	55.64479597	0.06273700	15.4476300	0.474	0.613	0.328	85
0323	16.00	12	163.43699708	55.76404778	0.09557200	15.3917500	0.026	0.140	0.116	101
0323	16.00	4	162.21974548	56.33621879	0.06959000	15.7227500	0.032	0.176	0.185	52
0323	16.00	3	162.42390564	56.64127712	0.08230200	14.2837800	0.090	0.177	0.133	56
0323	16.00	5	162.54467811	56.72706155	0.08691700	15.2367100	0.063	0.995	1.056	66
0323	16.00	1	163.34545290	56.31444927	0.07865700	14.3234800	0.046	0.182	0.142	93
0323	16.00	9	163.28303107	56.33167354	0.08403800	15.1718400	0.033	0.969	1.002	162
0325	16.90	8	204.85404304	2.82578190	0.10404300	17.0377500	0.028	0.295	0.269	37
0325	16.90	1	205.13164361	3.16695636	0.13641900	17.0410400	0.046	0.257	0.248	70
0325	16.90	2	205.21638245	2.93105281	0.11911600	15.6402800	0.236	0.705	0.469	111
0325	16.90	5	204.76826914	2.58780413	0.10533600	16.4665200	0.072	0.342	0.356	41
0325	16.90	4	205.45593496	3.37075993	0.13135800	16.0121700	0.073	0.124	0.078	57
0325	16.90	6	205.51877598	3.24494603	0.11963600	16.9268700	0.018	0.105	0.092	62
0326	16.21	1	3.92320269	14.68909163	0.10313300	15.0867400	0.030	0.141	0.139	64
0326	16.21	6	4.46590089	15.27589807	0.07391900	16.3564800	0.051	0.396	0.424	33
0328	17.09	1	144.82252884	60.92472140	0.13643800	16.1097800	0.106	0.198	0.093	52
0328	17.09	2	145.45102819	61.36138091	0.14569200	16.8103000	0.041	0.215	0.188	45
0328	17.09	8	145.44538229	61.22620163	0.12574800	17.6567400	0.006	0.197	0.199	35
0330	16.83	7	170.31332742	50.00285597	0.10589800	16.8398100	0.066	0.121	0.088	48
0330	16.83	9	170.42733497	49.34746631	0.13256300	15.9737500	0.046	0.552	0.563	68
0330	16.83	8	170.62094208	50.01905379	0.10939700	15.7652900	0.040	0.325	0.346	169
0330	16.83	2	170.42733497	49.34746631	0.13256300	15.9737500	0.109	0.769	0.686	111
0330	16.83	1	170.46930169	49.66902689	0.12764200	14.8284200	0.292	0.534	0.666	79
0330	16.83	3	170.88499454	49.77518453	0.12038500	16.9126300	0.053	0.134	0.083	47
0331	16.78	1	217.73126106	60.36729343	0.12266500	15.9768000	0.051	0.035	0.084	40
0331	16.78	2	218.10594638	60.88302732	0.08695700	13.8051500	0.349	0.751	0.508	73
0331	16.78	3	217.15873570	60.27162406	0.12113400	16.2383600	0.020	0.080	0.093	27
0331	16.78	5	217.05581761	59.92979743	0.09392100	16.3023800	0.024	0.451	0.440	38
0333	16.92	1	204.46823120	2.33653256	0.09328100	12.7715700	0.042	0.361	0.359	33
0333	16.92	2	204.18959129	2.65707976	0.11467600	16.2415000	0.088	0.227	0.142	76
0333	16.92	5	204.19291686	2.16479516	0.11295700	16.5995200	0.308	0.285	0.118	53
0333	16.92	3	204.75443385	2.38261069	0.11076500	16.4432300	0.120	0.217	0.329	37
0333	16.92	4	204.61739422	2.52882494	0.12443500	15.1414600	0.065	0.255	0.247	37
0334	16.21	1	201.42266023	-1.36455949	0.06225900	15.7070700	0.115	0.154	0.045	74
0334	16.21	7	201.79328358	-1.46175889	0.08859300	17.0397900	0.036	0.541	0.533	49
0334	16.21	6	201.25155939	-1.39796821	0.09646700	15.1500100	0.095	1.419	1.514	435
0334	16.21	6	201.25155939	-1.39796821	0.09646700	15.1500100	0.095	1.419	1.514	435
0334	16.21	3	201.43934421	-2.01022362	0.08318100	15.7653500	0.063	0.407	0.350	39
0334	16.21	8	201.56057704	-1.89850202	0.09672600	16.7141500	0.004	0.308	0.311	34
0335	15.95	9	358.69306836	15.62199984	0.07146100	16.4632100	0.029	0.180	0.188	49
0335	15.95	1	358.66645984	16.08228101	0.09532900	14.9936700	0.061	0.216	0.189	70
0335	15.95	3	358.37961929	16.10578660	0.05555500	15.5788500	0.038	0.618	0.617	110
0336	15.81	2	185.27286655	61.08729304	0.06649600	13.7919500	0.171	0.710	0.570	108
0336	15.81	1	186.17822104	61.47068668	0.08723300	14.2548400	0.189	0.539	0.514	82
0337	16.17	12	257.18258252	33.96937201	0.09617100	17.3631400	0.002	0.515	0.515	67
0337	16.17	8	256.79193862	34.26976123	0.07952300	13.9415400	0.062	0.102	0.104	133
0337	16.17	7	255.78808943	33.13125908	0.09704700	15.8929600	0.032	0.184	0.159	47
0337	16.17	1	256.48734208	33.79360246	0.06231100	15.7770800	0.102	0.069	0.170	87
0337	16.17	4	256.00873288	33.89086355	0.08115500	15.4970200	0.048	0.142	0.135	94
0339	16.35	1	121.28311760	37.45060582	0.09118900	15.0391000	0.125	0.109	0.051	58
0339	16.35	3	121.45252058	38.08915474	0.10830500	16.7363900	0.070	0.390	0.427	31
0340	15.37	5	243.07832627	49.39818906	0.04484200	14.1101400	0.044	0.419	0.434	111
0340	15.37	1	243.49199162	49.18959876	0.07410400	14.9408400	0.058	0.223	0.241	116
0340	15.37	4	243.81535181	49.59358536	0.06803000	15.3972500	0.043	0.533	0.491	198
0341	16.32	1	214.96421087	5.06109819	0.10395800	15.0052000	0.036	0.468	0.433	86
0341	16.32	1	214.96421087	5.06109819	0.10395800	15.0052000	0.036	0.468	0.433	86
0341	16.32	5	214.49766836	5.06931125	0.07690700	15.2845300	0.266	0.233	0.432	162
0341	16.32	5	214.49766836	5.06931125	0.07690700	15.2845300	0.266	0.233	0.432	162
0341	16.32	3	214.78240317	4.44326933	0.07954200	16.1468800	0.097	0.729	0.788	69
0343	15.93	2	27.30854088	13.05535641	0.06617000	12.5826300	0.119	0.198	0.082	56
0343	15.93	1	26.77081553	12.94133902	0.09237500	14.9380200	0.164	0.426	0.262	86
0343	15.93	4	26.74650787	13.12513222	0.05932400	13.4341400	0.040	0.276	0.292	79
0344	16.11	3	199.55942459	0.29891929	0.06677900	15.2829700	0.157	0.468	0.419	33
0344	16.11	1	199.13568285	0.87025864	0.09944900	15.1748000	0.121	0.176	0.059	79
0344	16.11	4	199.50977749	1.11408521	0.09281800	15.0408700	0.025	0.360	0.342	62
0344	16.11	6	199.50977749	1.11408521	0.09281800	15.0408700	0.064	0.865	0.925	91
0345	16.59	1	148.96280391	1.57813970	0.11287100	15.4053900	0.058	0.350	0.371	47
0345	16.59	2	148.42239008	1.70065920	0.11760100	14.8814400	0.131	0.152	0.138	82
0345	16.59	3	149.34031844	1.20945311	0.08560800	14.9302000	0.044	0.371	0.369	126

Table B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0346	15.76	8	160.29205946	4.86691325	0.05599600	16.2085000	0.022	0.818	0.840	93
0346	15.76	3	159.34301016	4.12029447	0.08062300	16.3839800	0.063	0.379	0.353	42
0348	16.92	5	168.99737089	50.30534876	0.10051100	16.8301100	0.031	0.773	0.752	54
0348	16.92	1	168.30087925	50.26460528	0.13112400	15.5729900	0.062	0.214	0.198	53
0348	16.92	2	168.67825679	50.11029095	0.11076600	16.3401400	0.144	0.146	0.082	56
0348	16.92	3	169.01122417	50.53896224	0.10398400	16.2065600	0.058	0.259	0.313	56
0349	16.02	11	358.42186739	-9.81105297	0.09479800	16.0005700	0.004	0.492	0.494	68
0349	16.02	3	359.26873853	-9.08452401	0.08258100	16.0094200	0.037	0.467	0.492	138
0349	16.02	4	359.42925945	-9.09179929	0.09429400	16.4708000	0.096	0.641	0.654	57
0349	16.02	6	358.75363637	-10.17030994	0.09875700	15.6252600	0.018	0.805	0.822	165
0349	16.02	10	358.88994935	-9.65472948	0.09810400	14.4539700	0.019	0.300	0.287	55
0349	16.02	1	358.77842769	-9.37559015	0.09220000	14.6097900	0.074	0.594	0.560	130
0349	16.02	2	358.76407664	-9.46221808	0.08818800	12.0023900	0.035	0.939	0.969	200
0351	16.28	3	232.19823508	0.07840802	0.10857400	15.3687700	0.274	0.479	0.727	77
0351	16.28	5	232.81479449	0.31291154	0.09781400	16.2250000	0.322	0.170	0.160	83
0351	16.28	7	232.82190186	0.12652751	0.06396600	15.7421500	0.065	0.431	0.485	115
0351	16.28	6	232.04272834	-0.81182966	0.10576900	16.3572500	0.057	0.403	0.438	92
0351	16.28	1	232.30306973	-0.25219945	0.10418500	15.0951700	0.039	0.051	0.053	95
0351	16.28	4	232.61613934	-0.23045628	0.10110600	14.8765400	0.043	0.249	0.240	101
0352	16.75	9	187.37916593	62.81038130	0.10047100	16.6821200	0.055	0.760	0.771	67
0352	16.75	5	186.34285276	63.03258177	0.09749600	16.1775700	0.197	0.362	0.513	75
0352	16.75	6	187.06814896	62.33985253	0.11344800	16.2893100	0.116	0.671	0.566	123
0352	16.75	7	187.33149042	62.48757278	0.11641800	17.4253800	0.028	1.081	1.093	123
0352	16.75	4	186.43039870	62.76051585	0.10175700	16.1085400	0.055	0.238	0.186	48
0352	16.75	2	186.71367185	62.61752786	0.10307200	16.5379000	0.049	0.311	0.273	110
0353	16.39	9	256.01683137	34.25809929	0.10974300	16.3958900	0.010	0.251	0.260	44
0353	16.39	4	256.53179019	33.48285146	0.10834400	15.2352500	0.020	0.407	0.389	51
0353	16.39	7	256.04836482	33.46071853	0.09064700	14.9358500	0.048	0.346	0.364	142
0353	16.39	1	256.00873288	33.89086355	0.08115500	15.4970200	0.055	0.098	0.132	96
0353	16.39	5	256.30733101	33.81195318	0.09053000	16.1543900	0.043	0.456	0.413	204
0353	16.39	5	256.30733101	33.81195318	0.09053000	16.1543900	0.043	0.456	0.413	204
0354	16.02	1	183.89781930	3.33843379	0.07525400	16.7389200	0.070	0.276	0.296	31
0354	16.02	6	184.46593548	3.26923647	0.09250300	15.1648700	0.041	0.284	0.300	88
0357	16.17	6	201.25085683	-0.10003135	0.07664500	16.1589700	0.061	0.226	0.184	48
0357	16.17	8	200.98154684	-0.36199804	0.06195100	16.7946000	0.028	0.508	0.490	70
0357	16.17	3	201.66027231	0.70310977	0.08542400	15.9969100	0.073	0.645	0.575	56
0359	16.75	1	161.60376709	1.44496850	0.10331400	15.5586800	0.048	0.462	0.503	67
0359	16.75	2	161.60376709	1.44496850	0.10331400	15.5586800	0.059	0.814	0.873	120
0360	15.60	1	176.40602551	64.51252968	0.05834300	14.0663800	0.157	0.113	0.196	75
0361	16.93	5	160.57784652	58.68311905	0.12133400	16.5790500	0.007	0.812	0.812	33
0361	16.93	3	161.62608629	58.46252507	0.12662600	15.7783100	0.085	0.816	0.877	81
0361	16.93	6	161.62608629	58.46252507	0.12662600	15.7783100	0.032	0.234	0.264	78
0361	16.93	1	161.30616311	58.14266341	0.12538400	15.8524200	0.020	0.204	0.184	70
0362	16.50	11	250.30620990	39.38448244	0.10672200	16.6845200	0.015	0.549	0.550	28
0362	16.50	1	250.02627916	39.45659032	0.11101700	15.6070800	0.065	0.503	0.568	42
0362	16.50	2	250.16853805	38.96808896	0.10119200	17.2950800	0.025	0.498	0.483	67
0362	16.50	3	249.68498635	39.05569254	0.09961700	15.5526400	0.028	0.237	0.210	113
0363	16.83	2	229.44711537	3.01263049	0.08958300	15.2039500	0.057	0.545	0.513	58
0363	16.83	4	229.43401417	2.33426451	0.11141300	16.2633700	0.046	0.450	0.487	41
0365	15.86	1	160.44501822	1.38692600	0.08156600	14.5864800	0.089	0.309	0.288	73
0365	15.86	9	160.59468321	1.12635046	0.06335100	15.0903000	0.004	0.453	0.455	255
0365	15.86	9	160.59468321	1.12635046	0.06335100	15.0903000	0.004	0.453	0.455	255
0365	15.86	12	160.81804871	1.21030795	0.07638400	16.4941300	0.033	0.481	0.509	182
0366	15.95	7	118.11004538	40.89659678	0.06049900	12.4328500	0.049	0.173	0.213	49
0366	15.95	1	118.90752760	41.07322742	0.07953000	15.9134700	0.149	0.550	0.672	97
0366	15.95	2	119.37395059	40.85270780	0.07731800	13.8640700	0.034	0.357	0.363	66
0367	16.07	6	206.96131968	5.45843660	0.08570800	15.3802700	0.096	0.448	0.356	54
0367	16.07	9	206.92946577	4.51348249	0.09079500	16.1228500	0.055	0.134	0.163	34
0367	16.07	3	207.02137705	4.80742824	0.08806500	16.3490100	0.022	0.519	0.541	75
0367	16.07	1	207.32059512	5.08715403	0.08926400	14.9699400	0.015	0.360	0.349	138
0369	16.61	3	137.97409824	53.18615725	0.09302400	17.1696500	0.149	0.691	0.831	142
0369	16.61	10	138.00716098	53.55456026	0.10190100	16.7570400	0.023	0.756	0.779	186
0369	16.61	1	138.09167752	53.73022783	0.09993500	16.1822700	0.250	0.846	0.653	141
0370	16.45	9	-0.04159597	14.43571850	0.10175800	16.3042900	0.070	0.207	0.275	117
0370	16.45	3	-0.60624893	15.13388355	0.10156100	16.0450500	0.196	0.190	0.179	58
0370	16.45	6	0.31958797	14.96362033	0.11396400	15.9899300	0.029	0.490	0.484	102
0370	16.45	1	-0.13601884	14.64290737	0.08545600	16.3471100	0.107	0.364	0.257	82
0370	16.45	4	0.22452220	14.21410593	0.09614000	16.6843600	0.060	0.221	0.185	85
0371	16.54	1	156.46660894	1.19062517	0.11576900	15.7483100	0.200	0.246	0.134	75
0371	16.54	1	156.46660894	1.19062517	0.11576900	15.7483100	0.200	0.246	0.134	75
0371	16.54	3	156.78155991	1.49291472	0.07783200	14.2731200	0.180	0.239	0.392	59
0371	16.54	5	156.36323157	1.63032261	0.08859700	15.6110600	0.020	0.302	0.309	24
0371	16.54	7	156.58806477	0.68493607	0.09132900	14.5210400	0.054	0.433	0.464	58
0371	16.54	6	155.96295344	0.84530530	0.07445000	16.5759600	0.065	0.460	0.522	65
0371	16.54	2	156.00339772	1.51116880	0.10845500	15.9857300	0.136	0.270	0.141	91
0373	15.49	7	17.27482945	14.75577569	0.05056800	15.7256700	0.030	0.361	0.345	86
0373	15.49	4	18.19595496	14.36085876	0.07680000	15.7653800	0.057	0.334	0.358	68

Table B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0373	15.49	3	17.53864451	14.12325832	0.06348700	15.3303000	0.086	0.529	0.593	174
0377	16.58	1	236.03096589	-1.90782933	0.11629700	15.6538100	0.176	0.239	0.082	62
0377	16.58	7	235.56510544	-2.24421643	0.10782600	17.0590400	0.013	0.439	0.435	68
0378	15.65	1	5.58663953	-0.93440708	0.06776900	14.5553400	0.189	0.314	0.500	157
0379	17.15	1	121.78594646	29.47427418	0.13878700	16.5434800	0.407	0.315	0.094	74
0379	17.15	2	122.13125382	29.85971679	0.13220900	17.7085900	0.065	0.730	0.794	58
0380	16.09	7	183.85182817	3.58199434	0.08129700	16.0567600	0.020	0.304	0.284	75
0380	16.09	8	184.82952395	4.39432970	0.08857000	17.3049100	0.037	0.409	0.412	125
0380	16.09	5	183.82547378	4.58455453	0.06910900	13.9940300	0.085	0.389	0.422	47
0380	16.09	4	184.92012529	4.82188738	0.07804600	15.6180500	0.034	0.254	0.255	81
0380	16.09	1	184.36929085	4.18331297	0.08047700	15.3152900	0.041	0.466	0.425	76
0382	15.91	1	198.22808042	1.03597529	0.05843600	14.9001600	0.132	0.234	0.348	79
0383	16.32	1	141.65318566	3.46055736	0.09192000	15.5703200	0.041	0.167	0.192	34
0383	16.32	5	141.62816055	3.29257734	0.11086300	16.9895800	0.025	0.405	0.429	99
0383	16.32	2	141.22831091	3.35583660	0.09467700	15.8317100	0.083	0.315	0.247	44
0383	16.32	7	141.06587318	3.17751778	0.06466300	15.8718500	0.045	0.223	0.243	104
0385	15.55	6	180.55093551	51.09216522	0.08539600	16.0041200	0.029	0.391	0.394	45
0385	15.55	8	180.22849469	51.42262582	0.06530300	14.8693500	0.057	0.204	0.149	89
0385	15.55	4	180.22775289	51.97745451	0.08249200	15.5412900	0.112	0.318	0.214	124
0386	16.26	2	133.12341565	53.23184080	0.09413500	16.2009900	0.083	0.092	0.088	43
0386	16.26	1	134.07100633	53.22460368	0.08037600	17.1023000	0.066	0.045	0.049	46
0386	16.26	3	134.02140690	53.55237758	0.09095000	15.7483700	0.052	0.466	0.415	40
0387	15.55	1	254.08789090	39.27515994	0.07278400	14.3173900	0.115	0.300	0.271	142
0391	16.33	1	205.53341170	-0.27543711	0.10248600	14.9452400	0.125	0.084	0.077	70
0391	16.33	5	205.80727954	-0.78681920	0.08435200	16.8616200	0.008	0.506	0.511	53
0391	16.33	3	204.94901559	-0.75946075	0.09089900	15.7027400	0.052	0.297	0.252	39
0393	16.37	2	204.88780709	-1.84886365	0.08670100	15.1378000	0.142	0.600	0.620	76
0393	16.37	1	204.91449362	-2.25053364	0.09230400	16.4749000	0.100	0.189	0.271	41
0393	16.37	6	205.16622126	-2.33235545	0.07841200	16.9118600	0.066	0.679	0.667	50
0393	16.37	3	204.88510561	-2.56837887	0.10198500	15.9343600	0.070	0.756	0.694	211
0394	16.68	1	204.11972276	63.02535463	0.12107700	15.3997900	0.020	0.045	0.029	58
0394	16.68	3	203.60230526	62.56412055	0.09554600	15.7611800	0.066	0.221	0.192	38
0394	16.68	4	204.19331199	62.48336821	0.09963700	15.9829900	0.058	0.665	0.624	68
0395	15.22	1	214.37772215	0.35053138	0.06643600	14.7701700	0.076	0.239	0.302	47
0395	15.22	8	215.28641812	-0.37786957	0.06447300	14.4518200	0.144	0.935	0.842	92
0395	15.22	10	213.71147916	1.16054779	0.05264100	16.2430500	0.041	0.667	0.697	73
0396	16.19	5	197.18032548	-2.13494379	0.06322300	13.9416000	0.115	0.248	0.362	119
0396	16.19	5	197.18032548	-2.13494379	0.06322300	13.9416000	0.115	0.248	0.362	119
0396	16.19	6	196.77353138	-1.17683923	0.08258600	14.4582500	0.052	0.622	0.673	68
0396	16.19	1	197.35366788	-1.54475195	0.09669800	16.1611100	0.027	0.340	0.336	66
0396	16.19	4	197.67831443	-1.91679178	0.07941200	16.0884900	0.229	0.823	0.595	91
0396	16.19	3	197.58627158	-1.32133186	0.08126100	16.0059700	0.181	0.470	0.341	267
0396	16.19	7	196.94017458	-1.40025728	0.08535100	15.4501400	0.032	0.634	0.647	124
0397	16.02	3	227.73192489	4.09282303	0.07886500	16.3189100	0.127	0.195	0.284	82
0397	16.02	6	227.79806934	4.03179907	0.07852600	12.1225300	0.167	0.810	0.959	165
0397	16.02	5	227.77421447	2.85324775	0.08590100	15.0615200	0.247	0.408	0.179	114
0397	16.02	1	227.69977702	3.48418306	0.10023700	15.7267300	0.069	0.259	0.206	86
0398	16.50	7	159.84752346	-0.53426639	0.11141200	17.2657900	0.123	0.392	0.269	37
0398	16.50	1	159.37398771	-0.67795051	0.10295800	15.7815800	0.248	0.361	0.115	84
0398	16.50	2	159.91584517	-0.90377256	0.10226500	16.9486300	0.027	0.142	0.116	77
0398	16.50	3	159.78892394	-0.78774175	0.11159400	15.5711700	0.029	0.303	0.284	56
0399	15.86	1	226.68802367	-1.23171468	0.08622000	14.5191600	0.275	0.235	0.092	107
0399	15.86	6	227.01993332	-2.01678647	0.07721400	16.4969000	0.044	0.440	0.461	142
0400	15.65	5	4.53651760	-0.78375727	0.06677500	15.7251400	0.054	0.394	0.373	40
0400	15.65	2	3.63289519	0.00828533	0.07756100	14.4583700	0.047	0.891	0.938	183
0400	15.65	1	4.17731047	-0.44543657	0.07470800	14.6873500	0.054	0.046	0.053	71
0400	15.65	4	3.99269249	-0.30352154	0.06152300	14.1047900	0.069	0.552	0.613	159
0400	15.65	4	3.99269249	-0.30352154	0.06152300	14.1047900	0.069	0.552	0.613	159
0401	16.56	8	156.58806477	0.68493607	0.09132900	14.5210400	0.043	0.442	0.472	39
0401	16.56	1	156.58945656	0.48822981	0.11414500	15.5854600	0.100	0.452	0.530	62
0401	16.56	3	156.64676145	-0.03276661	0.11605200	17.3989300	0.041	0.566	0.594	70
0402	16.89	4	24.45309501	-10.09823328	0.13518700	17.2676400	0.300	0.332	0.113	65
0402	16.89	1	24.02588327	-9.94791576	0.12685700	15.6411400	0.225	0.272	0.049	58
0402	16.89	3	23.98193619	-10.12028872	0.13663300	18.5914100	0.363	0.793	1.082	88
0402	16.89	2	24.34872648	-9.52337775	0.11981500	16.1720700	0.266	0.431	0.662	61
0403	15.57	4	241.50623460	53.03398097	0.04705100	15.0224700	0.113	0.367	0.342	108
0403	15.57	2	242.40391171	53.04121258	0.08008500	14.3483400	0.121	0.274	0.210	75
0405	16.09	1	22.86826401	0.53496144	0.09102600	16.2194700	0.313	0.251	0.068	143
0405	16.09	2	22.72794258	0.94200476	0.06992700	14.2929000	0.036	0.430	0.407	37
0405	16.09	3	23.24863795	1.06851553	0.09204900	16.8125500	0.064	0.482	0.542	114
0406	16.90	1	332.48005755	-8.48745625	0.12171100	16.8590000	0.404	0.479	0.118	77
0408	16.79	2	201.57338509	0.22149005	0.11626600	14.1649900	0.592	0.353	0.243	112
0408	16.79	5	200.84768806	0.45541086	0.09060600	15.8069400	0.011	0.208	0.206	27
0408	16.79	7	201.47133284	0.77870242	0.12556600	16.4303500	0.004	0.535	0.537	45
0408	16.79	1	201.16580239	0.37114832	0.12186100	16.2488600	0.083	0.308	0.391	36
0412	15.93	2	200.14755439	58.29786111	0.07825600	12.1481200	0.324	0.679	0.532	83
0412	15.93	8	200.26258400	58.54885810	0.07549700	13.9601700	0.027	0.888	0.889	129

Table B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0412	15.93	7	202.38501788	58.44811139	0.05473300	14.0791800	0.040	0.619	0.650	56
0412	15.93	9	202.38501788	58.44811139	0.05473300	14.0791800	0.044	0.294	0.310	58
0412	15.93	1	201.16410497	59.03396321	0.06955300	15.4264000	0.063	0.211	0.211	69
0412	15.93	5	200.28781828	59.10146740	0.05710000	15.6445900	0.270	0.579	0.794	173
0413	16.83	10	130.93927242	37.22819476	0.12308400	16.6184100	0.037	0.114	0.139	55
0413	16.83	1	131.07190306	37.02785175	0.09322500	16.2947100	0.051	0.244	0.253	32
0414	15.91	6	227.13145987	0.87906314	0.07035900	16.3531600	0.196	0.538	0.726	95
0414	15.91	7	227.40757003	0.80702356	0.07675800	15.4085400	0.049	0.312	0.354	64
0414	15.91	1	227.41852900	1.38622261	0.08571400	14.4951400	0.308	0.501	0.741	89
0414	15.91	4	227.37195374	1.06754604	0.09116700	15.8943000	0.075	0.645	0.579	154
0415	15.12	10	172.89182426	59.70678225	0.06287800	15.8895800	0.130	0.795	0.911	71
0415	15.12	3	170.13820222	59.87045122	0.04744800	15.2110200	0.168	0.134	0.101	44
0415	15.12	1	170.65831008	59.31537093	0.06637100	14.8006300	0.130	0.026	0.125	55
0415	15.12	8	169.94112789	59.28053857	0.05213100	14.3056200	0.057	0.308	0.292	108
0415	15.12	4	171.46390121	58.76546875	0.05894300	15.1579700	0.037	0.357	0.342	167
0416	16.00	3	185.07295491	4.20295315	0.07590400	13.9663200	0.172	0.762	0.814	66
0416	16.00	1	184.61149266	4.97906110	0.06126700	15.3077200	0.073	0.292	0.219	304
0421	16.73	3	201.16580239	0.37114832	0.12186100	16.2488600	0.215	0.114	0.318	51
0421	16.73	7	200.84768806	0.45541086	0.09060600	15.8069400	0.021	0.413	0.397	113
0421	16.73	1	201.06772215	0.80835659	0.10853300	15.3514400	0.097	0.230	0.178	51
0421	16.73	4	201.43809184	1.23268760	0.12271000	16.1269600	0.077	0.205	0.273	41
0421	16.73	5	201.50226781	0.97045042	0.09921100	16.9398900	0.028	0.748	0.731	68
0422	16.56	1	200.21587906	60.34462225	0.12029900	15.5869600	0.140	0.391	0.251	56
0422	16.56	2	200.36968795	59.90089876	0.08074800	16.3200000	0.053	0.504	0.470	104
0424	16.11	2	345.11713617	-9.88667957	0.08746800	15.8197000	0.100	0.147	0.087	46
0424	16.11	1	344.68065193	-9.44205086	0.07108400	15.9182500	0.044	0.321	0.363	68
0425	16.73	1	217.78128563	57.35087920	0.10827700	16.6380800	0.146	0.239	0.125	47
0425	16.73	3	217.48193482	56.89693470	0.09092600	16.3789400	0.052	0.588	0.621	65
0425	16.73	2	218.32949961	57.51016110	0.11188700	16.5540600	0.116	0.560	0.663	83
0425	16.73	4	218.36289237	57.31018469	0.11274100	15.6093400	0.061	0.086	0.104	122
0426	15.81	4	350.34800193	-9.52636848	0.07425100	15.2870800	0.050	0.300	0.310	86
0426	15.81	7	351.40233992	-9.84943477	0.06183500	16.7319000	0.035	0.002	0.035	45
0426	15.81	2	351.12740201	-9.93840078	0.06332700	15.8134500	0.044	0.556	0.594	69
0429	16.32	3	206.81864266	0.38682254	0.09488600	15.6587200	0.128	0.093	0.045	40
0429	16.32	1	206.31495018	-0.14190576	0.09322600	15.8892200	0.051	0.081	0.106	49
0431	16.11	1	202.61577377	1.35223603	0.09617200	15.9394400	0.088	0.071	0.067	56
0432	16.37	1	242.80227030	47.56205325	0.08005500	14.1869000	0.359	0.355	0.514	83
0432	16.37	2	243.11116150	47.90283475	0.10534800	13.3835100	0.313	0.582	0.345	56
0435	15.37	1	129.04652305	38.53474898	0.07798800	14.5607800	0.033	0.104	0.090	52
0435	15.37	2	128.66620929	38.36242965	0.05847300	14.7206500	0.078	0.395	0.472	47
0436	16.45	9	150.61334762	1.54652004	0.10478700	16.6745600	0.011	0.764	0.770	33
0436	16.45	1	150.35363101	1.00804443	0.08899200	15.4973900	0.199	0.263	0.414	60
0436	16.45	6	150.03343945	1.20447185	0.08747000	17.1514600	0.040	0.549	0.587	133
0436	16.45	8	150.84465148	0.84044251	0.10568900	16.2447600	0.023	0.185	0.176	48
0436	16.45	2	149.83764786	1.29774399	0.09661100	15.3052600	0.068	0.231	0.168	76
0437	16.52	1	199.78105951	5.17068827	0.09512800	15.7898700	0.178	0.434	0.256	53
0437	16.52	3	199.73823348	5.61257778	0.09107100	15.8658000	0.211	0.448	0.239	53
0437	16.52	2	200.18833036	5.47014313	0.07570400	15.0024400	0.802	0.258	1.014	156
0437	16.52	4	199.25215625	5.24219635	0.08338800	16.1890700	0.051	0.112	0.116	36
0438	16.78	1	200.67786349	0.15933159	0.12072400	15.5325800	0.104	0.032	0.095	50
0438	16.78	4	200.76261321	0.58324084	0.11811300	17.6297500	0.011	0.615	0.619	60
0439	17.11	1	180.61716818	58.69260892	0.12644500	16.0407800	0.060	0.180	0.234	52
0439	17.11	5	180.48858070	58.57727026	0.13974000	16.8682800	0.037	0.058	0.088	63
0439	17.11	2	181.31396864	58.77977387	0.14544800	16.1771300	0.096	0.190	0.094	79
0439	17.11	3	181.28820178	58.94305798	0.14073100	15.4653500	0.031	0.147	0.145	86
0441	16.87	3	203.21157396	1.85285393	0.11395600	15.4580500	0.219	0.210	0.428	56
0441	16.87	1	203.67146565	2.03835758	0.11131200	16.7270800	0.147	0.438	0.293	54
0442	16.26	1	195.14274032	-2.13407499	0.09142100	15.0821100	0.014	0.179	0.177	48
0442	16.26	4	194.82395699	-2.79133666	0.08441100	16.3213600	0.044	0.357	0.362	47
0443	16.93	1	48.57332321	-0.60968418	0.12017700	15.7075100	0.106	0.187	0.111	87
0443	16.93	2	48.82901820	-0.67723914	0.11651100	15.9912400	0.049	0.790	0.741	94
0444	16.79	7	200.84768806	0.45541086	0.09060600	15.8069400	0.019	0.250	0.231	31
0444	16.79	8	201.20994831	1.08224851	0.09633900	16.4815200	0.006	0.251	0.248	107
0444	16.79	8	201.20994831	1.08224851	0.09633900	16.4815200	0.006	0.251	0.248	107
0444	16.79	9	200.79498487	0.73443389	0.13036100	16.4678700	0.049	0.584	0.538	126
0444	16.79	3	200.84022011	1.09067930	0.10844000	12.5824700	0.042	0.865	0.893	200
0445	16.95	2	178.27216610	67.89766796	0.13926600	15.3439600	0.124	0.387	0.509	68
0445	16.95	4	180.29108142	68.28287797	0.11708700	16.3600400	0.046	0.074	0.035	48
0445	16.95	1	179.54827403	68.00223088	0.12983100	15.6863400	0.059	0.132	0.187	56
0446	16.68	2	184.14539270	63.51143622	0.08314200	16.7359900	0.224	0.509	0.307	63
0446	16.68	2	184.14539270	63.51143622	0.08314200	16.7359900	0.224	0.509	0.307	63
0446	16.68	1	183.35895561	63.98554635	0.09673600	15.6839300	0.004	0.090	0.086	30
0446	16.68	7	184.19825415	64.10832963	0.08156700	16.7511200	0.059	0.579	0.519	71
0446	16.68	12	182.44523062	63.63831381	0.11288700	16.6012100	0.014	0.093	0.081	63
0446	16.68	5	182.77495770	64.31915766	0.11064600	16.1149600	0.086	0.650	0.689	46
0446	16.68	8	182.41433602	64.51879575	0.11063400	16.2551600	0.035	0.505	0.506	74
0446	16.68	3	184.47127365	64.30162075	0.10108400	15.4781500	0.016	0.266	0.277	40

Table B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0447	16.49	1	155.88374665	0.17372381	0.09818000	15.3674400	0.054	0.134	0.089	58
0448	15.76	1	343.79180392	-0.40940276	0.08172100	14.9646600	0.049	0.923	0.970	128
0448	15.76	2	343.79180392	-0.40940276	0.08172100	14.9646600	0.020	0.289	0.275	95
0449	16.54	8	133.54583323	51.97471180	0.10405800	16.4192400	0.019	0.242	0.223	37
0449	16.54	1	134.33583625	52.17189847	0.09050500	16.6568200	0.034	0.418	0.450	37
0449	16.54	3	134.17805861	52.10537763	0.10198300	13.3764400	0.178	0.550	0.727	113
0450	17.17	6	175.65081740	51.43698467	0.14993600	17.5573400	0.146	0.355	0.500	68
0450	17.17	3	175.09366654	51.16881977	0.11559300	17.5058400	0.038	0.939	0.971	56
0450	17.17	7	175.09366654	51.16881977	0.11559300	17.5058400	0.051	0.683	0.690	55
0450	17.17	1	175.86832268	51.34518361	0.14601700	16.6745500	0.055	0.413	0.433	50
0450	17.17	4	176.51492481	51.29270640	0.13322600	16.1615400	0.060	0.176	0.120	157
0451	16.76	3	259.79331242	28.35811835	0.10913000	15.3052600	0.030	0.177	0.176	38
0451	16.76	4	259.07695569	28.38627996	0.08890700	15.3555400	0.045	0.434	0.427	45
0451	16.76	8	258.93471332	28.47634408	0.11665900	16.1294400	0.057	0.373	0.333	33
0451	16.76	1	259.37423137	28.62762623	0.08921900	15.8832100	0.081	0.314	0.235	49
0452	16.47	1	243.11116150	47.90283475	0.10534800	13.3835100	0.216	0.519	0.381	53
0452	16.47	3	242.56049950	48.20597865	0.07952100	16.7991200	0.146	0.337	0.322	60
0452	16.47	5	242.58040250	47.91320000	0.09960500	15.8351900	0.066	0.020	0.054	38
0452	16.47	2	242.80227030	47.56205325	0.08005500	14.1869000	0.207	0.375	0.543	68
0452	16.47	6	242.42223198	47.73652008	0.09217800	15.8052200	0.062	0.125	0.171	70
0453	16.13	5	208.74354511	5.33367644	0.07092800	12.4008200	0.027	0.875	0.888	169
0453	16.13	1	209.19015447	5.74029296	0.08088500	15.5359800	0.118	0.309	0.191	79
0455	15.63	7	179.19025497	52.50706137	0.05967100	14.6597600	0.105	0.609	0.504	97
0455	15.63	5	180.18438326	52.91577785	0.07745300	17.1877400	0.070	0.226	0.292	66
0455	15.63	3	181.05142634	52.91271713	0.06312200	15.6242300	0.050	0.380	0.357	60
0455	15.63	9	181.32429062	52.59060924	0.06400200	16.7141400	0.035	0.433	0.446	109
0455	15.63	1	179.78915627	52.70757481	0.04122900	13.1597500	0.108	0.474	0.538	142
0455	15.63	6	179.78915627	52.70757481	0.04122900	13.1597500	0.048	1.017	1.064	163
0456	15.98	5	178.16325840	5.48000954	0.06890700	15.8635400	0.232	0.243	0.431	91
0456	15.98	1	177.90293993	5.13936576	0.06657600	15.8181100	0.054	0.509	0.482	52
0457	16.83	8	202.55194200	2.34619998	0.09496400	16.1437400	0.144	0.262	0.383	217
0457	16.83	5	202.37593468	2.12360159	0.09137800	16.2177000	0.034	0.241	0.264	104
0457	16.83	4	202.64190020	1.71975674	0.09555300	16.6685900	0.044	0.255	0.211	35
0457	16.83	2	203.15440950	2.34533638	0.09715700	17.0371100	0.067	0.223	0.258	45
0460	15.86	7	203.54265685	58.99339360	0.07686100	15.0778100	0.036	0.406	0.435	97
0460	15.86	3	202.48339787	60.34524538	0.07929800	14.3596700	0.057	0.638	0.586	129
0461	16.00	7	190.41335959	5.77096954	0.06639300	16.6133400	0.013	0.127	0.117	71
0461	16.00	5	189.78279096	5.76440794	0.07842700	16.0430600	0.060	0.271	0.251	132
0461	16.00	1	189.80180314	6.01229363	0.09063700	13.0069400	0.018	0.827	0.840	163
0462	15.60	1	122.57473780	42.40551181	0.07621600	14.6121800	0.039	0.521	0.522	91
0462	15.60	4	122.15976558	42.53685637	0.04496800	16.3444000	0.047	0.474	0.458	110
0463	15.65	2	237.52361054	52.93109223	0.07404300	15.1940800	0.116	0.261	0.249	88
0463	15.65	8	239.22129648	52.98628654	0.06822600	12.4836500	0.024	0.746	0.747	93
0463	15.65	6	236.82662429	52.92014500	0.07220700	16.1914600	0.029	0.656	0.660	78
0463	15.65	1	237.69142425	53.50927457	0.06930300	15.3237000	0.011	0.264	0.253	63
0463	15.65	5	238.64389437	53.61290989	0.04738400	14.9779200	0.327	1.047	0.730	251
0465	16.47	3	213.23392664	5.00867658	0.07845300	14.7976900	0.069	0.927	0.956	173
0465	16.47	2	212.58737393	5.27109840	0.10508600	16.3576100	0.065	0.367	0.321	98
0465	16.47	4	212.50458334	5.12879132	0.09838700	16.5584100	0.055	0.260	0.280	82
0468	15.93	1	171.88934850	1.29865529	0.08822000	13.4358400	0.464	0.750	1.110	114
0468	15.93	6	172.55652291	1.43502148	0.07275600	15.6377800	0.011	0.264	0.254	20
0468	15.93	3	172.54974728	1.82735752	0.07954300	15.0462500	0.053	0.589	0.642	49
0468	15.93	8	172.67938931	0.83953214	0.07534300	15.9645000	0.068	1.092	1.160	95
0468	15.93	2	171.50420162	1.98413862	0.07946300	13.5844100	0.192	0.538	0.566	92
0469	15.98	10	177.67750943	4.12247564	0.08406400	15.3936000	0.007	0.179	0.172	64
0469	15.98	11	178.79073260	4.17096195	0.08123300	15.4750900	0.004	0.680	0.684	90
0469	15.98	1	178.26918493	4.31754718	0.08924600	15.5749100	0.019	0.188	0.170	70
0469	15.98	5	178.63236303	4.03298088	0.07630700	13.7877500	0.019	0.309	0.299	158
0469	15.98	4	177.61732966	4.69495333	0.05924300	14.7087900	0.082	1.022	1.081	172
0469	15.98	3	177.97543988	3.69320170	0.06004000	15.6706100	0.023	0.218	0.236	47
0470	16.37	8	227.94568725	0.65586358	0.07299500	15.3019600	0.037	0.270	0.237	49
0470	16.37	4	227.45492207	0.52983527	0.08385700	13.3630500	0.066	0.447	0.384	42
0473	17.02	1	130.46031863	38.93666574	0.12433200	16.0000300	0.035	0.206	0.234	54
0473	17.02	5	130.14135712	38.84807313	0.10446800	15.1247700	0.058	0.723	0.770	238
0473	17.02	3	130.21946615	38.64636268	0.11893400	15.7618800	0.134	0.413	0.491	66
0474	16.86	10	198.52654244	-1.20513130	0.09907800	17.0509400	0.034	0.305	0.271	40
0474	16.86	6	198.33217373	-1.15593258	0.11172600	16.8558700	0.026	0.664	0.668	60
0474	16.86	1	198.86560777	-0.88878338	0.12274300	16.1474200	0.025	0.226	0.225	87
0475	15.83	2	183.81199944	-0.88121175	0.08182800	15.8534400	0.396	0.938	1.251	107
0475	15.83	1	184.20460105	-0.74179119	0.09088500	14.9497400	0.051	0.236	0.243	50
0475	15.83	3	184.47038615	-0.65722746	0.07159200	14.6388900	0.040	0.791	0.782	115
0476	16.28	2	187.48124430	65.75544860	0.08692300	16.0062200	0.140	0.301	0.370	65
0476	16.28	6	185.39666710	66.68286404	0.09847100	16.9226000	0.057	0.119	0.075	29
0477	16.21	1	201.25734514	-1.02329911	0.09012700	15.2709300	0.008	0.131	0.127	26
0477	16.21	5	200.81140173	-0.85922110	0.09738000	16.0845700	0.181	0.844	1.005	81
0477	16.21	4	201.25935118	-0.37842152	0.09085600	15.0204600	0.269	0.439	0.170	66
0477	16.21	3	200.81641546	-1.38494607	0.09533700	16.0450900	0.080	0.360	0.297	182

Table B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0478	15.88	1	203.33235595	60.15069995	0.08346300	15.5277800	0.345	0.396	0.160	125
0478	15.88	2	201.83943863	60.53522189	0.06117800	15.4393400	0.073	0.499	0.554	76
0478	15.88	3	202.48339787	60.34524538	0.07929800	14.3596700	0.018	0.330	0.334	83
0480	16.07	7	201.99639075	1.44882438	0.08197700	15.5679400	0.045	0.236	0.280	126
0483	16.61	2	176.01538291	5.72431144	0.10057500	16.3232300	0.229	0.367	0.196	62
0483	16.61	8	175.55288169	5.44962791	0.09244000	16.4491500	0.035	0.372	0.358	73
0483	16.61	4	175.47489240	4.68148065	0.10454100	16.2566000	0.026	0.207	0.193	26
0484	16.11	4	258.62754735	65.28971153	0.07547000	15.3689900	0.287	0.259	0.124	72
0485	16.26	7	231.67864153	4.48496967	0.07573800	17.0580800	0.060	0.328	0.324	39
0485	16.26	1	231.76438338	4.06296262	0.09890200	16.0877000	0.048	0.456	0.483	36
0486	16.39	1	177.60381631	-2.75744631	0.08856500	15.6600500	0.033	0.313	0.346	42
0486	16.39	8	177.47976685	-2.82209335	0.07834800	17.1988800	0.038	0.413	0.404	81
0486	16.39	2	177.79453426	-3.02811111	0.10695700	15.5653500	0.315	0.578	0.299	161
0486	16.39	6	177.22696849	-3.00208355	0.07991600	16.5389100	0.052	0.568	0.602	90
0488	15.46	1	240.86911415	0.03631183	0.08005900	15.2139500	0.069	0.236	0.289	97
0488	15.46	7	240.65368142	-0.15192660	0.05800700	15.7325100	0.035	0.060	0.094	71
0488	15.46	11	241.31527283	0.13808253	0.07005700	15.4754000	0.010	0.225	0.217	31
0488	15.46	3	241.80649355	-0.07877078	0.05892200	14.6614700	0.577	0.626	0.890	176
0488	15.46	5	241.26087335	-0.42664221	0.05982000	15.3343700	0.035	0.423	0.453	61
0488	15.46	6	240.97091501	-0.49700237	0.05198100	16.1851900	0.059	0.406	0.410	85
0488	15.46	2	240.45190481	-0.80913451	0.06708700	14.7660400	0.096	1.048	1.142	114
0489	16.84	2	219.81570132	62.29055393	0.12633700	16.9147700	0.213	0.440	0.310	53
0489	16.84	1	219.22183598	62.05554449	0.12038100	15.6953000	0.368	0.321	0.135	83
0490	16.28	1	190.53208657	3.21243366	0.10252200	15.6672100	0.084	0.405	0.379	41
0490	16.28	8	190.23685407	3.35068744	0.08205200	16.7013200	0.022	0.600	0.622	54
0490	16.28	7	190.50228306	3.64041262	0.08833300	14.6833400	0.056	0.548	0.602	37
0490	16.28	9	190.50228306	3.64041262	0.08833300	14.6833400	0.024	0.629	0.646	91
0490	16.28	4	189.98486463	3.33978309	0.07987200	16.2058900	0.009	0.187	0.178	41
0491	16.54	2	156.58945656	0.48822981	0.11414500	15.5854600	0.153	0.547	0.576	80
0491	16.54	5	157.02794636	0.38773111	0.11003500	17.1033000	0.079	0.194	0.137	90
0491	16.54	3	156.78764276	-0.03771702	0.07595200	16.1086800	0.041	0.422	0.463	62
0491	16.54	1	156.68215466	0.08964414	0.11538300	15.5388400	0.043	0.060	0.054	59
0492	15.93	8	189.77489080	6.41814787	0.05392800	16.0252500	0.054	1.011	1.020	178
0492	15.93	10	189.63775333	6.89318029	0.08195500	16.3240700	0.016	0.506	0.494	39
0492	15.93	7	189.70606410	6.62244022	0.06969300	14.6412500	0.018	0.492	0.494	148
0492	15.93	7	189.70606410	6.62244022	0.06969300	14.6412500	0.018	0.492	0.494	148
0492	15.93	4	190.26083226	5.69584822	0.05104800	15.2535600	0.017	0.417	0.414	85
0492	15.93	3	189.80180314	6.01229363	0.09063700	13.0069400	0.224	1.356	1.577	344
0493	16.83	2	184.20445850	-3.13198625	0.10850800	15.7259900	0.099	0.231	0.199	40
0493	16.83	6	183.33169905	-2.80420160	0.11544900	15.8356700	0.051	0.347	0.308	30
0493	16.83	1	183.73118278	-2.67260415	0.11916500	15.4336700	0.049	0.038	0.020	43
0493	16.83	3	183.51477938	-2.66542980	0.11984400	16.9229200	0.042	0.100	0.142	56
0497	16.07	4	168.54571159	3.44567379	0.08954400	16.0102800	0.132	0.370	0.255	49
0497	16.07	8	169.15142395	2.32393181	0.08614800	15.9285000	0.102	0.321	0.228	47
0497	16.07	1	168.74346380	2.75193025	0.07480200	16.0411200	0.031	0.210	0.198	45
0497	16.07	3	168.92369523	3.36290796	0.07549700	15.4161500	0.111	0.447	0.551	68
0498	15.95	5	145.19127416	61.25486804	0.08312700	12.3532600	0.052	1.156	1.105	164
0498	15.95	6	144.72515278	60.83110301	0.07257300	15.8321100	0.287	0.947	1.209	80
0498	15.95	1	145.33878211	60.73503189	0.06406800	15.3369000	0.319	0.426	0.191	99
0498	15.95	7	144.72515278	60.83110301	0.07257300	15.8321100	0.023	0.851	0.856	101
0499	16.45	6	204.64286069	-2.83563059	0.10404100	16.0710800	0.029	0.184	0.209	22
0499	16.45	7	204.51212123	-2.60552463	0.10901300	17.1067400	0.439	0.615	0.690	58
0499	16.45	5	205.10987302	-2.90571856	0.09118700	16.0454200	0.067	0.071	0.067	52
0499	16.45	1	204.90183119	-2.67814073	0.10140100	15.9478400	0.046	0.665	0.704	125
0499	16.45	3	204.88510561	-2.56837887	0.10198500	15.9343600	0.058	0.672	0.633	154
0499	16.45	3	204.88510561	-2.56837887	0.10198500	15.9343600	0.058	0.672	0.633	154
0500	16.11	1	169.70800529	51.74156533	0.06309000	15.9766000	0.306	0.222	0.096	91
0501	16.15	1	212.48199847	52.55309836	0.08766200	15.6650100	0.286	0.403	0.180	73
0502	16.02	6	14.39975343	14.60149948	0.08530700	15.5156800	0.059	0.277	0.289	42
0502	16.02	2	14.42451491	15.06806428	0.05483800	14.9193400	0.283	0.810	0.749	118
0502	16.02	1	14.20061716	15.25442787	0.07674300	15.9138500	0.045	0.172	0.216	51
0502	16.02	3	14.07868544	15.42553171	0.08524700	16.0643200	0.023	0.096	0.101	96
0503	16.30	1	177.20696835	-2.47157122	0.08876200	15.9628900	0.102	0.082	0.166	57
0503	16.30	5	177.35698970	-2.02214408	0.08334800	16.7409400	0.017	0.388	0.377	31
0503	16.30	8	177.61087781	-2.17169034	0.06878000	17.1526900	0.005	0.065	0.069	88
0504	16.79	1	236.68450090	55.01342146	0.12106600	15.9445600	0.326	0.321	0.029	41
0505	16.17	1	3.43679640	14.79192339	0.08986100	15.2547200	0.428	0.343	0.143	58
0506	15.31	1	24.30364759	-0.50431355	0.05670300	14.5734300	0.157	0.471	0.313	69
0506	15.31	6	24.88235760	-0.03132230	0.07355300	15.2744700	0.036	0.296	0.260	38
0507	16.09	8	202.52900816	0.50960765	0.08802600	15.0563800	0.017	0.267	0.257	38
0507	16.09	1	203.07009922	1.22322883	0.07474900	15.7696400	0.041	0.456	0.453	40
0507	16.09	3	203.53927662	1.06149158	0.07933000	16.4136000	0.059	0.365	0.423	57
0507	16.09	4	203.76700985	1.34733905	0.08916200	15.4876700	0.093	0.275	0.366	74
0508	16.19	1	348.74444362	14.09004976	0.07881400	15.6459000	0.189	0.288	0.102	95
0509	16.73	1	259.73562513	27.01859318	0.11426300	16.3760800	0.100	0.217	0.121	34
0509	16.73	8	260.02310899	27.02422646	0.11780200	17.4290400	0.012	0.142	0.151	60
0509	16.73	9	260.14102183	26.65747119	0.11046200	14.9248100	0.030	1.183	1.194	162

Table B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0509	16.73	5	259.26058409	27.51254307	0.10571500	17.2674500	0.061	0.619	0.673	82
0509	16.73	2	260.22004887	27.35530175	0.12873700	15.7590100	0.050	0.038	0.022	32
0509	16.73	4	259.33693087	26.73542389	0.12673600	15.7312500	0.356	0.958	0.704	129
0509	16.73	3	260.13329257	26.52513368	0.11772700	14.7989400	0.055	0.288	0.314	87
0512	16.75	3	179.32625939	60.78869680	0.08411300	17.4730400	0.124	0.151	0.275	39
0512	16.75	7	178.62722888	60.83797243	0.10045900	16.2420700	0.042	0.120	0.078	63
0512	16.75	1	178.48614240	60.50533970	0.10272400	15.0824100	0.158	0.225	0.068	98
0512	16.75	2	177.91221486	60.19191407	0.10089600	16.1749700	0.013	0.212	0.224	41
0513	16.70	5	183.90764855	62.48264672	0.10650800	16.3266900	0.067	0.218	0.152	23
0513	16.70	7	185.59118825	62.33005818	0.10870500	16.3292900	0.197	0.150	0.057	33
0513	16.70	9	185.49465758	61.90624817	0.09891000	17.1593300	0.048	0.202	0.245	27
0513	16.70	1	184.88383609	62.15547433	0.10657500	16.1191200	0.030	0.063	0.038	37
0513	16.70	4	184.60766725	61.99455714	0.11237700	15.9576200	0.010	0.261	0.262	46
0513	16.70	3	185.75435323	61.70715773	0.11539900	15.6512600	0.029	0.340	0.325	106
0514	15.18	10	339.69922996	-0.85921296	0.05241600	16.5658800	0.024	0.577	0.601	50
0514	15.18	9	340.13889362	-0.21284014	0.05967300	15.4210700	0.009	0.367	0.363	56
0514	15.18	1	339.85013330	-1.03778747	0.07481100	14.7693500	0.025	0.232	0.214	141
0514	15.18	2	339.97904313	-0.98860783	0.06436500	14.7834400	0.048	0.540	0.580	137
0516	15.86	1	23.89360596	15.28112949	0.06573700	15.0433300	0.019	0.235	0.239	42
0516	15.86	5	23.76081750	15.48772712	0.08386200	15.1007700	0.050	0.477	0.526	38
0517	16.13	2	179.06293350	4.96788917	0.07136300	14.3483000	0.179	0.432	0.256	84
0517	16.13	1	178.45898877	5.61416959	0.08532700	16.2582100	0.159	0.202	0.280	97
0517	16.13	4	177.93566886	6.07998282	0.09105400	15.2014300	0.078	0.449	0.376	78
0517	16.13	7	178.11789672	5.01241480	0.08300800	16.8980200	0.020	0.258	0.240	107
0519	16.04	4	183.44243770	4.84750457	0.07730000	15.6832000	0.019	0.496	0.500	149
0520	16.09	6	339.80566324	-8.12240364	0.09357200	15.9599900	0.008	0.931	0.936	80
0520	16.09	1	339.31530955	-8.32045439	0.09888200	15.2990200	0.201	0.575	0.419	75
0520	16.09	4	339.60695462	-8.23919365	0.09566200	15.3811100	0.043	0.248	0.213	26
0520	16.09	2	340.13262233	-8.46923022	0.09358100	15.6497000	0.090	0.192	0.123	41
0522	15.86	5	206.10747032	2.10989611	0.08113500	13.8697800	0.042	0.122	0.082	29
0522	15.86	4	205.43423029	1.54451215	0.06878900	15.5860400	0.092	0.431	0.355	97
0523	15.18	4	118.01827613	45.93574463	0.06343000	12.3079800	0.049	0.371	0.340	23
0523	15.18	2	120.13327303	46.84976797	0.06728400	15.1817300	0.032	1.120	1.148	90
0523	15.18	10	118.76217164	45.36044600	0.04965000	15.3906200	0.032	0.407	0.408	43
0523	15.18	1	119.18448553	45.87692551	0.07194600	14.2554800	0.087	0.684	0.719	107
0523	15.18	3	118.71613334	45.82251231	0.03997500	14.6785700	0.074	0.325	0.306	93
0525	15.86	4	135.27715482	1.28024781	0.05675700	13.1138200	0.237	0.655	0.760	62
0525	15.86	1	134.52059653	1.15375408	0.08751600	15.0912400	0.038	0.059	0.055	88
0525	15.86	2	134.29292449	1.41380515	0.07633200	15.7820900	0.066	0.200	0.177	66
0527	16.33	1	206.93996260	0.31581853	0.10243800	13.2456300	0.122	0.548	0.663	77
0528	15.25	1	213.47791971	1.73103875	0.07550300	14.6743600	0.043	0.413	0.455	56
0533	16.13	10	200.47993775	-0.31366603	0.08876000	15.1571400	0.030	0.186	0.168	21
0533	16.13	11	200.69604472	-0.22990801	0.08178000	16.3150300	0.016	0.319	0.315	31
0533	16.13	1	200.72740685	-0.46073624	0.07270500	16.9500200	0.034	0.241	0.213	32
0533	16.13	7	200.87101728	-0.75526312	0.08344100	16.8880500	0.178	0.458	0.354	63
0533	16.13	5	201.19043589	0.23067020	0.09767000	16.4865000	0.105	0.573	0.480	156
0533	16.13	6	201.43550317	-0.64695946	0.07301700	15.6147200	0.014	0.856	0.859	100
0533	16.13	8	201.25935118	-0.37842152	0.09085600	15.0204600	0.032	0.388	0.356	91
0533	16.13	2	200.22771534	-0.94118969	0.07014400	14.6369400	0.111	1.246	1.288	145
0533	16.13	4	200.22771534	-0.94118969	0.07014400	14.6369400	0.049	0.496	0.499	92
0534	16.32	3	201.85113189	-2.67335141	0.08673900	15.8118400	0.337	0.147	0.200	74
0534	16.32	6	202.01636584	-1.70145675	0.08969600	15.8487700	0.069	0.071	0.083	80
0534	16.32	1	202.19139385	-2.25341056	0.08413800	15.4250300	0.175	0.222	0.053	77
0534	16.32	2	202.71532499	-1.77870565	0.07754300	14.4386600	0.114	0.237	0.342	165
0535	16.13	5	179.52408416	-2.12006799	0.07804600	12.6131900	0.082	0.562	0.481	104
0535	16.13	1	179.53180251	-2.55406501	0.08227000	15.0739100	0.067	0.073	0.067	66
0535	16.13	2	179.40239454	-2.33883596	0.09691800	15.5375800	0.052	0.382	0.424	152
0537	16.21	4	232.52609532	-0.05456778	0.06070500	16.0591500	0.042	0.109	0.126	141
0537	16.21	1	233.20514448	-0.47170427	0.09025500	15.7597800	0.082	0.579	0.613	57
0537	16.21	2	233.42911813	-0.61981058	0.07895500	15.6687400	0.026	0.741	0.739	110
0537	16.21	6	232.61613934	-0.23045628	0.10110600	14.8765400	0.054	0.228	0.215	182
0538	16.37	4	213.15164189	5.61001097	0.09186000	16.2473000	0.228	0.115	0.193	87
0538	16.37	8	213.01463744	5.44099689	0.08682100	16.4193200	0.032	0.139	0.115	78
0538	16.37	1	212.92771152	5.19852046	0.10780000	15.8487600	0.182	0.216	0.147	192
0538	16.37	5	213.23392664	5.00867658	0.07845300	14.7976900	0.033	1.107	1.099	238
0540	16.43	8	0.54247166	14.13622144	0.07284200	15.7023800	0.180	0.842	1.022	187
0540	16.43	11	-0.04159597	14.43571850	0.10175800	16.3042900	0.062	0.176	0.237	146
0540	16.43	11	-0.04159597	14.43571850	0.10175800	16.3042900	0.062	0.176	0.237	146
0540	16.43	1	0.17568734	14.50641774	0.09597500	16.7748600	0.062	0.305	0.301	47
0540	16.43	3	0.04966388	14.09001174	0.09977600	15.7897000	0.216	0.186	0.118	87
0540	16.43	5	0.22452220	14.21410593	0.09614000	16.6843600	0.024	0.123	0.145	78
0543	16.49	1	155.89813211	-0.22152579	0.10289500	15.0963400	0.114	0.177	0.075	46
0543	16.49	4	156.06511024	0.31389006	0.11011800	17.1932100	0.022	0.212	0.199	90
0545	16.13	1	334.40282422	12.70027084	0.06527800	15.9054600	0.065	0.221	0.253	44
0545	16.13	3	334.28387999	12.30308185	0.08468300	15.4895700	0.170	0.388	0.544	45
0546	16.00	4	212.56309907	53.33527916	0.07439900	15.4210500	0.049	0.535	0.564	49
0546	16.00	3	212.48199847	52.55309836	0.08766200	15.6650100	0.100	0.163	0.107	48

Table B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0546	16.00	2	213.83483269	52.34588914	0.09645100	14.5919700	0.031	0.251	0.259	39
0546	16.00	1	213.05464651	52.78866263	0.07563300	15.8719800	0.066	0.138	0.204	65
0546	16.00	5	213.48769933	52.76448404	0.09759600	15.2084300	0.055	0.062	0.113	52
0547	15.22	4	340.76504007	-0.14356626	0.06104500	15.2264300	0.031	0.276	0.267	26
0552	15.60	1	149.14910877	1.42855081	0.06572000	14.1822800	0.038	1.056	1.020	308
0552	15.60	6	149.43804243	0.86149894	0.08132200	15.6280900	0.031	0.839	0.809	249
0554	17.12	7	160.88020046	0.20829530	0.10949700	17.8525100	0.265	0.417	0.265	95
0554	17.12	6	160.86332118	0.04090684	0.11854700	12.3701100	0.053	0.325	0.343	33
0554	17.12	1	160.66828168	-0.15945517	0.12062700	17.3791000	0.030	0.684	0.711	135
0554	17.12	2	160.66828168	-0.15945517	0.12062700	17.3791000	0.150	0.650	0.768	87
0555	16.68	1	204.73254151	63.35122765	0.11995400	15.7404600	0.249	0.433	0.184	53
0555	16.68	3	205.31235308	63.81565354	0.09043400	16.0338700	0.012	0.560	0.549	78
0555	16.68	4	205.10156403	63.62645307	0.09290800	16.5546300	0.063	0.139	0.145	43
0556	16.54	2	148.40835641	0.58875425	0.10059400	16.1477200	0.058	0.159	0.190	83
0556	16.54	1	148.03553002	0.92962453	0.09340700	17.1644600	0.093	0.454	0.526	110
0557	15.60	2	229.05208517	45.23307549	0.07374300	14.8992600	0.267	0.360	0.094	50
0557	15.60	4	230.58695461	44.79242362	0.07422500	15.1831200	0.018	0.342	0.336	35
0557	15.60	1	229.77434081	45.03217947	0.06374400	14.9622400	0.084	0.312	0.268	64
0557	15.60	7	230.21203812	45.32089195	0.07486600	15.4551200	0.027	0.315	0.301	137
0557	15.60	3	229.19746594	45.89253085	0.06658200	14.0144500	0.026	0.587	0.571	109
0558	16.13	4	212.11251990	53.06893925	0.05748800	14.9690500	0.017	0.288	0.276	59
0559	15.88	10	155.17302161	2.12122351	0.08504700	16.7057800	0.023	0.323	0.302	83
0559	15.88	1	155.58978738	2.33755060	0.08921600	15.5152600	0.230	0.207	0.027	155
0559	15.88	3	155.48714805	1.53007204	0.07715000	15.9317200	0.005	0.697	0.696	191
0559	15.88	6	155.36584747	1.88233990	0.06997500	15.2905300	0.033	0.401	0.391	115
0559	15.88	2	156.05150351	2.87968643	0.06150000	15.9209700	0.047	0.116	0.113	51
0563	16.63	12	177.29845677	-2.66604843	0.09026300	16.0886700	0.008	0.516	0.513	127
0563	16.63	12	177.29845677	-2.66604843	0.09026300	16.0886700	0.008	0.516	0.513	127
0563	16.63	1	177.20696835	-2.47157122	0.08876200	15.9628900	0.045	0.107	0.138	46
0563	16.63	9	177.28901832	-2.30787691	0.10335600	16.3005300	0.048	0.310	0.333	83
0563	16.63	2	177.10675417	-3.23877385	0.10279800	15.4548400	0.073	0.392	0.394	57
0563	16.63	3	176.79262872	-3.02927780	0.11294000	16.5797200	0.048	0.397	0.360	127
0564	16.35	1	182.02540643	51.57150169	0.08783000	16.8562500	0.056	0.244	0.189	53
0571	15.93	5	163.33708611	57.24259569	0.08197400	15.7720500	0.235	0.310	0.401	45
0571	15.93	6	162.86286311	57.71011077	0.07797600	14.9886700	0.013	0.968	0.981	116
0571	15.93	1	162.30040589	57.83727120	0.08856400	14.2749600	0.059	0.039	0.062	87
0571	15.93	4	162.76981613	57.77518262	0.09098000	14.2982600	0.022	0.266	0.264	127
0573	16.33	4	191.97899639	-3.62741107	0.08492100	15.5285700	0.246	0.236	0.479	37
0573	16.33	1	192.42801924	-3.12267312	0.10409700	15.5971000	0.031	0.044	0.017	39
0573	16.33	5	192.38944966	-3.55785322	0.09077800	16.6266300	0.096	0.232	0.146	59
0573	16.33	6	192.35967086	-3.30386560	0.09080000	17.1765300	0.069	0.449	0.415	76
0573	16.33	2	192.06247338	-2.74027498	0.09405900	16.6220800	0.065	0.642	0.691	49
0573	16.33	3	191.82637102	-2.71785810	0.10775100	13.1547200	0.022	0.575	0.561	113
0573	16.33	3	191.82637102	-2.71785810	0.10775100	13.1547200	0.022	0.575	0.561	113
0574	16.00	5	200.26258400	58.54885810	0.07549700	13.9601700	0.031	0.885	0.887	137
0574	16.00	3	200.28781828	59.10146740	0.05710000	15.6445900	0.188	0.606	0.752	111
0574	16.00	2	202.10963734	59.10036793	0.07262400	15.6134900	0.078	0.717	0.789	65
0576	16.15	4	183.42003549	2.18771569	0.06838000	15.3246600	0.168	0.754	0.915	38
0576	16.15	9	183.27273652	2.50923602	0.07004500	16.2785300	0.037	0.359	0.375	36
0576	16.15	3	183.47840543	2.68851907	0.07256800	16.3434200	0.115	0.633	0.648	87
0576	16.15	1	183.17610938	2.93991366	0.07492000	15.5656200	0.122	0.175	0.092	51
0576	16.15	7	183.36286731	2.63555961	0.08165300	15.9286200	0.111	1.300	1.364	182
0576	16.15	7	183.36286731	2.63555961	0.08165300	15.9286200	0.111	1.300	1.364	182
0578	16.49	1	159.78892394	-0.78774175	0.11159400	15.5711700	0.040	0.914	0.952	209
0579	16.09	2	169.38872246	51.27159118	0.05807400	14.0335300	0.053	0.937	0.892	181
0580	16.54	1	150.65141467	0.84767263	0.09474300	16.3839200	0.008	0.043	0.035	26
0580	16.54	6	151.02965964	0.41754122	0.11364200	17.4090700	0.046	0.761	0.718	101
0583	16.02	1	118.86058967	36.68310681	0.09197100	15.7398300	0.039	0.180	0.150	29
0583	16.02	4	118.96159874	36.10199832	0.07822100	16.1485400	0.093	0.546	0.466	74
0583	16.02	3	118.41718679	37.31194501	0.08253900	16.0825800	0.060	0.254	0.234	77
0583	16.02	5	118.80539004	37.19157680	0.06243300	14.3373800	0.036	0.622	0.608	93
0585	16.07	4	186.25536045	2.58618643	0.06940800	13.0181900	0.067	0.645	0.623	45
0585	16.07	2	185.75457071	2.45285713	0.07098100	15.5828500	0.060	0.497	0.556	123
0585	16.07	1	185.92326192	2.96127056	0.07699300	13.8786700	0.060	0.603	0.659	51
0585	16.07	6	185.92326192	2.96127056	0.07699300	13.8786700	0.028	0.318	0.338	65
0588	16.47	6	321.59949014	10.77752247	0.10572000	16.0711700	0.030	0.350	0.334	28
0588	16.47	7	322.00855359	10.60926983	0.09116400	15.4417600	0.055	0.216	0.271	85
0588	16.47	1	322.18949019	10.75570198	0.08002000	16.4817100	0.062	0.175	0.134	79
0588	16.47	3	322.32746738	11.20098724	0.09854300	15.1370100	0.052	0.082	0.096	30
0588	16.47	2	322.24194172	11.12976808	0.09413800	16.7014800	0.013	1.213	1.225	131
0592	15.57	5	135.66463728	52.18742826	0.06473600	15.5293900	0.144	0.182	0.114	67
0593	15.60	3	242.03521652	53.45984210	0.07501500	16.0831700	0.057	0.724	0.667	109
0594	15.55	14	134.58699295	51.33846852	0.07105600	15.3755600	0.047	0.609	0.568	76
0594	15.55	4	135.19665636	51.45768687	0.07454300	13.9104300	0.299	0.611	0.863	86
0594	15.55	5	135.27374650	52.64940312	0.06816600	14.7136800	0.059	0.234	0.211	69
0595	15.63	1	242.25862595	53.74347522	0.06591200	15.3876900	0.353	0.739	0.543	146
0596	16.66	1	257.50868201	33.57019292	0.12404900	16.1707400	0.543	0.407	0.137	129

Table B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0596	16.66	4	256.83957450	33.68884217	0.12029700	16.0923200	0.102	0.281	0.181	69
0596	16.66	5	257.58412461	33.15090486	0.09463800	17.8271600	0.030	0.299	0.304	61
0600	15.95	1	183.46387154	2.80163538	0.05245600	16.2797700	0.083	0.119	0.174	65
0600	15.95	6	182.99746877	2.40702057	0.07077300	12.9948700	0.117	1.137	1.081	186
0600	15.95	7	183.27273652	2.50923602	0.07004500	16.2785300	0.073	0.060	0.054	38
0600	15.95	3	183.85182817	3.58199434	0.08129700	16.0567600	0.014	0.645	0.635	55
0601	15.60	5	153.84527328	0.54925936	0.07215800	15.8961200	0.043	0.265	0.228	39
0601	15.60	8	154.18315560	0.25399033	0.06663900	16.0836100	0.059	0.233	0.184	183
0601	15.60	8	154.18315560	0.25399033	0.06663900	16.0836100	0.059	0.233	0.184	183
0601	15.60	1	154.52780980	0.09992165	0.08553200	15.3314800	0.051	0.546	0.591	71
0601	15.60	4	154.72774170	0.43473974	0.07396600	15.9154900	0.176	0.369	0.220	145
0603	15.91	1	316.37997449	-7.55730005	0.06830700	15.8712700	0.073	0.284	0.233	46
0603	15.91	6	316.11117111	-7.63079126	0.08760500	16.1457400	0.026	0.343	0.369	79
0605	16.76	5	203.21932962	-2.28193861	0.11364900	16.4724600	0.061	0.303	0.291	32
0605	16.76	1	203.42968266	-2.45315049	0.12127100	15.5799600	0.068	0.042	0.056	35
0605	16.76	4	203.65630051	-2.60505465	0.10411700	15.6670900	0.259	0.114	0.161	55
0606	15.34	3	10.61547746	-8.76409787	0.05996300	15.0349500	0.050	0.761	0.749	240
0607	16.19	3	181.75304199	1.49750884	0.09843000	15.2589700	0.191	0.546	0.733	67
0607	16.19	7	181.23720232	1.50824714	0.07538200	16.0062600	0.027	0.842	0.817	94
0607	16.19	1	181.05385559	1.45806906	0.06823100	14.3094000	0.048	0.404	0.357	45
0607	16.19	5	180.73056346	1.48350352	0.09420000	16.5049000	0.040	0.533	0.518	55
0608	15.71	4	199.97844066	66.64268822	0.08707400	13.8074200	0.020	1.076	1.059	269
0608	15.71	3	200.19868796	66.28652250	0.07718000	15.6434600	0.066	0.077	0.093	31
0608	15.71	1	199.54413836	66.42788919	0.06988700	14.3960100	0.013	0.205	0.214	52
0608	15.71	8	198.61077882	66.46125962	0.08031900	15.1477500	0.020	0.308	0.288	103
0609	15.40	1	340.83199448	0.45894226	0.07639700	15.0819600	0.047	0.227	0.231	53
0609	15.40	2	341.60050353	0.77347157	0.07336900	15.0685900	0.159	0.267	0.168	53
0609	15.40	5	341.47598013	0.50399439	0.07053600	15.8999300	0.015	0.611	0.623	47
0611	15.25	7	214.04934146	4.08982931	0.05829900	15.0254800	0.031	0.585	0.555	134
0611	15.25	1	214.04434665	3.69758665	0.07367700	14.5513700	0.065	0.196	0.237	61
0611	15.25	4	213.89782123	3.92576767	0.04368700	15.1363200	0.045	0.388	0.398	70
0611	15.25	2	213.84882744	4.40852560	0.03794600	14.5611800	0.050	0.817	0.835	89
0612	15.31	1	140.65238741	-0.40903402	0.06288500	14.6298900	0.168	0.287	0.211	53
0614	16.73	10	160.86462135	1.61517527	0.12219600	16.9590500	0.018	0.145	0.129	25
0614	16.73	7	160.43557477	1.74294598	0.10959100	16.3193200	0.197	0.254	0.063	44
0614	16.73	8	161.26223266	1.68369003	0.08383200	17.3180300	0.042	0.139	0.158	44
0614	16.73	11	161.08273381	1.57031462	0.09664100	16.9526800	0.025	0.121	0.109	49
0614	16.73	1	161.08273381	1.57031462	0.09664100	16.9526800	0.027	0.840	0.867	151
0614	16.73	1	161.08273381	1.57031462	0.09664100	16.9526800	0.027	0.840	0.867	151
0614	16.73	5	160.49529283	1.15177613	0.11217500	16.0709300	0.075	0.522	0.540	73
0614	16.73	4	160.90355109	1.26891637	0.10776900	16.0023000	0.055	0.114	0.075	74
0615	16.15	1	192.92096534	66.67442422	0.08481400	15.6099000	0.057	0.140	0.152	62
0615	16.15	2	191.90153831	66.22448289	0.09727800	15.8833900	0.020	0.187	0.207	55
0615	16.15	3	192.07066467	66.39083687	0.07614400	16.1012100	0.056	0.364	0.392	94
0615	16.15	4	192.92265652	67.32797797	0.08653700	16.2525200	0.056	0.218	0.272	77
0616	15.43	4	18.46175539	14.25539417	0.05828100	15.8993000	0.160	0.467	0.625	48
0616	15.43	9	19.38296741	14.25049973	0.07278100	15.5547800	0.063	0.901	0.839	101
0616	15.43	7	18.14808384	14.01248149	0.06735800	15.8122800	0.129	0.206	0.150	46
0616	15.43	3	18.97622456	13.35335845	0.04577800	13.8930500	0.027	0.732	0.708	91
0616	15.43	6	18.67131345	13.65115021	0.07029300	16.2989400	0.051	0.623	0.636	59
0620	16.04	1	119.10733681	37.05824962	0.09014700	15.2743000	0.154	0.170	0.036	71
0622	15.63	8	328.74069165	-6.85391080	0.04912800	13.3523500	0.004	0.368	0.368	153
0622	15.63	4	329.93933949	-7.38674119	0.06705300	15.3189400	0.067	0.437	0.403	65
0622	15.63	1	329.24229302	-6.91926795	0.06574900	15.6400400	0.102	0.115	0.050	91
0622	15.63	9	328.98728840	-6.89389868	0.04866100	15.1236300	0.015	0.214	0.229	98
0622	15.63	6	328.55302250	-7.60165299	0.07298200	14.6754000	0.055	0.707	0.758	88
0622	15.63	5	329.15539517	-7.67864596	0.07329200	14.9316700	0.035	0.356	0.377	198
0623	16.07	1	178.27381925	5.91695001	0.10186100	15.1421400	0.172	0.790	0.960	142
0623	16.07	2	177.63601241	6.56757101	0.07451900	13.0977300	0.123	0.293	0.332	144
0623	16.07	6	177.63601241	6.56757101	0.07451900	13.0977300	0.056	1.704	1.649	303
0624	16.07	9	176.28263816	-1.59217716	0.05934800	15.9282400	0.042	0.666	0.708	167
0624	16.07	5	176.42566767	-2.03108632	0.08408900	14.8397700	0.146	0.376	0.231	111
0624	16.07	4	176.79743013	-1.88902631	0.09992600	16.0243600	0.018	0.646	0.654	257
0624	16.07	1	176.10838764	-1.95707693	0.07505200	15.0684700	0.063	0.219	0.156	87
0626	15.52	3	330.87942045	-8.10035609	0.08311500	15.4086900	0.397	0.630	0.341	65
0626	15.52	1	330.26489155	-7.26045432	0.06736800	15.7662400	0.083	0.531	0.612	57
0627	15.98	2	183.99058948	3.30590043	0.05224200	13.7076000	0.145	0.330	0.242	57
0627	15.98	8	183.82717169	2.18549862	0.08408900	17.7326900	0.017	0.158	0.161	24
0629	15.95	7	229.35171172	59.38270150	0.08218400	16.1499800	0.007	0.191	0.194	68
0629	15.95	1	229.70493350	59.06409637	0.07321500	15.2596100	0.014	0.311	0.325	67
0629	15.95	6	229.68867687	58.75441060	0.08511700	15.5017600	0.059	0.420	0.397	130
0631	15.28	1	216.15109120	2.74514474	0.07479200	14.6166600	0.440	0.406	0.071	66
0631	15.28	7	215.60891140	2.56427965	0.07607700	15.5627500	0.024	0.324	0.311	72
0636	15.95	7	203.24981702	58.96425147	0.06247300	16.7079500	0.054	0.244	0.191	42
0636	15.95	1	202.74250364	58.94607179	0.06248000	15.3941300	0.015	0.261	0.268	52
0636	15.95	3	203.73166274	58.78117280	0.07570800	15.8111200	0.031	0.502	0.494	146
0638	15.46	5	241.18654544	49.45829397	0.04895300	14.4958500	0.046	1.313	1.328	114

Table B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0639	15.76	9	228.57814828	57.44109684	0.04757200	14.2397700	0.018	0.913	0.911	57
0639	15.76	6	228.95984098	57.64929523	0.06694100	15.1143600	0.036	0.115	0.100	19
0639	15.76	1	229.31493956	57.00475672	0.07683700	14.6857900	0.061	0.146	0.085	52
0639	15.76	2	230.37700905	56.81798540	0.07593700	15.2420100	0.236	0.422	0.229	65
0640	16.35	1	337.07994238	0.96828399	0.11074400	14.7210600	0.043	0.550	0.511	52
0640	16.35	6	337.29038307	0.64873554	0.10867800	16.7984000	0.028	0.159	0.132	27
0642	15.63	1	180.97647066	60.81857489	0.06618400	15.3120000	0.114	0.274	0.170	79
0642	15.63	4	181.07390872	60.28781274	0.08627800	15.7320200	0.114	0.738	0.838	83
0642	15.63	12	182.13141413	60.50381304	0.08725600	14.7919100	0.014	0.250	0.263	79
0643	15.63	1	341.80635731	-8.76243740	0.08169500	14.3523000	0.355	0.174	0.519	68
0643	15.63	2	341.32080122	-8.33967775	0.07506300	15.0812400	0.133	0.864	0.962	85
0643	15.63	3	341.39592852	-8.76621295	0.07092100	14.8692100	0.050	0.251	0.294	77
0644	15.37	1	336.78508489	-0.72715572	0.07045900	14.8670300	0.022	0.132	0.129	29
0644	15.37	5	337.10045276	-1.51907262	0.06649000	15.8374200	0.055	0.082	0.104	115
0645	16.19	9	201.44348811	0.54151893	0.09518400	16.8653500	0.052	0.160	0.116	88
0645	16.19	4	202.18168031	1.16775429	0.07492100	16.4150300	0.040	0.419	0.457	60
0645	16.19	5	201.51062954	1.18773665	0.07383500	16.0949600	0.040	0.526	0.538	87
0645	16.19	2	201.76563574	1.33572951	0.09548100	15.5182000	0.043	0.220	0.178	138
0645	16.19	2	201.76563574	1.33572951	0.09548100	15.5182000	0.043	0.220	0.178	138
0645	16.19	8	201.99639075	1.44882438	0.08197700	15.5679400	0.026	0.268	0.289	126
0645	16.19	3	201.77601226	0.40997221	0.08950400	15.5157200	0.041	0.435	0.395	105
0646	15.95	1	178.52558130	3.92099622	0.08818700	15.3809500	0.026	0.083	0.101	51
0646	15.95	4	179.02641331	3.29310310	0.07681800	15.8068100	0.288	0.466	0.185	74
0646	15.95	8	179.12788685	4.06661541	0.09079100	14.2215800	0.056	0.255	0.210	85
0646	15.95	6	178.04676137	4.35652378	0.05139600	15.7102000	0.070	0.650	0.718	86
0646	15.95	3	178.45080430	3.49076367	0.08335900	15.3273000	0.065	1.211	1.173	240
0646	15.95	3	178.45080430	3.49076367	0.08335900	15.3273000	0.065	1.211	1.173	240
0648	16.33	1	205.67765087	-1.07508501	0.06928500	16.0454700	0.097	0.585	0.677	45
0649	15.83	9	134.69781668	1.84251719	0.08097000	15.5212600	0.100	0.582	0.483	145
0649	15.83	10	134.78010025	1.44101406	0.05535300	15.1335800	0.044	0.231	0.190	66
0652	15.43	2	244.32672799	50.00995784	0.05017400	13.3491800	0.336	0.650	0.532	80
0652	15.43	5	242.46382088	49.16675772	0.05746000	14.9106500	0.050	0.438	0.388	76
0654	15.43	1	17.94241114	14.97788115	0.07776100	14.8967900	0.199	0.567	0.475	105
0654	15.43	2	18.18094027	15.55654735	0.05501400	13.4245100	0.225	0.326	0.442	158
0655	15.25	1	217.82584422	-1.81536899	0.06029400	15.6796200	0.045	0.240	0.196	63
0655	15.25	2	217.05218786	-2.52000501	0.05212700	15.7727400	0.038	0.138	0.105	64
0655	15.25	3	217.23240705	-2.71914255	0.06253700	15.4774800	0.017	0.083	0.079	92
0656	15.40	1	337.28537278	0.04376130	0.04816900	13.6204800	0.034	0.435	0.410	28
0656	15.40	4	336.39453708	0.06257649	0.07023900	15.8204800	0.329	0.488	0.817	60
0657	15.40	10	181.17091638	59.40089644	0.07511500	15.4471000	0.065	0.287	0.330	54
0657	15.40	8	180.52532943	60.36347109	0.07000600	15.5747500	0.028	0.258	0.246	81
0657	15.40	6	181.40743472	60.43210009	0.05446700	16.3983500	0.068	0.537	0.474	110
0657	15.40	7	180.89979560	60.20352216	0.06596200	16.0275300	0.068	0.710	0.753	60
0657	15.40	4	180.82629159	59.16716962	0.06332500	16.1730200	0.045	0.270	0.241	76
0658	15.31	1	217.41930010	0.36639969	0.07257200	14.4754800	0.187	0.232	0.056	97
0660	16.00	7	195.94455507	62.18736966	0.09332600	16.5995600	0.154	0.581	0.714	127
0660	16.00	1	195.73976161	62.48095765	0.07947200	15.4551800	0.114	0.354	0.288	63
0661	16.02	9	185.48546567	2.96727870	0.08729400	15.9051100	0.032	0.265	0.239	69
0661	16.02	7	184.97444843	2.93078078	0.07894400	16.0437700	0.037	0.341	0.377	55
0661	16.02	1	184.94737943	3.12570143	0.07801800	15.9274500	0.036	0.234	0.257	60
0661	16.02	6	185.07683816	3.00923666	0.07530900	16.0475400	0.022	0.135	0.113	45
0661	16.02	8	184.46593548	3.26923647	0.09250300	15.1648700	0.052	0.277	0.303	101
0664	15.57	1	253.95424193	37.98988726	0.06629700	15.0806200	0.049	0.325	0.281	92
0664	15.57	2	253.57261467	37.62237543	0.06795500	14.4872000	0.076	0.129	0.104	48
0665	16.79	1	255.78752223	34.59860955	0.11321500	16.2725200	0.070	0.205	0.144	34
0665	16.79	6	256.01683137	34.25809929	0.10974300	16.3958900	0.059	0.193	0.148	49
0665	16.79	5	255.33960521	34.66682445	0.08967700	16.5388000	0.032	0.589	0.558	43
0665	16.79	8	255.65977331	34.34639821	0.10021400	16.4009400	0.041	0.424	0.431	87
0665	16.79	7	255.81001556	34.98265129	0.09471000	15.2582900	0.018	0.566	0.574	119
0666	15.73	2	161.49253076	56.90495921	0.04963200	15.0915300	0.095	0.331	0.424	33
0666	15.73	8	163.26023454	55.63538197	0.07647600	12.8746700	0.054	0.769	0.815	114
0666	15.73	6	162.21974548	56.33621879	0.06959000	15.7227500	0.035	0.262	0.263	118
0666	15.73	5	163.65187207	56.98298320	0.04930800	14.9871400	0.035	0.577	0.543	111
0666	15.73	10	163.15883285	56.60378089	0.06500500	16.1309500	0.023	0.337	0.317	152
0666	15.73	1	163.34545290	56.31444927	0.07865700	14.3234800	0.147	0.224	0.096	78
0668	16.07	1	180.82504726	0.91991178	0.07274500	16.2554800	0.023	0.308	0.293	27
0668	16.07	13	180.49066028	0.61336057	0.07534000	16.3530800	0.063	0.244	0.222	30
0668	16.07	10	180.31149186	0.93982226	0.08120900	15.4707300	0.044	0.525	0.481	77
0668	16.07	7	180.21029931	1.15764501	0.09644600	15.8813900	0.098	0.483	0.410	96
0668	16.07	8	180.48610672	1.15146389	0.06417500	13.7504700	0.018	0.694	0.712	214
0668	16.07	6	180.03364394	0.67385358	0.08617000	16.1631500	0.062	0.853	0.862	132
0670	15.63	6	2.98347730	0.22498386	0.06379400	13.2165200	0.053	0.597	0.625	87
0670	15.63	1	3.31912746	0.01663421	0.05822100	16.0961400	0.214	0.112	0.109	223
0671	15.31	1	340.56270740	-0.61070947	0.06016400	15.9625000	0.068	0.388	0.395	42
0676	16.13	2	339.81101826	-8.53935329	0.09507200	15.5453100	0.055	0.470	0.424	29
0678	16.17	7	211.87302415	52.14152851	0.08054400	15.3792800	0.018	0.300	0.318	52
0678	16.17	9	212.94602225	53.19474143	0.09668000	15.8440800	0.004	0.131	0.132	25

Table B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0678	16.17	6	211.64822973	53.15040816	0.09245300	15.0173000	0.055	0.470	0.462	145
0679	15.31	9	217.06491314	-1.98250882	0.07119200	15.1099200	0.049	0.444	0.405	74
0679	15.31	7	216.88132305	-0.92242839	0.04452700	14.0332900	0.064	0.369	0.305	77
0680	16.19	1	256.88413534	30.89259590	0.09473900	17.0099900	0.090	0.163	0.223	13
0680	16.19	2	256.63732368	31.41336960	0.10551600	14.8285100	0.033	0.071	0.091	95
0684	15.34	1	340.03816035	-0.56013520	0.07553000	16.1541700	0.020	0.195	0.179	52
0684	15.34	3	339.97904313	-0.98860783	0.06436500	14.7834400	0.016	0.682	0.695	166
0685	15.81	1	26.80598311	13.96946653	0.08274100	15.6673300	0.048	0.643	0.600	77
0687	16.56	1	135.28351107	52.74077754	0.12110500	16.1681700	0.073	0.220	0.152	42
0687	16.56	2	135.06184617	53.06829369	0.09351500	15.7289700	0.039	0.124	0.101	59
0687	16.56	6	134.35028964	52.52224431	0.10513100	17.1670700	0.040	0.193	0.153	26
0687	16.56	3	136.01238572	52.46003988	0.12152300	15.7078800	0.018	1.000	0.993	164
0688	15.31	9	240.24651836	-0.34432271	0.03675900	16.7238000	0.045	0.785	0.740	73
0688	15.31	5	240.45190481	-0.80913451	0.06708700	14.7660400	0.085	0.441	0.515	52
0688	15.31	2	241.06472801	0.09701074	0.05666500	15.2167500	0.200	0.413	0.417	124
0688	15.31	1	240.29305652	-0.81779904	0.07914900	16.1267000	0.021	0.386	0.375	92
0688	15.31	4	240.15878004	-1.11190051	0.07125300	15.4351300	0.056	0.316	0.285	53
0691	16.07	1	183.73735156	5.04248090	0.09164200	16.0887600	0.075	0.132	0.207	38
0691	16.07	4	183.63296201	4.43507447	0.08429100	15.1017000	0.042	0.185	0.192	58
0691	16.07	7	183.44243770	4.84750457	0.07730000	15.6832000	0.030	0.507	0.508	177
0694	15.86	6	202.38501788	58.44811139	0.05473300	14.0791800	0.025	0.350	0.355	37
0694	15.86	1	202.45076386	59.09002273	0.06625200	13.6404000	0.039	0.459	0.479	97
0694	15.86	3	203.89249918	59.03289755	0.05372200	15.5030800	0.034	0.883	0.917	302
0695	15.60	2	240.36846055	53.90409022	0.05598700	14.7952200	0.140	0.082	0.196	131
0698	16.07	5	178.16325840	5.48000954	0.06890700	15.8635400	0.039	0.287	0.322	36
0698	16.07	8	178.72508989	5.09358320	0.09059200	16.9588100	0.013	0.627	0.637	83
0698	16.07	1	178.45898877	5.61416959	0.08532700	16.2582100	0.065	0.201	0.263	58
0698	16.07	3	178.18060361	5.81885101	0.07263500	15.4969000	0.316	0.416	0.417	123
0699	16.15	6	258.73264090	64.55574393	0.06428600	13.4478800	0.065	0.902	0.841	144
0699	16.15	4	261.17269624	64.28379474	0.06880700	15.9538300	0.138	0.065	0.186	47
0699	16.15	7	261.13134627	64.92918423	0.07069700	15.5921600	0.071	0.166	0.224	40
0699	16.15	2	259.07676739	64.13274870	0.07663200	15.6172800	0.134	0.575	0.455	91
0699	16.15	3	259.62982912	64.41810120	0.10341900	15.7685200	0.055	0.179	0.126	68
0700	16.47	4	156.41140413	0.68245200	0.07740000	16.1129500	0.038	0.387	0.349	99
0702	16.09	7	201.86772369	0.74978077	0.07034500	16.5868500	0.259	0.330	0.588	81
0702	16.09	5	201.91458528	0.32173977	0.05653600	15.6914000	0.209	0.459	0.476	96
0702	16.09	1	202.52900816	0.50960765	0.08802600	15.0563800	0.039	0.762	0.787	161
0702	16.09	8	202.80125902	1.14189185	0.06301000	16.3462100	0.039	0.715	0.712	129
0703	15.60	4	167.38908121	-0.60142663	0.07187300	15.3289900	0.088	0.337	0.396	73
0704	15.65	10	120.03900758	40.42414059	0.08219000	16.0410300	0.074	0.204	0.138	46
0704	15.65	1	120.21667252	39.96533945	0.04342800	13.3087100	0.088	0.528	0.445	54
0704	15.65	8	119.98465668	39.77026348	0.05502000	15.1104100	0.032	0.278	0.275	110
0704	15.65	5	120.79418531	39.90602047	0.06831000	14.1757900	0.168	0.155	0.210	195
0704	15.65	2	120.22430840	39.41048448	0.08242300	14.8776800	0.059	0.058	0.110	59
0709	16.30	1	232.64743238	2.65181889	0.10875100	15.7659400	0.057	0.214	0.169	32
0709	16.30	4	232.81509275	2.44277396	0.08480200	16.2524900	0.106	0.209	0.213	37
0709	16.30	3	232.14733807	2.06169654	0.07668700	16.4336800	0.081	0.054	0.099	75
0710	16.09	2	207.52288708	6.11251972	0.07435900	15.5989900	0.132	0.449	0.333	42
0710	16.09	11	207.23451745	5.76785138	0.09264000	18.0264800	0.025	0.203	0.198	45
0710	16.09	1	207.38224388	5.52738060	0.07856300	15.5162200	0.190	0.252	0.203	57
0710	16.09	8	207.03508652	5.19373694	0.07637300	16.1633600	0.046	0.682	0.681	53
0710	16.09	5	207.31661708	5.19137032	0.06908100	15.9146600	0.049	0.662	0.696	97
0710	16.09	4	207.17256420	4.93125108	0.08698700	15.3595500	0.032	0.049	0.062	96
0710	16.09	7	207.93329231	4.97600447	0.10004700	15.6579700	0.037	0.782	0.792	149
0712	15.57	1	221.37464290	3.92404723	0.08270200	15.3712900	0.166	0.239	0.153	39
0719	15.93	1	233.48094582	52.84141098	0.08767600	15.7787900	0.237	0.335	0.116	106
0719	15.93	5	234.11173820	52.75973791	0.07905400	16.2131100	0.259	0.450	0.382	66
0719	15.93	2	232.61018238	53.11246015	0.08614300	15.7111900	0.014	0.400	0.398	114
0724	16.04	7	180.36177935	1.74044501	0.08383300	15.5100900	0.058	0.467	0.520	74
0724	16.04	1	179.93636406	1.82976481	0.10068100	16.3643500	0.114	0.044	0.136	43
0724	16.04	5	179.85257699	1.43406488	0.07507700	15.3372700	0.230	0.220	0.246	98
0724	16.04	6	179.71741641	1.72827483	0.08916800	16.1974500	0.029	0.222	0.193	29
0724	16.04	2	180.31466622	2.30265757	0.07564800	15.1078400	0.102	0.130	0.043	45
0724	16.04	8	180.37666777	2.00325696	0.06377100	12.7839200	0.063	0.187	0.250	126
0724	16.04	4	180.21029931	1.15764501	0.09644600	15.8813900	0.026	0.206	0.233	149
0728	15.46	4	244.46022268	49.74673437	0.06065500	14.9153600	0.047	0.308	0.262	65
0728	15.46	1	243.74775822	50.34117194	0.06938600	14.2847200	0.169	0.572	0.568	120
0728	15.46	2	244.21670058	50.28219196	0.05310200	14.4731200	0.316	0.807	0.509	164
0728	15.46	3	243.38428941	51.06196605	0.04373300	15.1648200	0.051	0.213	0.182	45
0729	15.28	1	214.30659568	1.30190564	0.05917900	15.4712400	0.006	0.347	0.352	20
0729	15.28	6	214.54101591	2.11111760	0.07734100	15.2368000	0.026	0.951	0.974	164
0730	15.08	1	123.31123911	45.98945743	0.05295500	12.2120600	0.548	0.990	0.443	97
0730	15.08	6	124.92856659	45.78410119	0.05777700	15.3449600	0.068	0.673	0.637	27
0730	15.08	5	122.67916931	46.54832810	0.04537100	14.5268000	0.076	0.194	0.125	73
0730	15.08	2	124.49683173	47.38781842	0.07024500	14.5208600	0.063	0.230	0.204	37
0730	15.08	3	125.06094187	47.49755775	0.05008400	13.0354300	0.036	0.918	0.900	67
0731	15.25	9	216.53658445	-1.20229509	0.05810400	16.1245800	0.040	0.610	0.643	41

TABLE B.6: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	α_{BCG}	δ_{BCG}	z_{BCG}	r'_{BCG}	(8)	(9)	(10)	$N_{gal,clump}$
0731	15.25	7	216.56673278	-2.39263645	0.06826800	16.7748400	0.174	0.714	0.887	102
0734	15.18	8	217.04177558	-1.67681420	0.05053400	15.1506400	0.059	0.390	0.441	34
0734	15.18	1	216.79920474	-2.26240597	0.05155000	13.3242600	0.048	0.235	0.190	126
0734	15.18	5	216.18100503	-1.57029987	0.04543000	15.4501300	0.062	0.426	0.366	86
0739	15.37	2	338.22105438	-0.97351652	0.07897100	15.3953000	0.153	0.150	0.225	60
0739	15.37	5	337.04396190	-1.14531672	0.05080000	15.9931000	0.100	0.093	0.185	66
0743	15.34	1	216.90930570	4.46033786	0.06685800	15.4573600	0.038	0.153	0.119	36
0743	15.34	2	216.12686960	5.14253451	0.06981600	12.3427300	0.112	1.420	1.348	189
0744	15.25	8	211.63320425	-1.96885379	0.05324400	15.2789300	0.019	0.418	0.406	54
0744	15.25	1	211.64335710	-1.18706141	0.05091100	14.5642900	0.024	0.419	0.400	134
0747	15.31	9	175.70827185	-3.54428463	0.06278700	12.9486500	0.009	0.389	0.380	69
0747	15.31	10	175.61516388	-3.66001203	0.04877600	16.2586000	0.037	0.697	0.667	91
0747	15.31	1	175.22571265	-2.69468237	0.04447400	14.6288800	0.142	0.697	0.560	82
0747	15.31	7	175.62892947	-2.25148089	0.06218900	14.4777100	0.084	0.492	0.573	54
0747	15.31	8	175.41714955	-2.24627884	0.07481200	14.9867900	0.048	0.116	0.091	82
0747	15.31	2	175.14281863	-3.58158801	0.07274500	16.6796500	0.089	0.397	0.419	52

TABLE B.7: Analyse de la multimodalité des structures dans l'espace des vitesses radiales.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0000	16.17	1	84	79	1	0.082353	24688	1	0.0283	N	1	0.080919	24258	1386	79
0000	16.17	4	12	9	1	0.080000	23983	1	0.0757	N	1	0.080748	24207	1051	9
0000	16.17	2	16	13	2	0.089412	26804	2	0.8147	N	1	0.079122	23720	247	5
0001	17.36	5	15	5	1	0.134902	40442	1	0.8721	C	1	0.131980	39566	1981	5
0001	17.36	4	72	41	1	0.138824	41618	1	0.4270	C	1	0.139400	41791	1748	41
0001	17.36	1	94	58	1	0.138824	41618	3	0.1878	N	1	0.138830	41620	481	38
0001	17.36	1	94	58	1	0.138824	41618	3	0.1878	N	2	0.144910	43442	616	15
0001	17.36	1	94	58	1	0.138824	41618	3	0.1878	N	3	0.128260	38451	191	5
0001	17.36	2	88	60	1	0.138824	41618	1	0.1332	C	1	0.139910	41943	1205	60
0001	17.36	3	72	50	1	0.138824	41618	1	0.0747	S	1	0.139620	41857	868	45
0003	16.99	2	39	35	1	0.117647	35269	1	0.0289	N	1	0.116860	35033	920	35
0003	16.99	1	37	35	1	0.118431	35504	1	0.0269	C	1	0.118640	35567	1031	35
0003	16.99	3	114	98	1	0.118431	35504	1	0.1102	N	1	0.118210	35438	936	98
0005	16.76	9	28	5	1	0.109020	32683	1	1.0037	C	1	0.108780	32611	362	5
0005	16.76	3	20	5	1	0.116078	34799	1	1.1319	C	1	0.112370	33687	645	5
0005	16.76	1	62	23	1	0.107451	32212	1	0.6194	C	1	0.106960	32065	710	23
0005	16.76	2	15	10	1	0.109020	32683	1	0.1772	S	1	0.108510	32530	691	8
0006	16.32	11	13	7	1	0.090196	27040	1	0.3083	C	1	0.091448	27415	1543	7
0006	16.32	3	24	12	1	0.086275	25864	1	0.2234	C	1	0.086439	25913	1087	12
0006	16.32	8	6	5	1	0.090196	27040	1	0.3887	C	1	0.090891	27248	1357	5
0006	16.32	9	26	16	1	0.087843	26334	1	0.1565	C	1	0.086523	25938	750	16
0006	16.32	10	28	20	1	0.088627	26569	1	0.0868	C	1	0.088706	26593	943	20
0006	16.32	6	23	12	2	0.098039	29391	1	0.3135	N	1	0.098819	29625	1226	12
0006	16.32	1	55	47	1	0.086275	25864	1	0.0711	N	1	0.088136	26422	1140	47
0006	16.32	5	35	26	2	0.097255	29156	1	0.0955	S	1	0.099112	29713	1169	23
0007	16.56	7	35	11	1	0.099608	29861	1	0.7594	N	1	0.099510	29832	819	11
0007	16.56	1	52	42	1	0.098824	29626	1	0.0344	N	1	0.098022	29386	837	42
0007	16.56	6	48	10	1	0.099608	29861	1	0.8236	N	1	0.099612	29862	814	10
0007	16.56	8	24	6	1	0.099608	29861	1	0.8089	N	1	0.099126	29717	794	6
0007	16.56	4	82	30	1	0.097255	29156	1	0.5318	C	1	0.097200	29139	908	30
0007	16.56	5	41	16	1	0.097255	29156	1	0.6130	N	1	0.097085	29105	280	16
0007	16.56	2	24	10	1	0.097255	29156	1	0.5408	C	1	0.097611	29263	1399	10
0008	16.21	7	20	10	1	0.086275	25864	1	0.4150	C	1	0.086283	25866	922	10
0008	16.21	1	76	56	2	0.086275	25864	1	0.0651	C	1	0.085144	25525	1165	56
0010	17.43	1	41	36	1	0.144314	43264	1	0.0265	C	1	0.145070	43490	888	36
0010	17.43	2	27	11	1	0.143529	43029	1	0.2730	C	1	0.146240	43841	1424	11
0011	17.31	2	12	5	1	0.130980	39266	1	0.5996	C	1	0.131030	39281	1073	5
0011	17.31	3	27	20	1	0.131765	39502	1	0.0689	N	1	0.133160	39920	1300	20
0011	17.31	1	38	25	1	0.138039	41383	1	0.4204	N	1	0.135930	40750	1416	25
0011	17.31	5	19	6	1	0.130980	39266	1	0.9193	C	1	0.130420	39098	1360	6
0012	17.42	1	19	12	1	0.144314	43264	1	0.2741	N	1	0.144620	43355	608	12
0012	17.42	8	15	7	1	0.145098	43499	1	0.7025	C	1	0.142890	42837	1249	7
0013	17.16	1	29	19	1	0.129412	38796	2	0.4378	N	1	0.121670	36475	691	9
0013	17.16	1	29	19	1	0.129412	38796	2	0.4378	N	2	0.130570	39143	515	10
0013	17.16	2	49	33	1	0.122353	36680	1	0.1327	N	1	0.124160	37222	1666	33
0014	17.16	4	10	5	1	0.129412	38796	1	0.9125	C	1	0.129310	38766	810	5
0014	17.16	5	22	18	1	0.127843	38326	1	0.0691	N	1	0.127810	38316	504	18
0014	17.16	1	40	24	1	0.128627	38561	1	0.3807	N	1	0.128310	38466	861	24
0014	17.16	2	18	14	1	0.129412	38796	1	0.1438	C	1	0.129030	38682	411	14
0015	17.13	3	10	10	1	0.127059	38091	1	0.1861	C	1	0.127480	38217	451	10
0015	17.13	1	34	32	1	0.127059	38091	1	0.0135	N	1	0.127220	38139	884	32
0015	17.13	2	45	34	1	0.127059	38091	1	0.0329	C	1	0.127430	38202	804	34
0016	16.54	3	11	7	1	0.094118	28215	1	0.2763	S	1	0.092917	27855	2412	5
0016	16.54	4	17	8	1	0.095686	28686	1	0.3194	N	1	0.095293	28568	1553	8

Table B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0016	16.54	5	24	13	1	0.096471	28921	1	0.1754	N	1	0.096716	28994	1769	13
0016	16.54	6	13	6	1	0.087843	26334	1	0.2995	C	1	0.090182	27035	1330	6
0016	16.54	7	68	47	1	0.100392	30096	2	0.1184	N	1	0.099245	29752	1083	41
0016	16.54	7	68	47	1	0.100392	30096	2	0.1184	N	2	0.110010	32980	255	6
0016	16.54	1	56	49	1	0.096471	28921	1	0.0432	N	1	0.097903	29350	1204	49
0017	16.19	4	21	14	1	0.083922	25159	1	0.1965	N	1	0.083621	25068	825	14
0017	16.19	1	37	35	1	0.083137	24923	1	0.0165	N	1	0.083475	25025	684	35
0017	16.19	3	11	6	1	0.083922	25159	1	0.6556	C	1	0.083878	25145	457	6
0017	16.19	6	16	11	1	0.083137	24923	1	0.1704	N	1	0.083215	24947	760	11
0018	16.58	3	15	9	1	0.099608	29861	1	0.2459	C	1	0.100610	30162	1772	9
0018	16.58	2	29	16	1	0.087843	26334	1	0.5213	C	1	0.085778	25715	959	16
0018	16.58	5	19	13	2	0.105882	31742	1	0.6850	C	1	0.101710	30491	1479	13
0018	16.58	1	39	26	1	0.098824	29626	1	0.1175	N	1	0.098992	29677	1251	26
0018	16.58	4	16	5	1	0.091765	27510	1	0.9529	C	1	0.093184	27935	938	5
0019	16.73	3	19	6	1	0.106667	31977	1	1.0239	C	1	0.106860	32035	327	6
0019	16.73	7	25	9	1	0.105882	31742	1	0.7051	C	1	0.106420	31903	531	9
0019	16.73	5	8	5	1	0.116078	34799	1	0.6245	N	1	0.116840	35027	1288	5
0019	16.73	8	58	29	1	0.107451	32212	1	0.2486	S	1	0.107210	32140	402	26
0019	16.73	9	20	9	1	0.106667	31977	1	0.4278	C	1	0.108090	32404	1040	9
0019	16.73	1	38	25	1	0.105882	31742	1	0.0985	N	1	0.105950	31763	601	25
0019	16.73	2	72	46	1	0.107451	32212	1	0.0900	S	1	0.106800	32017	595	43
0020	16.54	2	14	9	1	0.096471	28921	1	0.2689	N	1	0.096338	28881	320	9
0020	16.54	3	13	5	1	0.101961	30567	1	0.7894	N	1	0.101440	30410	436	5
0020	16.54	1	54	43	2	0.098039	29391	1	0.0199	C	1	0.098343	29482	992	43
0021	16.95	1	22	18	1	0.118431	35504	1	0.0426	N	1	0.118070	35396	720	18
0021	16.95	7	16	9	1	0.116078	34799	1	0.4472	N	1	0.116380	34889	569	9
0021	16.95	2	14	12	1	0.116078	34799	1	0.0790	N	1	0.115880	34739	492	12
0021	16.95	4	25	21	1	0.115294	34564	1	0.0166	N	1	0.115420	34602	732	21
0021	16.95	5	45	31	1	0.117647	35269	1	0.0453	N	1	0.116790	35012	870	31
0021	16.95	6	32	24	1	0.116863	35034	1	0.0392	N	1	0.116780	35009	668	24
0022	16.93	6	11	8	1	0.116863	35034	1	0.2123	C	1	0.116230	34844	826	8
0022	16.93	8	11	9	1	0.118431	35504	1	0.3423	N	1	0.118280	35459	353	9
0022	16.93	2	23	13	1	0.118431	35504	1	0.1146	C	1	0.118940	35657	1096	13
0022	16.93	4	20	13	1	0.118431	35504	1	0.0925	C	1	0.118940	35657	1096	13
0022	16.93	1	39	34	1	0.116863	35034	1	0.0197	N	1	0.116250	34850	748	34
0022	16.93	3	17	15	1	0.114510	34329	1	0.0614	N	1	0.114730	34395	571	15
0023	17.04	1	21	18	1	0.121569	36445	1	0.0572	C	1	0.122180	36628	672	18
0023	17.04	7	32	15	1	0.122353	36680	1	0.1445	S	1	0.122670	36775	585	13
0024	16.04	3	12	11	1	0.076863	23042	1	0.0386	N	1	0.076072	22805	543	11
0024	16.04	1	39	39	1	0.077647	23278	1	0.0147	N	1	0.076802	23024	1013	39
0025	16.78	1	32	22	1	0.107451	32212	1	0.0263	N	1	0.107310	32170	772	22
0025	16.78	2	18	16	1	0.106667	31977	1	0.1899	N	1	0.106520	31933	766	16
0026	16.04	2	23	17	1	0.076863	23042	1	0.0485	N	1	0.077202	23144	948	17
0026	16.04	7	8	7	1	0.074510	22337	1	0.2415	C	1	0.074866	22444	898	7
0026	16.04	1	51	45	1	0.076078	22807	1	0.0936	S	1	0.076868	23044	853	43
0026	16.04	4	18	12	1	0.079216	23748	1	0.1352	C	1	0.079213	23747	624	12
0027	17.11	1	28	23	1	0.126275	37856	1	0.0617	N	1	0.125670	37674	1030	23
0028	16.09	1	37	32	1	0.079216	23748	1	0.0219	C	1	0.079278	23766	764	32
0028	16.09	2	25	14	1	0.080000	23983	1	0.2899	N	1	0.079771	23914	650	14
0029	17.29	3	8	7	1	0.132549	39737	1	0.6784	N	1	0.132880	39836	519	7
0029	17.29	1	25	19	1	0.136471	40912	1	0.0835	N	1	0.135110	40504	1199	19
0029	17.29	5	12	5	1	0.135686	40677	1	0.6339	C	1	0.135780	40705	450	5
0030	16.92	5	14	12	1	0.115294	34564	1	0.0281	N	1	0.115420	34602	1104	12
0030	16.92	1	27	25	1	0.115294	34564	1	0.1727	N	1	0.115220	34542	819	25
0030	16.92	2	22	20	1	0.116078	34799	1	0.0807	N	1	0.115400	34596	949	20
0031	16.19	12	11	9	1	0.083922	25159	1	0.0149	C	1	0.083738	25104	1454	9
0031	16.19	11	34	20	1	0.082353	24688	1	0.1529	C	1	0.082784	24818	702	20
0031	16.19	10	13	10	1	0.083137	24923	1	0.3323	C	1	0.083318	24978	665	10
0031	16.19	5	17	8	1	0.081569	24453	1	0.2879	C	1	0.081345	24386	911	8
0031	16.19	4	27	22	1	0.083922	25159	1	0.0800	N	1	0.083562	25051	699	22
0031	16.19	3	25	11	1	0.083922	25159	1	0.2694	C	1	0.083590	25059	694	11
0031	16.19	9	35	14	1	0.083922	25159	1	0.3341	C	1	0.082684	24788	816	14
0031	16.19	6	52	17	1	0.083922	25159	1	0.6584	C	1	0.083902	25153	936	17
0031	16.19	1	27	25	1	0.083137	24923	1	0.0076	N	1	0.083050	24897	785	25
0031	16.19	2	37	28	1	0.083137	24923	1	0.1341	N	1	0.082851	24838	977	28
0032	16.99	9	12	8	1	0.120000	35975	1	0.1698	C	1	0.119110	35708	553	8
0032	16.99	3	13	6	1	0.118431	35504	1	0.8118	C	1	0.118420	35501	904	6
0032	16.99	1	29	24	1	0.119216	35739	1	0.0694	N	1	0.119150	35720	1053	24
0032	16.99	6	19	11	1	0.121569	36445	1	0.1831	C	1	0.120860	36232	974	11
0032	16.99	2	63	21	1	0.120784	36210	1	0.6156	C	1	0.120300	36065	987	21
0033	16.35	5	14	8	1	0.082353	24688	1	0.1021	N	1	0.082222	24649	498	8
0033	16.35	1	31	26	1	0.088627	26569	1	0.0063	C	1	0.088174	26433	854	26
0033	16.35	4	62	48	1	0.089412	26804	1	0.0670	N	1	0.087922	26358	1146	48
0034	16.93	3	25	5	1	0.123922	37150	1	0.9958	C	1	0.123130	36913	1719	5
0034	16.93	6	11	6	1	0.125490	37621	1	0.3585	C	1	0.123630	37063	2071	6
0034	16.93	1	15	9	1	0.118431	35504	1	0.2352	C	1	0.117760	35303	1457	9
0035	16.39	4	16	8	1	0.090980	27275	1	0.2330	C	1	0.090777	27214	835	8

TABLE B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0035	16.39	1	24	18	1	0.090980	27275	1	0.1651	N	1	0.090828	27229	800	18
0035	16.39	6	48	32	1	0.092549	27745	1	0.1264	N	1	0.091428	27409	829	32
0036	17.27	2	22	6	1	0.132549	39737	1	0.5799	C	1	0.132920	39848	246	6
0036	17.27	9	55	22	1	0.134902	40442	1	0.4273	N	1	0.134080	40196	702	22
0036	17.27	1	61	26	1	0.135686	40677	1	0.3855	N	1	0.134900	40442	681	26
0036	17.27	3	10	7	1	0.134118	40207	1	0.3734	C	1	0.134010	40175	601	7
0036	17.27	5	8	6	1	0.135686	40677	1	0.6337	C	1	0.135370	40582	445	6
0037	17.49	1	17	13	1	0.149804	44910	1	0.0706	S	1	0.149090	44696	1024	11
0037	17.49	7	10	5	1	0.148235	44439	1	0.4089	C	1	0.147970	44360	722	5
0037	17.49	2	7	5	1	0.148235	44439	1	0.3099	C	1	0.148120	44405	705	5
0038	16.39	1	31	26	1	0.090980	27275	1	0.0726	N	1	0.091497	27430	494	26
0038	16.39	6	22	8	1	0.091765	27510	1	0.4252	N	1	0.091721	27497	142	8
0038	16.39	7	14	10	1	0.091765	27510	1	0.1999	S	1	0.092301	27671	322	7
0038	16.39	3	9	5	1	0.095686	28686	1	1.3804	N	1	0.095454	28616	190	5
0039	16.54	1	36	30	1	0.096471	28921	1	0.0461	N	1	0.096681	28984	575	30
0039	16.54	4	31	7	1	0.096471	28921	1	0.8258	C	1	0.096648	28974	347	7
0040	16.90	6	22	14	1	0.120784	36210	1	0.3706	C	1	0.122550	36739	1942	14
0040	16.90	3	16	12	1	0.113725	34094	1	0.1203	C	1	0.112200	33636	1132	12
0040	16.90	1	12	6	1	0.120000	35975	1	0.3924	C	1	0.120720	36190	1413	6
0040	16.90	2	26	9	1	0.107451	32212	1	0.5669	C	1	0.108310	32470	632	9
0041	17.43	1	18	13	1	0.144314	43264	1	0.2499	C	1	0.142430	42699	965	13
0043	16.71	10	17	5	1	0.109020	32683	1	1.0954	C	1	0.109380	32791	894	5
0043	16.71	4	15	6	1	0.102745	30802	1	0.5298	C	1	0.102950	30863	510	6
0043	16.71	6	52	22	1	0.108235	32448	1	0.4742	N	1	0.108540	32539	1314	22
0043	16.71	5	16	13	1	0.108235	32448	1	0.0375	N	1	0.107340	32179	1551	13
0043	16.71	1	37	32	1	0.105098	31507	1	0.0282	N	1	0.105770	31709	1122	32
0043	16.71	2	24	19	1	0.106667	31977	2	0.6934	C	1	0.107510	32230	720	12
0043	16.71	2	24	19	1	0.106667	31977	2	0.6934	C	2	0.097937	29360	283	7
0044	16.83	1	23	17	2	0.110588	33153	1	0.4690	C	1	0.107850	32332	1443	17
0044	16.83	3	11	8	1	0.116863	35034	1	0.2211	S	1	0.116950	35060	333	5
0044	16.83	8	11	5	1	0.117647	35269	1	0.9026	N	1	0.115620	34662	838	5
0044	16.83	7	11	6	1	0.110588	33153	1	0.3003	N	1	0.111350	33381	661	6
0044	16.83	6	23	6	1	0.102745	30802	1	0.9508	N	1	0.102310	30671	414	6
0044	16.83	2	16	8	1	0.106667	31977	1	0.2591	S	1	0.106680	31981	703	6
0045	15.37	4	39	36	1	0.054902	16459	1	0.0348	C	1	0.054929	16467	1139	36
0045	15.37	1	41	36	1	0.055686	16694	1	0.0277	N	1	0.055183	16543	1222	36
0045	15.37	2	21	20	1	0.054118	16224	1	0.1208	N	1	0.054328	16287	904	20
0046	16.21	6	18	14	1	0.083922	25159	1	0.1560	N	1	0.083990	25179	812	14
0046	16.21	1	46	41	1	0.083137	24923	1	0.0201	N	1	0.082841	24835	734	41
0046	16.21	4	100	75	1	0.083137	24923	1	0.0183	N	1	0.082887	24848	778	75
0047	15.86	1	35	33	1	0.072157	21632	1	0.0455	N	1	0.070346	21089	1108	33
0048	17.20	1	18	15	1	0.130980	39266	1	0.0656	N	1	0.130530	39131	718	15
0049	16.83	10	10	5	1	0.109020	32683	1	1.7057	C	1	0.109050	32692	258	5
0049	16.83	1	18	15	1	0.110588	33153	1	0.1339	S	1	0.110600	33157	238	13
0049	16.83	5	14	5	1	0.105098	31507	1	1.0800	C	1	0.106460	31915	1146	5
0050	16.84	8	31	11	1	0.112157	33623	1	0.8264	C	1	0.113430	34005	1190	11
0050	16.84	1	36	19	1	0.111373	33388	1	0.1010	S	1	0.111090	33303	677	17
0050	16.84	3	27	15	1	0.112157	33623	1	0.4094	N	1	0.112660	33774	434	15
0050	16.84	4	25	22	1	0.110588	33153	1	0.0205	C	1	0.110380	33091	811	22
0051	16.21	1	54	52	1	0.084706	25394	1	0.0553	N	1	0.084385	25297	1101	52
0051	16.21	3	17	9	1	0.084706	25394	1	0.2321	N	1	0.084624	25369	444	9
0052	15.78	5	10	9	1	0.072941	21867	1	0.1539	C	1	0.073755	22111	1757	9
0052	15.78	6	14	10	1	0.069020	20691	1	0.0880	C	1	0.070132	21025	1076	10
0052	15.78	1	35	34	1	0.068235	20456	1	0.0181	N	1	0.068077	20408	810	34
0053	16.98	3	18	12	1	0.107451	32212	1	0.1624	C	1	0.107230	32146	1863	12
0053	16.98	1	24	19	1	0.116863	35034	1	0.0384	N	1	0.117150	35120	704	19
0054	16.17	10	6	5	1	0.083137	24923	1	0.7804	N	1	0.083215	24947	493	5
0054	16.17	8	9	5	1	0.083137	24923	1	1.0406	N	1	0.083215	24947	493	5
0054	16.17	4	6	5	1	0.083137	24923	1	1.1281	C	1	0.083021	24889	386	5
0054	16.17	6	6	5	1	0.083137	24923	1	1.5525	N	1	0.083194	24940	223	5
0054	16.17	13	10	7	1	0.081569	24453	1	0.3686	C	1	0.077756	23310	1986	7
0054	16.17	7	10	7	1	0.083137	24923	1	0.3565	C	1	0.083342	24985	607	7
0054	16.17	5	34	34	1	0.087059	26099	1	0.0109	S	1	0.086492	25929	680	32
0054	16.17	1	42	36	1	0.083137	24923	1	0.0629	N	1	0.084628	25370	967	36
0055	17.20	1	28	25	1	0.130196	39031	1	0.0287	N	1	0.130780	39206	723	25
0055	17.20	2	23	8	1	0.129412	38796	1	0.8182	C	1	0.129020	38679	429	8
0056	16.54	6	13	7	1	0.105098	31507	1	0.1558	C	1	0.104060	31196	922	7
0056	16.54	4	12	5	1	0.105098	31507	1	0.4415	C	1	0.102770	30809	1214	5
0056	16.54	3	21	9	1	0.103529	31037	1	0.7090	N	1	0.103110	30911	1465	9
0056	16.54	1	14	8	1	0.105882	31742	1	0.2926	S	1	0.105320	31574	607	6
0057	16.76	1	16	13	1	0.107451	32212	1	0.1848	C	1	0.107320	32173	411	13
0058	16.02	3	15	6	1	0.073725	22102	1	0.8272	N	1	0.074999	22484	1024	6
0058	16.02	8	12	8	1	0.075294	22572	1	0.0921	C	1	0.075342	22586	948	8
0058	16.02	1	32	26	1	0.076863	23042	1	0.1066	N	1	0.076589	22960	733	26
0060	17.38	2	13	8	1	0.142745	42793	1	0.2864	C	1	0.142820	42816	371	8
0060	17.38	1	20	17	1	0.141176	42323	1	0.1102	N	1	0.141850	42525	909	17
0060	17.38	3	12	9	1	0.141961	42558	1	0.1809	N	1	0.142030	42579	454	9

Table B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0061	15.40	1	44	37	1	0.057255	17164	1	0.0441	C	1	0.057839	17339	591	37
0061	15.40	4	9	6	1	0.062745	18810	1	0.7832	C	1	0.065863	19745	1674	6
0061	15.40	3	16	10	1	0.057255	17164	1	0.3670	C	1	0.057517	17243	1302	10
0062	16.23	9	9	5	1	0.085490	25629	1	0.9301	C	1	0.084980	25476	951	5
0062	16.23	2	16	6	1	0.083922	25159	1	0.6207	N	1	0.083616	25067	490	6
0062	16.23	10	29	17	1	0.085490	25629	1	0.0842	N	1	0.084326	25280	1428	17
0062	16.23	3	23	15	1	0.085490	25629	1	0.0820	N	1	0.084926	25460	1302	15
0062	16.23	4	20	12	1	0.088627	26569	2	1.3900	N	1	0.090358	27088	156	6
0062	16.23	4	20	12	1	0.088627	26569	2	1.3900	N	2	0.084197	25241	660	6
0062	16.23	5	43	24	1	0.083922	25159	1	0.0948	N	1	0.083905	25154	564	24
0062	16.23	1	29	21	1	0.085490	25629	1	0.0624	N	1	0.085169	25533	493	21
0062	16.23	7	39	26	1	0.084706	25394	1	0.0306	N	1	0.084655	25378	594	26
0065	17.02	4	11	8	1	0.121569	36445	1	0.2506	S	1	0.121470	36415	306	5
0065	17.02	1	19	15	1	0.120000	35975	1	0.0894	C	1	0.120140	36017	522	15
0066	17.13	2	58	44	1	0.127059	38091	2	0.0608	S	1	0.131200	39332	552	6
0066	17.13	2	58	44	1	0.127059	38091	2	0.0608	S	2	0.126500	37923	393	34
0066	17.13	1	22	18	1	0.126275	37856	1	0.0649	N	1	0.126880	38037	472	18
0066	17.13	3	49	41	1	0.127059	38091	2	0.1337	S	1	0.131160	39320	558	6
0067	16.61	9	20	5	1	0.100392	30096	1	0.9113	C	1	0.100480	30123	1234	5
0067	16.61	3	15	8	1	0.098824	29626	1	0.1953	C	1	0.097728	29298	1014	8
0067	16.61	5	43	13	1	0.094902	28450	2	1.0002	N	1	0.092192	27638	403	7
0067	16.61	5	43	13	1	0.094902	28450	2	1.0002	N	2	0.100290	30066	403	6
0067	16.61	10	23	6	1	0.096471	28921	1	0.9128	C	1	0.097263	29158	1936	6
0067	16.61	1	18	11	1	0.100392	30096	1	0.1635	C	1	0.098866	29639	1177	11
0067	16.61	6	40	15	1	0.099608	29861	2	0.7513	N	1	0.092275	27663	472	5
0067	16.61	6	40	15	1	0.099608	29861	2	0.7513	N	2	0.100600	30159	489	10
0068	15.95	3	12	6	1	0.076078	22807	1	0.6664	N	1	0.076722	23000	1300	6
0068	15.95	1	41	33	1	0.075294	22572	1	0.0945	N	1	0.076482	22928	884	33
0068	15.95	2	8	6	1	0.077647	23278	1	0.4329	N	1	0.077006	23085	581	6
0068	15.95	4	10	9	1	0.075294	22572	1	0.2665	N	1	0.075462	22622	425	9
0069	15.93	6	14	6	1	0.073725	22102	1	0.7783	N	1	0.073948	22169	197	6
0069	15.93	1	35	23	1	0.074510	22337	1	0.0777	N	1	0.074110	22217	540	23
0070	16.71	1	40	34	1	0.105098	31507	1	0.0742	N	1	0.106090	31804	902	34
0070	16.71	3	8	7	1	0.104314	31272	1	0.3150	N	1	0.104170	31229	1329	7
0070	16.71	5	42	33	2	0.110588	33153	1	0.2436	C	1	0.106930	32056	1369	33
0070	16.71	2	18	12	1	0.108235	32448	1	0.1608	C	1	0.108010	32380	765	12
0071	16.28	5	41	28	1	0.085490	25629	1	0.0288	N	1	0.085882	25746	966	28
0072	16.28	6	6	6	1	0.082353	24688	1	0.9112	C	1	0.082554	24749	465	6
0072	16.28	3	20	16	1	0.087843	26334	1	0.1074	N	1	0.087717	26296	450	16
0073	16.73	1	11	7	1	0.105882	31742	1	0.6649	N	1	0.106270	31858	249	7
0073	16.73	2	24	12	1	0.114510	34329	1	0.2357	S	1	0.114480	34320	164	9
0073	16.73	6	16	6	1	0.105098	31507	1	0.2808	C	1	0.106660	31975	1094	6
0073	16.73	8	18	6	1	0.105098	31507	1	0.3892	C	1	0.106740	31999	1088	6
0074	17.42	3	7	6	1	0.147451	44204	1	0.2895	C	1	0.148640	44561	1630	6
0074	17.42	6	17	11	1	0.145098	43499	1	0.3758	S	1	0.143690	43077	669	7
0075	16.90	5	23	9	1	0.120000	35975	1	0.4254	N	1	0.121150	36319	1733	9
0075	16.90	3	23	15	1	0.114510	34329	1	0.2398	N	1	0.114310	34269	624	15
0075	16.90	1	33	29	1	0.113725	34094	1	0.0548	N	1	0.113650	34071	644	29
0075	16.90	4	12	8	1	0.114510	34329	1	0.1230	C	1	0.114540	34338	2136	8
0076	17.21	1	23	18	1	0.130196	39031	1	0.0252	N	1	0.130470	39113	567	18
0076	17.21	3	18	5	2	0.142745	42793	1	0.8952	C	1	0.143110	42903	190	5
0077	16.96	5	34	24	1	0.116078	34799	2	0.2290	N	1	0.106910	32050	282	6
0077	16.96	6	17	7	1	0.111373	33388	1	0.6358	N	1	0.108630	32566	1457	7
0077	16.96	3	14	8	1	0.114510	34329	1	0.3223	C	1	0.112890	33843	1055	8
0077	16.96	1	51	27	2	0.106667	31977	2	0.4290	N	1	0.116780	35009	324	11
0077	16.96	1	51	27	2	0.106667	31977	2	0.4290	N	2	0.106880	32041	328	16
0078	17.33	4	7	5	1	0.144314	43264	1	1.1434	C	1	0.141710	42483	1174	5
0078	17.33	5	36	26	1	0.138824	41618	1	0.0477	N	1	0.139190	41728	583	26
0078	17.33	6	36	24	1	0.139608	41853	1	0.0682	N	1	0.139370	41782	567	24
0078	17.33	3	8	6	1	0.138824	41618	1	0.7185	N	1	0.138170	41422	1037	6
0078	17.33	1	18	16	1	0.138824	41618	1	0.3431	N	1	0.138840	41623	642	16
0078	17.33	2	21	17	1	0.138824	41618	1	0.0663	N	1	0.138550	41536	920	17
0080	17.12	4	13	12	1	0.132549	39737	2	1.8120	N	1	0.126820	38019	374	6
0080	17.12	4	13	12	1	0.132549	39737	2	1.8120	N	2	0.138600	41551	462	6
0080	17.12	1	23	6	1	0.128627	38561	1	0.9419	C	1	0.129580	38847	1454	6
0080	17.12	3	20	7	1	0.129412	38796	1	0.4123	C	1	0.129000	38673	1561	7
0082	16.00	5	15	9	1	0.076078	22807	1	0.5311	N	1	0.075771	22715	497	9
0082	16.00	3	20	12	1	0.076078	22807	1	0.3691	N	1	0.075982	22778	560	12
0082	16.00	7	27	22	1	0.075294	22572	1	0.0299	N	1	0.075566	22654	599	22
0082	16.00	1	33	30	1	0.076078	22807	1	0.0189	N	1	0.075857	22741	669	30
0082	16.00	2	49	40	1	0.075294	22572	1	0.0449	N	1	0.076093	22812	962	40
0083	17.25	2	8	6	1	0.133333	39972	1	1.0190	N	1	0.133090	39899	364	6
0083	17.25	7	32	6	1	0.134902	40442	1	1.0277	C	1	0.134630	40361	335	6
0083	17.25	1	27	17	1	0.134118	40207	1	0.0761	N	1	0.133880	40136	674	17
0083	17.25	3	13	5	1	0.134118	40207	1	0.6069	N	1	0.133280	39956	703	5
0084	16.81	7	20	11	1	0.110588	33153	1	0.0578	N	1	0.110190	33034	537	11
0084	16.81	1	32	24	1	0.109804	32918	1	0.1229	N	1	0.110210	33040	415	24

TABLE B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0084	16.81	2	40	27	1	0.110588	33153	1	0.0532	N	1	0.110090	33004	501	27
0085	16.09	11	16	8	1	0.080000	23983	1	0.3239	C	1	0.081445	24416	1092	8
0085	16.09	9	8	5	1	0.081569	24453	1	1.1933	N	1	0.081046	24296	1033	5
0085	16.09	1	32	27	1	0.079216	23748	1	0.0541	N	1	0.079425	23811	559	27
0085	16.09	3	39	29	1	0.079216	23748	1	0.0380	N	1	0.079770	23914	582	29
0086	16.23	4	6	5	1	0.088627	26569	1	0.6871	N	1	0.088531	26540	489	5
0086	16.23	7	38	31	1	0.082353	24688	1	0.0862	N	1	0.082215	24647	469	31
0086	16.23	3	7	5	1	0.081569	24453	1	0.7146	N	1	0.081347	24387	643	5
0086	16.23	1	22	19	1	0.084706	25394	1	0.0425	N	1	0.083880	25146	714	19
0086	16.23	2	31	26	1	0.083137	24923	1	0.0500	C	1	0.082919	24858	526	26
0087	16.23	7	11	8	1	0.080784	24218	1	0.3778	C	1	0.080594	24161	1302	8
0087	16.23	1	11	10	1	0.083922	25159	1	0.2592	N	1	0.084046	25196	356	10
0087	16.23	6	24	20	2	0.083137	24923	1	0.1854	C	1	0.083487	25028	1003	20
0087	16.23	4	10	8	1	0.083922	25159	1	0.1802	C	1	0.083381	24996	1198	8
0088	16.50	10	15	5	1	0.096471	28921	1	0.9556	N	1	0.096896	29048	945	5
0088	16.50	7	14	8	1	0.098039	29391	1	0.3136	C	1	0.098052	29395	663	8
0088	16.50	8	24	9	1	0.101176	30331	1	0.2701	C	1	0.100230	30048	824	9
0088	16.50	9	49	10	1	0.095686	28686	1	0.8399	C	1	0.095767	28710	181	10
0088	16.50	6	13	7	1	0.099608	29861	1	0.3320	N	1	0.099783	29914	666	7
0088	16.50	5	34	14	1	0.095686	28686	1	0.5581	C	1	0.095647	28674	180	14
0088	16.50	1	89	56	1	0.095686	28686	2	0.1580	N	1	0.097577	29252	718	18
0088	16.50	1	89	56	1	0.095686	28686	2	0.1580	N	2	0.095470	28621	214	38
0088	16.50	2	62	43	1	0.095686	28686	1	0.1305	S	1	0.095615	28664	226	38
0089	17.08	4	17	8	1	0.124706	37385	1	0.3201	C	1	0.124240	37246	800	8
0089	17.08	1	30	16	2	0.120784	36210	2	0.9053	N	1	0.130400	39092	248	6
0089	17.08	1	30	16	2	0.120784	36210	2	0.9053	N	2	0.121110	36307	245	10
0089	17.08	2	40	16	2	0.120784	36210	2	0.7146	C	1	0.130300	39062	214	6
0089	17.08	2	40	16	2	0.120784	36210	2	0.7146	C	2	0.119640	35867	966	10
0090	16.78	1	97	52	1	0.109020	32683	1	0.2863	N	1	0.108670	32578	749	52
0091	16.68	1	34	27	1	0.103529	31037	1	0.0145	N	1	0.103170	30929	902	27
0091	16.68	3	27	12	1	0.102745	30802	1	0.6995	C	1	0.100480	30123	1301	12
0092	17.49	8	9	5	1	0.149804	44910	1	0.7856	C	1	0.150130	45007	473	5
0092	17.49	1	17	9	1	0.148235	44439	1	0.1548	N	1	0.149420	44794	957	9
0092	17.49	3	24	14	1	0.148235	44439	1	0.1027	N	1	0.149200	44729	692	14
0092	17.49	5	32	17	1	0.148235	44439	1	0.1182	C	1	0.149300	44759	714	17
0093	16.95	4	30	11	1	0.116078	34799	1	0.3531	S	1	0.115930	34754	374	6
0093	16.95	5	14	6	1	0.116863	35034	1	0.6933	N	1	0.117140	35117	422	6
0093	16.95	7	10	8	1	0.117647	35269	1	0.6976	C	1	0.117810	35318	249	8
0093	16.95	8	12	8	1	0.116863	35034	1	0.3551	N	1	0.116280	34859	430	8
0093	16.95	3	25	12	1	0.115294	34564	1	0.3253	C	1	0.118720	35591	1353	12
0093	16.95	1	22	20	1	0.116863	35034	1	0.0302	N	1	0.116180	34829	617	20
0093	16.95	2	18	15	1	0.113725	34094	1	0.2394	N	1	0.113900	34146	688	15
0094	16.54	1	32	26	1	0.097255	29156	2	0.2812	C	1	0.097090	29106	416	18
0094	16.54	1	32	26	1	0.097255	29156	2	0.2812	C	2	0.091413	27404	255	8
0094	16.54	5	24	10	1	0.103529	31037	1	0.3579	C	1	0.104180	31232	1628	10
0094	16.54	8	27	11	1	0.097255	29156	1	0.4909	C	1	0.096587	28956	681	11
0094	16.54	9	34	18	1	0.098039	29391	1	0.1644	C	1	0.097377	29192	1088	18
0094	16.54	4	38	12	1	0.103529	31037	1	0.8827	S	1	0.102120	30614	836	5
0094	16.54	2	9	5	1	0.097255	29156	1	0.7546	C	1	0.097765	29309	413	5
0095	16.23	2	16	6	1	0.085490	25629	1	1.0149	N	1	0.084764	25411	1543	6
0095	16.23	1	36	30	1	0.084706	25394	2	0.1007	C	1	0.091824	27528	482	12
0095	16.23	1	36	30	1	0.084706	25394	2	0.1007	C	2	0.084843	25435	425	18
0095	16.23	7	33	22	1	0.090196	27040	2	0.4753	C	1	0.090453	27117	346	13
0095	16.23	7	33	22	1	0.090196	27040	2	0.4753	C	2	0.083368	24993	385	9
0096	17.23	2	21	11	1	0.128627	38561	1	0.1752	N	1	0.127760	38301	1106	11
0096	17.23	4	18	12	1	0.132549	39737	1	0.3253	C	1	0.130250	39047	1253	12
0096	17.23	1	9	5	1	0.133333	39972	1	0.5822	C	1	0.133550	40037	531	5
0096	17.23	7	23	16	1	0.130196	39031	1	0.0715	N	1	0.129300	38763	1186	16
0097	15.86	4	8	5	1	0.072157	21632	1	0.8237	N	1	0.071963	21573	380	5
0097	15.86	1	23	23	1	0.071373	21396	1	0.0062	N	1	0.071212	21348	660	23
0097	15.86	3	8	5	1	0.066667	19986	1	0.3706	C	1	0.064575	19359	2007	5
0098	17.47	1	16	12	1	0.146667	43969	2	0.7546	N	1	0.140080	41994	459	5
0098	17.47	1	16	12	1	0.146667	43969	2	0.7546	N	2	0.150410	45091	601	7
0099	16.92	1	17	13	1	0.116078	34799	1	0.0986	N	1	0.115640	34667	425	13
0100	16.02	2	31	28	1	0.076863	23042	1	0.0222	S	1	0.076746	23007	707	26
0100	16.02	3	19	10	1	0.074510	22337	1	0.2912	C	1	0.074947	22468	801	10
0100	16.02	1	35	27	1	0.076863	23042	1	0.0565	C	1	0.077209	23146	856	27
0100	16.02	7	15	8	1	0.076078	22807	1	0.3179	N	1	0.074950	22469	955	8
0102	16.68	4	19	8	1	0.103529	31037	1	0.2153	N	1	0.104690	31385	947	8
0102	16.68	5	17	6	1	0.105098	31507	1	0.2663	C	1	0.105880	31742	733	6
0102	16.68	1	32	25	1	0.103529	31037	1	0.0374	N	1	0.103890	31145	728	25
0103	16.49	1	32	27	2	0.095686	28686	1	0.0978	S	1	0.096473	28921	610	25
0104	16.76	2	46	15	1	0.105882	31742	1	0.5938	N	1	0.105630	31667	410	15
0104	16.76	1	46	23	1	0.105882	31742	1	0.1990	N	1	0.105910	31751	525	23
0104	16.76	3	97	38	1	0.106667	31977	1	0.4126	N	1	0.106220	31843	444	38
0105	16.09	1	36	29	1	0.080000	23983	1	0.0215	N	1	0.080225	24050	824	29
0105	16.09	2	7	6	1	0.079216	23748	1	0.6259	C	1	0.078812	23627	1062	6

Table B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0105	16.09	3	16	12	1	0.080000	23983	1	0.0638	N	1	0.080155	24029	1035	12
0107	16.65	8	18	12	1	0.101176	30331	1	0.4647	N	1	0.101280	30362	260	12
0107	16.65	5	8	6	1	0.101176	30331	1	1.8157	C	1	0.101440	30410	135	6
0107	16.65	6	11	7	1	0.101961	30567	1	0.1833	S	1	0.102070	30599	408	5
0107	16.65	1	18	17	1	0.101176	30331	1	0.1445	N	1	0.101660	30476	630	17
0108	16.99	1	16	10	1	0.118431	35504	1	0.1555	C	1	0.116500	34925	1232	10
0108	16.99	3	11	10	1	0.117647	35269	1	0.2323	C	1	0.115550	34641	977	10
0110	16.59	1	26	23	1	0.099608	29861	1	0.1392	C	1	0.100980	30273	1041	23
0112	16.81	3	6	5	1	0.104314	31272	1	0.6272	C	1	0.103040	30890	858	5
0112	16.81	6	27	13	1	0.109020	32683	1	0.1955	C	1	0.110130	33016	1288	13
0112	16.81	7	14	7	1	0.098824	29626	1	0.3633	C	1	0.103210	30941	1990	7
0112	16.81	1	42	21	1	0.110588	33153	2	0.2569	N	1	0.107440	32209	1398	6
0112	16.81	1	42	21	1	0.110588	33153	2	0.2569	N	2	0.110400	33097	243	15
0112	16.81	4	43	21	1	0.110588	33153	2	0.6970	N	1	0.110210	33040	266	13
0112	16.81	4	43	21	1	0.110588	33153	2	0.6970	N	2	0.103660	31076	346	8
0112	16.81	9	25	12	1	0.106667	31977	1	0.6133	S	1	0.102060	30596	795	6
0113	16.87	1	36	24	1	0.112941	33858	1	0.0313	C	1	0.112960	33864	668	24
0115	17.20	3	10	5	1	0.120000	35975	1	0.6414	C	1	0.120540	36136	1542	5
0115	17.20	6	38	10	1	0.131765	39502	1	0.8041	C	1	0.127600	38253	1446	10
0115	17.20	7	29	11	1	0.130196	39031	1	0.6052	C	1	0.123650	37069	1508	11
0115	17.20	1	23	15	1	0.132549	39737	1	0.3952	S	1	0.131900	39542	543	13
0115	17.20	4	21	6	1	0.130980	39266	1	0.7056	C	1	0.129730	38892	1177	6
0116	16.39	4	11	7	1	0.095686	28686	1	0.3962	N	1	0.095796	28718	346	7
0116	16.39	2	13	7	1	0.083922	25159	1	0.6500	C	1	0.089219	26747	1535	7
0116	16.39	1	17	14	1	0.093333	27980	1	0.0998	N	1	0.093598	28059	952	14
0116	16.39	7	29	19	1	0.094902	28450	1	0.0913	C	1	0.092574	27752	1552	19
0116	16.39	5	18	5	1	0.096471	28921	1	1.0915	C	1	0.095958	28767	364	5
0117	16.35	1	16	12	1	0.089412	26804	1	0.0967	C	1	0.089205	26742	445	12
0118	17.05	1	25	17	2	0.117647	35269	2	0.7650	C	1	0.127850	38328	295	7
0118	17.05	1	25	17	2	0.117647	35269	2	0.7650	C	2	0.117190	35132	642	10
0118	17.05	7	24	8	1	0.123922	37150	1	0.4690	C	1	0.123990	37171	866	8
0118	17.05	2	19	12	1	0.125490	37621	1	0.3852	C	1	0.123740	37096	1064	12
0119	17.02	6	16	8	1	0.124706	37385	1	0.7591	C	1	0.124750	37399	1992	8
0119	17.02	1	17	16	1	0.120784	36210	1	0.1176	C	1	0.119550	35840	888	16
0119	17.02	3	22	11	1	0.120000	35975	1	0.0983	N	1	0.119610	35858	541	11
0120	16.81	10	17	8	1	0.108235	32448	1	0.1845	N	1	0.109070	32698	862	8
0120	16.81	8	17	8	1	0.109020	32683	1	0.1597	N	1	0.109260	32755	868	8
0120	16.81	3	15	8	1	0.109804	32918	1	0.9539	C	1	0.110140	33019	181	8
0120	16.81	9	13	8	1	0.109804	32918	1	0.9665	C	1	0.110140	33019	181	8
0120	16.81	1	27	19	1	0.110588	33153	1	0.0719	N	1	0.109790	32914	751	19
0121	16.35	10	7	5	1	0.082353	24688	1	0.4051	N	1	0.081383	24398	1606	5
0121	16.35	8	10	6	1	0.083137	24923	1	0.1607	C	1	0.084876	25445	1155	6
0121	16.35	5	9	7	1	0.084706	25394	1	0.2641	S	1	0.084437	25313	546	5
0121	16.35	6	13	9	1	0.083137	24923	1	0.1821	C	1	0.084554	25348	1074	9
0121	16.35	7	28	23	1	0.083137	24923	2	0.2953	N	1	0.082948	24867	365	17
0121	16.35	7	28	23	1	0.083137	24923	2	0.2953	N	2	0.089169	26732	268	6
0121	16.35	1	20	17	1	0.089412	26804	1	0.0731	C	1	0.088787	26617	1025	17
0122	17.52	1	17	14	1	0.151373	45380	1	0.1988	N	1	0.150930	45247	776	14
0122	17.52	2	6	5	1	0.148235	44439	1	1.5341	C	1	0.148610	44552	359	5
0122	17.52	3	16	7	1	0.144314	43264	1	0.7564	C	1	0.144040	43182	1810	7
0122	17.52	4	14	11	1	0.152941	45850	1	0.2959	N	1	0.152750	45793	641	11
0122	17.52	6	9	7	1	0.153725	46085	1	0.2727	C	1	0.153190	45925	713	7
0123	16.52	4	46	29	1	0.096471	28921	1	0.1431	S	1	0.096373	28891	700	27
0123	16.52	2	30	15	1	0.096471	28921	1	0.6071	N	1	0.096580	28953	287	15
0124	17.34	3	7	6	1	0.137255	41147	1	0.5373	C	1	0.137820	41317	532	6
0124	17.34	1	15	9	1	0.140392	42088	1	0.1421	N	1	0.141610	42453	1187	9
0124	17.34	4	23	14	1	0.139608	41853	1	0.3847	N	1	0.139700	41881	631	14
0125	16.30	1	45	33	1	0.087059	26099	1	0.1206	C	1	0.086329	25880	1013	33
0125	16.30	2	19	8	1	0.086275	25864	1	0.3359	C	1	0.086046	25795	1001	8
0125	16.30	3	46	28	1	0.088627	26569	1	0.0958	N	1	0.089525	26838	1097	28
0126	16.56	9	15	5	1	0.095686	28686	1	0.9285	C	1	0.095068	28500	882	5
0126	16.56	1	23	18	1	0.098039	29391	1	0.0356	N	1	0.098406	29501	1092	18
0126	16.56	2	23	18	1	0.101176	30331	1	0.1277	C	1	0.100260	30057	1168	18
0128	17.17	4	12	5	1	0.131765	39502	1	1.0697	N	1	0.129650	38868	865	5
0128	17.17	1	27	18	1	0.130196	39031	1	0.1203	C	1	0.129840	38925	779	18
0129	16.21	6	7	6	1	0.082353	24688	1	0.3678	C	1	0.082227	24651	822	6
0129	16.21	9	26	17	1	0.083137	24923	1	0.1705	C	1	0.083131	24922	954	17
0129	16.21	7	22	6	1	0.085490	25629	1	1.0799	N	1	0.083684	25087	794	6
0129	16.21	2	35	13	1	0.084706	25394	1	0.4742	C	1	0.083418	25008	651	13
0129	16.21	1	19	15	1	0.083922	25159	1	0.2090	N	1	0.084148	25226	729	15
0129	16.21	3	51	28	1	0.084706	25394	1	0.1462	S	1	0.084516	25337	527	24
0130	17.08	4	9	5	1	0.116863	35034	1	0.6916	C	1	0.121210	36337	1861	5
0130	17.08	8	30	16	1	0.116078	34799	2	0.7855	N	1	0.123820	37120	190	6
0130	17.08	8	30	16	1	0.116078	34799	2	0.7855	N	2	0.116410	34898	324	10
0130	17.08	7	18	8	1	0.120000	35975	1	0.4202	C	1	0.120470	36115	1153	8
0130	17.08	2	22	8	1	0.124706	37385	1	0.2704	C	1	0.124910	37447	364	8
0130	17.08	1	10	6	1	0.123922	37150	1	0.1902	C	1	0.122380	36688	904	6

TABLE B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0130	17.08	5	25	12	1	0.118431	35504	1	0.2309	N	1	0.117180	35129	1096	12
0132	17.24	1	14	10	1	0.133333	39972	1	0.6268	C	1	0.133440	40004	492	10
0132	17.24	2	41	14	1	0.131765	39502	1	0.5935	N	1	0.132250	39647	502	14
0132	17.24	7	18	7	1	0.130980	39266	1	0.6640	N	1	0.131050	39287	251	7
0133	16.71	6	26	9	1	0.105882	31742	1	0.5270	N	1	0.105690	31685	263	9
0133	16.71	5	9	6	1	0.106667	31977	1	0.3655	C	1	0.106700	31987	623	6
0133	16.71	4	7	5	1	0.106667	31977	1	0.1809	N	1	0.107930	32356	861	5
0135	17.25	1	28	20	1	0.134118	40207	1	0.0441	N	1	0.133990	40169	719	20
0135	17.25	3	27	8	1	0.131765	39502	1	0.3667	C	1	0.130700	39182	1548	8
0136	16.98	5	12	7	1	0.121569	36445	1	0.2002	N	1	0.121460	36412	1600	7
0136	16.98	3	7	6	1	0.123922	37150	1	0.1665	N	1	0.122540	36736	864	6
0136	16.98	1	29	23	1	0.119216	35739	1	0.0119	N	1	0.119110	35708	853	23
0137	17.33	1	28	15	1	0.138824	41618	1	0.1058	C	1	0.138880	41635	461	15
0138	16.13	2	29	9	1	0.088627	26569	1	0.9532	C	1	0.088326	26479	1802	9
0138	16.13	4	22	10	1	0.088627	26569	1	0.6578	C	1	0.089515	26835	1373	10
0138	16.13	1	40	19	1	0.080784	24218	1	0.1191	C	1	0.081407	24405	725	19
0141	16.89	8	12	6	1	0.105098	31507	1	0.6023	C	1	0.104170	31229	1484	6
0141	16.89	5	27	16	1	0.103529	31037	1	0.2224	C	1	0.103390	30995	1408	16
0141	16.89	3	17	12	1	0.116863	35034	1	0.1393	C	1	0.116140	34817	843	12
0141	16.89	3	17	12	1	0.116863	35034	1	0.1393	C	1	0.116140	34817	843	12
0141	16.89	7	26	11	1	0.120784	36210	1	0.2124	C	1	0.121390	36391	760	11
0141	16.89	1	21	12	2	0.120000	35975	1	0.5300	C	1	0.119230	35744	943	12
0141	16.89	2	46	28	2	0.119216	35739	1	0.2990	S	1	0.118840	35627	608	25
0142	16.79	1	37	31	1	0.109020	32683	1	0.0339	N	1	0.109770	32908	860	31
0142	16.79	5	7	5	1	0.109804	32918	1	0.7067	N	1	0.110110	33010	467	5
0143	16.79	3	9	6	1	0.112157	33623	1	0.2680	C	1	0.111650	33471	741	6
0143	16.79	5	21	7	1	0.111373	33388	1	0.3351	C	1	0.112780	33810	1075	7
0143	16.79	1	15	11	1	0.109804	32918	1	0.2597	C	1	0.110870	33237	1018	11
0143	16.79	2	14	11	1	0.109020	32683	1	0.1246	S	1	0.109400	32797	457	8
0144	16.11	1	24	21	1	0.080000	23983	1	0.0485	N	1	0.080159	24031	591	21
0144	16.11	4	13	5	1	0.080784	24218	1	1.7128	N	1	0.080654	24179	240	5
0145	16.58	1	39	12	1	0.099608	29861	1	0.5654	C	1	0.098977	29672	878	12
0146	16.04	1	17	11	1	0.077647	23278	1	0.1222	N	1	0.077207	23146	660	11
0146	16.04	7	14	6	1	0.082353	24688	1	0.7327	N	1	0.080523	24140	1565	6
0146	16.04	3	22	9	1	0.080784	24218	1	0.2064	C	1	0.081008	24285	387	9
0148	17.04	2	9	5	1	0.127843	38326	1	0.6238	C	1	0.129550	38838	1748	5
0148	17.04	3	8	6	1	0.130196	39031	1	0.3921	C	1	0.130120	39008	2107	6
0148	17.04	1	42	14	2	0.121569	36445	2	1.0153	C	1	0.121710	36487	151	9
0148	17.04	1	42	14	2	0.121569	36445	2	1.0153	C	2	0.119140	35717	2371	5
0148	17.04	4	20	8	1	0.120000	35975	1	0.8050	C	1	0.118140	35417	1347	8
0149	16.07	5	90	14	1	0.079216	23748	1	0.8467	N	1	0.079652	23879	618	14
0149	16.07	3	33	7	1	0.079216	23748	1	0.9626	N	1	0.078825	23631	223	7
0149	16.07	1	52	8	1	0.081569	24453	1	0.9938	C	1	0.081974	24575	1205	8
0149	16.07	4	11	8	1	0.089412	26804	1	0.3409	C	1	0.090353	27087	2159	8
0150	16.17	4	20	10	1	0.080784	24218	1	0.3513	C	1	0.080664	24182	1263	10
0150	16.17	6	16	10	1	0.080784	24218	1	0.2139	C	1	0.080865	24242	1291	10
0150	16.17	1	38	29	2	0.089412	26804	2	0.1638	N	1	0.089696	26890	211	12
0150	16.17	1	38	29	2	0.089412	26804	2	0.1638	N	2	0.082540	24744	389	17
0153	16.23	1	21	17	1	0.084706	25394	1	0.1022	N	1	0.084921	25458	596	17
0153	16.23	2	29	21	1	0.085490	25629	1	0.0820	C	1	0.085233	25552	466	21
0154	16.21	5	8	6	1	0.087059	26099	1	0.5800	N	1	0.087083	26106	502	6
0154	16.21	8	18	11	1	0.087059	26099	1	0.2442	C	1	0.086338	25883	865	11
0154	16.21	4	17	6	1	0.079216	23748	1	0.8222	C	1	0.079957	23970	1801	6
0154	16.21	9	60	25	1	0.083137	24923	1	0.3106	S	1	0.084370	25293	721	22
0154	16.21	1	19	14	1	0.083922	25159	1	0.0977	N	1	0.083949	25167	480	14
0154	16.21	3	51	26	1	0.083922	25159	1	0.2811	S	1	0.083841	25134	491	24
0154	16.21	2	28	9	1	0.084706	25394	1	0.7644	N	1	0.082657	24779	1118	9
0155	17.43	1	15	13	1	0.145882	43734	1	0.0789	N	1	0.145330	43568	576	13
0157	16.90	8	14	5	1	0.113725	34094	1	1.0357	N	1	0.113450	34011	203	5
0157	16.90	1	23	17	1	0.114510	34329	1	0.0832	C	1	0.114840	34428	482	17
0157	16.90	5	14	7	1	0.115294	34564	1	0.6164	C	1	0.115130	34515	432	7
0159	16.76	5	11	5	1	0.105098	31507	1	1.2135	C	1	0.105970	31769	774	5
0159	16.76	4	35	6	1	0.111373	33388	1	0.9805	N	1	0.110980	33270	676	6
0159	16.76	1	18	14	1	0.107451	32212	1	0.1943	N	1	0.107590	32254	716	14
0159	16.76	2	13	9	1	0.110588	33153	1	0.4410	C	1	0.110790	33214	1166	9
0160	16.73	7	10	5	1	0.096471	28921	1	0.6631	C	1	0.096467	28920	455	5
0160	16.73	8	11	7	1	0.095686	28686	1	0.2736	C	1	0.098355	29486	1333	7
0160	16.73	4	11	6	1	0.105882	31742	1	0.3146	N	1	0.106340	31879	673	6
0160	16.73	2	9	9	1	0.105882	31742	1	0.3497	S	1	0.106430	31906	266	6
0160	16.73	3	10	5	1	0.098824	29626	1	0.3958	C	1	0.098817	29624	1708	5
0160	16.73	1	23	20	1	0.105882	31742	1	0.1597	S	1	0.105730	31697	398	16
0162	17.09	1	15	14	1	0.124706	37385	1	0.0746	C	1	0.125150	37519	551	14
0163	17.39	3	27	15	1	0.144314	43264	2	0.5385	N	1	0.148880	44633	276	6
0163	17.39	3	27	15	1	0.144314	43264	2	0.5385	N	2	0.142370	42681	439	9
0163	17.39	8	11	7	1	0.146667	43969	1	0.1927	C	1	0.146110	43802	868	7
0163	17.39	1	13	11	1	0.143529	43029	1	0.1222	N	1	0.143720	43086	456	11
0163	17.39	4	17	9	1	0.144314	43264	1	0.3107	C	1	0.144820	43415	2050	9

Table B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0163	17.39	7	23	13	1	0.145098	43499	1	0.3090	N	1	0.146040	43781	1235	13
0163	17.39	2	7	7	1	0.149020	44674	1	0.6126	N	1	0.149070	44690	559	7
0164	16.79	2	20	5	1	0.101961	30567	1	0.8146	C	1	0.097304	29171	1355	5
0164	16.79	5	15	8	1	0.102745	30802	1	0.3618	C	1	0.102620	30764	1496	8
0164	16.79	1	37	13	1	0.108235	32448	1	0.3688	N	1	0.108520	32533	282	13
0164	16.79	7	39	8	1	0.101176	30331	1	0.5961	N	1	0.100860	30237	309	8
0164	16.79	6	39	17	1	0.109020	32683	2	0.8070	C	1	0.106480	31921	240	8
0164	16.79	6	39	17	1	0.109020	32683	2	0.8070	C	2	0.112240	33648	525	9
0164	16.79	4	22	12	1	0.107451	32212	1	0.4042	C	1	0.105890	31745	1497	12
0165	16.73	1	15	9	1	0.106667	31977	1	0.0851	N	1	0.107030	32086	636	9
0165	16.73	2	23	13	1	0.100392	30096	1	0.3157	N	1	0.100680	30183	144	13
0165	16.73	4	19	9	1	0.101961	30567	1	0.2866	N	1	0.101930	30557	672	9
0167	17.28	7	26	13	1	0.135686	40677	1	0.1191	C	1	0.136600	40951	703	13
0167	17.28	3	13	8	1	0.136471	40912	1	0.1888	C	1	0.137820	41317	994	8
0167	17.28	4	17	10	1	0.138824	41618	1	0.5242	C	1	0.139010	41674	1141	10
0167	17.28	1	15	13	1	0.135686	40677	1	0.2847	N	1	0.135760	40699	200	13
0167	17.28	2	18	11	1	0.135686	40677	1	0.2320	S	1	0.135540	40633	299	9
0170	17.25	1	17	10	1	0.134118	40207	1	0.1422	N	1	0.134100	40202	384	10
0170	17.25	3	16	6	1	0.133333	39972	1	0.3733	N	1	0.133370	39983	599	6
0172	15.95	5	20	7	1	0.073725	22102	1	0.4058	N	1	0.075268	22564	1220	7
0172	15.95	6	18	7	1	0.073725	22102	1	0.8350	C	1	0.073887	22150	185	7
0172	15.95	4	40	19	1	0.072157	21632	1	0.4169	N	1	0.072908	21857	606	19
0172	15.95	3	18	7	1	0.074510	22337	1	0.8066	N	1	0.074139	22226	553	7
0173	17.51	7	35	14	1	0.149804	44910	1	0.4720	S	1	0.149910	44941	823	12
0173	17.51	1	15	11	1	0.149020	44674	1	0.1366	N	1	0.149770	44899	869	11
0173	17.51	5	16	9	1	0.150588	45145	1	0.3336	N	1	0.150440	45100	861	9
0175	17.13	1	20	17	1	0.127843	38326	1	0.2363	C	1	0.127820	38319	768	17
0175	17.13	3	24	13	1	0.127059	38091	1	0.2978	N	1	0.127440	38205	660	13
0175	17.13	4	22	13	1	0.127059	38091	1	0.1282	N	1	0.127910	38346	1050	13
0176	16.52	6	14	5	1	0.096471	28921	1	0.3931	C	1	0.094148	28224	1392	5
0176	16.52	1	28	9	1	0.096471	28921	1	0.7780	N	1	0.096409	28902	361	9
0176	16.52	4	28	12	1	0.095686	28686	1	0.4377	C	1	0.096919	29055	833	12
0177	17.12	4	36	28	1	0.126275	37856	1	0.0611	N	1	0.127650	38268	765	28
0177	17.12	2	38	34	1	0.127059	38091	2	0.1420	N	1	0.132190	39629	347	5
0177	17.12	2	38	34	1	0.127059	38091	2	0.1420	N	2	0.126760	38001	409	29
0178	16.70	3	19	10	1	0.101961	30567	1	0.2116	C	1	0.101760	30506	396	10
0178	16.70	10	9	5	1	0.102745	30802	1	0.6376	N	1	0.103690	31085	837	5
0178	16.70	11	18	7	1	0.105098	31507	1	0.5453	C	1	0.105260	31556	508	7
0178	16.70	5	25	10	1	0.104314	31272	1	0.5010	S	1	0.104040	31190	764	7
0178	16.70	2	17	15	1	0.106667	31977	1	0.2453	C	1	0.106320	31873	729	15
0178	16.70	7	33	18	1	0.106667	31977	1	0.3025	N	1	0.106330	31876	741	18
0178	16.70	1	16	8	1	0.105098	31507	1	0.1824	C	1	0.105130	31517	763	8
0178	16.70	6	22	12	1	0.104314	31272	1	0.1637	C	1	0.104720	31394	275	12
0179	16.98	2	6	5	1	0.115294	34564	1	0.2996	C	1	0.112970	33867	2312	5
0179	16.98	6	14	5	1	0.109804	32918	1	0.8586	C	1	0.110860	33234	1581	5
0179	16.98	8	14	9	1	0.118431	35504	1	0.4989	C	1	0.118110	35408	484	9
0179	16.98	4	16	7	1	0.117647	35269	1	0.4587	C	1	0.117780	35309	1200	7
0179	16.98	1	17	7	1	0.118431	35504	1	0.6909	C	1	0.117920	35351	337	7
0179	16.98	3	26	12	1	0.118431	35504	1	0.4519	S	1	0.118810	35618	588	10
0179	16.98	7	37	16	1	0.118431	35504	1	0.5020	N	1	0.118990	35672	821	16
0180	15.93	1	23	14	1	0.073725	22102	1	0.2275	C	1	0.073705	22096	405	14
0184	16.75	9	8	5	1	0.114510	34329	1	1.9023	N	1	0.114680	34380	252	5
0184	16.75	2	34	21	2	0.108235	32448	1	0.2285	C	1	0.109270	32758	1439	21
0184	16.75	6	28	19	1	0.113725	34094	2	0.4111	N	1	0.109040	32689	375	6
0184	16.75	6	28	19	1	0.113725	34094	2	0.4111	N	2	0.114090	34203	266	13
0184	16.75	8	21	14	1	0.113725	34094	2	0.4363	C	1	0.109800	32917	511	5
0184	16.75	8	21	14	1	0.113725	34094	2	0.4363	C	2	0.114380	34290	233	9
0184	16.75	1	9	6	1	0.113725	34094	1	0.6583	N	1	0.113980	34170	305	6
0184	16.75	3	17	11	1	0.107451	32212	1	0.0509	C	1	0.106670	31978	1018	11
0185	17.11	6	12	7	1	0.120784	36210	1	0.6862	C	1	0.118090	35402	1835	7
0185	17.11	1	17	12	1	0.125490	37621	1	0.1428	N	1	0.125610	37656	468	12
0185	17.11	3	16	8	1	0.125490	37621	1	0.4838	N	1	0.125820	37719	250	8
0185	17.11	2	17	6	1	0.130196	39031	1	0.7901	C	1	0.130500	39122	1034	6
0186	16.17	1	15	15	1	0.082353	24688	1	0.2029	N	1	0.082685	24788	640	15
0187	16.86	8	22	5	1	0.111373	33388	1	1.1292	N	1	0.111400	33396	260	5
0187	16.86	5	18	11	1	0.112157	33623	1	0.0955	C	1	0.112810	33819	971	11
0187	16.86	1	16	10	1	0.112157	33623	1	0.1333	N	1	0.111470	33417	415	10
0188	16.87	1	11	7	1	0.112941	33858	1	0.9806	C	1	0.112680	33780	401	7
0188	16.87	7	16	6	1	0.110588	33153	1	0.5974	C	1	0.112450	33711	1401	6
0189	16.43	1	17	9	1	0.092549	27745	1	0.4463	N	1	0.092723	27797	334	9
0189	16.43	9	29	11	1	0.092549	27745	1	0.6435	S	1	0.092620	27766	336	9
0190	17.15	2	14	8	1	0.127843	38326	1	0.2202	S	1	0.127490	38220	354	5
0190	17.15	5	12	7	1	0.128627	38561	1	0.6866	C	1	0.128360	38481	214	7
0190	17.15	1	14	12	1	0.127843	38326	1	0.2612	N	1	0.127820	38319	656	12
0190	17.15	3	5	5	1	0.126275	37856	1	3.0868	C	1	0.126420	37899	232	5
0191	16.32	9	8	5	1	0.085490	25629	1	0.3588	N	1	0.085670	25683	668	5
0191	16.32	8	15	10	1	0.083922	25159	1	0.2235	C	1	0.082918	24858	1196	10

TABLE B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0191	16.32	6	26	21	1	0.083922	25159	1	0.1266	N	1	0.084054	25198	848	21
0191	16.32	1	72	65	2	0.086275	25864	1	0.0136	C	1	0.085783	25717	1056	65
0192	16.28	1	17	15	1	0.087843	26334	1	0.0970	N	1	0.087993	26379	972	15
0192	16.28	12	10	5	1	0.087843	26334	1	0.5960	C	1	0.087562	26250	592	5
0192	16.28	4	17	9	1	0.084706	25394	1	0.2611	C	1	0.084109	25215	969	9
0192	16.28	8	12	6	1	0.083922	25159	1	0.1820	C	1	0.082818	24828	852	6
0193	16.28	1	22	13	1	0.086275	25864	1	0.5128	N	1	0.085984	25777	537	13
0193	16.28	2	20	5	1	0.081569	24453	1	1.0799	C	1	0.081210	24346	311	5
0193	16.28	4	38	19	2	0.097255	29156	1	0.3825	S	1	0.097436	29210	411	13
0194	15.91	3	8	6	1	0.072157	21632	1	0.8893	C	1	0.072028	21593	229	6
0194	15.91	8	10	8	1	0.072941	21867	1	0.2204	N	1	0.072451	21720	646	8
0194	15.91	1	20	16	1	0.072941	21867	1	0.0657	N	1	0.072472	21726	503	16
0195	16.09	1	8	7	1	0.079216	23748	1	0.2093	N	1	0.079074	23705	1542	7
0195	16.09	6	12	7	1	0.078431	23513	1	0.3702	C	1	0.079300	23773	2474	7
0195	16.09	9	6	5	1	0.075294	22572	1	0.7302	N	1	0.075694	22692	1669	5
0195	16.09	5	14	12	1	0.086275	25864	1	0.0658	N	1	0.085591	25659	981	12
0195	16.09	3	10	8	1	0.084706	25394	1	0.2617	C	1	0.083259	24960	1133	8
0195	16.09	4	11	9	1	0.083922	25159	1	0.1040	C	1	0.082346	24686	1038	9
0196	16.02	3	12	5	1	0.083137	24923	1	0.6284	N	1	0.083141	24925	505	5
0196	16.02	8	25	19	1	0.076863	23042	1	0.0252	C	1	0.076835	23034	601	19
0196	16.02	5	11	6	1	0.081569	24453	1	0.9690	C	1	0.079853	23939	943	6
0196	16.02	1	27	23	1	0.076078	22807	1	0.0428	N	1	0.076288	22870	633	23
0196	16.02	6	9	5	1	0.076863	23042	1	0.8600	C	1	0.077205	23145	396	5
0196	16.02	2	23	16	1	0.076078	22807	1	0.1027	C	1	0.076171	22835	468	16
0196	16.02	4	14	9	1	0.076863	23042	1	0.0747	C	1	0.076476	22926	490	9
0197	15.98	4	18	16	1	0.076078	22807	1	0.2661	S	1	0.075679	22687	305	14
0197	15.98	7	13	10	1	0.074510	22337	1	0.0785	C	1	0.075029	22493	487	10
0197	15.98	1	42	34	1	0.075294	22572	1	0.0206	N	1	0.075997	22783	565	34
0198	16.35	1	22	17	1	0.089412	26804	1	0.0408	N	1	0.089308	26773	314	17
0198	16.35	3	25	20	1	0.088627	26569	1	0.2173	N	1	0.088995	26680	360	20
0199	15.86	9	15	6	1	0.080000	23983	1	0.5533	C	1	0.081281	24367	1738	6
0199	15.86	1	25	20	1	0.069020	20691	1	0.0212	C	1	0.069132	20725	1333	20
0199	15.86	8	17	7	1	0.073725	22102	1	0.4347	C	1	0.076152	22829	2334	7
0199	15.86	2	20	13	1	0.061961	18575	1	0.2460	N	1	0.060916	18262	1596	13
0200	16.84	6	18	7	1	0.111373	33388	1	0.7136	C	1	0.112030	33585	911	7
0200	16.84	2	17	9	1	0.112941	33858	1	0.6131	N	1	0.112940	33858	218	9
0200	16.84	1	8	8	1	0.111373	33388	1	0.9560	S	1	0.111830	33525	332	6
0200	16.84	9	22	17	1	0.112157	33623	1	0.0504	N	1	0.112200	33636	764	17
0200	16.84	7	23	12	1	0.108235	32448	2	1.0969	C	1	0.111010	33279	197	6
0200	16.84	7	23	12	1	0.108235	32448	2	1.0969	C	2	0.105160	31526	327	6
0200	16.84	3	31	8	1	0.112941	33858	1	0.8414	C	1	0.114470	34317	1273	8
0200	16.84	5	44	11	1	0.112157	33623	1	0.7430	C	1	0.113330	33975	1241	11
0202	15.81	4	8	7	1	0.069804	20926	1	0.2728	C	1	0.069086	20711	698	7
0202	15.81	1	23	17	1	0.069804	20926	1	0.1020	C	1	0.068698	20595	734	17
0203	16.95	1	19	12	1	0.117647	35269	1	0.1186	N	1	0.117680	35279	921	12
0203	16.95	8	31	12	1	0.122353	36680	1	0.6266	C	1	0.122020	36580	1834	12
0204	16.93	1	28	18	1	0.115294	34564	1	0.2311	N	1	0.115640	34667	398	18
0204	16.93	2	11	5	1	0.116863	35034	1	1.4194	N	1	0.116790	35012	285	5
0205	17.17	1	9	8	1	0.129412	38796	1	0.3018	S	1	0.129050	38688	287	6
0205	17.17	5	11	8	1	0.128627	38561	1	0.2949	N	1	0.129140	38715	645	8
0206	15.93	8	35	27	1	0.071373	21396	1	0.0649	N	1	0.070563	21154	1191	27
0206	15.93	2	13	13	1	0.073725	22102	1	0.0884	C	1	0.072366	21694	771	13
0206	15.93	4	23	15	1	0.065882	19751	2	0.3758	N	1	0.065549	19651	287	10
0206	15.93	4	23	15	1	0.065882	19751	2	0.3758	N	2	0.057900	17357	740	5
0206	15.93	6	77	44	3	0.065882	19751	3	0.2261	N	1	0.074547	22348	298	13
0206	15.93	6	77	44	3	0.065882	19751	3	0.2261	N	2	0.056952	17073	352	8
0206	15.93	6	77	44	3	0.065882	19751	3	0.2261	N	3	0.065900	19756	446	23
0206	15.93	1	32	16	1	0.074510	22337	1	0.1055	N	1	0.074425	22312	1054	16
0206	15.93	3	27	23	1	0.066667	19986	2	0.1455	N	1	0.074547	22348	273	5
0206	15.93	3	27	23	1	0.066667	19986	2	0.1455	N	2	0.065787	19722	653	18
0207	16.26	8	28	13	1	0.076863	23042	1	0.3445	C	1	0.078153	23429	1925	13
0207	16.26	5	11	6	1	0.076863	23042	1	0.5263	C	1	0.078648	23578	1592	6
0207	16.26	3	19	11	1	0.084706	25394	1	0.1248	N	1	0.083851	25137	794	11
0207	16.26	1	19	10	1	0.084706	25394	1	0.1613	N	1	0.084092	25210	814	10
0207	16.26	4	44	22	1	0.084706	25394	1	0.1417	N	1	0.084331	25281	604	22
0208	16.28	4	8	5	1	0.085490	25629	1	0.7655	C	1	0.085121	25518	1135	5
0208	16.28	1	14	13	1	0.086275	25864	1	0.1998	N	1	0.085682	25686	792	13
0208	16.28	2	10	8	1	0.087059	26099	1	0.4812	N	1	0.086743	26004	529	8
0209	16.19	2	7	7	1	0.082353	24688	1	0.7905	N	1	0.082530	24741	348	7
0209	16.19	3	11	5	1	0.075294	22572	1	0.7783	C	1	0.073479	22028	1679	5
0209	16.19	6	26	21	1	0.083137	24923	1	0.1568	C	1	0.083653	25078	992	21
0209	16.19	5	11	7	1	0.087059	26099	1	0.5705	C	1	0.087905	26353	1321	7
0210	17.12	7	20	8	1	0.133333	39972	1	0.6024	C	1	0.132570	39743	1901	8
0210	17.12	3	27	14	1	0.132549	39737	2	0.6832	C	1	0.137490	41218	710	8
0210	17.12	3	27	14	1	0.132549	39737	2	0.6832	C	2	0.125580	37647	600	6
0210	17.12	1	17	12	1	0.126275	37856	1	0.1407	C	1	0.125670	37674	940	12
0210	17.12	2	11	6	1	0.123922	37150	1	0.6783	C	1	0.123900	37144	460	6

Table B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0211	17.04	1	12	9	1	0.121569	36445	1	0.1719	C	1	0.122750	36799	837	9
0211	17.04	3	9	6	1	0.120784	36210	1	0.6880	C	1	0.120580	36148	971	6
0211	17.04	4	5	5	1	0.130196	39031	1	2.4429	N	1	0.130420	39098	148	5
0212	15.25	1	36	28	1	0.053333	15988	1	0.0733	N	1	0.053667	16088	545	28
0212	15.25	2	33	25	1	0.054118	16224	1	0.0727	N	1	0.053921	16165	485	25
0213	17.32	7	7	5	1	0.137255	41147	1	0.8936	C	1	0.137810	41314	729	5
0213	17.32	8	17	13	1	0.138824	41618	1	0.0428	C	1	0.138000	41371	604	13
0213	17.32	5	35	26	1	0.138824	41618	1	0.0531	S	1	0.138410	41494	720	24
0213	17.32	1	8	7	1	0.140392	42088	1	0.3208	S	1	0.139920	41946	334	5
0213	17.32	2	20	13	1	0.138824	41618	1	0.1040	N	1	0.138000	41371	1017	13
0214	16.75	5	13	7	1	0.105882	31742	1	0.3015	N	1	0.106220	31843	319	7
0214	16.75	4	15	8	1	0.106667	31977	1	0.2342	S	1	0.106680	31981	703	6
0214	16.75	1	25	22	1	0.105882	31742	1	0.0412	N	1	0.106480	31921	825	22
0214	16.75	2	33	11	1	0.105098	31507	1	0.7234	N	1	0.104890	31445	307	11
0214	16.75	3	50	22	1	0.105882	31742	1	0.4718	S	1	0.105370	31589	537	20
0217	16.76	1	15	12	1	0.107451	32212	1	0.1264	N	1	0.107190	32134	437	12
0217	16.76	3	30	18	1	0.107451	32212	1	0.0555	C	1	0.107340	32179	767	18
0217	16.76	4	8	6	1	0.105882	31742	1	0.4035	N	1	0.105440	31610	647	6
0218	16.71	5	8	6	1	0.109020	32683	1	0.2591	N	1	0.109700	32887	1669	6
0218	16.71	6	15	8	1	0.108235	32448	1	0.4501	C	1	0.108450	32512	1943	8
0218	16.71	8	27	13	2	0.096471	28921	2	0.7512	N	1	0.105790	31715	250	6
0218	16.71	8	27	13	2	0.096471	28921	2	0.7512	N	2	0.096629	28968	286	7
0218	16.71	1	7	6	1	0.107451	32212	1	0.4819	C	1	0.107960	32365	1172	6
0220	17.01	2	27	11	1	0.118431	35504	1	0.6998	C	1	0.118400	35495	605	11
0220	17.01	1	22	17	1	0.120000	35975	1	0.0256	N	1	0.120330	36074	574	17
0220	17.01	5	23	13	1	0.120000	35975	1	0.0588	C	1	0.119950	35960	654	13
0221	16.02	6	14	8	1	0.077647	23278	1	0.3843	C	1	0.079737	23904	1220	8
0221	16.02	3	14	11	1	0.078431	23513	1	0.2019	N	1	0.079521	23839	1064	11
0221	16.02	1	12	8	1	0.077647	23278	1	0.0789	C	1	0.077999	23383	587	8
0224	15.52	4	10	8	1	0.056471	16929	1	0.2172	C	1	0.057513	17241	965	8
0224	15.52	1	24	22	1	0.059608	17869	1	0.0449	C	1	0.059253	17763	628	22
0225	16.35	1	18	15	1	0.089412	26804	1	0.3688	S	1	0.089316	26776	475	10
0225	16.35	2	19	16	1	0.079216	23748	1	0.1410	N	1	0.079348	23787	436	16
0225	16.35	4	51	41	2	0.080000	23983	2	0.1305	N	1	0.079746	23907	403	30
0225	16.35	4	51	41	2	0.080000	23983	2	0.1305	N	2	0.084576	25355	1840	11
0227	16.54	1	22	18	1	0.098039	29391	1	0.1257	C	1	0.099147	29723	1200	18
0227	16.54	3	15	7	1	0.099608	29861	1	0.7495	N	1	0.099884	29944	368	7
0229	17.19	1	14	9	1	0.130196	39031	1	0.2572	S	1	0.130700	39182	749	5
0229	17.19	7	19	6	1	0.127843	38326	1	0.9759	C	1	0.129840	38925	1241	6
0229	17.19	5	39	16	1	0.130196	39031	1	0.4762	C	1	0.130280	39056	1019	16
0231	17.39	3	11	8	1	0.148235	44439	1	0.1745	S	1	0.148650	44564	406	5
0231	17.39	4	10	5	1	0.131765	39502	1	0.2932	C	1	0.132200	39632	2530	5
0231	17.39	1	15	10	1	0.142745	42793	1	0.3713	C	1	0.143130	42909	269	10
0232	16.32	5	9	7	1	0.088627	26569	1	0.1715	N	1	0.088594	26559	862	7
0232	16.32	8	19	11	1	0.084706	25394	1	0.1290	C	1	0.083220	24948	1198	11
0232	16.32	6	16	12	1	0.086275	25864	1	0.0713	N	1	0.085353	25588	950	12
0232	16.32	1	23	20	1	0.087843	26334	1	0.0387	N	1	0.087308	26174	680	20
0232	16.32	4	19	15	1	0.087843	26334	1	0.0859	N	1	0.087794	26319	530	15
0233	16.17	1	30	24	1	0.080000	23983	1	0.0716	S	1	0.079413	23807	370	22
0233	16.17	3	20	15	2	0.079216	23748	2	0.6789	C	1	0.079334	23783	255	7
0233	16.17	4	9	5	1	0.081569	24453	1	0.9796	N	1	0.081500	24433	352	5
0234	17.21	7	20	13	1	0.130980	39266	1	0.1233	C	1	0.129570	38844	1159	13
0234	17.21	1	13	11	1	0.130980	39266	1	0.1550	C	1	0.131550	39437	444	11
0234	17.21	4	16	8	1	0.131765	39502	1	0.2685	C	1	0.130460	39110	996	8
0235	16.84	1	6	5	1	0.111373	33388	1	0.7979	N	1	0.111650	33471	430	5
0236	16.13	3	11	7	1	0.079216	23748	1	0.3196	S	1	0.078741	23605	503	5
0236	16.13	1	21	18	1	0.079216	23748	1	0.1462	C	1	0.080235	24053	605	18
0237	16.19	2	26	19	1	0.087843	26334	1	0.1509	C	1	0.087376	26194	825	19
0237	16.19	6	21	15	1	0.080000	23983	2	0.8579	N	1	0.081662	24481	2119	7
0237	16.19	6	21	15	1	0.080000	23983	2	0.8579	N	2	0.080130	24022	154	8
0237	16.19	1	34	25	2	0.089412	26804	2	0.2008	N	2	0.082191	24640	342	14
0237	16.19	4	26	19	1	0.082353	24688	2	0.5919	N	1	0.089631	26870	153	5
0237	16.19	4	26	19	1	0.082353	24688	2	0.5919	N	2	0.081995	24581	298	14
0238	16.17	6	32	26	1	0.082353	24688	1	0.1015	N	1	0.082161	24631	468	26
0238	16.17	4	10	9	1	0.083922	25159	1	0.1041	C	1	0.085669	25682	1158	9
0239	16.98	3	14	7	1	0.116863	35034	1	0.6209	C	1	0.116930	35054	266	7
0239	16.98	1	27	14	1	0.117647	35269	1	0.1655	N	1	0.117740	35297	754	14
0240	16.71	1	25	18	1	0.105098	31507	1	0.0283	N	1	0.105520	31634	673	18
0240	16.71	5	11	5	1	0.105098	31507	1	0.3567	C	1	0.103190	30935	1975	5
0240	16.71	7	8	5	1	0.100392	30096	1	0.5905	N	1	0.101660	30476	1969	5
0240	16.71	2	25	7	1	0.109020	32683	1	0.5928	C	1	0.107840	32329	1023	7
0240	16.71	3	14	6	1	0.105882	31742	1	0.8758	C	1	0.106810	32020	894	6
0241	16.89	1	24	17	1	0.113725	34094	1	0.0734	N	1	0.112980	33870	798	17
0241	16.89	2	17	15	1	0.105882	31742	1	0.0431	N	1	0.106210	31840	713	15
0243	16.41	3	8	7	1	0.094902	28450	1	0.3668	C	1	0.094526	28338	1302	7
0243	16.41	7	16	12	1	0.089412	26804	1	0.0815	C	1	0.091117	27316	1266	12
0243	16.41	1	18	11	1	0.094118	28215	1	0.2779	C	1	0.094151	28225	331	11

TABLE B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0243	16.41	2	12	8	1	0.087843	26334	1	0.3155	C	1	0.087918	26357	623	8
0244	16.59	1	18	13	1	0.099608	29861	1	0.0876	C	1	0.099415	29803	1158	13
0244	16.59	6	18	9	1	0.100392	30096	1	0.1679	C	1	0.100770	30210	1342	9
0244	16.59	9	44	29	1	0.100392	30096	1	0.2843	S	1	0.100320	30075	229	16
0244	16.59	4	15	5	1	0.100392	30096	1	1.1750	N	1	0.099357	29786	682	5
0244	16.59	5	20	16	1	0.094902	28450	2	0.3178	C	1	0.095830	28729	1074	8
0244	16.59	5	20	16	1	0.094902	28450	2	0.3178	C	2	0.084722	25399	297	8
0244	16.59	2	31	14	1	0.095686	28686	1	0.8202	C	1	0.096507	28932	1882	14
0246	16.43	9	26	6	1	0.101176	30331	1	0.9390	C	1	0.099214	29743	2810	6
0246	16.43	1	19	13	1	0.092549	27745	1	0.1003	N	1	0.092025	27588	456	13
0247	16.93	1	23	10	1	0.115294	34564	1	0.2527	C	1	0.115390	34593	466	10
0247	16.93	6	48	14	1	0.117647	35269	1	0.5178	N	1	0.117270	35156	917	14
0248	16.23	6	13	5	1	0.087059	26099	1	0.9363	C	1	0.091065	27300	1594	5
0248	16.23	3	26	13	1	0.084706	25394	1	0.6491	C	1	0.086358	25889	1201	13
0248	16.23	1	13	8	1	0.085490	25629	1	0.2891	C	1	0.086620	25968	1010	8
0249	16.28	7	12	7	1	0.077647	23278	1	0.3635	C	1	0.077449	23218	2494	7
0249	16.28	5	14	7	1	0.089412	26804	1	0.7076	C	1	0.086532	25941	1134	7
0249	16.28	1	21	16	1	0.087059	26099	1	0.0311	C	1	0.086403	25902	728	16
0249	16.28	3	43	35	1	0.086275	25864	1	0.0392	C	1	0.085257	25559	1230	35
0250	16.56	1	39	15	1	0.098039	29391	1	0.4007	S	1	0.097723	29296	437	13
0250	16.56	5	16	11	1	0.090980	27275	1	0.1229	N	1	0.090688	27187	919	11
0250	16.56	6	21	12	1	0.090980	27275	1	0.2020	N	1	0.091831	27530	1286	12
0250	16.56	3	79	30	1	0.098039	29391	1	0.3926	S	1	0.097819	29325	394	24
0253	15.43	2	24	21	1	0.059608	17869	1	0.0661	N	1	0.058641	17580	709	21
0255	16.15	4	22	7	1	0.081569	24453	1	0.4155	C	1	0.080675	24185	760	7
0255	16.15	1	21	17	1	0.081569	24453	1	0.0942	N	1	0.081614	24467	475	17
0255	16.15	2	29	19	1	0.081569	24453	1	0.0570	C	1	0.081709	24495	493	19
0256	16.28	1	23	13	1	0.085490	25629	1	0.2779	N	1	0.085561	25650	313	13
0257	15.91	2	6	5	1	0.079216	23748	1	0.3923	C	1	0.077321	23180	2205	5
0257	15.91	1	26	22	1	0.072941	21867	1	0.0562	C	1	0.073958	22172	735	22
0258	17.16	3	23	7	1	0.128627	38561	1	0.6755	S	1	0.127740	38295	505	5
0259	15.52	1	25	20	1	0.059608	17869	1	0.0385	N	1	0.059521	17843	652	20
0259	15.52	2	37	23	1	0.059608	17869	1	0.1427	N	1	0.059402	17808	672	23
0261	16.90	7	19	7	1	0.114510	34329	1	0.5753	C	1	0.114650	34371	613	7
0261	16.90	6	11	6	1	0.116863	35034	1	0.1893	C	1	0.115000	34476	1391	6
0261	16.90	2	35	18	1	0.114510	34329	2	0.7238	C	1	0.112540	33738	165	8
0261	16.90	2	35	18	1	0.114510	34329	2	0.7238	C	2	0.116280	34859	309	10
0261	16.90	1	13	12	1	0.115294	34564	1	0.2369	N	1	0.115490	34623	730	12
0262	16.98	2	17	11	1	0.117647	35269	1	0.1568	S	1	0.118260	35453	466	7
0262	16.98	6	8	6	1	0.107451	32212	1	0.3599	N	1	0.108920	32653	1027	6
0262	16.98	1	22	14	1	0.120000	35975	1	0.3288	C	1	0.121340	36376	1831	14
0262	16.98	5	22	16	1	0.119216	35739	1	0.1025	N	1	0.118210	35438	962	16
0263	16.50	5	14	11	1	0.095686	28686	1	0.3485	S	1	0.095244	28553	264	7
0263	16.50	3	17	12	1	0.095686	28686	1	0.2034	N	1	0.095006	28482	1007	12
0263	16.50	4	28	17	1	0.095686	28686	1	0.1498	N	1	0.095310	28573	877	17
0263	16.50	1	41	18	1	0.095686	28686	1	0.2086	C	1	0.095646	28673	337	18
0265	16.92	4	26	13	2	0.116078	34799	1	0.7575	C	1	0.112110	33609	1347	13
0265	16.92	5	17	7	1	0.116078	34799	1	0.8677	N	1	0.115700	34685	128	7
0265	16.92	1	34	21	2	0.115294	34564	2	0.2773	C	1	0.105870	31739	221	5
0265	16.92	1	34	21	2	0.115294	34564	2	0.2773	C	2	0.115590	34653	430	16
0265	16.92	2	18	5	1	0.116863	35034	1	0.9966	N	1	0.116850	35030	462	5
0265	16.92	3	18	5	1	0.116863	35034	1	0.9675	N	1	0.116550	34940	456	5
0266	16.76	9	17	8	1	0.105882	31742	1	0.2190	C	1	0.104810	31421	902	8
0266	16.76	6	9	6	1	0.108235	32448	1	0.2785	C	1	0.107880	32341	814	6
0266	16.76	2	15	7	1	0.101176	30331	1	0.9179	C	1	0.102840	30830	1947	7
0266	16.76	4	19	10	1	0.106667	31977	1	0.2493	C	1	0.105610	31661	911	10
0266	16.76	1	18	11	1	0.107451	32212	1	0.1927	C	1	0.106430	31906	587	11
0267	16.76	2	13	6	1	0.100392	30096	1	0.4153	C	1	0.101960	30566	2053	6
0267	16.76	4	25	11	1	0.106667	31977	1	0.2365	C	1	0.108230	32446	977	11
0267	16.76	1	37	15	1	0.107451	32212	1	0.3497	N	1	0.107080	32101	536	15
0270	16.63	2	36	18	1	0.101176	30331	1	0.1625	N	1	0.101730	30497	646	18
0271	16.93	5	9	7	1	0.112157	33623	1	0.3439	C	1	0.111790	33513	1723	7
0273	16.02	3	12	6	1	0.076078	22807	1	0.7847	C	1	0.076349	22888	201	6
0273	16.02	7	39	15	1	0.076078	22807	1	0.3809	S	1	0.076237	22855	390	10
0273	16.02	5	38	19	1	0.076863	23042	1	0.3244	N	1	0.076583	22959	356	19
0273	16.02	1	42	20	1	0.076078	22807	1	0.4554	N	1	0.076447	22918	389	20
0273	16.02	4	20	11	1	0.076863	23042	1	0.2217	C	1	0.076921	23060	401	11
0275	16.83	1	32	19	1	0.111373	33388	1	0.1432	N	1	0.110640	33169	513	19
0275	16.83	2	8	5	1	0.111373	33388	1	2.3469	C	1	0.111220	33342	157	5
0276	16.95	1	23	17	1	0.116078	34799	1	0.0361	N	1	0.116600	34955	572	17
0276	16.95	5	16	10	1	0.116078	34799	1	0.5780	C	1	0.118090	35402	908	10
0277	17.08	4	11	6	1	0.119216	35739	1	0.8519	C	1	0.119760	35903	1678	6
0277	17.08	6	9	7	1	0.115294	34564	1	0.1953	C	1	0.116220	34841	1893	7
0277	17.08	1	21	17	1	0.124706	37385	2	0.7144	N	1	0.121920	36550	1076	7
0277	17.08	1	21	17	1	0.124706	37385	2	0.7144	N	2	0.124790	37411	161	10
0277	17.08	2	9	9	1	0.124706	37385	1	0.3044	S	1	0.124870	37435	302	7
0278	16.21	2	14	8	1	0.083922	25159	1	0.1962	N	1	0.083586	25058	473	8

Table B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0278	16.21	1	10	7	1	0.083922	25159	1	0.5230	C	1	0.083671	25083	221	7
0278	16.21	4	18	10	1	0.084706	25394	1	0.1381	N	1	0.084137	25223	1326	10
0279	16.30	6	7	5	1	0.087059	26099	1	0.9592	C	1	0.088575	26554	1237	5
0279	16.30	1	18	10	1	0.087059	26099	1	0.1336	N	1	0.085982	25776	925	10
0279	16.30	2	28	12	1	0.085490	25629	2	0.9040	N	1	0.085258	25559	209	7
0279	16.30	2	28	12	1	0.085490	25629	2	0.9040	N	2	0.075295	22572	182	5
0280	16.76	4	10	6	1	0.106667	31977	1	0.2643	C	1	0.106200	31837	2456	6
0280	16.76	6	12	6	1	0.108235	32448	1	0.6239	N	1	0.109300	32767	1394	6
0281	15.43	2	9	7	1	0.059608	17869	1	1.2936	C	1	0.059931	17966	149	7
0282	15.95	1	14	9	1	0.074510	22337	1	0.1497	N	1	0.074227	22252	812	9
0283	16.15	1	27	23	1	0.080784	24218	1	0.1064	C	1	0.080343	24086	963	23
0283	16.15	6	17	7	1	0.080000	23983	1	0.2845	N	1	0.080278	24066	338	7
0283	16.15	9	16	5	1	0.078431	23513	1	0.7312	N	1	0.078819	23629	406	5
0283	16.15	2	26	5	1	0.080784	24218	1	0.9867	C	1	0.080615	24167	408	5
0283	16.15	3	49	24	1	0.080000	23983	1	0.1704	N	1	0.080333	24083	589	24
0283	16.15	4	42	14	1	0.079216	23748	1	0.3966	N	1	0.079488	23829	403	14
0284	16.54	1	30	16	1	0.097255	29156	1	0.0719	N	1	0.096505	28931	568	16
0287	16.19	1	17	14	1	0.083137	24923	1	0.0500	N	1	0.083160	24930	527	14
0288	15.60	5	10	5	1	0.065882	19751	1	1.0466	C	1	0.068569	20556	1068	5
0288	15.60	6	16	10	1	0.067451	20221	1	0.3431	C	1	0.067056	20102	607	10
0288	15.60	4	6	5	1	0.068235	20456	1	2.6761	N	1	0.068296	20474	229	5
0288	15.60	1	24	19	1	0.063529	19045	1	0.2320	S	1	0.063788	19123	198	12
0289	16.23	8	95	48	2	0.085490	25629	2	0.3108	C	1	0.082738	24804	1783	18
0289	16.23	8	95	48	2	0.085490	25629	2	0.3108	C	2	0.085526	25640	241	30
0289	16.23	1	7	6	1	0.085490	25629	1	0.3046	N	1	0.085090	25509	676	6
0289	16.23	7	33	16	2	0.075294	22572	1	0.7254	S	1	0.075096	22513	210	7
0289	16.23	3	15	9	1	0.075294	22572	1	0.1983	N	1	0.076209	22846	895	9
0289	16.23	6	11	9	1	0.080784	24218	1	0.2227	C	1	0.080727	24201	1655	9
0289	16.23	4	23	9	1	0.085490	25629	1	0.6618	C	1	0.082163	24631	1389	9
0289	16.23	2	21	11	1	0.085490	25629	1	0.3486	C	1	0.084880	25446	545	11
0291	16.45	1	17	8	1	0.094118	28215	1	0.3156	N	1	0.094261	28258	753	8
0291	16.45	3	12	5	1	0.090196	27040	1	0.7754	C	1	0.090752	27206	2017	5
0293	16.09	3	9	7	1	0.078431	23513	1	0.0687	C	1	0.077832	23333	598	7
0293	16.09	1	7	6	1	0.073725	22102	1	0.2674	N	1	0.073277	21967	1548	6
0294	15.49	10	11	6	1	0.055686	16694	1	0.4025	C	1	0.056640	16980	2103	6
0294	15.49	6	9	6	1	0.058824	17634	1	0.6717	C	1	0.060109	18020	1105	6
0294	15.49	1	25	16	1	0.059608	17869	1	0.2945	N	1	0.059442	17820	421	16
0294	15.49	3	11	5	1	0.054902	16459	1	0.3558	C	1	0.052405	15710	1993	5
0294	15.49	2	26	9	1	0.060392	18105	1	0.6380	S	1	0.060416	18112	420	6
0296	17.15	5	16	9	1	0.130196	39031	1	0.3004	C	1	0.129570	38844	745	9
0296	17.15	2	12	7	1	0.130980	39266	1	0.1981	C	1	0.129550	38838	913	7
0296	17.15	4	13	9	1	0.129412	38796	1	0.1496	C	1	0.129060	38691	972	9
0296	17.15	1	18	13	1	0.127843	38326	1	0.0449	C	1	0.127680	38277	565	13
0296	17.15	7	18	14	1	0.127843	38326	1	0.0503	N	1	0.127530	38232	566	14
0297	15.52	6	20	12	1	0.062745	18810	1	0.0655	N	1	0.062942	18869	1188	12
0297	15.52	8	16	6	1	0.054118	16224	1	0.6776	C	1	0.054923	16465	1382	6
0297	15.52	10	14	7	1	0.062745	18810	1	0.2850	C	1	0.062493	18734	677	7
0297	15.52	1	19	18	1	0.061961	18575	1	0.1044	C	1	0.061189	18344	504	18
0299	16.76	7	9	5	1	0.106667	31977	1	0.6358	N	1	0.105760	31706	1118	5
0299	16.76	3	24	7	1	0.107451	32212	1	0.7136	C	1	0.107640	32269	220	7
0299	16.76	6	27	7	1	0.106667	31977	1	0.7503	N	1	0.106770	32008	385	7
0299	16.76	1	18	11	1	0.107451	32212	1	0.1507	N	1	0.108030	32386	571	11
0299	16.76	5	34	16	1	0.107451	32212	1	0.1291	N	1	0.107960	32365	568	16
0300	16.11	12	9	6	1	0.081569	24453	1	0.1200	N	1	0.079447	23817	1146	6
0300	16.11	1	26	20	2	0.081569	24453	1	0.1391	S	1	0.081470	24424	443	14
0300	16.11	1	26	20	2	0.081569	24453	1	0.1391	S	1	0.081470	24424	443	14
0300	16.11	2	39	29	2	0.089412	26804	2	0.1259	N	2	0.089822	26927	296	12
0300	16.11	3	33	25	1	0.082353	24688	1	0.2008	C	1	0.084256	25259	1043	25
0302	16.15	1	21	14	1	0.081569	24453	1	0.0742	C	1	0.080763	24212	513	14
0304	16.26	8	69	43	2	0.084706	25394	1	0.3357	S	1	0.084567	25352	463	29
0304	16.26	7	15	12	1	0.083922	25159	1	0.1722	C	1	0.082878	24846	890	12
0305	15.83	1	17	12	1	0.069804	20926	1	0.1320	N	1	0.070109	21018	405	12
0305	15.83	4	9	5	1	0.071373	21396	1	1.3261	C	1	0.071712	21498	161	5
0305	15.83	2	15	6	1	0.069020	20691	1	0.7098	C	1	0.073095	21913	1726	6
0305	15.83	6	17	7	1	0.069804	20926	1	0.8234	C	1	0.071963	21573	1801	7
0306	16.50	7	6	5	1	0.093333	27980	1	0.3986	C	1	0.092704	27791	734	5
0306	16.50	1	15	12	1	0.094902	28450	1	0.1988	S	1	0.094889	28447	350	10
0306	16.50	3	46	14	1	0.095686	28686	1	0.6318	C	1	0.095388	28596	473	14
0307	16.87	1	13	11	1	0.112157	33623	1	0.1797	N	1	0.112370	33687	394	11
0307	16.87	6	29	8	1	0.111373	33388	1	0.5517	S	1	0.111610	33459	370	6
0310	16.19	3	5	5	1	0.075294	22572	1	0.4132	C	1	0.075063	22503	1559	5
0310	16.19	5	7	7	1	0.076078	22807	1	0.2100	C	1	0.075297	22573	1799	7
0310	16.19	12	17	9	1	0.081569	24453	1	0.1865	C	1	0.080772	24214	818	9
0310	16.19	1	12	10	1	0.082353	24688	1	0.0590	S	1	0.081888	24549	571	8
0312	15.71	5	7	5	1	0.060392	18105	1	0.7368	C	1	0.061923	18564	1614	5
0312	15.71	4	21	14	2	0.068235	20456	2	0.5447	C	1	0.064844	19439	1142	5
0312	15.71	4	21	14	2	0.068235	20456	2	0.5447	C	2	0.068603	20566	207	9

TABLE B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0312	15.71	1	15	12	2	0.066667	19986	1	0.4115	C	1	0.064514	19340	1420	12
0313	15.98	6	20	10	1	0.073725	22102	1	0.3363	C	1	0.077273	23165	1270	10
0313	15.98	1	14	11	1	0.073725	22102	1	0.2060	N	1	0.074117	22219	367	11
0313	15.98	3	71	46	1	0.074510	22337	2	0.1311	S	2	0.081973	24574	379	5
0314	16.76	1	23	13	1	0.107451	32212	1	0.4899	C	1	0.106580	31951	1589	13
0314	16.76	2	20	5	1	0.104314	31272	1	0.6292	C	1	0.102110	30611	2312	5
0315	15.78	1	22	18	2	0.069020	20691	1	0.1957	C	1	0.069310	20778	707	18
0315	15.78	6	11	6	1	0.076078	22807	1	0.7691	C	1	0.077132	23123	1645	6
0315	15.78	4	14	7	1	0.072941	21867	1	0.2576	C	1	0.071175	21337	1082	7
0317	15.57	2	19	5	1	0.063529	19045	1	1.0682	C	1	0.063130	18925	332	5
0317	15.57	1	10	5	1	0.062745	18810	1	1.0288	C	1	0.062499	18736	334	5
0317	15.57	4	46	13	1	0.062745	18810	1	0.4765	N	1	0.062634	18777	306	13
0319	16.02	1	18	12	1	0.077647	23278	1	0.5304	N	1	0.077273	23165	272	12
0319	16.02	2	7	7	1	0.078431	23513	1	0.6103	C	1	0.078347	23487	390	7
0319	16.02	4	17	12	1	0.077647	23278	1	0.1116	N	1	0.078638	23575	831	12
0320	15.46	10	9	5	1	0.058824	17634	1	0.6425	C	1	0.063893	19154	1501	5
0320	15.46	11	9	5	1	0.048627	14578	1	0.2942	N	1	0.046246	13864	2156	5
0320	15.46	5	7	5	1	0.060392	18105	1	1.1504	C	1	0.060066	18007	181	5
0320	15.46	9	11	8	1	0.061961	18575	1	0.0768	N	1	0.063296	18975	1127	8
0320	15.46	1	16	16	1	0.059608	17869	1	0.3289	N	1	0.059550	17852	353	16
0320	15.46	3	34	22	2	0.060392	18105	1	0.1057	S	1	0.059746	17911	348	18
0320	15.46	4	10	7	1	0.065098	19515	1	0.4796	C	1	0.064920	19462	1384	7
0321	15.95	1	17	17	1	0.074510	22337	1	0.0174	N	1	0.074983	22479	689	17
0321	15.95	6	21	13	1	0.077647	23278	1	0.3025	N	1	0.078015	23388	707	13
0321	15.95	7	20	16	1	0.074510	22337	1	0.0980	C	1	0.075954	22770	1402	16
0321	15.95	3	40	35	1	0.077647	23278	1	0.0296	N	1	0.077695	23292	1276	35
0322	16.35	7	11	5	1	0.089412	26804	1	0.4801	C	1	0.089702	26891	715	5
0322	16.35	1	22	14	1	0.088627	26569	1	0.1066	N	1	0.089036	26692	256	14
0322	16.35	2	12	5	1	0.088627	26569	1	1.4947	C	1	0.088919	26657	250	5
0323	16.00	6	11	5	1	0.070588	21161	1	0.8617	C	1	0.070267	21065	387	5
0323	16.00	8	14	6	1	0.071373	21396	1	0.5956	N	1	0.069389	20802	1117	6
0323	16.00	12	24	6	1	0.074510	22337	1	1.0251	C	1	0.073919	22160	379	6
0323	16.00	4	13	7	1	0.070588	21161	1	0.7008	N	1	0.068956	20672	1197	7
0323	16.00	3	16	5	1	0.072941	21867	1	0.9888	C	1	0.071752	21510	694	5
0323	16.00	5	19	5	1	0.072157	21632	1	0.9826	N	1	0.071549	21449	658	5
0323	16.00	1	18	15	1	0.076078	22807	1	0.1726	C	1	0.074576	22357	1007	15
0323	16.00	9	23	18	1	0.076078	22807	1	0.2679	C	1	0.074381	22298	1029	18
0325	16.90	8	13	8	1	0.114510	34329	1	0.7998	C	1	0.114560	34344	418	8
0325	16.90	1	25	12	1	0.114510	34329	1	0.1656	C	1	0.114490	34323	494	12
0325	16.90	2	38	26	1	0.115294	34564	1	0.1261	N	1	0.114090	34203	675	26
0325	16.90	5	16	13	1	0.112941	33858	1	0.0911	N	1	0.112770	33807	487	13
0325	16.90	4	17	10	1	0.114510	34329	1	0.1917	N	1	0.114480	34320	383	10
0325	16.90	6	23	11	1	0.114510	34329	1	0.3122	N	1	0.114520	34332	367	11
0326	16.21	1	9	8	1	0.083922	25159	1	0.4181	N	1	0.083602	25063	346	8
0326	16.21	6	8	5	1	0.080000	23983	1	0.7894	C	1	0.078462	23522	1612	5
0328	17.09	1	16	12	1	0.124706	37385	1	0.0897	C	1	0.125750	37698	921	12
0328	17.09	2	11	9	1	0.124706	37385	1	0.8229	C	1	0.124330	37273	216	9
0328	17.09	8	10	9	1	0.123922	37150	1	1.0222	C	1	0.124130	37213	194	9
0330	16.83	7	17	10	1	0.112941	33858	1	0.2796	C	1	0.112740	33798	715	10
0330	16.83	9	15	10	1	0.111373	33388	1	0.1629	C	1	0.109700	32887	628	10
0330	16.83	8	45	30	1	0.114510	34329	1	0.1206	C	1	0.112940	33858	1252	30
0330	16.83	2	31	19	1	0.111373	33388	1	0.1551	N	1	0.110020	32983	729	19
0330	16.83	1	25	15	1	0.109804	32918	1	0.2492	C	1	0.110060	32995	878	15
0330	16.83	3	16	8	1	0.109020	32683	1	0.2694	C	1	0.109620	32863	707	8
0331	16.78	1	11	11	1	0.108235	32448	1	0.3206	C	1	0.108360	32485	707	11
0331	16.78	2	18	10	1	0.111373	33388	1	0.5035	C	1	0.110690	33184	886	10
0331	16.78	3	5	5	1	0.117647	35269	1	0.3406	C	1	0.117950	35360	2244	5
0331	16.78	5	13	5	1	0.112941	33858	1	0.7640	C	1	0.112510	33729	549	5
0333	16.92	1	11	9	1	0.115294	34564	1	0.2248	C	1	0.114890	34443	382	9
0333	16.92	2	11	6	1	0.113725	34094	1	0.9013	C	1	0.113540	34038	199	6
0333	16.92	5	17	9	1	0.112941	33858	1	1.0107	N	1	0.112950	33861	187	9
0333	16.92	3	13	8	1	0.112941	33858	1	0.2057	N	1	0.113170	33927	347	8
0333	16.92	4	14	9	1	0.112941	33858	1	0.1834	C	1	0.112440	33708	396	9
0334	16.21	1	14	10	1	0.083922	25159	1	0.1568	S	1	0.083727	25100	357	7
0334	16.21	7	8	5	1	0.084706	25394	1	1.0981	C	1	0.085059	25500	1039	5
0334	16.21	6	93	64	1	0.083922	25159	2	0.0751	N	1	0.082135	24623	1914	18
0334	16.21	6	93	64	1	0.083922	25159	2	0.0751	N	2	0.084187	25238	325	46
0334	16.21	3	9	5	1	0.086275	25864	1	0.3168	N	1	0.086295	25870	581	5
0334	16.21	8	7	6	1	0.087059	26099	1	0.6510	C	1	0.086810	26024	491	6
0335	15.95	9	6	5	1	0.074510	22337	1	1.7250	N	1	0.074713	22398	270	5
0335	15.95	1	7	5	1	0.079216	23748	1	0.3998	C	1	0.079490	23830	1831	5
0335	15.95	3	11	5	1	0.070588	21161	1	0.7327	C	1	0.071539	21446	1239	5
0336	15.81	2	17	7	1	0.070588	21161	1	0.2592	C	1	0.069584	20860	1295	7
0336	15.81	1	17	14	1	0.069804	20926	1	0.0489	C	1	0.070278	21068	607	14
0337	16.17	12	12	7	1	0.083922	25159	1	0.6402	C	1	0.083824	25129	449	7
0337	16.17	8	32	14	1	0.085490	25629	1	0.5786	N	1	0.085642	25674	789	14
0337	16.17	7	6	6	1	0.087059	26099	1	0.4201	C	1	0.086996	26080	646	6

Table B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0337	16.17	1	26	13	1	0.083922	25159	1	0.1415	C	1	0.085058	25499	660	13
0337	16.17	4	19	14	1	0.093333	27980	1	0.1140	N	1	0.093166	27930	2075	14
0339	16.35	1	15	10	1	0.087843	26334	1	0.4253	N	1	0.088999	26681	526	10
0339	16.35	3	8	7	1	0.099608	29861	1	0.2593	N	1	0.099760	29907	666	7
0340	15.37	5	17	12	1	0.058824	17634	1	0.1515	N	1	0.057967	17378	694	12
0340	15.37	1	21	17	1	0.058039	17399	1	0.0794	N	1	0.057820	17333	555	17
0340	15.37	4	27	21	1	0.058039	17399	1	0.1040	N	1	0.057611	17271	604	21
0341	16.32	1	22	18	1	0.087843	26334	2	0.5592	C	1	0.085572	25653	1764	7
0341	16.32	1	22	18	1	0.087843	26334	2	0.5592	C	2	0.088193	26439	197	11
0341	16.32	5	45	21	2	0.088627	26569	2	0.7634	C	1	0.079679	23887	165	7
0341	16.32	5	45	21	2	0.088627	26569	2	0.7634	C	2	0.090028	26989	931	14
0341	16.32	3	19	6	1	0.094902	28450	1	0.5820	C	1	0.092424	27708	1565	6
0343	15.93	2	14	5	1	0.072941	21867	1	1.5178	C	1	0.073455	22021	227	5
0343	15.93	1	19	15	1	0.072941	21867	1	0.0514	C	1	0.073897	22153	1138	15
0343	15.93	4	13	11	1	0.074510	22337	1	0.0592	C	1	0.074542	22347	842	11
0344	16.11	3	8	5	1	0.078431	23513	1	0.8369	C	1	0.078417	23508	927	5
0344	16.11	1	14	13	1	0.080000	23983	1	0.0733	C	1	0.078859	23641	866	13
0344	16.11	4	12	6	1	0.077647	23278	1	0.9096	C	1	0.078037	23394	934	6
0344	16.11	6	20	9	1	0.076863	23042	1	0.2784	C	1	0.077180	23137	931	9
0345	16.59	1	13	11	1	0.099608	29861	1	0.1290	C	1	0.099404	29800	861	11
0345	16.59	2	20	14	1	0.098824	29626	1	0.1823	C	1	0.098505	29531	755	14
0345	16.59	3	36	10	1	0.090980	27275	1	0.9143	C	1	0.088636	26572	2065	10
0346	15.76	8	15	9	1	0.069804	20926	1	0.2863	C	1	0.070734	21205	947	9
0346	15.76	3	11	6	1	0.072941	21867	1	1.5887	N	1	0.072868	21845	133	6
0348	16.92	5	20	10	1	0.107451	32212	1	0.2223	C	1	0.107040	32089	1022	10
0348	16.92	1	14	9	1	0.115294	34564	1	0.1408	C	1	0.113680	34080	1128	9
0348	16.92	2	17	9	1	0.116078	34799	1	0.3901	C	1	0.114290	34263	1215	9
0348	16.92	3	17	10	1	0.107451	32212	1	0.0918	C	1	0.107830	32326	661	10
0349	16.02	11	7	6	1	0.075294	22572	1	0.7872	C	1	0.075654	22680	457	6
0349	16.02	3	27	20	1	0.076078	22807	1	0.1789	S	1	0.075873	22746	356	18
0349	16.02	4	10	7	1	0.075294	22572	1	0.7237	N	1	0.075609	22667	440	7
0349	16.02	6	30	25	1	0.076863	23042	1	0.0286	N	1	0.076180	22838	923	25
0349	16.02	10	14	11	1	0.076078	22807	1	0.0561	C	1	0.077022	23090	720	11
0349	16.02	1	25	23	1	0.075294	22572	1	0.0212	N	1	0.075907	22756	625	23
0349	16.02	2	37	30	1	0.075294	22572	1	0.0212	N	1	0.076034	22794	594	30
0351	16.28	3	16	10	1	0.081569	24453	1	0.3307	C	1	0.082620	24768	972	10
0351	16.28	5	21	6	1	0.086275	25864	1	0.6626	N	1	0.085439	25613	742	6
0351	16.28	7	28	8	1	0.086275	25864	1	0.5777	N	1	0.085490	25629	696	8
0351	16.28	6	13	5	1	0.077647	23278	1	0.7186	N	1	0.084048	25196	1222	5
0351	16.28	1	16	14	1	0.087059	26099	1	0.1200	N	1	0.086589	25958	443	14
0351	16.28	4	18	7	1	0.087059	26099	1	0.6414	N	1	0.086606	25963	340	7
0352	16.75	9	14	5	1	0.099608	29861	1	0.5740	C	1	0.102270	30659	2237	5
0352	16.75	5	18	10	1	0.106667	31977	1	0.2032	N	1	0.105450	31613	932	10
0352	16.75	6	31	12	1	0.105882	31742	1	0.2103	C	1	0.105980	31772	1229	12
0352	16.75	7	33	11	1	0.108235	32448	1	0.6049	S	1	0.112120	33612	734	6
0352	16.75	4	19	10	1	0.107451	32212	1	0.4834	N	1	0.107130	32116	546	10
0352	16.75	2	30	12	1	0.106667	31977	1	0.3967	C	1	0.107010	32080	509	12
0353	16.39	9	18	8	1	0.096471	28921	1	0.2907	C	1	0.095778	28713	1651	8
0353	16.39	4	11	7	1	0.083922	25159	1	0.3581	C	1	0.083735	25103	599	7
0353	16.39	7	35	24	1	0.087059	26099	1	0.1199	N	1	0.087528	26240	1028	24
0353	16.39	1	18	14	1	0.091765	27510	1	0.1287	C	1	0.091900	27550	1980	14
0353	16.39	5	62	29	1	0.083922	25159	2	0.4423	N	1	0.090983	27276	181	7
0353	16.39	5	62	29	1	0.083922	25159	2	0.4423	N	2	0.084504	25333	538	22
0354	16.02	1	11	11	1	0.076863	23042	1	0.1989	N	1	0.077485	23229	459	11
0354	16.02	6	14	13	1	0.076863	23042	1	0.0610	N	1	0.076279	22867	641	13
0357	16.17	6	7	6	1	0.076078	22807	1	0.5729	C	1	0.074210	22247	1741	6
0357	16.17	8	12	9	1	0.076863	23042	1	0.2860	C	1	0.076419	22909	1806	9
0357	16.17	3	11	6	1	0.087843	26334	1	0.4409	N	1	0.083768	25113	2003	6
0359	16.75	1	15	13	1	0.106667	31977	1	0.1482	N	1	0.106520	31933	417	13
0359	16.75	2	34	21	1	0.105882	31742	1	0.0369	N	1	0.105470	31619	684	21
0360	15.60	1	13	11	1	0.062745	18810	1	0.0416	N	1	0.063273	18968	567	11
0361	16.93	5	14	5	1	0.117647	35269	1	0.7130	C	1	0.117520	35231	597	5
0361	16.93	3	22	10	1	0.116863	35034	1	0.2525	N	1	0.116880	35039	500	10
0361	16.93	6	22	13	1	0.116078	34799	1	0.2698	C	1	0.116320	34871	338	13
0361	16.93	1	18	11	1	0.116863	35034	1	0.1393	N	1	0.117030	35084	517	11
0362	16.50	11	9	6	1	0.098039	29391	1	1.2864	C	1	0.098305	29471	350	6
0362	16.50	1	15	12	1	0.095686	28686	1	0.1264	S	1	0.095274	28562	483	9
0362	16.50	2	13	5	1	0.096471	28921	1	1.1404	C	1	0.095373	28592	1072	5
0362	16.50	3	22	12	1	0.098039	29391	1	0.2123	C	1	0.099677	29882	1826	12
0363	16.83	2	14	7	1	0.102745	30802	1	0.4597	N	1	0.102460	30716	269	7
0363	16.83	4	10	6	1	0.112157	33623	1	0.2149	N	1	0.113250	33951	1083	6
0365	15.86	1	15	9	1	0.066667	19986	1	0.2869	S	1	0.068133	20425	1860	6
0365	15.86	9	44	19	1	0.072941	21867	2	0.8927	C	1	0.072612	21768	218	9
0365	15.86	9	44	19	1	0.072941	21867	2	0.8927	C	2	0.065020	19492	538	10
0365	15.86	12	29	10	1	0.066667	19986	1	0.8366	C	1	0.067455	20222	1274	10
0366	15.95	7	13	6	1	0.074510	22337	1	0.1709	C	1	0.075403	22605	1120	6
0366	15.95	1	18	11	1	0.074510	22337	1	0.1913	N	1	0.074680	22388	425	11

TABLE B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0366	15.95	2	12	8	1	0.074510	22337	1	0.2960	C	1	0.074434	22314	336	8
0367	16.07	6	10	6	1	0.079216	23748	1	0.3259	C	1	0.077273	23165	1143	6
0367	16.07	9	7	5	1	0.073725	22102	1	0.8246	C	1	0.073429	22013	1510	5
0367	16.07	3	12	9	2	0.079216	23748	1	0.4692	C	1	0.075780	22718	1378	9
0367	16.07	1	34	25	1	0.078431	23513	1	0.2182	N	1	0.077852	23339	607	25
0369	16.61	3	36	14	1	0.100392	30096	1	0.4319	C	1	0.100260	30057	302	14
0369	16.61	10	47	17	1	0.101176	30331	1	0.4102	C	1	0.100720	30195	326	17
0369	16.61	1	37	16	1	0.101176	30331	1	0.1756	N	1	0.101000	30279	262	16
0370	16.45	9	22	13	1	0.091765	27510	1	0.3381	N	1	0.091959	27568	607	13
0370	16.45	3	15	5	1	0.090980	27275	1	0.9590	C	1	0.091981	27575	892	5
0370	16.45	6	19	8	1	0.094118	28215	1	0.3277	C	1	0.094187	28236	825	8
0370	16.45	1	17	10	1	0.092549	27745	1	0.2244	C	1	0.092323	27677	779	10
0370	16.45	4	17	10	1	0.092549	27745	1	0.2184	C	1	0.092992	27878	452	10
0371	16.54	1	21	17	1	0.098039	29391	2	0.5024	C	1	0.103850	31133	397	6
0371	16.54	1	21	17	1	0.098039	29391	2	0.5024	C	2	0.096599	28959	468	11
0371	16.54	3	18	5	1	0.100392	30096	1	0.9000	C	1	0.100020	29985	705	5
0371	16.54	5	9	7	1	0.091765	27510	1	0.9431	N	1	0.092076	27603	394	7
0371	16.54	7	17	10	1	0.098824	29626	1	0.2747	C	1	0.099165	29728	1478	10
0371	16.54	6	17	9	1	0.098039	29391	1	0.4097	C	1	0.098302	29470	1295	9
0371	16.54	2	16	11	1	0.098039	29391	1	0.0714	N	1	0.097717	29294	694	11
0373	15.49	7	19	10	1	0.059608	17869	1	0.1487	C	1	0.058495	17536	757	10
0373	15.49	4	11	9	1	0.056471	16929	1	0.3709	C	1	0.058631	17577	1314	9
0373	15.49	3	30	27	1	0.059608	17869	2	0.0891	N	1	0.053844	16142	864	6
0377	16.58	1	10	7	1	0.098824	29626	1	0.4189	C	1	0.099380	29793	384	7
0377	16.58	7	10	6	1	0.100392	30096	1	0.5772	C	1	0.100820	30225	1166	6
0378	15.65	1	29	15	1	0.061961	18575	1	0.4748	C	1	0.062384	18702	1090	15
0379	17.15	1	17	15	1	0.128627	38561	1	0.2412	N	1	0.129100	38703	711	15
0379	17.15	2	13	6	1	0.126275	37856	1	0.8437	N	1	0.126540	37935	203	6
0380	16.09	7	15	12	1	0.078431	23513	1	0.2816	N	1	0.078468	23524	687	12
0380	16.09	8	20	16	1	0.077647	23278	1	0.1470	N	1	0.077929	23362	430	16
0380	16.09	5	11	9	1	0.076863	23042	1	0.1623	C	1	0.078225	23451	818	9
0380	16.09	4	12	7	1	0.076078	22807	1	1.0016	N	1	0.076096	22813	178	7
0380	16.09	1	14	13	1	0.077647	23278	1	0.1132	C	1	0.077818	23329	937	13
0382	15.91	1	14	11	1	0.072157	21632	1	0.0235	N	1	0.071840	21537	1268	11
0383	16.32	1	10	10	1	0.087843	26334	1	0.0657	C	1	0.088518	26537	837	10
0383	16.32	5	15	12	1	0.087843	26334	1	0.2773	N	1	0.087763	26310	362	12
0383	16.32	2	9	8	1	0.087059	26099	1	0.4761	N	1	0.086974	26074	297	8
0383	16.32	7	17	12	1	0.087059	26099	1	0.2786	N	1	0.086941	26064	346	12
0385	15.55	6	12	5	1	0.070588	21161	1	0.8211	N	1	0.068906	20657	1308	5
0385	15.55	8	13	8	1	0.067451	20221	1	0.4575	C	1	0.066808	20028	1387	8
0385	15.55	4	12	9	1	0.066667	19986	1	0.1337	C	1	0.066833	20036	1070	9
0386	16.26	2	7	5	1	0.086275	25864	1	0.6273	C	1	0.086958	26069	1087	5
0386	16.26	1	9	5	1	0.084706	25394	1	1.3343	N	1	0.085066	25502	205	5
0386	16.26	3	12	8	1	0.085490	25629	1	0.6859	N	1	0.085283	25567	237	8
0387	15.55	1	27	19	1	0.061961	18575	1	0.0446	C	1	0.062738	18808	683	19
0391	16.33	1	13	11	1	0.088627	26569	1	0.1532	C	1	0.088715	26596	380	11
0391	16.33	5	6	6	1	0.079216	23748	1	0.1943	C	1	0.079164	23732	2712	6
0391	16.33	3	9	6	1	0.087843	26334	1	0.5698	C	1	0.087835	26332	305	6
0393	16.37	2	23	11	1	0.088627	26569	1	0.2358	C	1	0.088447	26515	330	11
0393	16.37	1	9	7	1	0.090196	27040	1	0.3266	N	1	0.090069	27002	303	7
0393	16.37	6	12	9	1	0.093333	27980	1	0.4871	C	1	0.092905	27852	1074	9
0393	16.37	3	57	38	1	0.092549	27745	1	0.0857	N	1	0.093848	28134	1216	38
0394	16.68	1	10	7	1	0.103529	31037	1	0.2902	N	1	0.102930	30857	658	7
0394	16.68	3	17	6	1	0.109804	32918	1	0.4708	C	1	0.109010	32680	837	6
0394	16.68	4	18	12	1	0.103529	31037	1	0.2803	C	1	0.105130	31517	931	12
0395	15.22	1	13	11	1	0.052549	15753	1	0.1739	C	1	0.052206	15650	357	11
0395	15.22	8	8	5	1	0.052549	15753	1	1.9343	C	1	0.052428	15717	133	5
0395	15.22	10	7	5	1	0.054118	16224	1	1.5511	N	1	0.054278	16272	225	5
0396	16.19	5	19	13	1	0.083137	24923	2	0.7382	C	1	0.077166	23133	586	5
0396	16.19	5	19	13	1	0.083137	24923	2	0.7382	C	2	0.084629	25371	362	8
0396	16.19	6	11	7	1	0.084706	25394	1	0.3009	N	1	0.084972	25473	656	7
0396	16.19	1	11	10	1	0.082353	24688	1	0.4096	C	1	0.082637	24773	626	10
0396	16.19	4	17	6	1	0.077647	23278	1	0.8669	C	1	0.079264	23762	1007	6
0396	16.19	3	47	26	1	0.083922	25159	1	0.1085	C	1	0.082863	24841	812	26
0396	16.19	7	23	17	1	0.083922	25159	1	0.1620	C	1	0.083731	25101	763	17
0397	16.02	3	18	10	1	0.078431	23513	1	0.2307	C	1	0.078140	23425	333	10
0397	16.02	6	41	18	1	0.078431	23513	1	0.3762	C	1	0.079624	23870	1075	18
0397	16.02	5	22	5	1	0.076863	23042	1	1.1443	C	1	0.076632	22973	371	5
0397	16.02	1	22	9	1	0.076863	23042	1	0.6412	N	1	0.077149	23128	216	9
0398	16.50	7	13	6	1	0.105882	31742	1	0.5488	C	1	0.104560	31346	2514	6
0398	16.50	1	18	10	1	0.094902	28450	1	0.2127	N	1	0.095092	28507	334	10
0398	16.50	2	18	10	1	0.095686	28686	1	0.2818	C	1	0.094126	28218	1039	10
0398	16.50	3	15	8	1	0.095686	28686	1	0.2136	C	1	0.093567	28050	1098	8
0399	15.86	1	15	10	1	0.070588	21161	1	0.1634	N	1	0.070676	21188	383	10
0399	15.86	6	16	7	1	0.071373	21396	1	0.1924	C	1	0.072607	21767	724	7
0400	15.65	5	8	8	1	0.065098	19515	1	0.1506	C	1	0.065153	19532	886	8
0400	15.65	2	26	13	1	0.064314	19280	1	0.2804	S	1	0.064040	19198	480	11

Table B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0400	15.65	1	19	14	1	0.065098	19515	1	0.1392	N	1	0.065960	19774	1041	14
0400	15.65	4	33	24	1	0.064314	19280	2	0.1214	S	1	0.064431	19315	239	15
0400	15.65	4	33	24	1	0.064314	19280	2	0.1214	S	2	0.068541	20548	841	7
0401	16.56	8	9	5	1	0.100392	30096	1	0.6075	C	1	0.101210	30341	1877	5
0401	16.56	1	15	12	1	0.097255	29156	1	0.2043	C	1	0.097389	29196	1078	12
0401	16.56	3	12	7	1	0.097255	29156	1	0.6936	N	1	0.097324	29177	218	7
0402	16.89	4	15	9	1	0.119216	35739	1	0.4578	C	1	0.120490	36121	1993	9
0402	16.89	1	23	14	1	0.113725	34094	1	0.0739	N	1	0.113480	34020	463	14
0402	16.89	3	29	9	1	0.113725	34094	1	0.4047	N	1	0.113860	34134	408	9
0402	16.89	2	25	9	1	0.114510	34329	1	0.7373	C	1	0.115090	34503	762	9
0403	15.57	4	14	5	1	0.062745	18810	1	0.8510	C	1	0.062998	18886	451	5
0403	15.57	2	12	9	1	0.062745	18810	1	0.3767	N	1	0.063097	18916	601	9
0405	16.09	1	30	19	1	0.080000	23983	1	0.0487	N	1	0.080160	24031	663	19
0405	16.09	2	10	6	1	0.082353	24688	1	0.3733	C	1	0.082500	24732	1214	6
0405	16.09	3	28	8	1	0.078431	23513	1	0.5846	C	1	0.079502	23834	998	8
0406	16.90	1	21	13	1	0.114510	34329	1	0.2498	S	1	0.114840	34428	213	11
0408	16.79	2	42	5	1	0.100392	30096	1	0.9998	C	1	0.099623	29866	1587	5
0408	16.79	5	10	5	1	0.108235	32448	1	1.7202	N	1	0.108360	32485	139	5
0408	16.79	7	14	6	1	0.104314	31272	1	1.0155	C	1	0.106350	31882	872	6
0408	16.79	1	12	10	1	0.109020	32683	1	0.1351	C	1	0.108600	32557	805	10
0412	15.93	2	12	6	1	0.064314	19280	1	0.4438	C	1	0.064462	19325	1458	6
0412	15.93	8	35	18	1	0.074510	22337	2	0.3916	S	1	0.067611	20269	1157	5
0412	15.93	7	14	8	1	0.065882	19751	1	0.3439	C	1	0.066996	20084	1315	8
0412	15.93	9	12	9	1	0.067451	20221	1	0.2965	N	1	0.067642	20278	1351	9
0412	15.93	1	14	12	1	0.073725	22102	1	0.1809	N	1	0.074010	22187	397	12
0412	15.93	5	44	26	2	0.074510	22337	1	0.1918	S	1	0.074598	22363	385	22
0413	16.83	10	22	13	1	0.113725	34094	1	0.3511	N	1	0.113460	34014	672	13
0413	16.83	1	14	7	1	0.110588	33153	1	0.3168	S	1	0.110880	33240	334	5
0414	15.91	6	17	6	1	0.072941	21867	1	0.6292	C	1	0.072819	21830	299	6
0414	15.91	7	13	5	1	0.072941	21867	1	1.3371	N	1	0.073081	21909	291	5
0414	15.91	1	21	9	1	0.073725	22102	1	0.4245	C	1	0.073350	21989	286	9
0414	15.91	4	30	13	1	0.072941	21867	1	0.4062	C	1	0.072149	21629	966	13
0415	15.12	10	15	8	1	0.052549	15753	1	0.3237	C	1	0.053189	15945	1930	8
0415	15.12	3	9	8	1	0.054118	16224	1	0.1543	N	1	0.054417	16313	793	8
0415	15.12	1	7	5	1	0.053333	15988	1	0.6541	C	1	0.053840	16140	961	5
0415	15.12	8	15	8	1	0.053333	15988	1	0.1955	N	1	0.053681	16093	926	8
0415	15.12	4	18	12	1	0.054118	16224	1	0.0504	N	1	0.053676	16091	1265	12
0416	16.00	3	8	6	1	0.077647	23278	1	0.7641	C	1	0.077714	23298	297	6
0416	16.00	1	61	42	1	0.076863	23042	2	0.0919	N	1	0.076471	22925	971	13
0421	16.73	3	16	12	1	0.109020	32683	1	0.1885	N	1	0.108470	32518	741	12
0421	16.73	7	35	23	1	0.109020	32683	1	0.0536	C	1	0.108210	32440	714	23
0421	16.73	1	14	10	1	0.109020	32683	1	0.2021	C	1	0.108090	32404	545	10
0421	16.73	4	16	5	1	0.109804	32918	1	0.9762	N	1	0.109460	32815	449	5
0421	16.73	5	21	8	1	0.110588	33153	1	0.5527	C	1	0.109170	32728	971	8
0422	16.56	1	9	5	1	0.098824	29626	1	0.7376	N	1	0.098465	29519	426	5
0422	16.56	2	23	7	1	0.098824	29626	1	0.4147	N	1	0.100050	29994	819	7
0424	16.11	2	12	10	1	0.080000	23983	1	0.4595	C	1	0.079681	23887	562	10
0424	16.11	1	15	14	1	0.080784	24218	1	0.0973	N	1	0.080511	24136	491	14
0425	16.73	1	17	10	1	0.105882	31742	1	0.2386	C	1	0.105890	31745	188	10
0425	16.73	3	20	8	1	0.105882	31742	1	0.3868	S	1	0.106160	31825	822	5
0425	16.73	2	24	12	1	0.104314	31272	1	0.1331	N	1	0.104920	31454	699	12
0425	16.73	4	39	17	1	0.104314	31272	1	0.2727	C	1	0.104930	31457	590	17
0426	15.81	4	11	7	1	0.069804	20926	1	0.5231	N	1	0.069363	20794	366	7
0426	15.81	7	14	9	1	0.069804	20926	1	0.1467	C	1	0.069298	20775	517	9
0426	15.81	2	15	14	1	0.070588	21161	1	0.0686	N	1	0.070175	21037	325	14
0429	16.32	3	10	8	1	0.088627	26569	1	0.1974	S	1	0.088149	26426	341	6
0429	16.32	1	9	7	1	0.087843	26334	1	0.4780	N	1	0.088020	26387	235	7
0431	16.11	1	13	11	1	0.080000	23983	1	0.2033	N	1	0.079975	23975	394	11
0432	16.37	1	11	6	1	0.090196	27040	1	0.6679	N	1	0.090179	27034	280	6
0432	16.37	2	9	7	1	0.093333	27980	1	0.2354	C	1	0.093593	28058	667	7
0435	15.37	1	15	15	1	0.056471	16929	1	0.2044	N	1	0.056550	16953	421	15
0435	15.37	2	13	10	1	0.056471	16929	1	0.1419	C	1	0.056379	16901	425	10
0436	16.45	9	16	8	1	0.100392	30096	1	0.3282	C	1	0.100560	30147	725	8
0436	16.45	1	14	8	1	0.093333	27980	1	0.2428	N	1	0.093451	28015	347	8
0436	16.45	6	33	15	1	0.097255	29156	1	0.4757	N	1	0.097449	29214	1235	15
0436	16.45	8	15	8	1	0.094118	28215	1	0.2158	C	1	0.094388	28296	929	8
0436	16.45	2	22	7	1	0.100392	30096	1	0.9009	C	1	0.100250	30054	904	7
0437	16.52	1	17	10	1	0.096471	28921	1	0.2483	C	1	0.096599	28959	330	10
0437	16.52	3	11	9	1	0.095686	28686	1	0.5358	S	1	0.096136	28820	208	7
0437	16.52	2	36	9	1	0.095686	28686	1	0.8056	C	1	0.096278	28863	402	9
0437	16.52	4	8	5	1	0.096471	28921	1	1.7475	N	1	0.096222	28846	142	5
0438	16.78	1	13	12	1	0.108235	32448	1	0.1505	C	1	0.108520	32533	559	12
0438	16.78	4	22	12	1	0.108235	32448	1	0.1263	C	1	0.108070	32398	902	12
0439	17.11	1	13	11	1	0.126275	37856	1	0.2510	C	1	0.126070	37794	701	11
0439	17.11	5	10	9	1	0.127059	38091	1	0.2089	C	1	0.126510	37926	745	9
0439	17.11	2	10	6	1	0.127059	38091	1	0.9010	C	1	0.127220	38139	396	6
0439	17.11	3	16	9	1	0.127059	38091	1	0.2157	C	1	0.127180	38127	338	9

TABLE B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0441	16.87	3	15	7	1	0.113725	34094	1	0.3226	C	1	0.113470	34017	1734	7
0441	16.87	1	18	14	1	0.112157	33623	1	0.2263	N	1	0.112620	33762	367	14
0442	16.26	1	10	10	1	0.084706	25394	1	0.2445	C	1	0.084326	25280	771	10
0442	16.26	4	8	5	1	0.082353	24688	1	0.8191	N	1	0.082546	24746	406	5
0443	16.93	1	27	17	1	0.116078	34799	1	0.1458	C	1	0.116470	34916	400	17
0443	16.93	2	32	20	1	0.116078	34799	1	0.1961	N	1	0.116390	34892	371	20
0444	16.79	7	12	7	1	0.107451	32212	1	0.2844	C	1	0.107200	32137	639	7
0444	16.79	8	33	12	1	0.108235	32448	2	1.0030	N	1	0.108050	32392	160	7
0444	16.79	8	33	12	1	0.108235	32448	2	1.0030	N	2	0.106070	31798	1355	5
0444	16.79	9	38	26	1	0.109020	32683	1	0.0379	N	1	0.109270	32758	611	26
0444	16.79	3	68	40	1	0.109020	32683	1	0.2292	N	1	0.108600	32557	770	40
0445	16.95	2	16	9	1	0.116863	35034	1	0.3031	N	1	0.116760	35003	438	9
0445	16.95	4	16	6	1	0.122353	36680	1	0.7574	C	1	0.124710	37387	2288	6
0445	16.95	1	12	10	1	0.117647	35269	1	0.1058	N	1	0.117610	35258	459	10
0446	16.68	2	19	9	1	0.104314	31272	1	0.4144	C	1	0.104700	31388	703	9
0446	16.68	2	19	9	1	0.104314	31272	1	0.4144	C	1	0.104700	31388	703	9
0446	16.68	1	9	7	1	0.103529	31037	1	0.5902	N	1	0.103280	30962	365	7
0446	16.68	7	15	8	1	0.108235	32448	1	0.3388	C	1	0.106620	31963	2355	8
0446	16.68	12	13	6	1	0.111373	33388	1	0.5893	N	1	0.111210	33339	227	6
0446	16.68	5	8	6	1	0.108235	32448	1	0.7879	C	1	0.108410	32500	904	6
0446	16.68	8	14	9	1	0.109020	32683	1	0.1440	C	1	0.108160	32425	891	9
0446	16.68	3	11	10	1	0.096471	28921	1	0.4017	C	1	0.099568	29849	1304	10
0447	16.49	1	8	8	1	0.094902	28450	1	0.5630	N	1	0.095297	28569	418	8
0448	15.76	1	25	15	1	0.069020	20691	1	0.2598	S	1	0.068025	20393	991	12
0448	15.76	2	21	16	1	0.069020	20691	1	0.3221	C	1	0.070229	21054	1571	16
0449	16.54	8	9	5	1	0.089412	26804	1	0.9673	C	1	0.089510	26834	410	5
0449	16.54	1	13	6	1	0.094118	28215	1	0.7266	C	1	0.093420	28006	1403	6
0449	16.54	3	19	6	1	0.088627	26569	1	0.8732	N	1	0.088477	26524	393	6
0450	17.17	6	15	8	1	0.132549	39737	1	0.4225	C	1	0.133660	40070	1929	8
0450	17.17	3	15	6	1	0.122353	36680	1	0.4419	C	1	0.126260	37851	1739	6
0450	17.17	7	16	5	1	0.128627	38561	1	0.6363	N	1	0.128750	38598	545	5
0450	17.17	1	13	8	1	0.130196	39031	1	0.6069	C	1	0.129420	38799	1013	8
0450	17.17	4	40	25	1	0.129412	38796	1	0.0444	N	1	0.129280	38757	779	25
0451	16.76	3	18	10	1	0.098824	29626	1	0.1334	C	1	0.099753	29905	1167	10
0451	16.76	4	14	9	1	0.101176	30331	1	0.3135	N	1	0.101340	30380	1248	9
0451	16.76	8	8	5	1	0.100392	30096	1	0.3343	C	1	0.101400	30398	930	5
0451	16.76	1	16	11	1	0.107451	32212	1	0.2102	C	1	0.108590	32554	954	11
0452	16.47	1	9	8	1	0.094902	28450	1	0.5733	C	1	0.094973	28472	516	8
0452	16.47	3	12	5	1	0.103529	31037	1	0.5811	N	1	0.106840	32029	1982	5
0452	16.47	5	10	5	1	0.093333	27980	1	0.9263	C	1	0.093412	28004	1124	5
0452	16.47	2	11	7	1	0.090196	27040	1	0.3157	N	1	0.090040	26993	393	7
0452	16.47	6	18	9	1	0.090196	27040	1	0.3625	C	1	0.091743	27503	1045	9
0453	16.13	5	40	26	1	0.080000	23983	1	0.0534	C	1	0.079767	23913	637	26
0453	16.13	1	21	14	1	0.079216	23748	1	0.1712	N	1	0.079459	23821	394	14
0455	15.63	7	33	19	1	0.066667	19986	1	0.2339	N	1	0.066437	19917	1203	19
0455	15.63	5	11	7	1	0.059608	17869	1	0.4530	C	1	0.060681	18191	1962	7
0455	15.63	3	8	6	1	0.072157	21632	1	0.1855	C	1	0.072119	21620	2640	6
0455	15.63	9	14	8	1	0.062745	18810	1	0.3964	C	1	0.061036	18298	1098	8
0455	15.63	1	27	18	1	0.065098	19515	1	0.0894	C	1	0.066217	19851	1169	18
0455	15.63	6	32	16	1	0.065098	19515	1	0.4442	C	1	0.065941	19768	1151	16
0456	15.98	5	24	16	1	0.078431	23513	1	0.1203	N	1	0.079187	23739	1027	16
0456	15.98	1	10	9	1	0.075294	22572	1	0.6003	S	1	0.074922	22461	196	6
0457	16.83	8	62	21	1	0.112157	33623	1	0.5636	C	1	0.112040	33588	864	21
0457	16.83	5	25	6	1	0.112157	33623	1	0.8270	C	1	0.111850	33531	221	6
0457	16.83	4	17	7	1	0.110588	33153	1	0.4502	C	1	0.110540	33139	677	7
0457	16.83	2	15	5	1	0.112157	33623	1	0.8626	N	1	0.113460	34014	908	5
0460	15.86	7	21	18	1	0.071373	21396	1	0.0681	N	1	0.071769	21515	1021	18
0460	15.86	3	23	12	1	0.072941	21867	1	0.1731	C	1	0.072327	21683	861	12
0461	16.00	7	16	11	1	0.075294	22572	1	0.0908	S	1	0.075504	22635	578	9
0461	16.00	5	28	20	1	0.075294	22572	1	0.0420	N	1	0.075293	22572	573	20
0461	16.00	1	39	28	1	0.075294	22572	1	0.0211	N	1	0.075164	22533	646	28
0462	15.60	1	7	7	1	0.063529	19045	1	0.9619	N	1	0.063685	19092	452	7
0462	15.60	4	12	8	1	0.061961	18575	1	0.4270	C	1	0.061246	18361	978	8
0463	15.65	2	15	5	1	0.065882	19751	1	1.1581	N	1	0.065813	19730	213	5
0463	15.65	8	11	7	1	0.066667	19986	1	0.8893	N	1	0.066540	19948	417	7
0463	15.65	6	13	5	1	0.055686	16694	1	0.4137	C	1	0.056761	17016	2451	5
0463	15.65	1	15	10	1	0.065882	19751	1	0.3496	C	1	0.065546	19650	281	10
0463	15.65	5	38	17	1	0.065882	19751	1	0.5765	N	1	0.065968	19776	369	17
0465	16.47	3	51	32	1	0.093333	27980	1	0.1280	C	1	0.092867	27840	866	32
0465	16.47	2	19	13	1	0.089412	26804	1	0.1340	C	1	0.090975	27273	1045	13
0465	16.47	4	17	11	1	0.090196	27040	1	0.1372	C	1	0.091113	27314	910	11
0468	15.93	1	18	11	1	0.073725	22102	1	0.2750	N	1	0.073577	22057	316	11
0468	15.93	6	9	6	1	0.069020	20691	1	0.6328	C	1	0.068485	20531	1839	6
0468	15.93	3	12	7	1	0.074510	22337	1	0.3161	C	1	0.072718	21800	1175	7
0468	15.93	8	13	6	1	0.066667	19986	1	0.7944	C	1	0.066831	20035	1686	6
0468	15.93	2	14	5	1	0.082353	24688	1	0.6268	C	1	0.079228	23751	1849	5
0469	15.98	10	11	6	1	0.076863	23042	1	0.6129	C	1	0.076238	22855	1192	6

Table B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0469	15.98	11	20	8	1	0.079216	23748	1	0.7970	C	1	0.076646	22977	1537	8
0469	15.98	1	14	10	1	0.075294	22572	1	0.0552	N	1	0.075012	22488	554	10
0469	15.98	5	29	14	1	0.073725	22102	1	0.2682	C	1	0.074462	22323	950	14
0469	15.98	4	34	18	1	0.076078	22807	1	0.0892	N	1	0.076006	22786	483	18
0469	15.98	3	10	5	1	0.082353	24688	1	0.9217	C	1	0.082750	24807	406	5
0470	16.37	8	14	5	1	0.091765	27510	1	1.6024	C	1	0.091430	27410	135	5
0470	16.37	4	14	6	1	0.093333	27980	1	1.1102	C	1	0.092667	27780	927	6
0473	17.02	1	8	7	1	0.120000	35975	1	0.4098	S	1	0.119240	35747	347	5
0473	17.02	5	38	22	1	0.120000	35975	1	0.1366	S	1	0.118960	35663	630	19
0473	17.02	3	13	6	1	0.115294	34564	1	0.3346	C	1	0.115100	34506	1114	6
0474	16.86	10	20	9	1	0.109804	32918	1	0.3963	C	1	0.111070	33297	797	9
0474	16.86	6	23	9	1	0.109804	32918	1	0.7301	C	1	0.111860	33534	1024	9
0474	16.86	1	26	17	1	0.112157	33623	1	0.0615	N	1	0.111710	33489	381	17
0475	15.83	2	14	9	1	0.079216	23748	1	0.3538	C	1	0.077898	23353	1203	9
0475	15.83	1	10	7	1	0.070588	21161	1	0.1615	S	1	0.070465	21124	368	5
0475	15.83	3	19	10	1	0.070588	21161	1	0.3449	C	1	0.071416	21409	874	10
0476	16.28	2	17	12	2	0.082353	24688	1	0.5499	C	1	0.084104	25213	905	12
0476	16.28	6	10	5	1	0.087059	26099	1	0.7014	C	1	0.087459	26219	651	5
0477	16.21	1	12	9	1	0.084706	25394	1	0.1051	N	1	0.085541	25644	897	9
0477	16.21	5	17	10	1	0.087843	26334	1	0.3170	C	1	0.088639	26573	2227	10
0477	16.21	4	13	8	1	0.076078	22807	1	0.5644	C	1	0.077158	23131	1628	8
0477	16.21	3	35	24	1	0.083922	25159	1	0.0634	C	1	0.083316	24977	710	24
0478	15.88	1	23	16	1	0.072941	21867	1	0.0545	N	1	0.072324	21682	779	16
0478	15.88	2	10	7	1	0.070588	21161	1	0.8906	C	1	0.070321	21081	216	7
0478	15.88	3	11	6	1	0.070588	21161	1	0.3621	C	1	0.070602	21165	597	6
0480	16.07	7	22	16	1	0.079216	23748	2	0.5512	C	1	0.081583	24457	404	6
0483	16.61	2	18	11	1	0.102745	30802	1	0.1246	C	1	0.102810	30821	789	11
0483	16.61	8	19	11	1	0.098039	29391	1	0.4934	N	1	0.097124	29117	1161	11
0483	16.61	4	12	6	1	0.098039	29391	1	0.5560	C	1	0.097492	29227	565	6
0484	16.11	4	11	10	1	0.080784	24218	1	0.1180	N	1	0.081463	24421	886	10
0485	16.26	7	12	7	1	0.076078	22807	1	0.4011	C	1	0.078675	23586	1281	7
0485	16.26	1	9	8	1	0.085490	25629	1	1.0339	N	1	0.085752	25707	207	8
0486	16.39	1	11	7	1	0.090980	27275	1	0.1232	C	1	0.092498	27730	1117	7
0486	16.39	8	16	13	2	0.090980	27275	1	0.2238	S	1	0.090334	27081	508	9
0486	16.39	2	49	17	1	0.090980	27275	1	0.7576	C	1	0.089410	26804	1043	17
0486	16.39	6	15	6	1	0.082353	24688	1	0.8133	C	1	0.083418	25008	1090	6
0488	15.46	1	16	12	1	0.058824	17634	1	0.0810	C	1	0.057287	17174	1204	12
0488	15.46	7	10	8	1	0.056471	16929	1	0.1548	C	1	0.056834	17038	863	8
0488	15.46	11	8	7	1	0.058039	17399	1	0.3031	C	1	0.057051	17103	1417	7
0488	15.46	3	29	18	1	0.061176	18340	1	0.6689	S	1	0.057203	17149	660	8
0488	15.46	5	11	8	1	0.059608	17869	1	0.1695	C	1	0.056896	17056	1346	8
0488	15.46	6	12	7	1	0.058824	17634	1	0.1711	N	1	0.058198	17447	857	7
0488	15.46	2	16	11	1	0.056471	16929	1	0.1551	N	1	0.056245	16861	757	11
0489	16.84	2	18	16	1	0.110588	33153	1	0.1292	C	1	0.112290	33663	716	16
0489	16.84	1	15	11	1	0.111373	33388	1	0.1481	S	1	0.111770	33507	717	8
0490	16.28	1	9	6	1	0.085490	25629	1	0.5710	C	1	0.085778	25715	1303	6
0490	16.28	8	14	8	1	0.080784	24218	1	0.3868	C	1	0.079942	23966	1375	8
0490	16.28	7	8	5	1	0.083137	24923	1	0.5140	C	1	0.082969	24873	1232	5
0490	16.28	9	23	12	1	0.083137	24923	1	0.7973	S	1	0.087360	26189	759	7
0490	16.28	4	13	9	1	0.083922	25159	1	0.0682	C	1	0.083645	25076	571	9
0491	16.54	2	20	15	2	0.097255	29156	1	0.5686	C	1	0.098535	29540	1282	15
0491	16.54	5	8	5	1	0.106667	31977	1	1.7029	C	1	0.107090	32104	119	5
0491	16.54	3	13	7	1	0.096471	28921	1	0.3152	N	1	0.096849	29034	325	7
0491	16.54	1	12	7	1	0.097255	29156	1	0.6936	N	1	0.097324	29177	218	7
0492	15.93	8	29	17	1	0.073725	22102	1	0.2687	S	1	0.074207	22246	326	12
0492	15.93	10	8	5	1	0.081569	24453	1	0.2616	C	1	0.080122	24019	866	5
0492	15.93	7	29	16	2	0.083137	24923	2	0.6713	N	1	0.083367	24992	859	9
0492	15.93	7	29	16	2	0.083137	24923	2	0.6713	N	2	0.073857	22141	163	7
0492	15.93	4	19	13	1	0.075294	22572	1	0.0773	S	1	0.075873	22746	518	11
0492	15.93	3	69	44	2	0.074510	22337	1	0.1306	S	1	0.074791	22421	444	37
0493	16.83	2	9	6	1	0.110588	33153	1	0.5405	C	1	0.110900	33246	510	6
0493	16.83	6	9	5	1	0.115294	34564	1	0.6424	C	1	0.115320	34572	1280	5
0493	16.83	1	14	10	1	0.110588	33153	1	0.3265	N	1	0.110310	33070	315	10
0493	16.83	3	12	8	1	0.111373	33388	1	0.0979	C	1	0.111590	33453	1841	8
0497	16.07	4	11	5	1	0.072941	21867	1	0.8675	C	1	0.075599	22664	1922	5
0497	16.07	8	8	6	1	0.076078	22807	1	6.5827	N	1	0.076100	22814	61	6
0497	16.07	1	7	5	1	0.078431	23513	1	1.3735	C	1	0.078342	23486	220	5
0497	16.07	3	17	13	1	0.076863	23042	1	0.3715	C	1	0.076704	22995	303	13
0498	15.95	5	32	11	1	0.074510	22337	1	0.5951	N	1	0.074812	22428	282	11
0498	15.95	6	16	8	1	0.074510	22337	1	0.4512	N	1	0.074539	22346	294	8
0498	15.95	1	20	13	1	0.074510	22337	1	0.4046	N	1	0.074862	22443	275	13
0498	15.95	7	20	11	1	0.074510	22337	1	0.3384	S	1	0.074669	22385	299	9
0499	16.45	6	6	5	1	0.094118	28215	1	0.6966	C	1	0.092920	27856	1654	5
0499	16.45	7	11	8	1	0.103529	31037	1	0.0334	C	1	0.103680	31082	1495	8
0499	16.45	5	14	8	1	0.093333	27980	1	0.2729	C	1	0.093184	27935	376	8
0499	16.45	1	36	26	1	0.093333	27980	1	0.0856	N	1	0.094232	28250	970	26
0499	16.45	3	45	33	1	0.092549	27745	2	0.0468	N	1	0.092580	27754	555	25

TABLE B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0499	16.45	3	45	33	1	0.092549	27745	2	0.0468	N	2	0.100000	29979	793	8
0500	16.11	1	13	11	1	0.080000	23983	1	0.1131	N	1	0.079579	23857	484	11
0501	16.15	1	13	10	1	0.080784	24218	1	0.5771	C	1	0.080829	24231	510	10
0502	16.02	6	11	5	1	0.070588	21161	1	0.6530	C	1	0.072205	21646	2031	5
0502	16.02	2	20	11	1	0.077647	23278	1	0.2560	S	1	0.077931	23363	340	9
0502	16.02	1	10	8	1	0.076863	23042	1	0.0683	N	1	0.075733	22704	827	8
0502	16.02	3	19	13	1	0.076863	23042	1	0.1715	C	1	0.075134	22524	861	13
0503	16.30	1	10	5	1	0.086275	25864	1	0.8219	C	1	0.086517	25937	495	5
0503	16.30	5	9	5	1	0.083922	25159	1	2.7689	N	1	0.083904	25153	137	5
0503	16.30	8	17	7	1	0.084706	25394	1	0.3816	C	1	0.085161	25530	583	7
0504	16.79	1	16	10	1	0.109020	32683	1	0.1626	C	1	0.108570	32548	366	10
0505	16.17	1	13	12	1	0.082353	24688	1	0.0767	C	1	0.083628	25071	754	12
0506	15.31	1	10	8	1	0.055686	16694	1	0.1328	C	1	0.055293	16576	479	8
0506	15.31	6	6	5	1	0.056471	16929	1	2.7671	C	1	0.056502	16938	146	5
0507	16.09	8	12	10	1	0.079216	23748	1	0.0822	C	1	0.079552	23849	943	10
0507	16.09	1	10	10	1	0.079216	23748	1	0.0480	N	1	0.079796	23922	604	10
0507	16.09	3	8	5	1	0.080784	24218	1	0.3843	C	1	0.081264	24362	1100	5
0507	16.09	4	11	6	1	0.080000	23983	1	0.3952	N	1	0.079898	23952	1467	6
0508	16.19	1	11	9	1	0.083137	24923	1	0.2302	C	1	0.084422	25309	1122	9
0509	16.73	1	14	10	1	0.104314	31272	1	0.1338	C	1	0.104630	31367	1413	10
0509	16.73	8	11	6	1	0.105098	31507	1	0.4520	N	1	0.105080	31502	485	6
0509	16.73	9	40	13	1	0.104314	31272	1	0.6944	C	1	0.104360	31286	1156	13
0509	16.73	5	16	11	1	0.109020	32683	1	1.3287	S	1	0.104480	31322	399	6
0509	16.73	2	6	5	1	0.104314	31272	1	1.6856	C	1	0.104360	31286	319	5
0509	16.73	4	22	10	1	0.104314	31272	1	0.5487	C	1	0.103370	30989	1045	10
0509	16.73	3	26	5	1	0.105098	31507	1	0.9640	N	1	0.104320	31274	610	5
0512	16.75	3	9	5	1	0.107451	32212	1	1.6703	N	1	0.107840	32329	120	5
0512	16.75	7	13	6	1	0.106667	31977	1	0.6544	N	1	0.106540	31939	374	6
0512	16.75	1	20	14	1	0.106667	31977	1	0.0556	N	1	0.106550	31942	538	14
0512	16.75	2	8	7	1	0.108235	32448	1	0.7853	N	1	0.108450	32512	462	7
0513	16.70	5	12	7	1	0.103529	31037	1	0.2082	C	1	0.104440	31310	849	7
0513	16.70	7	9	6	1	0.104314	31272	1	0.5972	C	1	0.104600	31358	287	6
0513	16.70	9	11	5	1	0.101961	30567	1	1.0085	N	1	0.103020	30884	1232	5
0513	16.70	1	11	8	1	0.104314	31272	1	0.1893	N	1	0.104790	31415	766	8
0513	16.70	4	5	5	1	0.103529	31037	1	1.9970	N	1	0.103770	31109	306	5
0513	16.70	3	28	12	1	0.101176	30331	1	0.4083	C	1	0.103370	30989	1315	12
0514	15.18	10	11	9	1	0.052549	15753	1	0.5401	N	1	0.052882	15853	243	9
0514	15.18	9	13	9	1	0.057255	17164	1	0.2179	C	1	0.056483	16933	763	9
0514	15.18	1	26	18	1	0.053333	15988	1	0.0607	N	1	0.053346	15992	385	18
0514	15.18	2	30	22	1	0.053333	15988	1	0.0844	S	1	0.053258	15966	264	18
0516	15.86	1	9	8	1	0.071373	21396	1	0.5142	N	1	0.071043	21298	297	8
0516	15.86	5	6	5	1	0.072157	21632	1	2.5574	C	1	0.071997	21584	133	5
0517	16.13	2	15	13	1	0.074510	22337	1	0.2152	N	1	0.074901	22454	771	13
0517	16.13	1	26	15	1	0.080000	23983	1	0.1290	C	1	0.080193	24041	997	15
0517	16.13	4	15	12	1	0.076863	23042	1	0.2662	C	1	0.076834	23034	697	12
0517	16.13	7	18	16	1	0.076078	22807	1	0.1070	N	1	0.075903	22755	288	16
0519	16.04	4	20	9	1	0.077647	23278	1	0.1811	C	1	0.078146	23427	883	9
0520	16.09	6	19	15	1	0.079216	23748	1	0.1004	S	1	0.079784	23918	444	12
0520	16.09	1	18	15	1	0.081569	24453	1	0.1200	C	1	0.081053	24299	286	15
0520	16.09	4	8	7	1	0.080000	23983	1	0.6081	C	1	0.080101	24013	506	7
0520	16.09	2	13	10	1	0.079216	23748	1	0.2047	C	1	0.077517	23239	1272	10
0522	15.86	5	6	6	1	0.072157	21632	1	0.6031	N	1	0.072199	21644	558	6
0522	15.86	4	19	13	1	0.078431	23513	1	0.1797	C	1	0.077620	23269	615	13
0523	15.18	4	7	7	1	0.052549	15753	1	0.1067	C	1	0.053928	16167	1118	7
0523	15.18	2	13	12	1	0.061961	18575	1	0.1180	C	1	0.061896	18555	1797	12
0523	15.18	10	7	6	1	0.050196	15048	1	0.0872	N	1	0.051448	15423	831	6
0523	15.18	1	15	12	1	0.051765	15518	1	0.0858	C	1	0.052574	15761	678	12
0523	15.18	3	18	16	1	0.050980	15283	1	0.0573	C	1	0.052128	15627	640	16
0525	15.86	4	10	5	1	0.071373	21396	1	1.7957	N	1	0.071255	21361	158	5
0525	15.86	1	16	11	1	0.071373	21396	1	0.2356	N	1	0.071323	21382	376	11
0525	15.86	2	11	8	1	0.070588	21161	1	0.2642	N	1	0.070946	21269	324	8
0527	16.33	1	16	11	1	0.088627	26569	1	0.1251	C	1	0.088290	26468	411	11
0528	15.25	1	14	11	1	0.054118	16224	1	0.0337	N	1	0.053381	16003	559	11
0533	16.13	10	7	6	1	0.074510	22337	1	0.1541	C	1	0.076217	22849	951	6
0533	16.13	11	13	10	1	0.082353	24688	1	0.1087	C	1	0.080610	24166	820	10
0533	16.13	1	9	8	1	0.080784	24218	1	0.2052	C	1	0.079400	23803	966	8
0533	16.13	7	11	7	1	0.085490	25629	1	0.3343	C	1	0.084593	25360	2164	7
0533	16.13	5	25	9	1	0.080000	23983	1	0.6833	C	1	0.079945	23966	557	9
0533	16.13	6	19	9	1	0.072941	21867	1	0.7535	C	1	0.074462	22323	1863	9
0533	16.13	8	16	6	1	0.069804	20926	1	0.6472	C	1	0.071782	21519	1489	6
0533	16.13	2	29	10	1	0.084706	25394	1	0.6522	C	1	0.084728	25400	1010	10
0533	16.13	4	22	6	1	0.083922	25159	1	0.8528	N	1	0.083470	25023	727	6
0534	16.32	3	23	15	1	0.086275	25864	1	0.0603	N	1	0.085472	25623	670	15
0534	16.32	6	27	12	1	0.086275	25864	1	0.1829	N	1	0.085993	25780	394	12
0534	16.32	1	13	11	1	0.086275	25864	1	0.1819	C	1	0.086304	25873	408	11
0534	16.32	2	50	36	1	0.086275	25864	1	0.0618	C	1	0.085041	25494	1087	36
0535	16.13	5	23	13	1	0.081569	24453	1	0.2769	C	1	0.082149	24627	844	13

Table B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0535	16.13	1	10	9	1	0.080784	24218	1	0.1468	N	1	0.080798	24222	472	9
0535	16.13	2	29	18	1	0.081569	24453	1	0.1807	N	1	0.081776	24515	668	18
0537	16.21	4	20	9	1	0.087059	26099	1	0.4471	N	1	0.086587	25958	433	9
0537	16.21	1	14	8	1	0.083922	25159	1	0.1793	C	1	0.082246	24656	1098	8
0537	16.21	2	18	10	1	0.084706	25394	1	0.1592	C	1	0.083048	24897	1166	10
0537	16.21	6	28	15	1	0.086275	25864	1	0.2639	N	1	0.085471	25623	826	15
0538	16.37	4	25	13	1	0.087059	26099	1	0.1931	C	1	0.087861	26340	491	13
0538	16.37	8	23	16	1	0.087059	26099	1	0.1468	C	1	0.088743	26604	693	16
0538	16.37	1	53	39	1	0.092549	27745	1	0.0769	N	1	0.092492	27728	1038	39
0538	16.37	5	61	38	1	0.093333	27980	1	0.1845	N	1	0.092762	27809	1017	38
0540	16.43	8	42	17	1	0.092549	27745	1	0.3121	C	1	0.092445	27714	888	17
0540	16.43	11	30	18	1	0.092549	27745	2	0.7064	N	1	0.094857	28437	214	8
0540	16.43	11	30	18	1	0.092549	27745	2	0.7064	N	2	0.090719	27196	291	10
0540	16.43	1	11	5	1	0.093333	27980	1	0.8555	N	1	0.093447	28014	452	5
0540	16.43	3	14	8	1	0.096471	28921	1	0.3161	C	1	0.097157	29126	1767	8
0540	16.43	5	15	10	1	0.093333	27980	1	0.0618	C	1	0.094244	28253	1125	10
0543	16.49	1	8	8	1	0.094902	28450	1	0.8572	N	1	0.094869	28441	473	8
0543	16.49	4	17	15	1	0.096471	28921	1	0.1458	N	1	0.095902	28750	463	15
0545	16.13	1	15	9	1	0.080784	24218	1	0.4125	N	1	0.080921	24259	268	9
0545	16.13	3	9	6	1	0.080000	23983	1	0.2089	C	1	0.078494	23531	1180	6
0546	16.00	4	12	6	1	0.077647	23278	1	0.8234	C	1	0.077749	23308	209	6
0546	16.00	3	9	8	1	0.080784	24218	1	0.5999	C	1	0.081031	24292	525	8
0546	16.00	2	7	7	1	0.074510	22337	1	0.6589	C	1	0.074392	22302	276	7
0546	16.00	1	10	8	1	0.076078	22807	1	0.5211	N	1	0.075808	22726	549	8
0546	16.00	5	10	7	1	0.083137	24923	1	0.2705	C	1	0.080501	24133	1340	7
0547	15.22	4	7	7	1	0.055686	16694	1	0.2292	C	1	0.055547	16652	839	7
0552	15.60	1	63	13	1	0.063529	19045	1	0.6820	C	1	0.062477	18730	834	13
0552	15.60	6	51	13	1	0.063529	19045	1	0.6098	C	1	0.062477	18730	834	13
0554	17.12	7	25	6	1	0.116078	34799	1	0.7470	C	1	0.119450	35810	2327	6
0554	17.12	6	10	9	1	0.126275	37856	1	0.0985	C	1	0.125940	37755	1333	9
0554	17.12	1	32	15	1	0.127059	38091	1	0.3299	S	1	0.126900	38043	305	11
0554	17.12	2	20	8	1	0.127843	38326	1	0.7745	C	1	0.131680	39476	1482	8
0555	16.68	1	13	11	1	0.103529	31037	1	0.3027	N	1	0.103340	30980	347	11
0555	16.68	3	20	9	1	0.103529	31037	1	0.4500	N	1	0.103370	30989	247	9
0555	16.68	4	11	9	1	0.103529	31037	1	0.5692	N	1	0.103370	30989	247	9
0556	16.54	2	28	16	1	0.094118	28215	1	0.1631	C	1	0.092598	27760	959	16
0556	16.54	1	37	12	1	0.096471	28921	1	0.7043	C	1	0.096321	28876	752	12
0557	15.60	2	6	5	1	0.063529	19045	1	1.3394	C	1	0.063268	18967	369	5
0557	15.60	4	6	5	1	0.065882	19751	1	0.8018	C	1	0.066093	19814	481	5
0557	15.60	1	12	10	1	0.063529	19045	1	0.4815	N	1	0.063529	19045	290	10
0557	15.60	7	22	13	1	0.063529	19045	1	0.0664	N	1	0.063135	18927	505	13
0557	15.60	3	13	6	1	0.062745	18810	1	0.2806	N	1	0.062090	18614	658	6
0558	16.13	4	7	5	1	0.080000	23983	1	0.9351	C	1	0.080057	24000	856	5
0559	15.88	10	9	7	1	0.072941	21867	1	1.2203	N	1	0.072758	21812	185	7
0559	15.88	1	17	14	1	0.072157	21632	1	0.0991	S	1	0.072499	21734	571	12
0559	15.88	3	16	11	1	0.072157	21632	1	0.0232	C	1	0.071970	21576	647	11
0559	15.88	6	10	7	1	0.072941	21867	1	0.1558	N	1	0.072361	21693	779	7
0559	15.88	2	7	5	1	0.067451	20221	1	0.5039	C	1	0.065268	19566	1778	5
0563	16.63	12	36	14	1	0.101176	30331	2	0.6051	N	1	0.101260	30356	179	9
0563	16.63	12	36	14	1	0.101176	30331	2	0.6051	N	2	0.091106	27312	334	5
0563	16.63	1	14	7	2	0.101176	30331	1	0.3605	C	1	0.098755	29606	1266	7
0563	16.63	9	24	10	1	0.101176	30331	1	0.7266	C	1	0.097559	29247	1435	10
0563	16.63	2	11	6	1	0.097255	29156	1	0.3789	C	1	0.099452	29814	2445	6
0563	16.63	3	37	12	1	0.109020	32683	1	0.2788	C	1	0.107560	32245	821	12
0564	16.35	1	14	9	1	0.089412	26804	1	0.2955	C	1	0.087238	26153	1051	9
0571	15.93	5	9	5	1	0.076078	22807	1	0.6578	C	1	0.075957	22771	1480	5
0571	15.93	6	20	12	1	0.073725	22102	1	0.2194	C	1	0.074989	22481	995	12
0571	15.93	1	8	6	1	0.073725	22102	1	0.1148	N	1	0.075069	22505	965	6
0571	15.93	4	18	13	1	0.072941	21867	1	0.1872	C	1	0.074433	22314	906	13
0573	16.33	4	9	6	1	0.087059	26099	1	0.2652	C	1	0.085965	25771	1607	6
0573	16.33	1	12	6	1	0.088627	26569	1	0.6650	N	1	0.088478	26525	303	6
0573	16.33	5	16	6	1	0.090196	27040	1	0.7584	C	1	0.089923	26958	230	6
0573	16.33	6	17	8	1	0.089412	26804	1	0.2643	S	1	0.089213	26745	482	5
0573	16.33	2	18	8	1	0.094118	28215	1	0.6566	C	1	0.094201	28240	1570	8
0573	16.33	3	37	14	2	0.089412	26804	2	0.9118	N	1	0.089376	26794	227	8
0573	16.33	3	37	14	2	0.089412	26804	2	0.9118	N	2	0.098006	29381	344	6
0574	16.00	5	36	18	1	0.074510	22337	1	0.5439	S	1	0.074497	22333	281	11
0574	16.00	3	27	17	1	0.073725	22102	1	0.0862	N	1	0.073570	22055	727	17
0574	16.00	2	19	13	1	0.072157	21632	1	0.2988	N	1	0.071786	21520	319	13
0576	16.15	4	12	10	1	0.079216	23748	1	0.1410	C	1	0.078323	23480	867	10
0576	16.15	9	7	6	1	0.078431	23513	1	0.3633	C	1	0.078945	23667	1337	6
0576	16.15	3	19	18	1	0.074510	22337	1	0.1667	C	1	0.076015	22788	1464	18
0576	16.15	1	15	14	1	0.076078	22807	1	0.0957	C	1	0.076307	22876	1307	14
0576	16.15	7	40	37	2	0.075294	22572	2	0.2428	S	1	0.082398	24702	241	12
0576	16.15	7	40	37	2	0.075294	22572	2	0.2428	S	2	0.075176	22537	481	23
0578	16.49	1	38	17	1	0.095686	28686	1	0.3730	S	1	0.096486	28925	1007	13
0579	16.09	2	25	10	1	0.080000	23983	1	0.5197	N	1	0.078340	23485	972	10

TABLE B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0580	16.54	1	7	5	1	0.090980	27275	1	0.1303	N	1	0.089281	26765	1289	5
0580	16.54	6	40	6	1	0.094902	28450	1	1.0051	C	1	0.093893	28148	965	6
0583	16.02	1	6	5	1	0.076863	23042	1	1.3934	N	1	0.077290	23170	341	5
0583	16.02	4	17	9	1	0.077647	23278	1	0.3025	N	1	0.077356	23190	445	9
0583	16.02	3	13	10	1	0.079216	23748	1	0.3456	N	1	0.079616	23868	574	10
0583	16.02	5	18	15	1	0.078431	23513	1	0.0925	N	1	0.078645	23577	660	15
0585	16.07	4	13	6	1	0.077647	23278	1	0.7994	N	1	0.077800	23323	453	6
0585	16.07	2	24	12	1	0.076863	23042	1	0.1692	N	1	0.076945	23067	434	12
0585	16.07	1	14	10	1	0.078431	23513	1	0.2536	N	1	0.078544	23546	362	10
0585	16.07	6	13	10	1	0.078431	23513	1	0.2664	N	1	0.078526	23541	361	10
0588	16.47	6	8	8	1	0.095686	28686	1	0.2417	C	1	0.095277	28563	782	8
0588	16.47	7	21	12	1	0.094118	28215	1	0.2442	C	1	0.094266	28260	662	12
0588	16.47	1	19	12	1	0.094118	28215	1	0.0917	N	1	0.095054	28496	964	12
0588	16.47	3	7	6	1	0.090980	27275	1	0.2479	C	1	0.092289	27667	1645	6
0588	16.47	2	20	14	1	0.090196	27040	1	0.1105	C	1	0.090936	27261	952	14
0592	15.57	5	15	11	1	0.063529	19045	1	0.0350	N	1	0.063967	19176	1142	11
0593	15.60	3	16	6	1	0.064314	19280	1	0.8181	C	1	0.064627	19374	396	6
0594	15.55	14	14	7	1	0.065098	19515	1	0.5559	C	1	0.066004	19787	2218	7
0594	15.55	4	13	5	1	0.066667	19986	1	0.7379	C	1	0.069222	20752	1905	5
0594	15.55	5	14	5	1	0.063529	19045	1	1.0230	N	1	0.063442	19019	386	5
0595	15.63	1	24	14	1	0.064314	19280	1	0.2019	C	1	0.064477	19329	360	14
0596	16.66	1	35	18	1	0.105098	31507	1	0.1336	C	1	0.106220	31843	1275	18
0596	16.66	4	19	8	1	0.107451	32212	1	0.6373	C	1	0.106460	31915	987	8
0596	16.66	5	13	6	1	0.104314	31272	1	0.6844	C	1	0.104560	31346	955	6
0600	15.95	1	15	14	1	0.074510	22337	1	0.1552	C	1	0.074197	22243	1185	14
0600	15.95	6	34	30	2	0.075294	22572	1	0.1182	C	1	0.076495	22932	1272	30
0600	15.95	7	11	9	1	0.081569	24453	1	0.2026	C	1	0.079282	23768	1229	9
0600	15.95	3	9	9	1	0.076863	23042	1	0.2297	N	1	0.076776	23016	403	9
0601	15.60	5	7	7	1	0.072157	21632	1	0.2007	C	1	0.071937	21566	1659	7
0601	15.60	8	26	17	1	0.070588	21161	2	0.6881	C	1	0.070821	21231	178	8
0601	15.60	8	26	17	1	0.070588	21161	2	0.6881	C	2	0.067594	20264	2063	9
0601	15.60	1	11	7	1	0.065882	19751	1	0.8124	C	1	0.066738	20007	1195	7
0601	15.60	4	16	6	1	0.057255	17164	1	0.8592	C	1	0.055560	16656	2175	6
0603	15.91	1	8	6	1	0.074510	22337	1	0.5262	C	1	0.074373	22296	1842	6
0603	15.91	6	14	9	1	0.073725	22102	1	0.1987	C	1	0.074342	22287	1905	9
0605	16.76	5	15	7	1	0.105098	31507	1	0.2020	C	1	0.105330	31577	663	7
0605	16.76	1	9	7	1	0.107451	32212	1	0.4585	N	1	0.107410	32200	277	7
0605	16.76	4	16	8	1	0.107451	32212	1	1.3911	C	1	0.107220	32143	162	8
0606	15.34	3	29	25	1	0.054902	16459	1	0.0213	N	1	0.055329	16587	1116	25
0607	16.19	3	13	8	1	0.079216	23748	1	0.1945	C	1	0.079376	23796	751	8
0607	16.19	7	19	6	1	0.079216	23748	1	0.8879	C	1	0.080107	24015	783	6
0607	16.19	1	11	8	1	0.083137	24923	1	0.1048	C	1	0.083823	25129	742	8
0607	16.19	5	10	6	1	0.079216	23748	1	0.2608	C	1	0.079900	23953	789	6
0608	15.71	4	43	21	1	0.066667	19986	1	0.3084	N	1	0.065867	19746	772	21
0608	15.71	3	7	7	1	0.065882	19751	1	0.4789	S	1	0.065803	19727	247	5
0608	15.71	1	9	5	1	0.066667	19986	1	5.7109	N	1	0.066673	19988	83	5
0608	15.71	8	18	11	1	0.066667	19986	1	0.3522	S	1	0.067339	20187	183	7
0609	15.40	1	10	10	1	0.058039	17399	1	0.1855	N	1	0.058160	17435	443	10
0609	15.40	2	7	7	1	0.048627	14578	1	0.3563	C	1	0.051765	15518	1370	7
0609	15.40	5	8	5	1	0.048627	14578	1	1.6576	C	1	0.048896	14658	109	5
0611	15.25	7	18	13	1	0.054902	16459	1	0.1333	N	1	0.054420	16314	511	13
0611	15.25	1	9	6	1	0.054118	16224	1	0.2869	C	1	0.053908	16161	641	6
0611	15.25	4	10	7	1	0.054902	16459	1	0.6531	C	1	0.054730	16407	220	7
0611	15.25	2	20	14	1	0.054902	16459	1	0.0811	C	1	0.054414	16312	726	14
0612	15.31	1	9	8	1	0.055686	16694	1	0.8171	C	1	0.055433	16618	454	8
0614	16.73	10	8	6	1	0.105882	31742	1	1.5230	N	1	0.106200	31837	158	6
0614	16.73	7	13	6	1	0.099608	29861	1	0.5447	C	1	0.099052	29695	2029	6
0614	16.73	8	14	9	1	0.113725	34094	1	0.1897	C	1	0.112970	33867	1801	9
0614	16.73	11	13	9	1	0.112157	33623	1	0.3090	C	1	0.112450	33711	1375	9
0614	16.73	1	40	26	1	0.110588	33153	2	0.5603	N	1	0.105780	31712	406	11
0614	16.73	1	40	26	1	0.110588	33153	2	0.5603	N	2	0.115950	34760	952	15
0614	16.73	5	31	9	1	0.104314	31272	1	0.9542	S	1	0.103980	31172	1752	5
0614	16.73	4	25	8	1	0.098039	29391	1	0.9812	C	1	0.100500	30129	1122	8
0615	16.15	1	8	6	1	0.089412	26804	1	0.4589	C	1	0.085171	25533	1834	6
0615	16.15	2	13	11	1	0.084706	25394	1	0.1010	C	1	0.085191	25539	812	11
0615	16.15	3	18	15	1	0.084706	25394	1	0.0873	C	1	0.086582	25956	1344	15
0615	16.15	4	10	6	1	0.081569	24453	1	0.6910	N	1	0.081381	24397	303	6
0616	15.43	4	7	5	1	0.061961	18575	1	0.6924	C	1	0.063328	18985	1551	5
0616	15.43	9	18	12	1	0.058824	17634	1	0.2218	C	1	0.060809	18230	1719	12
0616	15.43	7	7	6	1	0.056471	16929	1	0.4800	N	1	0.057439	17219	987	6
0616	15.43	3	9	9	1	0.060392	18105	1	0.1613	C	1	0.061694	18495	935	9
0616	15.43	6	8	8	1	0.059608	17869	1	0.5429	C	1	0.059983	17982	334	8
0620	16.04	1	10	8	1	0.077647	23278	1	0.5103	N	1	0.077247	23158	246	8
0622	15.63	8	11	6	1	0.066667	19986	1	0.8615	C	1	0.065657	19683	1312	6
0622	15.63	4	11	6	1	0.061176	18340	1	0.7915	C	1	0.060927	18265	951	6
0622	15.63	1	14	7	1	0.065098	19515	1	0.2331	N	1	0.064304	19277	538	7
0622	15.63	9	9	8	1	0.065098	19515	1	0.2415	N	1	0.064641	19378	377	8

Table B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0622	15.63	6	10	8	1	0.061961	18575	1	0.2877	C	1	0.062530	18746	1536	8
0622	15.63	5	43	36	1	0.057255	17164	1	0.0296	N	1	0.057794	17326	837	36
0623	16.07	1	29	23	1	0.079216	23748	1	0.0714	C	1	0.079300	23773	1042	23
0623	16.07	2	37	27	1	0.077647	23278	1	0.1507	N	1	0.077101	23114	1239	27
0623	16.07	6	61	45	1	0.076863	23042	1	0.0538	N	1	0.076973	23075	1104	45
0624	16.07	9	27	6	1	0.080000	23983	1	0.9371	C	1	0.077814	23328	2089	6
0624	16.07	5	20	7	1	0.078431	23513	1	0.7513	C	1	0.078608	23566	331	7
0624	16.07	4	39	8	1	0.078431	23513	1	0.7609	S	1	0.078788	23620	953	5
0624	16.07	1	26	7	1	0.076078	22807	1	0.9270	N	1	0.074913	22458	1060	7
0626	15.52	3	12	8	1	0.064314	19280	1	0.3719	N	1	0.064262	19265	146	8
0626	15.52	1	11	7	1	0.060392	18105	1	0.2296	C	1	0.060925	18264	849	7
0627	15.98	2	10	10	1	0.077647	23278	1	0.2349	N	1	0.077578	23257	467	10
0627	15.98	8	6	5	1	0.079216	23748	1	0.8891	C	1	0.078656	23580	946	5
0629	15.95	7	7	5	1	0.073725	22102	1	0.6398	C	1	0.073345	21988	1041	5
0629	15.95	1	7	6	1	0.076078	22807	1	0.2389	C	1	0.075164	22533	830	6
0629	15.95	6	12	7	1	0.076078	22807	1	0.7379	C	1	0.075990	22781	411	7
0631	15.28	1	12	10	1	0.055686	16694	1	0.0900	C	1	0.054802	16429	534	10
0631	15.28	7	7	6	1	0.054902	16459	1	1.2380	N	1	0.055152	16534	353	6
0636	15.95	7	6	5	1	0.069804	20926	1	0.5093	N	1	0.070271	21066	618	5
0636	15.95	1	8	6	1	0.071373	21396	1	0.9106	C	1	0.071185	21340	302	6
0636	15.95	3	30	24	1	0.070588	21161	1	0.1056	N	1	0.070896	21254	916	24
0638	15.46	5	20	10	1	0.059608	17869	1	0.3067	C	1	0.058137	17429	660	10
0639	15.76	9	13	12	1	0.067451	20221	1	0.2213	C	1	0.064864	19445	1369	12
0639	15.76	6	5	5	1	0.058824	17634	1	0.2991	C	1	0.057438	17219	908	5
0639	15.76	1	5	5	1	0.068235	20456	1	1.3635	N	1	0.068592	20563	386	5
0639	15.76	2	11	9	1	0.070588	21161	1	0.1424	C	1	0.069640	20877	582	9
0640	16.35	1	9	6	1	0.089412	26804	1	0.6819	C	1	0.089484	26826	255	6
0640	16.35	6	7	6	1	0.086275	25864	1	0.2387	C	1	0.087634	26272	1500	6
0642	15.63	1	13	9	1	0.065098	19515	1	0.7219	N	1	0.065074	19508	214	9
0642	15.63	4	12	7	1	0.054902	16459	1	0.4305	C	1	0.057471	17229	2117	7
0642	15.63	12	12	6	1	0.053333	15988	1	0.4097	C	1	0.052512	15742	2175	6
0643	15.63	1	9	6	1	0.063529	19045	1	0.1942	C	1	0.065710	19699	1253	6
0643	15.63	2	14	9	1	0.069804	20926	1	0.3517	C	1	0.068764	20614	1838	9
0643	15.63	3	13	7	1	0.063529	19045	1	0.2359	N	1	0.062814	18831	792	7
0644	15.37	1	9	9	1	0.057255	17164	1	0.8497	C	1	0.057063	17107	242	9
0644	15.37	5	6	5	1	0.058039	17399	1	2.7211	C	1	0.057830	17336	232	5
0645	16.19	9	12	7	1	0.081569	24453	1	0.4131	N	1	0.082300	24672	542	7
0645	16.19	4	10	8	1	0.078431	23513	1	0.2332	N	1	0.079268	23763	514	8
0645	16.19	5	20	10	1	0.080000	23983	1	0.3184	N	1	0.080451	24118	593	10
0645	16.19	2	24	20	1	0.079216	23748	2	0.4901	C	1	0.081779	24516	420	10
0645	16.19	2	24	20	1	0.079216	23748	2	0.4901	C	2	0.078336	23484	175	10
0645	16.19	8	21	15	1	0.079216	23748	1	0.0839	C	1	0.079255	23760	479	15
0645	16.19	3	14	10	1	0.082353	24688	1	0.0932	N	1	0.082334	24683	483	10
0646	15.95	1	11	5	1	0.076078	22807	1	0.6276	C	1	0.076287	22870	1691	5
0646	15.95	4	8	6	1	0.069804	20926	1	0.1021	C	1	0.070819	21231	617	6
0646	15.95	8	14	6	1	0.066667	19986	1	0.8726	C	1	0.066136	19827	2509	6
0646	15.95	6	13	7	1	0.076078	22807	1	0.1333	C	1	0.076586	22959	618	7
0646	15.95	3	33	16	1	0.074510	22337	2	1.0550	N	1	0.069227	20753	308	7
0646	15.95	3	33	16	1	0.074510	22337	2	1.0550	N	2	0.079446	23817	790	9
0648	16.33	1	8	6	1	0.088627	26569	1	1.0257	C	1	0.088295	26470	159	6
0649	15.83	9	18	6	1	0.071373	21396	1	1.2843	N	1	0.070946	21269	143	6
0649	15.83	10	11	5	1	0.072157	21632	1	1.1549	C	1	0.071919	21560	325	5
0652	15.43	2	11	11	1	0.057255	17164	1	0.3245	C	1	0.057192	17145	209	11
0652	15.43	5	15	8	1	0.058824	17634	1	0.6358	N	1	0.058194	17446	495	8
0654	15.43	1	21	10	1	0.059608	17869	1	0.4002	C	1	0.059263	17766	500	10
0654	15.43	2	40	10	1	0.060392	18105	1	0.8846	C	1	0.059311	17780	1052	10
0655	15.25	1	15	12	1	0.054118	16224	1	0.1078	N	1	0.054394	16306	503	12
0655	15.25	2	8	6	1	0.054118	16224	1	0.2981	N	1	0.054169	16239	708	6
0655	15.25	3	13	10	1	0.054902	16459	1	0.2128	C	1	0.054933	16468	759	10
0656	15.40	1	6	5	1	0.057255	17164	1	1.0862	N	1	0.056872	17049	384	5
0656	15.40	4	7	5	1	0.065098	19515	1	1.0919	C	1	0.060611	18170	1184	5
0657	15.40	10	8	7	1	0.058039	17399	1	0.5292	C	1	0.058097	17417	1121	7
0657	15.40	8	11	5	1	0.055686	16694	1	0.7342	C	1	0.059531	17846	1639	5
0657	15.40	6	20	12	1	0.053333	15988	1	0.2634	C	1	0.054284	16273	2295	12
0657	15.40	7	9	5	1	0.061961	18575	1	0.2694	C	1	0.060466	18127	1075	5
0657	15.40	4	13	8	1	0.054902	16459	1	0.1072	C	1	0.055584	16663	660	8
0658	15.31	1	15	10	1	0.055686	16694	1	0.1933	N	1	0.055612	16672	197	10
0660	16.00	7	19	8	1	0.076863	23042	1	0.6198	C	1	0.076602	22964	233	8
0660	16.00	1	7	5	1	0.076078	22807	1	2.4302	C	1	0.076407	22906	226	5
0661	16.02	9	12	5	1	0.076863	23042	1	0.8188	C	1	0.076858	23041	407	5
0661	16.02	7	15	10	1	0.076078	22807	1	0.0596	N	1	0.075875	22746	535	10
0661	16.02	1	14	13	1	0.076863	23042	1	0.1037	N	1	0.076236	22854	514	13
0661	16.02	6	11	9	1	0.076078	22807	1	0.0606	N	1	0.075728	22702	546	9
0661	16.02	8	19	18	1	0.076863	23042	1	0.0940	C	1	0.075750	22709	918	18
0664	15.57	1	13	6	1	0.063529	19045	1	0.8693	C	1	0.063938	19168	385	6
0664	15.57	2	7	5	1	0.062745	18810	1	0.4012	N	1	0.063139	18928	614	5
0665	16.79	1	13	10	1	0.109804	32918	1	0.1722	C	1	0.109550	32842	1235	10

TABLE B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0665	16.79	6	22	10	1	0.098039	29391	1	0.2427	N	1	0.096826	29027	1684	10
0665	16.79	5	16	7	1	0.102745	30802	1	0.2754	C	1	0.102540	30740	365	7
0665	16.79	8	29	17	1	0.100392	30096	1	0.3135	N	1	0.100540	30141	1599	17
0665	16.79	7	31	20	1	0.105882	31742	1	0.0805	N	1	0.106710	31990	1071	20
0666	15.73	2	8	7	1	0.069020	20691	1	0.2101	C	1	0.069636	20876	872	7
0666	15.73	8	25	8	1	0.072941	21867	1	1.0005	N	1	0.072966	21874	209	8
0666	15.73	6	24	6	1	0.075294	22572	1	1.0190	C	1	0.071402	21405	782	6
0666	15.73	5	19	7	1	0.076863	23042	1	0.7088	N	1	0.075847	22738	1095	7
0666	15.73	10	20	12	1	0.076863	23042	1	0.5782	S	1	0.076594	22962	337	9
0666	15.73	1	11	8	1	0.076863	23042	1	0.2002	C	1	0.075582	22658	1001	8
0668	16.07	1	5	5	1	0.078431	23513	1	16.5358	C	1	0.078347	23487	58	5
0668	16.07	13	8	5	1	0.077647	23278	1	1.1593	N	1	0.077926	23361	165	5
0668	16.07	10	16	11	1	0.083137	24923	1	0.1311	C	1	0.082467	24722	814	11
0668	16.07	7	20	12	1	0.082353	24688	1	0.1535	C	1	0.082414	24707	781	12
0668	16.07	8	40	24	2	0.078431	23513	1	0.5531	C	1	0.080786	24219	853	24
0668	16.07	6	29	16	1	0.081569	24453	1	0.2489	C	1	0.081611	24466	1006	16
0670	15.63	6	12	5	1	0.063529	19045	1	0.6992	C	1	0.065397	19605	1066	5
0670	15.63	1	27	10	1	0.064314	19280	1	0.6732	N	1	0.064530	19345	289	10
0671	15.31	1	9	6	1	0.053333	15988	1	0.3245	C	1	0.053525	16046	699	6
0676	16.13	2	9	6	1	0.079216	23748	1	0.2035	N	1	0.077959	23371	932	6
0678	16.17	7	10	6	1	0.079216	23748	1	0.5250	C	1	0.079070	23704	1009	6
0678	16.17	9	7	5	1	0.077647	23278	1	0.3358	C	1	0.077930	23362	731	5
0678	16.17	6	21	14	1	0.080784	24218	1	0.4041	C	1	0.080523	24140	691	14
0679	15.31	9	11	9	1	0.054118	16224	1	0.4265	C	1	0.054068	16209	154	9
0679	15.31	7	10	6	1	0.054902	16459	1	0.3756	C	1	0.055602	16669	700	6
0680	16.19	1	7	7	1	0.083137	24923	1	0.9724	C	1	0.083174	24934	231	7
0680	16.19	2	22	15	1	0.082353	24688	1	0.0857	N	1	0.083095	24911	582	15
0684	15.34	1	14	10	1	0.054118	16224	1	0.4887	N	1	0.054383	16303	535	10
0684	15.34	3	41	30	1	0.052549	15753	2	0.1703	N	1	0.057753	17313	243	7
0685	15.81	1	17	11	1	0.069020	20691	1	0.1206	C	1	0.068451	20521	917	11
0687	16.56	1	12	9	1	0.094902	28450	1	0.0785	C	1	0.093983	28175	1898	9
0687	16.56	2	21	13	1	0.091765	27510	1	0.1595	C	1	0.091674	27483	1159	13
0687	16.56	6	12	6	1	0.098039	29391	1	0.9175	N	1	0.097748	29304	185	6
0687	16.56	3	51	12	1	0.099608	29861	1	0.6235	N	1	0.099076	29702	787	12
0688	15.31	9	10	6	1	0.057255	17164	1	0.2620	N	1	0.057516	17242	645	6
0688	15.31	5	9	6	1	0.058039	17399	1	0.7947	N	1	0.058145	17431	406	6
0688	15.31	2	20	16	1	0.059608	17869	1	0.1948	C	1	0.057820	17333	1067	16
0688	15.31	1	10	7	1	0.057255	17164	1	0.0751	C	1	0.056775	17020	699	7
0688	15.31	4	6	5	1	0.057255	17164	1	0.2332	N	1	0.056671	16989	820	5
0691	16.07	1	7	5	1	0.077647	23278	1	0.4763	N	1	0.077214	23148	571	5
0691	16.07	4	12	8	1	0.077647	23278	1	0.1710	C	1	0.079132	23723	993	8
0691	16.07	7	26	13	1	0.077647	23278	1	0.1181	C	1	0.077815	23328	772	13
0694	15.86	6	10	6	1	0.064314	19280	1	0.6093	C	1	0.064922	19463	980	6
0694	15.86	1	21	16	1	0.071373	21396	1	0.1334	S	1	0.071642	21477	370	13
0694	15.86	3	52	42	1	0.071373	21396	1	0.0249	N	1	0.070667	21185	1107	42
0695	15.60	2	25	17	1	0.065098	19515	1	0.1078	N	1	0.065662	19684	468	17
0698	16.07	5	10	6	1	0.076863	23042	1	0.5784	C	1	0.076876	23046	489	6
0698	16.07	8	11	7	1	0.076863	23042	1	0.1593	S	1	0.077309	23176	982	5
0698	16.07	1	15	9	1	0.081569	24453	1	0.1777	C	1	0.081346	24386	955	9
0698	16.07	3	26	21	1	0.079216	23748	1	0.0766	C	1	0.079517	23838	1063	21
0699	16.15	6	38	30	2	0.080000	23983	2	0.0881	N	1	0.082800	24822	1978	8
0699	16.15	4	11	11	1	0.080784	24218	1	0.1493	C	1	0.081438	24414	914	11
0699	16.15	7	7	7	1	0.084706	25394	1	0.2358	C	1	0.085307	25574	837	7
0699	16.15	2	19	13	1	0.077647	23278	1	0.1728	C	1	0.079208	23745	1295	13
0699	16.15	3	18	14	2	0.089412	26804	1	0.5373	S	1	0.089252	26757	369	8
0700	16.47	4	27	17	1	0.098039	29391	1	0.4767	C	1	0.098427	29507	1208	17
0702	16.09	7	15	8	1	0.081569	24453	1	0.3051	N	1	0.081459	24420	617	8
0702	16.09	5	16	7	1	0.083137	24923	1	0.2003	C	1	0.081798	24522	810	7
0702	16.09	1	39	17	1	0.080000	23983	1	0.2447	N	1	0.080061	24001	917	17
0702	16.09	8	30	26	1	0.079216	23748	1	0.0474	C	1	0.079960	23971	770	26
0703	15.60	4	17	7	1	0.065098	19515	1	0.7659	S	1	0.064504	19337	152	5
0704	15.65	10	8	5	1	0.068235	20456	1	0.9842	C	1	0.070365	21094	1394	5
0704	15.65	1	11	7	1	0.065882	19751	1	0.2313	C	1	0.067916	20360	1097	7
0704	15.65	8	21	11	1	0.069020	20691	1	0.2824	N	1	0.069678	20888	1000	11
0704	15.65	5	41	9	1	0.065882	19751	1	0.9678	C	1	0.067736	20306	1072	9
0704	15.65	2	11	7	1	0.069804	20926	1	0.3717	C	1	0.070608	21167	894	7
0709	16.30	1	8	5	1	0.087059	26099	1	0.3142	N	1	0.086814	26026	617	5
0709	16.30	4	10	5	1	0.082353	24688	1	0.5223	C	1	0.083754	25108	1664	5
0709	16.30	3	19	15	2	0.081569	24453	1	0.2200	S	1	0.081343	24386	190	10
0710	16.09	2	13	11	1	0.081569	24453	1	0.1334	S	1	0.081636	24473	191	8
0710	16.09	11	7	5	1	0.080784	24218	1	1.2138	N	1	0.080590	24160	205	5
0710	16.09	1	8	6	1	0.080000	23983	1	0.8686	C	1	0.079791	23920	297	6
0710	16.09	8	19	13	1	0.078431	23513	1	0.5200	N	1	0.078388	23500	267	13
0710	16.09	5	17	12	1	0.077647	23278	1	0.2932	N	1	0.077001	23084	769	12
0710	16.09	4	24	19	1	0.078431	23513	1	0.1372	N	1	0.078270	23464	263	19
0710	16.09	7	25	17	1	0.079216	23748	1	0.1838	C	1	0.078600	23563	1046	17
0712	15.57	1	7	5	1	0.062745	18810	1	0.4532	C	1	0.062237	18658	659	5

TABLE B.7: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	N_g	χ^2	(11)	Peak id.	z_{peak}	v_{peak}	$\sigma_{v,peak}$	$N_{gal,peak}$
0719	15.93	1	18	11	1	0.072941	21867	1	0.2461	C	1	0.073142	21927	323	11
0719	15.93	5	9	6	1	0.072157	21632	1	0.7909	C	1	0.072274	21667	402	6
0719	15.93	2	25	19	1	0.073725	22102	1	0.0512	N	1	0.073384	21999	502	19
0724	16.04	7	16	9	1	0.077647	23278	1	0.8143	N	1	0.077895	23352	84	9
0724	16.04	1	10	6	1	0.077647	23278	1	0.3522	C	1	0.075737	22705	1233	6
0724	16.04	5	15	9	1	0.078431	23513	1	0.4412	N	1	0.078045	23397	159	9
0724	16.04	6	8	5	1	0.078431	23513	1	1.8419	N	1	0.078591	23560	244	5
0724	16.04	2	7	5	1	0.078431	23513	1	1.9283	N	1	0.078652	23579	177	5
0724	16.04	8	21	10	1	0.077647	23278	1	0.5498	N	1	0.077942	23366	87	10
0724	16.04	4	20	10	1	0.079216	23748	1	0.1603	C	1	0.080187	24039	870	10
0728	15.46	4	11	11	1	0.057255	17164	1	0.4300	N	1	0.057067	17108	189	11
0728	15.46	1	18	12	1	0.058039	17399	1	0.1736	C	1	0.055681	16692	1355	12
0728	15.46	2	33	17	1	0.055686	16694	1	0.6456	S	1	0.055825	16735	550	13
0728	15.46	3	9	7	1	0.056471	16929	1	0.3101	N	1	0.055989	16785	1548	7
0729	15.28	1	5	5	1	0.054118	16224	1	1.8477	N	1	0.054327	16286	221	5
0729	15.28	6	29	19	1	0.053333	15988	1	0.0638	N	1	0.053355	15995	553	19
0730	15.08	1	21	18	1	0.047843	14343	1	0.1064	C	1	0.046792	14027	1535	18
0730	15.08	6	5	5	1	0.051765	15518	1	0.4322	C	1	0.050933	15269	1354	5
0730	15.08	5	11	5	1	0.044706	13402	1	0.7785	C	1	0.047863	14348	1423	5
0730	15.08	2	10	7	1	0.053333	15988	1	0.6982	S	1	0.054092	16216	344	5
0730	15.08	3	20	15	1	0.054118	16224	1	0.0941	N	1	0.053383	16003	828	15
0731	15.25	9	8	6	1	0.054902	16459	1	0.9868	N	1	0.054905	16460	185	6
0731	15.25	7	10	6	1	0.053333	15988	1	0.5696	C	1	0.053464	16028	467	6
0734	15.18	8	7	5	1	0.054118	16224	1	1.6911	C	1	0.053852	16144	51	5
0734	15.18	1	17	14	1	0.054118	16224	1	0.0814	C	1	0.054015	16193	469	14
0734	15.18	5	14	6	1	0.055686	16694	1	0.6571	C	1	0.055461	16626	276	6
0739	15.37	2	8	7	1	0.058039	17399	1	0.7938	N	1	0.057602	17268	432	7
0739	15.37	5	7	6	1	0.058039	17399	1	1.0148	C	1	0.057981	17382	235	6
0743	15.34	1	6	5	1	0.055686	16694	1	0.2993	N	1	0.054472	16330	979	5
0743	15.34	2	30	14	1	0.055686	16694	1	0.4991	C	1	0.055963	16777	1120	14
0744	15.25	8	8	5	1	0.054902	16459	1	1.0201	C	1	0.054740	16410	163	5
0744	15.25	1	16	11	1	0.053333	15988	1	0.1372	N	1	0.053402	16009	797	11
0747	15.31	9	7	7	1	0.057255	17164	1	0.4053	C	1	0.056852	17043	1281	7
0747	15.31	10	6	5	1	0.061961	18575	1	1.3654	N	1	0.061947	18571	355	5
0747	15.31	1	12	7	1	0.054118	16224	1	0.1106	C	1	0.053520	16044	1520	7
0747	15.31	7	7	5	1	0.051765	15518	1	0.5929	C	1	0.052401	15709	1320	5
0747	15.31	8	14	10	1	0.053333	15988	1	0.1005	C	1	0.052987	15885	1128	10
0747	15.31	2	8	7	1	0.061961	18575	1	0.8993	C	1	0.062180	18641	441	7

TABLE B.8: Analyse de la normalité des structures dans l'espace des vitesses radiales.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0000	16.17	1	84	79	1	0.082353	24688	0.080924	24260	1334	1232	1436	0.0031	2.5233
0000	16.17	4	12	9	1	0.080000	23983	0.079650	23878	673	265	1081	1.4199	4.3819
0000	16.17	2	16	13	2	0.089412	26804	0.086717	25996	1780	1105	2456	-0.3939	1.3318
0001	17.36	5	15	5	1	0.134902	40442	0.130512	39126	2456	1441	3472	0.3306	1.1988
0001	17.36	4	72	41	1	0.138824	41618	0.140629	42159	1494	1206	1782	-0.6614	2.9792
0001	17.36	1	94	58	1	0.138824	41618	0.140116	42005	1114	932	1297	-0.6786	3.9332
0001	17.36	1	94	58	1	0.138824	41618	0.140116	42005	1114	932	1297	-0.6786	3.9332
0001	17.36	1	94	58	1	0.138824	41618	0.140116	42005	1114	932	1297	-0.6786	3.9332
0001	17.36	2	88	60	1	0.138824	41618	0.140257	42048	1012	886	1138	-0.6292	3.8753
0001	17.36	3	72	50	1	0.138824	41618	0.140098	42000	877	769	985	-0.0671	3.7079
0003	16.99	2	39	35	1	0.117647	35269	0.117175	35128	824	705	942	-0.6417	3.3022
0003	16.99	1	37	35	1	0.118431	35504	0.117932	35355	854	688	1021	0.8222	3.5728
0003	16.99	3	114	98	1	0.118431	35504	0.118194	35433	784	707	861	0.0350	4.2433
0005	16.76	9	28	5	1	0.109020	32683	0.107834	32327	492	322	661	0.3751	1.2000
0005	16.76	3	20	5	1	0.116078	34799	0.114095	34204	27	-255	310	-0.5212	1.4152
0005	16.76	1	62	23	1	0.107451	32212	0.107401	32197	654	496	813	-0.7249	2.6883
0005	16.76	2	15	10	1	0.109020	32683	0.109786	32912	632	401	863	-0.5970	2.2694
0006	16.32	11	13	7	1	0.090196	27040	0.087341	26184	114	-501	730	0.6370	1.6147
0006	16.32	3	24	12	1	0.086275	25864	0.086367	25892	1080	679	1481	0.2655	1.9842
0006	16.32	8	6	5	1	0.090196	27040	0.087610	26264	555	-25	1136	0.9365	2.2895
0006	16.32	9	26	16	1	0.087843	26334	0.086746	26005	757	574	940	-0.5423	1.8567
0006	16.32	10	28	20	1	0.088627	26569	0.088849	26636	921	783	1059	-0.3316	2.3338
0006	16.32	6	23	12	2	0.098039	29391	0.097967	29369	1048	695	1402	1.2251	4.0117
0006	16.32	1	55	47	1	0.086275	25864	0.088076	26404	1099	1013	1186	0.1748	1.9987
0006	16.32	5	35	26	2	0.097255	29156	0.098249	29454	1442	1082	1802	-0.3633	3.3245
0007	16.56	7	35	11	1	0.099608	29861	0.099560	29847	821	625	1017	-0.1405	2.1977
0007	16.56	1	52	42	1	0.098824	29626	0.098048	29394	778	687	869	-0.0442	2.9229
0007	16.56	6	48	10	1	0.099608	29861	0.099633	29869	783	544	1021	-0.0562	2.9622
0007	16.56	8	24	6	1	0.099608	29861	0.099327	29777	808	480	1137	-0.7245	2.3378
0007	16.56	4	82	30	1	0.097255	29156	0.097175	29132	384	318	449	0.0068	10.2823
0007	16.56	5	41	16	1	0.097255	29156	0.097075	29102	273	233	313	0.1484	1.8059
0007	16.56	2	24	10	1	0.097255	29156	0.096916	29054	232	-364	828	-0.2010	3.4509

TABLE B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0008	16.21	7	20	10	1	0.086275	25864	0.086248	25856	941	613	1270	0.1496	1.2818
0008	16.21	1	76	56	2	0.086275	25864	0.085569	25653	1050	922	1178	-0.7851	3.4728
0010	17.43	1	41	36	1	0.144314	43264	0.144489	43316	697	556	837	0.8225	3.7501
0010	17.43	2	27	11	1	0.143529	43029	0.144012	43173	1299	775	1823	0.7858	2.0493
0011	17.31	2	12	5	1	0.130980	39266	0.128115	38407	106	33	179	0.4145	1.2097
0011	17.31	3	27	20	1	0.131765	39502	0.133027	39880	1227	1049	1405	0.3550	1.8116
0011	17.31	1	38	25	1	0.138039	41383	0.135950	40756	1322	1195	1450	-0.0688	1.7127
0011	17.31	5	19	6	1	0.130980	39266	0.131039	39284	1494	898	2091	-0.3956	1.5587
0012	17.42	1	19	12	1	0.144314	43264	0.144592	43347	544	382	705	0.1159	3.2831
0012	17.42	8	15	7	1	0.145098	43499	0.144836	43420	553	53	1053	-1.4235	3.6275
0013	17.16	1	29	19	1	0.129412	38796	0.126568	37944	1384	1155	1614	-0.2488	1.6574
0013	17.16	1	29	19	1	0.129412	38796	0.126568	37944	1384	1155	1614	-0.2488	1.6574
0013	17.16	2	49	33	1	0.122353	36680	0.124140	37216	1556	1414	1697	0.0364	1.8247
0014	17.16	4	10	5	1	0.129412	38796	0.128058	38390	912	504	1319	0.6153	1.7345
0014	17.16	5	22	18	1	0.127843	38326	0.127861	38331	472	393	552	-0.2005	2.6624
0014	17.16	1	40	24	1	0.128627	38561	0.128447	38507	777	658	896	-0.5362	3.1805
0014	17.16	2	18	14	1	0.129412	38796	0.129302	38763	391	287	494	-0.4918	2.5057
0015	17.13	3	10	10	1	0.127059	38091	0.127203	38134	426	290	562	0.8548	2.6121
0015	17.13	1	34	32	1	0.127059	38091	0.127080	38097	797	674	920	0.3212	3.0463
0015	17.13	2	45	34	1	0.127059	38091	0.127244	38146	710	600	821	0.5272	3.3944
0016	16.54	3	11	7	1	0.094118	28215	0.096356	28886	2812	1563	4062	-0.2570	1.1918
0016	16.54	4	17	8	1	0.095686	28686	0.095401	28600	1575	1121	2028	-0.2698	1.7754
0016	16.54	5	24	13	1	0.096471	28921	0.096774	29012	1747	1322	2171	-0.1368	1.6493
0016	16.54	6	13	6	1	0.087843	26334	0.087341	26184	99	-587	785	1.2031	2.8574
0016	16.54	7	68	47	1	0.100392	30096	0.100155	30025	1377	1214	1541	0.5611	2.5838
0016	16.54	7	68	47	1	0.100392	30096	0.100155	30025	1377	1214	1541	0.5611	2.5838
0016	16.54	1	56	49	1	0.096471	28921	0.098033	29389	1073	939	1207	-0.3241	3.7487
0017	16.19	4	21	14	1	0.083922	25159	0.083647	25076	784	568	999	-0.1298	3.1356
0017	16.19	1	37	35	1	0.083137	24923	0.083323	24979	636	546	727	0.4597	3.1177
0017	16.19	3	11	6	1	0.083922	25159	0.083821	25128	485	290	680	0.3892	1.7341
0017	16.19	6	16	11	1	0.083137	24923	0.083245	24956	758	591	925	-0.1537	2.0901
0018	16.58	3	15	9	1	0.099608	29861	0.099294	29767	2222	1330	3115	0.2660	1.2409
0018	16.58	2	29	16	1	0.087843	26334	0.085759	25709	971	549	1393	0.0709	1.1116
0018	16.58	5	19	13	2	0.105882	31742	0.105793	31716	489	-165	1145	-0.3702	1.2704
0018	16.58	1	39	26	1	0.098824	29626	0.099209	29742	1135	956	1314	-0.4691	3.5871
0018	16.58	4	16	5	1	0.091765	27510	0.094809	28423	91	47	136	-1.4789	3.2203
0019	16.73	3	19	6	1	0.106667	31977	0.106862	32036	342	194	489	-0.0758	1.1301
0019	16.73	7	25	9	1	0.105882	31742	0.106300	31867	537	352	723	0.5257	1.7600
0019	16.73	5	8	5	1	0.116078	34799	0.118954	35661	371	-186	929	-1.3402	3.0307
0019	16.73	8	58	29	1	0.107451	32212	0.107209	32140	418	291	544	0.5601	7.3158
0019	16.73	9	20	9	1	0.106667	31977	0.106798	32017	297	28	566	2.1712	6.2443
0019	16.73	1	38	25	1	0.105882	31742	0.105964	31767	575	511	638	-0.0768	1.9441
0019	16.73	2	72	46	1	0.107451	32212	0.106897	32046	610	505	715	1.7565	6.8604
0020	16.54	2	14	9	1	0.096471	28921	0.096303	28870	321	230	411	0.3652	1.9740
0020	16.54	3	13	5	1	0.101961	30567	0.101742	30501	449	240	658	-0.8599	2.3749
0020	16.54	1	54	43	2	0.098039	29391	0.098815	29623	813	695	931	-1.0525	4.7885
0021	16.95	1	22	18	1	0.118431	35504	0.118778	35608	575	401	750	-0.8258	3.2817
0021	16.95	7	16	9	1	0.116078	34799	0.116550	34940	517	307	727	-0.3313	3.2823
0021	16.95	2	14	12	1	0.116078	34799	0.116108	34808	435	304	565	-0.9719	3.7463
0021	16.95	4	25	21	1	0.115294	34564	0.115073	34497	545	411	679	1.2691	5.8457
0021	16.95	5	45	31	1	0.117647	35269	0.117158	35123	693	575	811	-1.0995	5.2987
0021	16.95	6	32	24	1	0.116863	35034	0.116848	35030	629	547	711	-0.3234	2.2552
0022	16.93	6	11	8	1	0.116863	35034	0.118267	35455	952	576	1329	-0.4430	1.3435
0022	16.93	8	11	9	1	0.118431	35504	0.118239	35447	350	257	444	0.2866	1.9372
0022	16.93	2	23	13	1	0.118431	35504	0.118917	35650	1044	748	1339	0.1360	1.7822
0022	16.93	4	20	13	1	0.118431	35504	0.118917	35650	1044	748	1339	0.1360	1.7822
0022	16.93	1	39	34	1	0.116863	35034	0.116329	34874	693	603	784	-0.2387	2.6628
0022	16.93	3	17	15	1	0.114510	34329	0.114633	34366	528	416	639	0.6779	3.1232
0023	17.04	1	21	18	1	0.121569	36445	0.121703	36485	629	485	773	0.7366	2.4869
0023	17.04	7	32	15	1	0.122353	36680	0.122564	36743	781	432	1129	1.3868	3.7896
0024	16.04	3	12	11	1	0.076863	23042	0.076583	22958	268	129	408	-2.0045	6.4948
0024	16.04	1	39	39	1	0.077647	23278	0.076979	23077	909	749	1069	-0.1399	3.5651
0025	16.78	1	32	22	1	0.107451	32212	0.107550	32242	710	584	836	-0.6210	3.1326
0025	16.78	2	18	16	1	0.106667	31977	0.106417	31902	759	644	874	0.3242	1.7758
0026	16.04	2	23	17	1	0.076863	23042	0.077523	23240	669	427	910	-1.1242	5.6577
0026	16.04	7	8	7	1	0.074510	22337	0.074331	22283	1085	669	1502	0.3689	1.3622
0026	16.04	1	51	45	1	0.076078	22807	0.077005	23085	773	630	916	-0.2594	4.8262
0026	16.04	4	18	12	1	0.079216	23748	0.079179	23737	309	99	519	1.4989	5.7850
0027	17.11	1	28	23	1	0.126275	37856	0.125776	37706	950	794	1105	-0.3850	2.5668
0028	16.09	1	37	32	1	0.079216	23748	0.079372	23795	720	615	825	-0.2722	3.0065
0028	16.09	2	25	14	1	0.080000	23983	0.079781	23917	645	544	745	-0.0765	1.6388
0029	17.29	3	8	7	1	0.132549	39737	0.132693	39780	473	249	696	0.2919	3.0902
0029	17.29	1	25	19	1	0.136471	40912	0.135524	40628	1118	888	1348	-0.6710	2.4103
0029	17.29	5	12	5	1	0.135686	40677	0.135797	40710	454	236	672	-0.3013	1.7383
0030	16.92	5	14	12	1	0.115294	34564	0.115141	34518	859	468	1250	0.2536	3.6648
0030	16.92	1	27	25	1	0.115294	34564	0.115251	34551	783	687	879	-0.1110	2.1744
0030	16.92	2	22	20	1	0.116078	34799	0.115758	34703	866	681	1051	-0.5892	3.0383
0031	16.19	12	11	9	1	0.083922	25159	0.083475	25025	1266	575	1956	0.1896	3.6016

Table B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0031	16.19	11	34	20	1	0.082353	24688	0.082803	24823	691	554	827	-0.1280	2.6632
0031	16.19	10	13	10	1	0.083137	24923	0.083102	24913	750	476	1024	0.2978	1.3504
0031	16.19	5	17	8	1	0.081569	24453	0.081360	24391	939	663	1215	-0.0514	1.8320
0031	16.19	4	27	22	1	0.083922	25159	0.083604	25063	679	583	775	-0.1614	2.4510
0031	16.19	3	25	11	1	0.083922	25159	0.084243	25255	336	126	546	-1.9930	6.4125
0031	16.19	9	35	14	1	0.083922	25159	0.083249	24957	757	524	991	-0.9957	2.9047
0031	16.19	6	52	17	1	0.083922	25159	0.084147	25226	466	205	727	0.6626	5.5555
0031	16.19	1	27	25	1	0.083137	24923	0.083009	24885	745	610	879	0.0974	2.9588
0031	16.19	2	37	28	1	0.083137	24923	0.082974	24874	921	778	1064	-0.2873	3.0844
0032	16.99	9	12	8	1	0.120000	35975	0.119730	35894	398	185	610	-1.4127	4.0893
0032	16.99	3	13	6	1	0.118431	35504	0.118443	35508	932	534	1330	-0.1073	1.1907
0032	16.99	1	29	24	1	0.119216	35739	0.119093	35703	995	849	1141	0.1341	2.4312
0032	16.99	6	19	11	1	0.121569	36445	0.121307	36366	217	-45	480	-1.3491	5.8355
0032	16.99	2	63	21	1	0.120784	36210	0.120838	36226	577	394	759	-1.5576	6.9944
0033	16.35	5	14	8	1	0.082353	24688	0.082663	24781	374	178	570	-1.0751	3.7149
0033	16.35	1	31	26	1	0.088627	26569	0.088294	26469	804	657	951	-0.2338	2.9335
0033	16.35	4	62	48	1	0.089412	26804	0.088292	26469	1116	1002	1230	-0.4613	2.3781
0034	16.93	3	25	5	1	0.123922	37150	0.122985	36869	1855	1000	2709	0.1830	1.3365
0034	16.93	6	11	6	1	0.125490	37621	0.123136	36915	2189	1297	3081	0.2927	2.0214
0034	16.93	1	15	9	1	0.118431	35504	0.119037	35686	1631	929	2334	-0.2814	1.8454
0035	16.39	4	16	8	1	0.090980	27275	0.090750	27206	854	559	1149	0.1357	1.5403
0035	16.39	1	24	18	1	0.090980	27275	0.090815	27225	788	691	886	0.0624	1.6510
0035	16.39	6	48	32	1	0.092549	27745	0.091458	27418	810	740	879	-0.1000	1.7979
0036	17.27	2	22	6	1	0.132549	39737	0.133091	39899	236	131	341	-0.9602	2.6026
0036	17.27	9	55	22	1	0.134902	40442	0.134146	40215	654	565	743	-0.2678	2.3408
0036	17.27	1	61	26	1	0.135686	40677	0.135359	40579	601	481	720	-0.9191	3.0338
0036	17.27	3	10	7	1	0.134118	40207	0.134108	40204	632	374	890	-0.2636	1.3978
0036	17.27	5	8	6	1	0.135686	40677	0.135393	40589	450	238	661	-0.1292	2.0917
0037	17.49	1	17	13	1	0.149804	44910	0.149522	44825	911	705	1118	-0.0570	2.7541
0037	17.49	7	10	5	1	0.148235	44439	0.148081	44393	729	380	1078	-0.5222	1.9149
0037	17.49	2	7	5	1	0.148235	44439	0.148271	44450	701	357	1045	-0.7358	2.2593
0038	16.39	1	31	26	1	0.090980	27275	0.091445	27414	478	419	537	0.2866	2.2253
0038	16.39	6	22	8	1	0.091765	27510	0.091704	27492	144	102	185	0.3843	2.0932
0038	16.39	7	14	10	1	0.091765	27510	0.091761	27509	246	145	347	1.4658	4.6675
0038	16.39	3	9	5	1	0.095686	28686	0.095442	28612	202	108	295	0.2253	1.8165
0039	16.54	1	36	30	1	0.096471	28921	0.096700	28989	557	497	618	-0.0711	2.1622
0039	16.54	4	31	7	1	0.096471	28921	0.096636	28970	355	183	526	0.1495	1.6865
0040	16.90	6	22	14	1	0.120784	36210	0.121999	36574	1959	1315	2603	0.1560	2.2083
0040	16.90	3	16	12	1	0.113725	34094	0.112544	33739	1118	803	1433	-0.6182	1.9311
0040	16.90	1	12	6	1	0.120000	35975	0.120252	36050	1421	674	2169	0.5523	2.4562
0040	16.90	2	26	9	1	0.107451	32212	0.107534	32237	186	11	362	2.1640	6.2111
0041	17.43	1	18	13	1	0.144314	43264	0.144172	43221	289	-73	651	-1.1489	2.5061
0043	16.71	10	17	5	1	0.109020	32683	0.111690	33483	51	-316	419	-0.6924	1.7780
0043	16.71	4	15	6	1	0.102745	30802	0.102942	30861	529	309	748	0.0148	1.9288
0043	16.71	6	52	22	1	0.108235	32448	0.108509	32530	1165	910	1419	0.0706	3.9190
0043	16.71	5	16	13	1	0.108235	32448	0.107406	32199	1524	1071	1978	0.0901	2.7556
0043	16.71	1	37	32	1	0.105098	31507	0.106091	31805	1010	826	1193	-0.3983	3.2258
0043	16.71	2	24	19	1	0.106667	31977	0.104034	31188	1448	1182	1714	-0.1338	1.6265
0043	16.71	2	24	19	1	0.106667	31977	0.104034	31188	1448	1182	1714	-0.1338	1.6265
0044	16.83	1	23	17	2	0.110588	33153	0.110834	33227	1473	878	2069	-0.2420	1.7341
0044	16.83	3	11	8	1	0.116863	35034	0.116860	35033	276	176	376	-0.0160	2.2393
0044	16.83	8	11	5	1	0.117647	35269	0.116008	34778	847	445	1250	-0.9226	2.4943
0044	16.83	7	11	6	1	0.110588	33153	0.110381	33091	154	-69	378	1.6421	3.9376
0044	16.83	6	23	6	1	0.102745	30802	0.102176	30631	425	255	594	0.5620	2.3841
0044	16.83	2	16	8	1	0.106667	31977	0.106543	31940	601	319	883	0.4926	2.7934
0045	15.37	4	39	36	1	0.054902	16459	0.054993	16486	1094	954	1234	-0.1050	3.1405
0045	15.37	1	41	36	1	0.055686	16694	0.055201	16548	1160	1001	1318	0.0166	3.3635
0045	15.37	2	21	20	1	0.054118	16224	0.054322	16285	914	784	1044	0.0226	1.9451
0046	16.21	6	18	14	1	0.083922	25159	0.084064	25201	798	651	945	-0.3394	2.2123
0046	16.21	1	46	41	1	0.083137	24923	0.082858	24840	709	633	785	-0.0070	2.5458
0046	16.21	4	100	75	1	0.083137	24923	0.082967	24872	691	622	761	-0.4389	4.2592
0047	15.86	1	35	33	1	0.072157	21632	0.070490	21132	1109	962	1257	-0.1341	2.3557
0048	17.20	1	18	15	1	0.130980	39266	0.130867	39232	654	427	882	-0.3717	2.9451
0049	16.83	10	10	5	1	0.109020	32683	0.109033	32687	280	163	397	0.2003	1.2346
0049	16.83	1	18	15	1	0.110588	33153	0.110597	33156	285	127	444	-1.2810	7.2099
0049	16.83	5	14	5	1	0.105098	31507	0.106519	31933	1228	718	1738	-0.1866	1.2655
0050	16.84	8	31	11	1	0.112157	33623	0.113275	33959	1163	896	1430	0.4094	1.9985
0050	16.84	1	36	19	1	0.111373	33388	0.111470	33417	618	316	920	0.9873	4.7322
0050	16.84	3	27	15	1	0.112157	33623	0.112610	33759	409	332	487	0.4210	2.5884
0050	16.84	4	25	22	1	0.110588	33153	0.110843	33229	706	540	872	-0.8604	3.4531
0051	16.21	1	54	52	1	0.084706	25394	0.084426	25310	1072	983	1161	-0.0717	2.2291
0051	16.21	3	17	9	1	0.084706	25394	0.084310	25275	421	227	615	0.0850	2.6910
0052	15.78	5	10	9	1	0.072941	21867	0.073197	21943	1854	1134	2575	0.5624	1.7978
0052	15.78	6	14	10	1	0.069020	20691	0.068637	20576	733	295	1171	0.8783	2.6854
0052	15.78	1	35	34	1	0.068235	20456	0.068050	20400	790	692	889	0.0930	2.4209
0053	16.98	3	18	12	1	0.107451	32212	0.107314	32171	1809	1308	2309	-0.1357	2.2493
0053	16.98	1	24	19	1	0.116863	35034	0.116724	34992	405	301	509	2.0844	8.5124
0054	16.17	10	6	5	1	0.083137	24923	0.082608	24765	465	190	740	1.0730	2.6408

TABLE B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0054	16.17	8	9	5	1	0.083137	24923	0.082608	24765	465	190	740	1.0730	2.6408
0054	16.17	4	6	5	1	0.083137	24923	0.082809	24825	409	202	615	0.8382	2.3043
0054	16.17	6	6	5	1	0.083137	24923	0.083344	24985	236	126	346	-0.7796	2.3221
0054	16.17	13	10	7	1	0.081569	24453	0.077733	23303	2046	1164	2929	0.0842	1.4651
0054	16.17	7	10	7	1	0.083137	24923	0.083225	24950	622	359	885	0.6557	2.1192
0054	16.17	5	34	34	1	0.087059	26099	0.086547	25946	707	543	872	1.2626	5.4399
0054	16.17	1	42	36	1	0.083137	24923	0.084368	25292	903	779	1026	0.7020	3.0006
0055	17.20	1	28	25	1	0.130196	39031	0.130604	39154	682	579	784	0.2677	2.6664
0055	17.20	2	23	8	1	0.129412	38796	0.129068	38693	425	270	581	-0.3416	1.6650
0056	16.54	6	13	7	1	0.105098	31507	0.105257	31555	526	142	911	-1.3298	3.6501
0056	16.54	4	12	5	1	0.105098	31507	0.104775	31410	221	-150	592	-1.4261	3.1513
0056	16.54	3	21	9	1	0.103529	31037	0.103389	30995	1452	958	1945	-0.4655	2.2985
0056	16.54	1	14	8	1	0.105882	31742	0.106384	31893	678	426	929	-0.5113	1.5350
0057	16.76	1	16	13	1	0.107451	32212	0.107404	32198	392	269	515	-0.6827	2.5447
0058	16.02	3	15	6	1	0.073725	22102	0.074381	22298	1043	601	1484	0.9207	2.6289
0058	16.02	8	12	8	1	0.075294	22572	0.075326	22582	762	321	1203	0.1984	3.3087
0058	16.02	1	32	26	1	0.076863	23042	0.077062	23102	644	458	831	-0.4905	3.1281
0060	17.38	2	13	8	1	0.142745	42793	0.142821	42816	360	223	498	-0.0306	1.3359
0060	17.38	1	20	17	1	0.141176	42323	0.141516	42425	783	615	952	0.8688	3.8536
0060	17.38	3	12	9	1	0.141961	42558	0.141841	42522	430	301	559	0.6869	2.5921
0061	15.40	1	44	37	1	0.057255	17164	0.057642	17280	557	470	643	0.8038	3.2488
0061	15.40	4	9	6	1	0.062745	18810	0.067564	20255	1970	1207	2733	-0.5377	1.6083
0061	15.40	3	16	10	1	0.057255	17164	0.057513	17242	1342	975	1709	0.0161	1.8422
0062	16.23	9	9	5	1	0.085490	25629	0.083865	25142	375	-98	849	1.1119	2.8660
0062	16.23	2	16	6	1	0.083922	25159	0.083623	25069	519	344	695	-0.0523	1.4816
0062	16.23	10	29	17	1	0.085490	25629	0.084520	25338	1374	1072	1676	-0.5144	2.6096
0062	16.23	3	23	15	1	0.085490	25629	0.084979	25476	1269	1019	1519	-0.2195	2.1302
0062	16.23	4	20	12	1	0.088627	26569	0.087481	26226	1042	722	1363	-0.5645	2.0755
0062	16.23	4	20	12	1	0.088627	26569	0.087481	26226	1042	722	1363	-0.5645	2.0755
0062	16.23	5	43	24	1	0.083922	25159	0.084054	25198	513	416	610	-0.6887	3.7961
0062	16.23	1	29	21	1	0.085490	25629	0.085337	25583	467	368	565	-0.4695	2.9207
0062	16.23	7	39	26	1	0.084706	25394	0.084902	25453	505	399	611	-0.9011	4.5301
0065	17.02	4	11	8	1	0.121569	36445	0.122033	36584	275	167	383	-0.8817	2.6298
0065	17.02	1	19	15	1	0.120000	35975	0.120146	36018	497	420	573	-0.0250	1.7068
0066	17.13	2	58	44	1	0.127059	38091	0.127027	38081	639	532	745	0.8262	3.0198
0066	17.13	2	58	44	1	0.127059	38091	0.127027	38081	639	532	745	0.8262	3.0198
0066	17.13	1	22	18	1	0.126275	37856	0.126670	37974	336	243	428	1.2435	5.7636
0066	17.13	3	49	41	1	0.127059	38091	0.127268	38154	655	548	761	0.7860	2.8835
0067	16.61	9	20	5	1	0.100392	30096	0.100534	30139	1318	725	1911	-0.1628	1.3639
0067	16.61	3	15	8	1	0.098824	29626	0.098079	29403	1117	711	1522	-0.3813	1.4188
0067	16.61	5	43	13	1	0.094902	28450	0.095893	28748	1262	966	1559	0.1343	1.3980
0067	16.61	5	43	13	1	0.094902	28450	0.095893	28748	1262	966	1559	0.1343	1.3980
0067	16.61	10	23	6	1	0.096471	28921	0.098608	29561	1932	962	2902	-0.9000	2.5642
0067	16.61	1	18	11	1	0.100392	30096	0.100485	30124	894	465	1323	-1.0858	3.0065
0067	16.61	6	40	15	1	0.099608	29861	0.098259	29457	1279	960	1598	-0.5368	1.9096
0067	16.61	6	40	15	1	0.099608	29861	0.098259	29457	1279	960	1598	-0.5368	1.9096
0068	15.95	3	12	6	1	0.076078	22807	0.076453	22919	1342	708	1975	0.0952	2.7231
0068	15.95	1	41	33	1	0.075294	22572	0.076378	22897	864	777	951	0.3391	2.2458
0068	15.95	2	8	6	1	0.077647	23278	0.077829	23332	220	-33	475	-1.4719	3.6678
0068	15.95	4	10	9	1	0.075294	22572	0.076120	22820	335	142	529	-0.2820	2.0939
0069	15.93	6	14	6	1	0.073725	22102	0.073969	22175	216	133	299	-0.1669	1.9355
0069	15.93	1	35	23	1	0.074510	22337	0.074149	22229	527	444	610	-0.1176	2.6559
0070	16.71	1	40	34	1	0.105098	31507	0.105372	31589	791	636	945	0.8495	3.1282
0070	16.71	3	8	7	1	0.104314	31272	0.104078	31201	1363	924	1802	0.1524	2.1526
0070	16.71	5	42	33	2	0.110588	33153	0.106904	32049	1263	1077	1449	0.1127	2.9578
0070	16.71	2	18	12	1	0.108235	32448	0.108130	32416	764	526	1002	-0.4143	1.6480
0071	16.28	5	41	28	1	0.085490	25629	0.086147	25826	834	688	981	-0.7457	4.4956
0072	16.28	6	6	6	1	0.082353	24688	0.082434	24712	509	320	697	0.4724	1.5695
0072	16.28	3	20	16	1	0.087843	26334	0.087736	26302	443	370	515	-0.1278	2.2190
0073	16.73	1	11	7	1	0.105882	31742	0.105979	31771	212	111	313	0.9485	3.0545
0073	16.73	2	24	12	1	0.114510	34329	0.114472	34317	188	-166	542	-0.9666	3.6489
0073	16.73	6	16	6	1	0.105098	31507	0.105815	31722	100	-471	673	1.2492	3.5262
0073	16.73	8	18	6	1	0.105098	31507	0.105952	31763	84	-496	665	1.2042	3.4904
0074	17.42	3	7	6	1	0.147451	44204	0.144825	43417	135	-544	814	0.7150	1.5524
0074	17.42	6	17	11	1	0.145098	43499	0.144589	43346	289	-411	990	0.2479	1.6088
0075	16.90	5	23	9	1	0.120000	35975	0.120917	36249	1706	1167	2245	0.4239	1.9174
0075	16.90	3	23	15	1	0.114510	34329	0.114258	34253	605	505	704	0.2416	1.8442
0075	16.90	1	33	29	1	0.113725	34094	0.113684	34081	606	542	671	-0.2172	2.0076
0075	16.90	4	12	8	1	0.114510	34329	0.114594	34354	2137	1390	2884	-0.0744	1.9151
0076	17.21	1	23	18	1	0.130196	39031	0.130470	39113	461	303	619	-0.0367	3.3122
0076	17.21	3	18	5	2	0.142745	42793	0.143129	42909	194	108	280	-0.3225	1.6623
0077	16.96	5	34	24	1	0.116078	34799	0.115691	34683	1294	879	1709	0.0293	3.2976
0077	16.96	6	17	7	1	0.111373	33388	0.108607	32559	1487	964	2010	0.0557	1.4403
0077	16.96	3	14	8	1	0.114510	34329	0.114208	34238	152	-24	330	-2.1857	5.9379
0077	16.96	1	51	27	2	0.106667	31977	0.107172	32129	1900	1310	2490	0.3429	1.3144
0077	16.96	1	51	27	2	0.106667	31977	0.107172	32129	1900	1310	2490	0.3429	1.3144
0078	17.33	4	7	5	1	0.144314	43264	0.141165	42320	1377	776	1978	0.3239	1.2393
0078	17.33	5	36	26	1	0.138824	41618	0.139160	41719	544	475	613	0.1205	2.3523

Table B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0078	17.33	6	36	24	1	0.139608	41853	0.139328	41769	531	461	602	0.1259	2.3709
0078	17.33	3	8	6	1	0.138824	41618	0.138136	41412	1033	682	1384	0.1389	1.6235
0078	17.33	1	18	16	1	0.138824	41618	0.138776	41604	599	501	696	0.3509	2.2146
0078	17.33	2	21	17	1	0.138824	41618	0.138905	41642	741	550	932	-0.7749	4.3877
0080	17.12	4	13	12	1	0.132549	39737	0.132701	39782	1749	1047	2451	0.0278	1.1561
0080	17.12	4	13	12	1	0.132549	39737	0.132701	39782	1749	1047	2451	0.0278	1.1561
0080	17.12	1	23	6	1	0.128627	38561	0.126166	37823	134	-479	749	0.6989	1.5132
0080	17.12	3	20	7	1	0.129412	38796	0.128734	38593	1685	926	2445	0.2402	1.2326
0082	16.00	5	15	9	1	0.076078	22807	0.075797	22723	501	334	669	-0.2198	2.1920
0082	16.00	3	20	12	1	0.076078	22807	0.076040	22796	567	457	676	-0.3467	1.7955
0082	16.00	7	27	22	1	0.075294	22572	0.075578	22657	585	498	672	-0.0245	2.5210
0082	16.00	1	33	30	1	0.076078	22807	0.075797	22723	638	546	729	0.1878	2.9073
0082	16.00	2	49	40	1	0.075294	22572	0.075631	22673	850	733	967	0.9481	4.1971
0083	17.25	2	8	6	1	0.133333	39972	0.132535	39733	311	152	469	0.9483	2.5216
0083	17.25	7	32	6	1	0.134902	40442	0.134641	40364	345	210	480	-0.0634	1.4021
0083	17.25	1	27	17	1	0.134118	40207	0.134002	40172	590	439	740	-0.0808	3.3250
0083	17.25	3	13	5	1	0.134118	40207	0.134021	40178	686	347	1024	-0.7429	2.4722
0084	16.81	7	20	11	1	0.110588	33153	0.110568	33147	304	146	461	-1.5186	5.3783
0084	16.81	1	32	24	1	0.109804	32918	0.110196	33035	394	335	452	0.0726	2.3265
0084	16.81	2	40	27	1	0.110588	33153	0.110212	33040	448	373	523	-0.6018	3.6279
0085	16.09	11	16	8	1	0.080000	23983	0.079427	23811	617	136	1098	0.9248	2.1824
0085	16.09	9	8	5	1	0.081569	24453	0.079386	23799	684	170	1199	1.1835	2.8216
0085	16.09	1	32	27	1	0.079216	23748	0.079260	23761	536	445	628	0.3981	2.7491
0085	16.09	3	39	29	1	0.079216	23748	0.079681	23887	555	469	641	0.2859	2.8024
0086	16.23	4	6	5	1	0.088627	26569	0.088506	26533	525	270	780	0.2153	1.4393
0086	16.23	7	38	31	1	0.082353	24688	0.082281	24667	451	387	515	-0.2976	2.6155
0086	16.23	3	7	5	1	0.081569	24453	0.081332	24382	692	385	1000	0.1004	1.5530
0086	16.23	1	22	19	1	0.084706	25394	0.084024	25189	699	575	823	-0.4417	2.3249
0086	16.23	2	31	26	1	0.083137	24923	0.082830	24831	492	410	574	0.3158	3.1867
0087	16.23	7	11	8	1	0.080784	24218	0.080566	24153	1364	730	1998	0.0834	1.1267
0087	16.23	1	11	10	1	0.083922	25159	0.083982	25177	354	224	485	0.2679	2.6813
0087	16.23	6	24	20	2	0.083137	24923	0.083323	24979	407	238	577	1.0817	8.2716
0087	16.23	4	10	8	1	0.083922	25159	0.084340	25284	143	-457	745	-0.1074	2.5322
0088	16.50	10	15	5	1	0.096471	28921	0.095403	28601	524	54	994	1.1645	2.8364
0088	16.50	7	14	8	1	0.098039	29391	0.098415	29504	678	382	975	-0.5690	2.2242
0088	16.50	8	24	9	1	0.101176	30331	0.102207	30640	189	-188	566	-0.7059	1.6808
0088	16.50	9	49	10	1	0.095686	28686	0.095771	28711	184	114	253	-0.0566	1.6192
0088	16.50	6	13	7	1	0.099608	29861	0.099872	29940	687	456	918	-0.3638	1.8167
0088	16.50	5	34	14	1	0.095686	28686	0.095639	28671	179	136	221	0.1679	1.6751
0088	16.50	1	89	56	1	0.095686	28686	0.095899	28749	472	389	555	1.0926	4.1994
0088	16.50	1	89	56	1	0.095686	28686	0.095899	28749	472	389	555	1.0926	4.1994
0088	16.50	2	62	43	1	0.095686	28686	0.095754	28706	297	252	341	0.8061	3.2125
0089	17.08	4	17	8	1	0.124706	37385	0.124332	37273	824	506	1141	-0.2572	1.3426
0089	17.08	1	30	16	2	0.120784	36210	0.121093	36302	587	-62	1237	0.4963	1.3768
0089	17.08	1	30	16	2	0.120784	36210	0.121093	36302	587	-62	1237	0.4963	1.3768
0089	17.08	2	40	16	2	0.120784	36210	0.123692	37081	1649	1054	2244	-0.1434	1.9682
0089	17.08	2	40	16	2	0.120784	36210	0.123692	37081	1649	1054	2244	-0.1434	1.9682
0090	16.78	1	97	52	1	0.109020	32683	0.108888	32643	588	514	661	-1.2002	6.8019
0091	16.68	1	34	27	1	0.103529	31037	0.103238	30950	849	715	983	-0.1282	2.8255
0091	16.68	3	27	12	1	0.102745	30802	0.102798	30818	195	-236	627	-1.2629	2.8686
0092	17.49	8	9	5	1	0.149804	44910	0.148912	44642	16	-171	204	0.7342	1.8594
0092	17.49	1	17	9	1	0.148235	44439	0.148858	44626	977	657	1297	0.5276	1.8073
0092	17.49	3	24	14	1	0.148235	44439	0.148775	44601	572	382	762	0.8679	3.7339
0092	17.49	5	32	17	1	0.148235	44439	0.148682	44573	596	393	799	0.8470	3.1954
0093	16.95	4	30	11	1	0.116078	34799	0.116485	34921	235	-269	741	0.9227	2.2917
0093	16.95	5	14	6	1	0.116863	35034	0.117357	35182	423	263	582	-0.6179	2.5233
0093	16.95	7	10	8	1	0.117647	35269	0.117756	35302	260	178	341	0.2840	1.8285
0093	16.95	8	12	8	1	0.116863	35034	0.116397	34895	437	296	578	-0.3463	2.2025
0093	16.95	3	25	12	1	0.115294	34564	0.116719	34991	1505	920	2089	0.5046	1.4758
0093	16.95	1	22	20	1	0.116863	35034	0.116381	34890	563	446	680	-0.5640	3.0495
0093	16.95	2	18	15	1	0.113725	34094	0.113827	34124	657	515	798	0.2272	2.4937
0094	16.54	1	32	26	1	0.097255	29156	0.095719	28695	881	680	1081	-0.4608	1.8404
0094	16.54	1	32	26	1	0.097255	29156	0.095719	28695	881	680	1081	-0.4608	1.8404
0094	16.54	5	24	10	1	0.103529	31037	0.103914	31152	1638	1178	2097	0.3826	1.8493
0094	16.54	8	27	11	1	0.097255	29156	0.097698	29289	671	391	952	-0.6372	1.9576
0094	16.54	9	34	18	1	0.098039	29391	0.097972	29371	635	246	1025	-0.6794	3.0216
0094	16.54	4	38	12	1	0.103529	31037	0.103081	30902	1463	868	2059	0.1943	2.1422
0094	16.54	2	9	5	1	0.097255	29156	0.097761	29308	437	225	648	0.0394	1.4403
0095	16.23	2	16	6	1	0.085490	25629	0.085552	25647	1588	941	2235	-0.4344	2.6400
0095	16.23	1	36	30	1	0.084706	25394	0.087029	26090	1201	976	1426	0.3531	1.8366
0095	16.23	1	36	30	1	0.084706	25394	0.087029	26090	1201	976	1426	0.3531	1.8366
0095	16.23	7	33	22	1	0.090196	27040	0.087743	26304	1125	934	1315	-0.3346	1.5359
0095	16.23	7	33	22	1	0.090196	27040	0.087743	26304	1125	934	1315	-0.3346	1.5359
0096	17.23	2	21	11	1	0.128627	38561	0.128385	38488	1065	652	1477	-0.5551	2.4073
0096	17.23	4	18	12	1	0.132549	39737	0.132153	39618	460	4	916	-1.4225	3.4623
0096	17.23	1	9	5	1	0.133333	39972	0.133407	39994	578	316	841	0.4097	1.4670
0096	17.23	7	23	16	1	0.130196	39031	0.130200	39033	1058	789	1327	-0.8148	2.8467
0097	15.86	4	8	5	1	0.072157	21632	0.072425	21712	379	175	583	-0.7535	2.5358

TABLE B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0097	15.86	1	23	23	1	0.071373	21396	0.071378	21398	543	414	673	-0.6758	5.1521
0097	15.86	3	8	5	1	0.066667	19986	0.063849	19141	2475	1475	3475	0.3180	1.2477
0098	17.47	1	16	12	1	0.146667	43969	0.146207	43831	1559	1095	2024	-0.1885	1.5150
0098	17.47	1	16	12	1	0.146667	43969	0.146207	43831	1559	1095	2024	-0.1885	1.5150
0099	16.92	1	17	13	1	0.116078	34799	0.115667	34676	409	317	502	-0.1145	2.3918
0100	16.02	2	31	28	1	0.076863	23042	0.076825	23031	812	645	979	0.5765	3.3745
0100	16.02	3	19	10	1	0.074510	22337	0.074931	22463	820	534	1106	0.0879	1.3763
0100	16.02	1	35	27	1	0.076863	23042	0.077132	23123	474	311	637	-0.5896	6.5468
0100	16.02	7	15	8	1	0.076078	22807	0.075778	22717	841	495	1186	-1.2090	3.6145
0102	16.68	4	19	8	1	0.103529	31037	0.103894	31146	830	477	1183	1.2014	3.4711
0102	16.68	5	17	6	1	0.105098	31507	0.104831	31427	75	-142	293	1.7593	4.1491
0102	16.68	1	32	25	1	0.103529	31037	0.103644	31071	652	540	764	0.8947	3.6681
0103	16.49	1	32	27	2	0.095686	28686	0.096031	28789	473	296	649	-1.4828	6.6024
0104	16.76	2	46	15	1	0.105882	31742	0.105731	31697	384	297	472	-0.7044	2.9565
0104	16.76	1	46	23	1	0.105882	31742	0.106033	31787	485	401	568	-0.5041	3.0066
0104	16.76	3	97	38	1	0.106667	31977	0.106483	31922	360	297	422	-0.9524	4.2896
0105	16.09	1	36	29	1	0.080000	23983	0.080031	23992	769	645	893	0.5415	3.1558
0105	16.09	2	7	6	1	0.079216	23748	0.078736	23604	1145	688	1602	0.2139	1.4673
0105	16.09	3	16	12	1	0.080000	23983	0.080059	24001	1037	790	1283	0.2577	2.2636
0107	16.65	8	18	12	1	0.101176	30331	0.101319	30374	252	183	321	-0.1346	2.8199
0107	16.65	5	8	6	1	0.101176	30331	0.101421	30405	139	81	197	0.3761	2.0459
0107	16.65	6	11	7	1	0.101961	30567	0.101427	30406	207	54	360	1.5563	4.0984
0107	16.65	1	18	17	1	0.101176	30331	0.101622	30465	612	520	704	0.1785	1.9733
0108	16.99	1	16	10	1	0.118431	35504	0.117041	35088	1204	779	1628	-0.7618	2.2054
0108	16.99	3	11	10	1	0.117647	35269	0.117223	35142	307	-66	681	-1.2527	2.8659
0110	16.59	1	26	23	1	0.099608	29861	0.099788	29915	710	454	965	1.3146	3.9179
0112	16.81	3	6	5	1	0.104314	31272	0.103686	31084	850	370	1331	-1.0086	2.6387
0112	16.81	6	27	13	1	0.109020	32683	0.108861	32635	1001	448	1555	0.2376	2.2601
0112	16.81	7	14	7	1	0.098824	29626	0.108779	32611	205	-634	1046	-0.4727	1.4979
0112	16.81	1	42	21	1	0.110588	33153	0.110306	33068	674	334	1015	-0.0500	3.5006
0112	16.81	1	42	21	1	0.110588	33153	0.110306	33068	674	334	1015	-0.0500	3.5006
0112	16.81	4	43	21	1	0.110588	33153	0.108381	32491	1056	794	1317	-0.5110	1.6425
0112	16.81	4	43	21	1	0.110588	33153	0.108381	32491	1056	794	1317	-0.5110	1.6425
0112	16.81	9	25	12	1	0.106667	31977	0.106497	31927	1349	860	1837	-0.5532	2.1856
0113	16.87	1	36	24	1	0.112941	33858	0.112885	33841	641	557	725	0.2503	2.2526
0115	17.20	3	10	5	1	0.120000	35975	0.120364	36084	1567	798	2335	0.6166	2.1591
0115	17.20	6	38	10	1	0.131765	39502	0.131523	39429	154	-379	688	-0.3965	1.1825
0115	17.20	7	29	11	1	0.130196	39031	0.120658	36172	1103	411	1796	0.9078	2.0102
0115	17.20	1	23	15	1	0.132549	39737	0.132004	39573	692	356	1029	-1.4570	3.9326
0115	17.20	4	21	6	1	0.130980	39266	0.131230	39341	330	-147	809	-1.5383	3.8185
0116	16.39	4	11	7	1	0.095686	28686	0.095759	28707	353	202	503	0.2765	2.2278
0116	16.39	2	13	7	1	0.083922	25159	0.093633	28070	1877	1288	2466	-0.2809	1.1230
0116	16.39	1	17	14	1	0.093333	27980	0.093564	28049	932	733	1132	0.1572	1.8470
0116	16.39	7	29	19	1	0.094902	28450	0.092731	27799	1540	1290	1791	-0.1817	2.0422
0116	16.39	5	18	5	1	0.096471	28921	0.095930	28759	388	206	569	0.2976	1.6075
0117	16.35	1	16	12	1	0.089412	26804	0.089048	26695	415	247	583	0.0952	2.9599
0118	17.05	1	25	17	2	0.117647	35269	0.121515	36429	1602	1209	1996	0.1384	1.3668
0118	17.05	1	25	17	2	0.117647	35269	0.121515	36429	1602	1209	1996	0.1384	1.3668
0118	17.05	7	24	8	1	0.123922	37150	0.123979	37167	853	544	1162	0.0404	1.4718
0118	17.05	2	19	12	1	0.125490	37621	0.124169	37224	1081	750	1413	-0.5268	1.6486
0119	17.02	6	16	8	1	0.124706	37385	0.124115	37208	2165	1283	3046	0.3196	1.3921
0119	17.02	1	17	16	1	0.120784	36210	0.120526	36132	391	227	554	-2.4223	8.5467
0119	17.02	3	22	11	1	0.120000	35975	0.119967	35965	467	314	621	-0.9986	3.6524
0120	16.81	10	17	8	1	0.108235	32448	0.108843	32630	839	559	1119	0.4840	2.7730
0120	16.81	8	17	8	1	0.109020	32683	0.109133	32717	859	513	1205	0.2810	2.5906
0120	16.81	3	15	8	1	0.109804	32918	0.110175	33029	193	122	263	-0.3185	1.4341
0120	16.81	9	13	8	1	0.109804	32918	0.110175	33029	193	122	263	-0.3185	1.4341
0120	16.81	1	27	19	1	0.110588	33153	0.109840	32929	694	512	876	0.0706	3.1242
0121	16.35	10	7	5	1	0.082353	24688	0.082144	24626	1652	801	2504	-1.0378	2.6653
0121	16.35	8	10	6	1	0.083137	24923	0.083202	24943	298	-145	742	1.6186	3.9091
0121	16.35	5	9	7	1	0.084706	25394	0.084243	25255	475	271	678	0.1893	2.7855
0121	16.35	6	13	9	1	0.083137	24923	0.083943	25165	1176	747	1605	0.5303	1.5971
0121	16.35	7	28	23	1	0.083137	24923	0.083270	24963	831	595	1068	0.7524	2.2267
0121	16.35	7	28	23	1	0.083137	24923	0.083270	24963	831	595	1068	0.7524	2.2267
0121	16.35	1	20	17	1	0.089412	26804	0.089202	26741	1045	854	1237	-0.3668	2.1604
0122	17.52	1	17	14	1	0.151373	45380	0.150945	45252	734	611	856	-0.0585	1.6089
0122	17.52	2	6	5	1	0.148235	44439	0.147999	44369	141	-9	291	1.1793	2.7519
0122	17.52	3	16	7	1	0.144314	43264	0.144123	43207	1838	981	2694	-0.1264	1.2449
0122	17.52	4	14	11	1	0.152941	45850	0.152793	45806	600	464	737	-0.2906	1.9424
0122	17.52	6	9	7	1	0.153725	46085	0.153602	46048	724	427	1021	-0.6179	1.8964
0123	16.52	4	46	29	1	0.096471	28921	0.096199	28839	582	387	777	-1.3034	5.7652
0123	16.52	2	30	15	1	0.096471	28921	0.096552	28945	283	236	329	0.2500	2.0733
0124	17.34	3	7	6	1	0.137255	41147	0.137192	41129	576	350	802	0.6247	1.6305
0124	17.34	1	15	9	1	0.140392	42088	0.140593	42148	699	271	1128	1.3111	4.5644
0124	17.34	4	23	14	1	0.139608	41853	0.139773	41902	600	473	728	-0.2824	2.0175
0125	16.30	1	45	33	1	0.087059	26099	0.086582	25956	980	865	1095	-0.4939	2.3391
0125	16.30	2	19	8	1	0.086275	25864	0.086368	25892	1005	668	1343	-0.5309	2.6267
0125	16.30	3	46	28	1	0.088627	26569	0.088950	26666	957	764	1150	0.6919	3.6233

Table B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0126	16.56	9	15	5	1	0.095686	28686	0.096784	29015	275	-129	680	-1.2835	2.9108
0126	16.56	1	23	18	1	0.098039	29391	0.097827	29327	856	625	1087	1.3209	5.6377
0126	16.56	2	23	18	1	0.101176	30331	0.100450	30114	870	541	1199	0.6413	4.7591
0128	17.17	4	12	5	1	0.131765	39502	0.129667	38873	876	459	1293	-0.1036	1.6973
0128	17.17	1	27	18	1	0.130196	39031	0.129771	38904	759	656	862	0.1544	1.9498
0129	16.21	6	7	6	1	0.082353	24688	0.082229	24651	876	509	1243	-0.0098	1.0438
0129	16.21	9	26	17	1	0.083137	24923	0.083128	24921	936	680	1193	0.0224	1.5482
0129	16.21	7	22	6	1	0.085490	25629	0.084832	25431	472	125	818	-1.3892	3.4445
0129	16.21	2	35	13	1	0.084706	25394	0.084291	25269	555	320	790	-0.8883	2.7101
0129	16.21	1	19	15	1	0.083922	25159	0.084190	25239	717	573	861	-0.1467	2.4277
0129	16.21	3	51	28	1	0.084706	25394	0.084344	25285	636	434	839	-1.4549	5.0604
0130	17.08	4	9	5	1	0.116863	35034	0.121412	36398	2020	1198	2842	-0.2418	1.2333
0130	17.08	8	30	16	1	0.116078	34799	0.117868	35335	1275	872	1678	0.3746	1.4481
0130	17.08	8	30	16	1	0.116078	34799	0.117868	35335	1275	872	1678	0.3746	1.4481
0130	17.08	7	18	8	1	0.120000	35975	0.120452	36110	1137	687	1586	0.0947	1.7600
0130	17.08	2	22	8	1	0.124706	37385	0.124777	37407	348	214	482	0.8208	2.7043
0130	17.08	1	10	6	1	0.123922	37150	0.123725	37091	293	-79	665	-1.5152	3.6795
0130	17.08	5	25	12	1	0.118431	35504	0.118037	35386	573	264	882	-1.6168	5.7229
0132	17.24	1	14	10	1	0.133333	39972	0.133381	39986	482	360	604	0.3338	1.6566
0132	17.24	2	41	14	1	0.131765	39502	0.132023	39579	470	362	577	0.6516	2.5825
0132	17.24	7	18	7	1	0.130980	39266	0.130934	39253	238	133	343	0.4643	2.8751
0133	16.71	6	26	9	1	0.105882	31742	0.105622	31664	257	182	333	0.6605	2.4651
0133	16.71	5	9	6	1	0.106667	31977	0.105607	31660	266	-17	550	1.3050	3.1867
0133	16.71	4	7	5	1	0.106667	31977	0.106475	31920	94	45	142	1.4740	3.2139
0135	17.25	1	28	20	1	0.134118	40207	0.133900	40142	702	589	815	0.0961	2.3849
0135	17.25	3	27	8	1	0.131765	39502	0.134527	40330	1536	875	2197	-0.5179	1.4035
0136	16.98	5	12	7	1	0.121569	36445	0.122092	36602	1481	800	2162	-0.2992	3.0297
0136	16.98	3	7	6	1	0.123922	37150	0.123780	37108	394	33	755	-1.4759	3.6409
0136	16.98	1	29	23	1	0.119216	35739	0.118843	35628	690	530	850	0.8028	4.6495
0137	17.33	1	28	15	1	0.138824	41618	0.138593	41549	431	303	559	0.8454	2.2740
0138	16.13	2	29	9	1	0.088627	26569	0.088151	26426	1812	935	2689	0.3644	1.9899
0138	16.13	4	22	10	1	0.088627	26569	0.089337	26782	1395	889	1901	0.1879	2.2621
0138	16.13	1	40	19	1	0.080784	24218	0.080786	24219	597	428	765	1.1477	3.8370
0141	16.89	8	12	6	1	0.105098	31507	0.103855	31134	1564	845	2282	0.4738	1.7661
0141	16.89	5	27	16	1	0.103529	31037	0.103367	30988	1364	1023	1704	0.0644	2.0447
0141	16.89	3	17	12	1	0.116863	35034	0.116648	34970	350	162	538	-1.9917	7.0251
0141	16.89	3	17	12	1	0.116863	35034	0.116648	34970	350	162	538	-1.9917	7.0251
0141	16.89	7	26	11	1	0.120784	36210	0.120536	36135	283	112	455	2.2446	6.9915
0141	16.89	1	21	12	2	0.120000	35975	0.119947	35959	206	81	332	-2.6046	8.8036
0141	16.89	2	46	28	2	0.119216	35739	0.118909	35647	696	463	929	-1.4666	4.5166
0142	16.79	1	37	31	1	0.109020	32683	0.109331	32776	690	574	807	1.3447	5.4263
0142	16.79	5	7	5	1	0.109804	32918	0.110088	33003	498	275	720	0.1235	1.7541
0143	16.79	3	9	6	1	0.112157	33623	0.112937	33857	352	0	705	-1.1993	3.0031
0143	16.79	5	21	7	1	0.111373	33388	0.111346	33380	466	42	890	1.6508	4.2790
0143	16.79	1	15	11	1	0.109804	32918	0.109591	32854	248	62	435	2.4194	7.5819
0143	16.79	2	14	11	1	0.109020	32683	0.109063	32696	416	295	537	0.2825	2.3184
0144	16.11	1	24	21	1	0.080000	23983	0.080151	24028	580	501	659	0.0464	2.2945
0144	16.11	4	13	5	1	0.080784	24218	0.080790	24220	256	134	379	-0.6351	2.3824
0145	16.58	1	39	12	1	0.099608	29861	0.099468	29819	398	132	663	-1.9443	6.7685
0146	16.04	1	17	11	1	0.077647	23278	0.077707	23296	431	206	655	-1.1182	4.2669
0146	16.04	7	14	6	1	0.082353	24688	0.080131	24022	1070	296	1845	0.4185	2.9216
0146	16.04	3	22	9	1	0.080784	24218	0.080392	24100	142	-26	311	1.0275	2.5748
0148	17.04	2	9	5	1	0.127843	38326	0.132862	39831	2283	1488	3078	-0.3811	1.2355
0148	17.04	3	8	6	1	0.130196	39031	0.134895	40440	2051	1161	2942	-0.6194	1.5403
0148	17.04	1	42	14	2	0.121569	36445	0.121840	36526	269	-347	885	0.0546	3.5779
0148	17.04	1	42	14	2	0.121569	36445	0.121840	36526	269	-347	885	0.0546	3.5779
0148	17.04	4	20	8	1	0.120000	35975	0.121588	36451	822	275	1369	-0.5066	1.3454
0149	16.07	5	90	14	1	0.079216	23748	0.079163	23732	228	137	320	2.5774	9.2376
0149	16.07	3	33	7	1	0.079216	23748	0.078864	23642	230	142	319	-0.4806	2.2628
0149	16.07	1	52	8	1	0.081569	24453	0.081701	24493	1333	806	1859	0.2828	1.4447
0149	16.07	4	11	8	1	0.089412	26804	0.090623	27168	2261	1350	3172	-0.3241	1.4677
0150	16.17	4	20	10	1	0.080784	24218	0.080394	24101	309	-145	765	0.5441	4.7553
0150	16.17	6	16	10	1	0.080784	24218	0.080938	24264	485	-17	988	-0.1699	4.4923
0150	16.17	1	38	29	2	0.089412	26804	0.085436	25613	1102	958	1245	0.1784	1.3748
0150	16.17	1	38	29	2	0.089412	26804	0.085436	25613	1102	958	1245	0.1784	1.3748
0153	16.23	1	21	17	1	0.084706	25394	0.084942	25464	593	510	675	-0.0972	1.9386
0153	16.23	2	29	21	1	0.085490	25629	0.085396	25601	425	334	516	-0.6589	3.4116
0154	16.21	5	8	6	1	0.087059	26099	0.087649	26276	460	236	684	-1.0247	2.8949
0154	16.21	8	18	11	1	0.087059	26099	0.087723	26298	853	510	1196	-0.7720	2.0505
0154	16.21	4	17	6	1	0.079216	23748	0.083504	25033	2004	1154	2853	-0.6279	1.5152
0154	16.21	9	60	25	1	0.083137	24923	0.084174	25234	870	567	1173	-1.2246	4.1115
0154	16.21	1	19	14	1	0.083922	25159	0.083886	25148	469	364	573	0.4280	2.3982
0154	16.21	3	51	26	1	0.083922	25159	0.083818	25128	514	381	647	-1.9947	6.9571
0154	16.21	2	28	9	1	0.084706	25394	0.083906	25154	656	269	1042	-1.6369	4.7718
0155	17.43	1	15	13	1	0.145882	43734	0.145459	43607	520	394	646	-0.5788	3.1344
0157	16.90	8	14	5	1	0.113725	34094	0.113424	34003	208	113	304	0.5837	2.1585
0157	16.90	1	23	17	1	0.114510	34329	0.114846	34430	458	377	539	-0.0376	1.8152
0157	16.90	5	14	7	1	0.115294	34564	0.115130	34514	431	272	591	0.0521	1.6767

TABLE B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0159	16.76	5	11	5	1	0.105098	31507	0.106185	31833	869	482	1256	-0.3898	1.4359
0159	16.76	4	35	6	1	0.111373	33388	0.110908	33249	709	446	972	0.2208	1.8867
0159	16.76	1	18	14	1	0.107451	32212	0.107490	32224	688	541	834	0.2689	2.6210
0159	16.76	2	13	9	1	0.110588	33153	0.110749	33201	1181	709	1654	0.1139	1.2707
0160	16.73	7	10	5	1	0.096471	28921	0.096634	28970	477	228	726	-0.5949	2.3819
0160	16.73	8	11	7	1	0.095686	28686	0.096284	28865	41	-714	796	0.7571	1.9852
0160	16.73	4	11	6	1	0.105882	31742	0.105364	31587	202	-66	470	1.5603	3.7922
0160	16.73	2	9	9	1	0.105882	31742	0.105845	31731	256	144	368	1.2407	3.8776
0160	16.73	3	10	5	1	0.098824	29626	0.098438	29510	1959	1168	2750	0.3043	1.2529
0160	16.73	1	23	20	1	0.105882	31742	0.105399	31597	832	538	1125	-1.0573	2.7882
0162	17.09	1	15	14	1	0.124706	37385	0.125074	37496	522	402	642	0.3081	2.4551
0163	17.39	3	27	15	1	0.144314	43264	0.144848	43424	1029	783	1276	0.1271	1.7384
0163	17.39	3	27	15	1	0.144314	43264	0.144848	43424	1029	783	1276	0.1271	1.7384
0163	17.39	8	11	7	1	0.146667	43969	0.146340	43871	955	544	1366	-0.2633	1.2201
0163	17.39	1	13	11	1	0.143529	43029	0.143413	42994	384	252	515	0.9546	3.6697
0163	17.39	4	17	9	1	0.144314	43264	0.144955	43456	1959	1194	2724	-0.3342	1.7396
0163	17.39	7	23	13	1	0.145098	43499	0.145993	43767	1171	827	1515	0.1226	1.8242
0163	17.39	2	7	7	1	0.149020	44674	0.149000	44669	543	328	757	0.4048	2.0981
0164	16.79	2	20	5	1	0.101961	30567	0.096390	28897	79	-602	760	0.8573	2.7188
0164	16.79	5	15	8	1	0.102745	30802	0.103158	30925	1436	686	2185	-0.8059	3.0062
0164	16.79	1	37	13	1	0.108235	32448	0.108489	32524	284	217	350	0.2608	1.5367
0164	16.79	7	39	8	1	0.101176	30331	0.101022	30285	291	185	397	-0.7415	3.0889
0164	16.79	6	39	17	1	0.109020	32683	0.109480	32821	932	745	1119	0.2081	1.5851
0164	16.79	6	39	17	1	0.109020	32683	0.109480	32821	932	745	1119	0.2081	1.5851
0164	16.79	4	22	12	1	0.107451	32212	0.107141	32120	830	262	1398	-0.8400	3.1679
0165	16.73	1	15	9	1	0.106667	31977	0.106359	31885	258	62	454	1.8544	5.5287
0165	16.73	2	23	13	1	0.100392	30096	0.100725	30196	133	96	170	-0.4793	3.2960
0165	16.73	4	19	9	1	0.101961	30567	0.101901	30549	674	511	837	0.1413	1.7972
0167	17.28	7	26	13	1	0.135686	40677	0.135893	40739	294	66	521	2.1612	7.3763
0167	17.28	3	13	8	1	0.136471	40912	0.136096	40800	813	402	1225	0.8789	2.2279
0167	17.28	4	17	10	1	0.138824	41618	0.138801	41611	1181	750	1611	0.2668	1.3109
0167	17.28	1	15	13	1	0.135686	40677	0.135921	40748	192	129	256	-0.3725	2.6447
0167	17.28	2	18	11	1	0.135686	40677	0.135650	40666	269	207	331	-0.3260	1.9310
0170	17.25	1	17	10	1	0.134118	40207	0.134014	40176	379	252	507	0.2579	2.2754
0170	17.25	3	16	6	1	0.133333	39972	0.133292	39960	604	351	856	0.4362	1.8018
0172	15.95	5	20	7	1	0.073725	22102	0.073609	22067	300	-106	707	1.8674	4.7773
0172	15.95	6	18	7	1	0.073725	22102	0.073878	22147	193	120	267	0.2212	1.7359
0172	15.95	4	40	19	1	0.072157	21632	0.072408	21707	559	427	692	0.9738	3.0777
0172	15.95	3	18	7	1	0.074510	22337	0.074689	22391	502	260	744	-0.8613	3.1145
0173	17.51	7	35	14	1	0.149804	44910	0.150077	44992	732	615	849	0.1734	1.8529
0173	17.51	1	15	11	1	0.149020	44674	0.149606	44850	841	598	1083	0.4560	1.6670
0173	17.51	5	16	9	1	0.150588	45145	0.150433	45098	826	598	1054	0.0550	1.5759
0175	17.13	1	20	17	1	0.127843	38326	0.127793	38311	729	609	849	0.1025	2.1170
0175	17.13	3	24	13	1	0.127059	38091	0.127342	38176	612	456	769	0.4432	2.9072
0175	17.13	4	22	13	1	0.127059	38091	0.127059	38091	587	349	825	1.9624	6.8766
0176	16.52	6	14	5	1	0.096471	28921	0.096458	28917	188	95	280	-1.4594	3.1956
0176	16.52	1	28	9	1	0.096471	28921	0.096319	28875	352	234	470	0.6827	2.7747
0176	16.52	4	28	12	1	0.095686	28686	0.096041	28792	329	139	520	2.2810	7.2921
0177	17.12	4	36	28	1	0.126275	37856	0.127149	38118	678	539	816	0.8593	3.0127
0177	17.12	2	38	34	1	0.127059	38091	0.127037	38084	593	468	718	1.0034	3.4734
0177	17.12	2	38	34	1	0.127059	38091	0.127037	38084	593	468	718	1.0034	3.4734
0178	16.70	3	19	10	1	0.101961	30567	0.102240	30650	246	113	379	-1.5366	4.4316
0178	16.70	10	9	5	1	0.102745	30802	0.102504	30730	764	318	1210	1.0241	2.5303
0178	16.70	11	18	7	1	0.105098	31507	0.104399	31297	240	-4	484	1.1584	3.1851
0178	16.70	5	25	10	1	0.104314	31272	0.104039	31190	618	380	856	0.6036	2.8907
0178	16.70	2	17	15	1	0.106667	31977	0.106395	31896	696	524	868	-0.3527	2.4635
0178	16.70	7	33	18	1	0.106667	31977	0.106349	31882	712	563	862	-0.0773	2.4219
0178	16.70	1	16	8	1	0.105098	31507	0.104367	31288	59	-331	450	1.0919	3.7693
0178	16.70	6	22	12	1	0.104314	31272	0.104413	31302	104	5	204	1.1997	3.6780
0179	16.98	2	6	5	1	0.115294	34564	0.106716	31992	2955	1927	3984	0.3765	1.1931
0179	16.98	6	14	5	1	0.109804	32918	0.106555	31944	73	34	112	0.4084	1.1732
0179	16.98	8	14	9	1	0.118431	35504	0.118129	35414	489	346	632	-0.1272	1.7373
0179	16.98	4	16	7	1	0.117647	35269	0.118602	35555	112	-433	659	0.1952	2.4626
0179	16.98	1	17	7	1	0.118431	35504	0.118299	35465	342	189	495	-0.7863	1.8846
0179	16.98	3	26	12	1	0.118431	35504	0.118642	35567	535	428	642	-0.0994	1.8354
0179	16.98	7	37	16	1	0.118431	35504	0.118639	35567	724	563	885	0.9104	3.7316
0180	15.93	1	23	14	1	0.073725	22102	0.073398	22004	348	239	457	1.1158	3.9128
0184	16.75	9	8	5	1	0.114510	34329	0.115058	34493	166	31	301	-1.0464	2.7789
0184	16.75	2	34	21	2	0.108235	32448	0.110183	33031	1074	699	1449	-1.0453	4.1953
0184	16.75	6	28	19	1	0.113725	34094	0.113200	33936	738	540	937	-0.7413	2.1699
0184	16.75	6	28	19	1	0.113725	34094	0.113200	33936	738	540	937	-0.7413	2.1699
0184	16.75	8	21	14	1	0.113725	34094	0.113099	33906	732	525	939	-0.7823	2.1844
0184	16.75	8	21	14	1	0.113725	34094	0.113099	33906	732	525	939	-0.7823	2.1844
0184	16.75	1	9	6	1	0.113725	34094	0.113898	34145	311	197	425	0.5810	2.1490
0184	16.75	3	17	11	1	0.107451	32212	0.107071	32099	593	263	924	-1.3285	4.9568
0185	17.11	6	12	7	1	0.120784	36210	0.118087	35401	1845	1085	2606	0.0097	1.3167
0185	17.11	1	17	12	1	0.125490	37621	0.125540	37635	455	363	547	0.4107	1.9046
0185	17.11	3	16	8	1	0.125490	37621	0.125833	37723	248	168	329	-0.0795	2.1760

Table B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0185	17.11	2	17	6	1	0.130196	39031	0.130552	39138	1072	616	1528	-0.1390	1.2493
0186	16.17	1	15	15	1	0.082353	24688	0.082663	24781	643	516	771	0.0202	2.3319
0187	16.86	8	22	5	1	0.111373	33388	0.111296	33365	281	149	413	0.2802	2.3240
0187	16.86	5	18	11	1	0.112157	33623	0.111628	33465	767	419	1116	0.8154	2.9339
0187	16.86	1	16	10	1	0.112157	33623	0.111895	33545	225	91	359	-1.7798	5.4288
0188	16.87	1	11	7	1	0.112941	33858	0.112697	33785	405	252	558	-0.2287	1.5821
0188	16.87	7	16	6	1	0.110588	33153	0.110668	33177	1114	430	1798	1.1895	3.2467
0189	16.43	1	17	9	1	0.092549	27745	0.092729	27799	338	255	422	-0.0340	2.2594
0189	16.43	9	29	11	1	0.092549	27745	0.092689	27787	305	230	379	0.0330	2.5466
0190	17.15	2	14	8	1	0.127843	38326	0.127986	38369	341	220	463	-0.3769	1.9971
0190	17.15	5	12	7	1	0.128627	38561	0.128528	38531	201	100	301	-0.8445	2.7806
0190	17.15	1	14	12	1	0.127843	38326	0.127855	38329	641	506	776	-0.0683	2.3205
0190	17.15	3	5	5	1	0.126275	37856	0.125855	37730	5	-91	102	0.9530	2.2950
0191	16.32	9	8	5	1	0.085490	25629	0.084615	25366	374	28	721	1.2113	2.9129
0191	16.32	8	15	10	1	0.083922	25159	0.083930	25161	1387	855	1918	-0.1413	2.0448
0191	16.32	6	26	21	1	0.083922	25159	0.083992	25180	833	706	961	0.1491	2.2812
0191	16.32	1	72	65	2	0.086275	25864	0.085529	25640	929	834	1024	0.6670	4.2894
0192	16.28	1	17	15	1	0.087843	26334	0.087280	26165	475	315	636	2.2771	8.5021
0192	16.28	12	10	5	1	0.087843	26334	0.087641	26273	657	337	977	-0.3007	1.3699
0192	16.28	4	17	9	1	0.084706	25394	0.084342	25285	242	-138	624	-0.7858	4.4253
0192	16.28	8	12	6	1	0.083922	25159	0.084080	25206	179	-108	467	-1.6744	3.9913
0193	16.28	1	22	13	1	0.086275	25864	0.085955	25768	543	432	653	0.1792	1.4999
0193	16.28	2	20	5	1	0.081569	24453	0.081920	24559	19	-121	159	-1.1532	2.6768
0193	16.28	4	38	19	2	0.097255	29156	0.097723	29296	1260	788	1731	-0.4840	2.7650
0194	15.91	3	8	6	1	0.072157	21632	0.072019	21590	248	152	344	0.1273	1.4316
0194	15.91	8	10	8	1	0.072941	21867	0.073027	21892	447	191	703	-1.1606	3.9097
0194	15.91	1	20	16	1	0.072941	21867	0.072784	21820	422	301	544	-0.9575	4.0764
0195	16.09	1	8	7	1	0.079216	23748	0.079457	23820	1632	1013	2250	-0.3182	2.2703
0195	16.09	6	12	7	1	0.078431	23513	0.079933	23963	2905	1530	4280	-0.2442	1.1817
0195	16.09	9	6	5	1	0.075294	22572	0.075077	22507	1778	898	2658	0.8053	2.3058
0195	16.09	5	14	12	1	0.086275	25864	0.086513	25935	826	524	1129	-1.2666	3.6996
0195	16.09	3	10	8	1	0.084706	25394	0.084600	25362	338	-11	687	-1.9733	5.4407
0195	16.09	4	11	9	1	0.083922	25159	0.083987	25178	763	298	1227	-1.1620	2.8151
0196	16.02	3	12	5	1	0.083137	24923	0.082711	24796	476	223	729	0.5442	2.4884
0196	16.02	8	25	19	1	0.076863	23042	0.076621	22970	555	391	719	0.5256	3.4677
0196	16.02	5	11	6	1	0.081569	24453	0.079881	23947	1010	566	1455	-0.1171	1.2139
0196	16.02	1	27	23	1	0.076078	22807	0.076266	22863	618	538	697	0.1321	2.1666
0196	16.02	6	9	5	1	0.076863	23042	0.076192	22841	219	48	390	0.6582	1.7470
0196	16.02	2	23	16	1	0.076078	22807	0.076367	22894	436	316	556	-0.5924	3.1657
0196	16.02	4	14	9	1	0.076863	23042	0.076952	23069	228	43	413	-1.6595	5.0942
0197	15.98	4	18	16	1	0.076078	22807	0.075741	22706	316	133	499	1.9943	5.5063
0197	15.98	7	13	10	1	0.074510	22337	0.074632	22374	478	318	638	0.7206	2.6073
0197	15.98	1	42	34	1	0.075294	22572	0.075742	22706	424	359	489	1.6523	7.7398
0198	16.35	1	22	17	1	0.089412	26804	0.089308	26773	289	219	360	-0.0660	3.3424
0198	16.35	3	25	20	1	0.088627	26569	0.088993	26679	350	288	412	0.0278	2.5483
0199	15.86	9	15	6	1	0.080000	23983	0.082123	24619	1831	1043	2618	-0.2541	2.6166
0199	15.86	1	25	20	1	0.069020	20691	0.068604	20566	1245	927	1563	0.4432	3.1926
0199	15.86	8	17	7	1	0.073725	22102	0.076897	23053	2511	1370	3652	-0.5282	1.8481
0199	15.86	2	20	13	1	0.061961	18575	0.060975	18279	1617	1159	2074	-0.1248	2.1236
0200	16.84	6	18	7	1	0.111373	33388	0.111181	33331	346	-21	713	1.4997	4.2129
0200	16.84	2	17	9	1	0.112941	33858	0.113186	33932	166	92	239	-1.1848	3.5877
0200	16.84	1	8	8	1	0.111373	33388	0.111242	33349	421	303	538	0.0848	1.5447
0200	16.84	9	22	17	1	0.112157	33623	0.112001	33576	687	541	832	0.7360	3.6980
0200	16.84	7	23	12	1	0.108235	32448	0.108113	32411	912	662	1161	-0.1256	1.3643
0200	16.84	7	23	12	1	0.108235	32448	0.108113	32411	912	662	1161	-0.1256	1.3643
0200	16.84	3	31	8	1	0.112941	33858	0.113258	33953	139	-489	767	0.3325	2.3938
0200	16.84	5	44	11	1	0.112157	33623	0.112124	33613	1112	568	1656	0.7296	2.7663
0202	15.81	4	8	7	1	0.069804	20926	0.069820	20931	460	134	786	-1.0125	3.3300
0202	15.81	1	23	17	1	0.069804	20926	0.069620	20871	610	397	823	-1.1132	2.9895
0203	16.95	1	19	12	1	0.117647	35269	0.117812	35319	882	590	1175	-0.2370	2.6947
0203	16.95	8	31	12	1	0.122353	36680	0.122048	36589	1834	1097	2571	-0.0391	1.3138
0204	16.93	1	28	18	1	0.115294	34564	0.115394	34594	377	293	460	0.7540	2.4494
0204	16.93	2	11	5	1	0.116863	35034	0.117207	35137	189	41	338	-1.0119	2.7505
0205	17.17	1	9	8	1	0.129412	38796	0.129229	38741	269	181	358	0.0152	2.1985
0205	17.17	5	11	8	1	0.128627	38561	0.128657	38570	403	155	652	1.0814	3.9404
0206	15.93	8	35	27	1	0.071373	21396	0.070624	21172	1170	1036	1304	-0.2033	2.0581
0206	15.93	2	13	13	1	0.073725	22102	0.073395	22003	575	310	839	-1.2227	3.4177
0206	15.93	4	23	15	1	0.065882	19751	0.064904	19457	1098	639	1558	-0.8790	2.1753
0206	15.93	4	23	15	1	0.065882	19751	0.064904	19457	1098	639	1558	-0.8790	2.1753
0206	15.93	6	77	44	3	0.065882	19751	0.067089	20112	1861	1643	2080	-0.1955	2.1721
0206	15.93	6	77	44	3	0.065882	19751	0.067089	20112	1861	1643	2080	-0.1955	2.1721
0206	15.93	6	77	44	3	0.065882	19751	0.067089	20112	1861	1643	2080	-0.1955	2.1721
0206	15.93	1	32	16	1	0.074510	22337	0.074311	22277	821	541	1101	0.2414	4.8011
0206	15.93	3	27	23	1	0.066667	19986	0.066310	19879	987	566	1409	0.4607	3.0083
0206	15.93	3	27	23	1	0.066667	19986	0.066310	19879	987	566	1409	0.4607	3.0083
0207	16.26	8	28	13	1	0.076863	23042	0.078346	23487	1876	994	2759	-0.6322	2.4759
0207	16.26	5	11	6	1	0.076863	23042	0.078664	23582	1683	909	2456	-0.0435	1.9074
0207	16.26	3	19	11	1	0.084706	25394	0.084672	25384	409	164	653	-1.8339	5.7662

TABLE B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0207	16.26	1	19	10	1	0.084706	25394	0.084899	25452	448	195	701	-1.7911	5.5866
0207	16.26	4	44	22	1	0.084706	25394	0.084718	25397	345	264	426	-2.2896	9.5130
0208	16.28	4	8	5	1	0.085490	25629	0.087345	26185	366	-152	886	-1.2725	2.8924
0208	16.28	1	14	13	1	0.086275	25864	0.085841	25734	771	561	982	-0.4511	2.6125
0208	16.28	2	10	8	1	0.087059	26099	0.086791	26019	542	383	701	-0.3236	1.7275
0209	16.19	2	7	7	1	0.082353	24688	0.082502	24733	364	219	509	0.2771	1.6370
0209	16.19	3	11	5	1	0.075294	22572	0.070672	21186	143	76	210	1.4848	3.2292
0209	16.19	6	26	21	1	0.083137	24923	0.083495	25031	494	315	674	0.9545	8.0539
0209	16.19	5	11	7	1	0.087059	26099	0.088683	26586	1548	945	2151	-0.1017	2.1024
0210	17.12	7	20	8	1	0.133333	39972	0.132795	39810	1950	1095	2805	-0.1780	1.6642
0210	17.12	3	27	14	1	0.132549	39737	0.132502	39722	1829	1359	2299	-0.1489	1.5289
0210	17.12	3	27	14	1	0.132549	39737	0.132502	39722	1829	1359	2299	-0.1489	1.5289
0210	17.12	1	17	12	1	0.126275	37856	0.126069	37794	365	123	608	-1.8919	6.8294
0210	17.12	2	11	6	1	0.123922	37150	0.123591	37051	177	-41	397	1.0485	3.2889
0211	17.04	1	12	9	1	0.121569	36445	0.121788	36511	209	-3	422	2.2288	6.4431
0211	17.04	3	9	6	1	0.120784	36210	0.120591	36152	1003	566	1440	-0.0344	1.0729
0211	17.04	4	5	5	1	0.130196	39031	0.130175	39025	38	-30	106	1.3564	3.0376
0212	15.25	1	36	28	1	0.053333	15988	0.053663	16087	548	489	607	0.0143	2.0476
0212	15.25	2	33	25	1	0.054118	16224	0.054057	16206	473	396	550	-0.6472	2.8382
0213	17.32	7	7	5	1	0.137255	41147	0.137828	41319	732	355	1109	-0.1490	1.7687
0213	17.32	8	17	13	1	0.138824	41618	0.138651	41566	286	83	488	-1.7560	6.3912
0213	17.32	5	35	26	1	0.138824	41618	0.138619	41556	784	579	988	1.1132	5.1435
0213	17.32	1	8	7	1	0.140392	42088	0.140528	42129	329	179	479	-1.0444	2.8601
0213	17.32	2	20	13	1	0.138824	41618	0.138876	41633	724	464	983	-1.5283	5.0475
0214	16.75	5	13	7	1	0.105882	31742	0.106083	31802	321	200	441	0.7455	2.3660
0214	16.75	4	15	8	1	0.106667	31977	0.106543	31940	601	319	883	0.4926	2.7934
0214	16.75	1	25	22	1	0.105882	31742	0.105958	31765	539	415	663	1.9622	7.8779
0214	16.75	2	33	11	1	0.105098	31507	0.104961	31466	301	226	376	-0.5450	2.2443
0214	16.75	3	50	22	1	0.105882	31742	0.105528	31636	478	289	668	1.7301	5.9950
0217	16.76	1	15	12	1	0.107451	32212	0.107504	32228	377	258	496	-1.0743	3.6382
0217	16.76	3	30	18	1	0.107451	32212	0.107136	32118	647	451	844	0.2794	3.8020
0217	16.76	4	8	6	1	0.105882	31742	0.105832	31727	657	387	927	-0.4283	2.6142
0218	16.71	5	8	6	1	0.109020	32683	0.109061	32695	1748	961	2536	0.4937	2.1225
0218	16.71	6	15	8	1	0.108235	32448	0.108459	32515	1974	1141	2806	-0.0143	1.0244
0218	16.71	8	27	13	2	0.096471	28921	0.100732	30198	1490	832	2149	0.1262	1.2030
0218	16.71	8	27	13	2	0.096471	28921	0.100732	30198	1490	832	2149	0.1262	1.2030
0218	16.71	1	7	6	1	0.107451	32212	0.105234	31548	483	-18	985	0.7107	1.6291
0220	17.01	2	27	11	1	0.118431	35504	0.118920	35651	634	440	827	-0.2992	2.1312
0220	17.01	1	22	17	1	0.120000	35975	0.120181	36029	496	373	619	0.6366	4.0927
0220	17.01	5	23	13	1	0.120000	35975	0.119803	35916	412	197	628	0.5398	4.8162
0221	16.02	6	14	8	1	0.077647	23278	0.077393	23201	235	-237	708	1.0989	2.3232
0221	16.02	3	14	11	1	0.078431	23513	0.078541	23546	394	171	617	2.2201	7.1768
0221	16.02	1	12	8	1	0.077647	23278	0.077351	23189	213	-3	430	1.8331	5.1573
0224	15.52	4	10	8	1	0.056471	16929	0.055954	16774	179	-169	527	1.9410	5.1988
0224	15.52	1	24	22	1	0.059608	17869	0.059519	17843	599	479	719	-0.7993	3.1130
0225	16.35	1	18	15	1	0.089412	26804	0.087292	26169	1570	1102	2038	-0.5110	1.5992
0225	16.35	2	19	16	1	0.079216	23748	0.079423	23810	429	341	518	-0.2967	2.5182
0225	16.35	4	51	41	2	0.080000	23983	0.079917	23958	949	599	1300	0.3896	3.5692
0225	16.35	4	51	41	2	0.080000	23983	0.079917	23958	949	599	1300	0.3896	3.5692
0227	16.54	1	22	18	1	0.098039	29391	0.097810	29322	724	390	1058	1.3613	4.1801
0227	16.54	3	15	7	1	0.099608	29861	0.099865	29938	389	270	507	0.0926	1.9547
0229	17.19	1	14	9	1	0.130196	39031	0.130282	39057	418	156	680	0.1529	3.4073
0229	17.19	7	19	6	1	0.127843	38326	0.129729	38891	1307	720	1893	0.2107	1.2459
0229	17.19	5	39	16	1	0.130196	39031	0.130244	39046	969	790	1149	0.1001	1.9108
0231	17.39	3	11	8	1	0.148235	44439	0.148449	44503	282	153	411	0.9358	3.4186
0231	17.39	4	10	5	1	0.131765	39502	0.125341	37576	2728	1767	3688	0.3793	1.1840
0231	17.39	1	15	10	1	0.142745	42793	0.143134	42910	259	194	323	-0.0392	1.6348
0232	16.32	5	9	7	1	0.088627	26569	0.088592	26559	882	548	1216	0.0122	2.2272
0232	16.32	8	19	11	1	0.084706	25394	0.084622	25369	752	323	1182	-0.9470	3.0072
0232	16.32	6	16	12	1	0.086275	25864	0.086021	25788	770	505	1035	-1.3579	4.7906
0232	16.32	1	23	20	1	0.087843	26334	0.087773	26313	612	437	788	-0.5395	3.2041
0232	16.32	4	19	15	1	0.087843	26334	0.088172	26433	238	153	322	-2.3487	8.7803
0233	16.17	1	30	24	1	0.080000	23983	0.079476	23826	381	287	475	-0.1395	8.8707
0233	16.17	3	20	15	2	0.079216	23748	0.084447	25316	1581	1031	2131	-0.0935	1.1582
0233	16.17	4	9	5	1	0.081569	24453	0.082078	24606	104	-56	265	-1.3257	3.0093
0234	17.21	7	20	13	1	0.130980	39266	0.130194	39031	1143	830	1456	-0.6101	1.9461
0234	17.21	1	13	11	1	0.130980	39266	0.131443	39405	423	267	579	0.5016	2.3582
0234	17.21	4	16	8	1	0.131765	39502	0.131661	39470	249	-16	516	-2.0439	5.6027
0235	16.84	1	6	5	1	0.111373	33388	0.112057	33593	435	215	655	-0.6347	2.4604
0236	16.13	3	11	7	1	0.079216	23748	0.079718	23898	380	181	579	-1.0729	3.0801
0236	16.13	1	21	18	1	0.079216	23748	0.080149	24027	615	512	718	0.3131	1.6768
0237	16.19	2	26	19	1	0.087843	26334	0.087578	26255	811	648	974	-0.4541	2.2652
0237	16.19	6	21	15	1	0.080000	23983	0.080295	24071	421	-210	1052	-0.0273	3.3187
0237	16.19	6	21	15	1	0.080000	23983	0.080295	24071	421	-210	1052	-0.0273	3.3187
0237	16.19	1	34	25	2	0.089412	26804	0.085401	25602	1171	932	1411	0.1404	1.2834
0237	16.19	4	26	19	1	0.082353	24688	0.082015	24587	587	185	989	0.8876	2.1190
0237	16.19	4	26	19	1	0.082353	24688	0.082015	24587	587	185	989	0.8876	2.1190
0238	16.17	6	32	26	1	0.082353	24688	0.082262	24661	448	367	529	-0.2916	2.8147

Table B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0238	16.17	4	10	9	1	0.083922	25159	0.083641	25074	834	388	1280	0.9742	2.3507
0239	16.98	3	14	7	1	0.116863	35034	0.116864	35034	284	164	404	0.1895	1.9322
0239	16.98	1	27	14	1	0.117647	35269	0.117822	35322	733	598	868	-0.3327	1.7445
0240	16.71	1	25	18	1	0.105098	31507	0.105377	31591	638	515	760	0.3646	2.7439
0240	16.71	5	11	5	1	0.105098	31507	0.103442	31011	2196	1215	3178	-0.2355	1.2891
0240	16.71	7	8	5	1	0.100392	30096	0.102225	30646	2035	1037	3032	-0.7661	2.3983
0240	16.71	2	25	7	1	0.109020	32683	0.108979	32671	600	137	1063	-1.2851	3.7600
0240	16.71	3	14	6	1	0.105882	31742	0.107112	32111	918	505	1331	-0.3581	2.5193
0241	16.89	1	24	17	1	0.113725	34094	0.113609	34059	611	422	799	-1.3468	4.7164
0241	16.89	2	17	15	1	0.105882	31742	0.105651	31673	376	239	512	2.1156	7.6926
0243	16.41	3	8	7	1	0.094902	28450	0.094538	28341	1335	714	1955	-0.0505	1.3229
0243	16.41	7	16	12	1	0.089412	26804	0.089371	26792	1164	727	1600	0.8034	2.4114
0243	16.41	1	18	11	1	0.094118	28215	0.094134	28220	121	-17	260	1.0907	3.9998
0243	16.41	2	12	8	1	0.087843	26334	0.086557	25949	80	-214	376	1.2255	2.9804
0244	16.59	1	18	13	1	0.099608	29861	0.098669	29580	706	334	1079	1.6321	6.1247
0244	16.59	6	18	9	1	0.100392	30096	0.100345	30082	934	358	1510	0.5689	3.9650
0244	16.59	9	44	29	1	0.100392	30096	0.099158	29726	830	571	1090	1.1340	4.7936
0244	16.59	4	15	5	1	0.100392	30096	0.100080	30003	301	-29	632	-1.0115	2.7801
0244	16.59	5	20	16	1	0.094902	28450	0.090006	26983	1781	1039	2522	0.5932	2.5432
0244	16.59	5	20	16	1	0.094902	28450	0.090006	26983	1781	1039	2522	0.5932	2.5432
0244	16.59	2	31	14	1	0.095686	28686	0.097628	29268	1929	1491	2366	-0.3888	2.2108
0246	16.43	9	26	6	1	0.101176	30331	0.092600	27760	255	-969	1480	0.6977	1.5055
0246	16.43	1	19	13	1	0.092549	27745	0.092164	27630	435	303	568	-0.3454	2.9075
0247	16.93	1	23	10	1	0.115294	34564	0.115368	34586	457	340	573	0.2377	1.6687
0247	16.93	6	48	14	1	0.117647	35269	0.117261	35154	886	644	1127	0.0007	2.5081
0248	16.23	6	13	5	1	0.087059	26099	0.095397	28599	115	64	167	-0.4070	1.1793
0248	16.23	3	26	13	1	0.084706	25394	0.084662	25381	133	99	168	1.8820	4.6103
0248	16.23	1	13	8	1	0.085490	25629	0.085399	25602	279	-16	575	2.0090	5.5184
0249	16.28	7	12	7	1	0.077647	23278	0.077157	23131	2786	1391	4181	0.1832	1.2690
0249	16.28	5	14	7	1	0.089412	26804	0.086899	26051	1173	681	1666	-0.6906	2.0684
0249	16.28	1	21	16	1	0.087059	26099	0.087006	26083	668	371	965	-0.5065	2.7102
0249	16.28	3	43	35	1	0.086275	25864	0.085916	25756	1111	931	1290	-0.8979	3.2749
0250	16.56	1	39	15	1	0.098039	29391	0.097907	29351	743	453	1032	-0.9246	6.0637
0250	16.56	5	16	11	1	0.090980	27275	0.090892	27248	873	610	1136	-0.8140	3.2710
0250	16.56	6	21	12	1	0.090980	27275	0.091707	27493	1250	868	1633	0.1603	2.7083
0250	16.56	3	79	30	1	0.098039	29391	0.097905	29351	666	407	925	-0.3038	4.6831
0253	15.43	2	24	21	1	0.059608	17869	0.058854	17644	702	577	827	-0.6199	2.4709
0255	16.15	4	22	7	1	0.081569	24453	0.081689	24489	279	-45	603	-1.6910	4.3796
0255	16.15	1	21	17	1	0.081569	24453	0.081418	24408	452	365	539	0.6523	3.0569
0255	16.15	2	29	19	1	0.081569	24453	0.081268	24363	361	239	484	1.3482	4.5654
0256	16.28	1	23	13	1	0.085490	25629	0.085625	25669	301	215	387	-0.7666	2.8719
0257	15.91	2	6	5	1	0.079216	23748	0.077853	23339	2622	1439	3805	-0.2655	1.2689
0257	15.91	1	26	22	1	0.072941	21867	0.073332	21984	489	344	634	1.5754	6.1382
0258	17.16	3	23	7	1	0.128627	38561	0.128390	38490	518	312	724	-0.1802	1.5888
0259	15.52	1	25	20	1	0.059608	17869	0.059535	17848	655	537	773	-0.0454	2.3493
0259	15.52	2	37	23	1	0.059608	17869	0.059513	17841	681	558	804	-0.1997	2.4076
0261	16.90	7	19	7	1	0.114510	34329	0.114610	34359	614	363	864	0.3179	1.7703
0261	16.90	6	11	6	1	0.116863	35034	0.117034	35085	763	169	1356	-1.3739	3.3937
0261	16.90	2	35	18	1	0.114510	34329	0.114618	34361	589	503	676	0.0463	1.4943
0261	16.90	2	35	18	1	0.114510	34329	0.114618	34361	589	503	676	0.0463	1.4943
0261	16.90	1	13	12	1	0.115294	34564	0.115500	34626	712	563	862	-0.0261	1.9387
0262	16.98	2	17	11	1	0.117647	35269	0.118022	35381	624	172	1076	-1.2594	3.1661
0262	16.98	6	8	6	1	0.107451	32212	0.107467	32217	953	522	1385	0.9276	2.4587
0262	16.98	1	22	14	1	0.120000	35975	0.119830	35924	1744	1171	2317	0.3770	2.5162
0262	16.98	5	22	16	1	0.119216	35739	0.118889	35642	661	451	872	-1.5445	5.7610
0263	16.50	5	14	11	1	0.095686	28686	0.095955	28766	246	131	361	-1.2677	4.3083
0263	16.50	3	17	12	1	0.095686	28686	0.095945	28763	374	197	551	-2.3882	7.9288
0263	16.50	4	28	17	1	0.095686	28686	0.095965	28769	359	277	442	-2.7937	10.8558
0263	16.50	1	41	18	1	0.095686	28686	0.095759	28707	307	221	393	-1.0405	3.5056
0265	16.92	4	26	13	2	0.116078	34799	0.115649	34670	160	-611	933	-0.4725	1.2696
0265	16.92	5	17	7	1	0.116078	34799	0.115733	34695	130	88	172	-0.4416	2.1248
0265	16.92	1	34	21	2	0.115294	34564	0.115537	34637	530	96	964	-0.9601	2.3830
0265	16.92	1	34	21	2	0.115294	34564	0.115537	34637	530	96	964	-0.9601	2.3830
0265	16.92	2	18	5	1	0.116863	35034	0.117481	35219	214	-16	446	-1.0100	2.7682
0265	16.92	3	18	5	1	0.116863	35034	0.116693	34983	475	240	709	-0.4964	2.2854
0266	16.76	9	17	8	1	0.105882	31742	0.105897	31747	318	0	636	-1.8435	5.0960
0266	16.76	6	9	6	1	0.108235	32448	0.108065	32397	868	525	1212	-0.4571	1.5244
0266	16.76	2	15	7	1	0.101176	30331	0.102916	30853	1953	1107	2800	-0.2870	1.5467
0266	16.76	4	19	10	1	0.106667	31977	0.106827	32025	336	65	608	-1.9906	5.8524
0266	16.76	1	18	11	1	0.107451	32212	0.107360	32185	521	289	754	-0.9183	2.2192
0267	16.76	2	13	6	1	0.100392	30096	0.102101	30609	2151	1294	3008	-0.2385	1.3741
0267	16.76	4	25	11	1	0.106667	31977	0.106970	32068	686	349	1023	1.3690	3.8411
0267	16.76	1	37	15	1	0.107451	32212	0.107099	32107	518	428	608	-0.1742	1.6804
0270	16.63	2	36	18	1	0.101176	30331	0.101662	30477	640	545	736	0.1949	1.8869
0271	16.93	5	9	7	1	0.112157	33623	0.111853	33532	1781	983	2578	-0.1134	1.3026
0273	16.02	3	12	6	1	0.076078	22807	0.076414	22908	157	55	259	-0.4100	2.8823
0273	16.02	7	39	15	1	0.076078	22807	0.076313	22878	308	202	415	-0.0221	3.4955
0273	16.02	5	38	19	1	0.076863	23042	0.076578	22957	354	310	398	0.0402	1.7935

TABLE B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0273	16.02	1	42	20	1	0.076078	22807	0.076460	22922	386	336	436	-0.1072	2.0170
0273	16.02	4	20	11	1	0.076863	23042	0.077119	23119	436	298	574	-0.4816	1.7431
0275	16.83	1	32	19	1	0.111373	33388	0.110963	33265	459	344	574	-0.9701	3.1441
0275	16.83	2	8	5	1	0.111373	33388	0.111477	33419	19	9	30	-1.4644	3.2039
0276	16.95	1	23	17	1	0.116078	34799	0.116335	34876	445	312	578	1.2408	5.6989
0276	16.95	5	16	10	1	0.116078	34799	0.116133	34815	109	-213	431	0.9198	1.9885
0277	17.08	4	11	6	1	0.119216	35739	0.119756	35902	1729	953	2506	0.0002	1.0038
0277	17.08	6	9	7	1	0.115294	34564	0.114206	34238	62	-827	951	0.2509	2.0948
0277	17.08	1	21	17	1	0.124706	37385	0.124176	37226	528	318	738	-1.8912	6.7370
0277	17.08	1	21	17	1	0.124706	37385	0.124176	37226	528	318	738	-1.8912	6.7370
0277	17.08	2	9	9	1	0.124706	37385	0.124692	37381	240	-371	851	-1.1999	2.6745
0278	16.21	2	14	8	1	0.083922	25159	0.083861	25140	448	264	632	-0.7689	3.1736
0278	16.21	1	10	7	1	0.083922	25159	0.083685	25088	234	135	333	-0.1847	1.5463
0278	16.21	4	18	10	1	0.084706	25394	0.084645	25375	578	17	1138	0.4363	3.6111
0279	16.30	6	7	5	1	0.087059	26099	0.086955	26068	390	-229	1011	1.2703	2.9973
0279	16.30	1	18	10	1	0.087059	26099	0.086861	26040	650	353	947	-1.5617	5.0094
0279	16.30	2	28	12	1	0.085490	25629	0.085229	25550	1885	1183	2587	-0.3209	1.1744
0279	16.30	2	28	12	1	0.085490	25629	0.085229	25550	1885	1183	2587	-0.3209	1.1744
0280	16.76	4	10	6	1	0.106667	31977	0.106176	31830	2578	1442	3714	0.0425	1.0599
0280	16.76	6	12	6	1	0.108235	32448	0.109093	32705	1439	933	1944	0.4001	1.9685
0281	15.43	2	9	7	1	0.059608	17869	0.059958	17975	160	95	226	-0.5004	1.6499
0282	15.95	1	14	9	1	0.074510	22337	0.074409	22307	844	589	1100	-0.4108	2.0989
0283	16.15	1	27	23	1	0.080784	24218	0.080936	24263	606	368	844	-1.3023	5.2359
0283	16.15	6	17	7	1	0.080000	23983	0.080176	24036	355	233	476	0.2959	2.5029
0283	16.15	9	16	5	1	0.078431	23513	0.078826	23631	436	231	640	-0.0868	1.3752
0283	16.15	2	26	5	1	0.080784	24218	0.080098	24012	551	311	790	0.3401	1.2169
0283	16.15	3	49	24	1	0.080000	23983	0.079865	23942	448	316	580	1.0829	4.3885
0283	16.15	4	42	14	1	0.079216	23748	0.079468	23823	392	310	475	0.1398	2.7468
0284	16.54	1	30	16	1	0.097255	29156	0.096888	29046	470	342	597	-1.2744	4.4691
0287	16.19	1	17	14	1	0.083137	24923	0.083462	25021	469	342	597	-0.9406	3.7309
0288	15.60	5	10	5	1	0.065882	19751	0.071453	21421	76	-475	629	-0.4555	1.2825
0288	15.60	6	16	10	1	0.067451	20221	0.067929	20364	631	398	863	-0.7307	1.9429
0288	15.60	4	6	5	1	0.068235	20456	0.068328	20484	253	138	367	-0.2891	2.0215
0288	15.60	1	24	19	1	0.063529	19045	0.063941	19169	912	529	1296	0.0518	2.8692
0289	16.23	8	95	48	2	0.085490	25629	0.085564	25651	538	250	826	-0.6502	3.7272
0289	16.23	8	95	48	2	0.085490	25629	0.085564	25651	538	250	826	-0.6502	3.7272
0289	16.23	1	7	6	1	0.085490	25629	0.085611	25665	666	375	958	-0.9225	2.7504
0289	16.23	7	33	16	2	0.075294	22572	0.078360	23491	1681	1097	2265	0.3481	1.3235
0289	16.23	3	15	9	1	0.075294	22572	0.075196	22543	258	10	506	2.1777	6.3124
0289	16.23	6	11	9	1	0.080784	24218	0.080700	24193	1664	911	2418	0.1197	1.6318
0289	16.23	4	23	9	1	0.085490	25629	0.085410	25605	244	-453	943	-0.6804	1.5367
0289	16.23	2	21	11	1	0.085490	25629	0.085526	25640	319	136	501	-1.7221	4.9345
0291	16.45	1	17	8	1	0.094118	28215	0.093380	27994	502	227	777	1.5096	4.2600
0291	16.45	3	12	5	1	0.090196	27040	0.090443	27114	2162	1136	3188	0.4664	1.8016
0293	16.09	3	9	7	1	0.078431	23513	0.078506	23535	228	-14	471	-1.5645	4.3026
0293	16.09	1	7	6	1	0.073725	22102	0.075080	22508	1366	666	2066	-1.0701	3.0865
0294	15.49	10	11	6	1	0.055686	16694	0.059255	17764	2569	1403	3734	-0.4413	1.5919
0294	15.49	6	9	6	1	0.058824	17634	0.060223	18054	1233	684	1782	-0.2481	1.3473
0294	15.49	1	25	16	1	0.059608	17869	0.059469	17828	429	356	503	-0.1746	1.9490
0294	15.49	3	11	5	1	0.054902	16459	0.052377	15702	2218	1178	3257	0.0498	1.4543
0294	15.49	2	26	9	1	0.060392	18105	0.060460	18125	355	211	500	-0.0877	2.7918
0296	17.15	5	16	9	1	0.130196	39031	0.130209	39035	753	479	1027	-0.6544	2.0489
0296	17.15	2	12	7	1	0.130980	39266	0.130256	39049	970	568	1373	-0.6020	1.6818
0296	17.15	4	13	9	1	0.129412	38796	0.129991	38970	1202	720	1684	-0.2762	1.2443
0296	17.15	1	18	13	1	0.127843	38326	0.127779	38307	543	416	670	-0.1975	2.5661
0296	17.15	7	18	14	1	0.127843	38326	0.127543	38236	538	432	644	-0.0398	2.4049
0297	15.52	6	20	12	1	0.062745	18810	0.062557	18754	1145	830	1459	0.6352	3.2732
0297	15.52	8	16	6	1	0.054118	16224	0.056432	16917	777	59	1496	-1.0923	3.2786
0297	15.52	10	14	7	1	0.062745	18810	0.062510	18740	716	375	1057	-0.0843	2.0332
0297	15.52	1	19	18	1	0.061961	18575	0.061397	18406	486	384	589	-0.8501	2.8766
0299	16.76	7	9	5	1	0.106667	31977	0.107178	32131	462	-72	997	-1.0980	2.8462
0299	16.76	3	24	7	1	0.107451	32212	0.107932	32357	151	58	243	-1.3107	3.4839
0299	16.76	6	27	7	1	0.106667	31977	0.106499	31927	391	248	535	0.4489	2.5327
0299	16.76	1	18	11	1	0.107451	32212	0.107657	32274	546	398	694	0.6903	2.7339
0299	16.76	5	34	16	1	0.107451	32212	0.107869	32338	545	453	638	0.3589	2.4780
0300	16.11	12	9	6	1	0.081569	24453	0.081097	24312	493	3	982	-1.4819	3.6563
0300	16.11	1	26	20	2	0.081569	24453	0.081595	24461	1141	615	1667	-0.4267	3.1330
0300	16.11	1	26	20	2	0.081569	24453	0.081595	24461	1141	615	1667	-0.4267	3.1330
0300	16.11	2	39	29	2	0.089412	26804	0.085277	25565	1185	1015	1356	0.2619	1.4601
0300	16.11	3	33	25	1	0.082353	24688	0.083160	24930	1052	755	1348	0.6884	1.9039
0302	16.15	1	21	14	1	0.081569	24453	0.081376	24395	438	276	600	-0.9999	2.9776
0304	16.26	8	69	43	2	0.084706	25394	0.083280	24966	928	781	1075	-0.8018	3.3401
0304	16.26	7	15	12	1	0.083922	25159	0.083862	25141	341	165	518	-2.3465	7.5830
0305	15.83	1	17	12	1	0.069804	20926	0.069958	20972	395	288	502	0.7259	2.9456
0305	15.83	4	9	5	1	0.071373	21396	0.071678	21488	177	96	257	0.5298	1.8108
0305	15.83	2	15	6	1	0.069020	20691	0.073160	21932	1845	1105	2585	-0.1638	1.3222
0305	15.83	6	17	7	1	0.069804	20926	0.071910	21558	1908	1065	2751	0.1207	1.2643
0306	16.50	7	6	5	1	0.093333	27980	0.094354	28286	166	-160	493	-1.1910	2.7471

Table B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0306	16.50	1	15	12	1	0.094902	28450	0.095196	28539	343	219	467	-0.4745	1.9524
0306	16.50	3	46	14	1	0.095686	28686	0.095809	28722	121	89	154	-2.9806	10.6955
0307	16.87	1	13	11	1	0.112157	33623	0.112441	33708	392	286	498	-0.4656	1.7748
0307	16.87	6	29	8	1	0.111373	33388	0.111659	33474	309	178	441	-0.8710	3.0479
0310	16.19	3	5	5	1	0.075294	22572	0.075175	22536	99	-689	887	-0.0983	2.4963
0310	16.19	5	7	7	1	0.076078	22807	0.075451	22619	1865	1044	2685	-0.4337	1.6498
0310	16.19	12	17	9	1	0.081569	24453	0.081510	24436	824	510	1138	-0.8415	2.2941
0310	16.19	1	12	10	1	0.082353	24688	0.082077	24606	526	372	680	0.3912	3.0120
0312	15.71	5	7	5	1	0.060392	18105	0.062880	18850	2084	1169	2999	-0.3203	1.2351
0312	15.71	4	21	14	2	0.068235	20456	0.067788	20322	477	236	719	-2.2832	7.9188
0312	15.71	4	21	14	2	0.068235	20456	0.067788	20322	477	236	719	-2.2832	7.9188
0312	15.71	1	15	12	2	0.066667	19986	0.067119	20121	1105	430	1779	-0.9465	2.2189
0313	15.98	6	20	10	1	0.073725	22102	0.073851	22139	1335	766	1904	0.3984	1.2483
0313	15.98	1	14	11	1	0.073725	22102	0.073768	22115	342	229	455	0.9898	2.9896
0313	15.98	3	71	46	1	0.074510	22337	0.074881	22448	719	532	906	-0.5122	5.1558
0314	16.76	1	23	13	1	0.107451	32212	0.107801	32318	1288	702	1874	-0.6604	3.0353
0314	16.76	2	20	5	1	0.104314	31272	0.096391	28897	78	-894	1051	0.8880	2.1684
0315	15.78	1	22	18	2	0.069020	20691	0.069268	20766	711	561	862	0.2371	1.5090
0315	15.78	6	11	6	1	0.076078	22807	0.077150	23128	1777	998	2555	-0.0416	1.0597
0315	15.78	4	14	7	1	0.072941	21867	0.072658	21782	243	-152	639	-1.8977	4.8415
0317	15.57	2	19	5	1	0.063529	19045	0.063146	18930	358	199	517	-0.2976	1.8096
0317	15.57	1	10	5	1	0.062745	18810	0.062466	18726	376	191	562	0.2632	1.3762
0317	15.57	4	46	13	1	0.062745	18810	0.062630	18775	311	259	363	0.0734	1.5939
0319	16.02	1	18	12	1	0.077647	23278	0.077305	23175	268	206	330	-0.3212	2.6087
0319	16.02	2	7	7	1	0.078431	23513	0.078302	23474	410	222	599	0.1615	2.4220
0319	16.02	4	17	12	1	0.077647	23278	0.077870	23344	402	172	633	2.0204	6.6926
0320	15.46	10	9	5	1	0.058824	17634	0.059812	17931	161	95	228	0.3972	1.1732
0320	15.46	11	9	5	1	0.048627	14578	0.043124	12928	1374	241	2507	1.0015	2.7213
0320	15.46	5	7	5	1	0.060392	18105	0.060115	18022	196	105	287	-0.7136	2.2180
0320	15.46	9	11	8	1	0.061961	18575	0.062183	18642	936	485	1387	1.3710	3.9790
0320	15.46	1	16	16	1	0.059608	17869	0.059665	17887	331	255	408	-0.9436	3.7776
0320	15.46	3	34	22	2	0.060392	18105	0.060000	17987	327	40	614	1.3705	3.5681
0320	15.46	4	10	7	1	0.065098	19515	0.064946	19470	1463	910	2017	-0.0822	1.4930
0321	15.95	1	17	17	1	0.074510	22337	0.074517	22339	459	305	612	1.6350	6.2852
0321	15.95	6	21	13	1	0.077647	23278	0.077961	23372	707	565	850	0.2929	1.9138
0321	15.95	7	20	16	1	0.074510	22337	0.075925	22761	1420	1087	1754	-0.0090	2.2237
0321	15.95	3	40	35	1	0.077647	23278	0.077735	23304	1203	1059	1347	-0.1141	3.1380
0322	16.35	7	11	5	1	0.089412	26804	0.087920	26357	1002	652	1352	0.3662	1.1888
0322	16.35	1	22	14	1	0.088627	26569	0.088859	26639	224	160	289	0.9208	3.6369
0322	16.35	2	12	5	1	0.088627	26569	0.088909	26654	264	145	383	0.2368	1.6817
0323	16.00	6	11	5	1	0.070588	21161	0.070102	21016	407	207	608	0.9521	2.5378
0323	16.00	8	14	6	1	0.071373	21396	0.071003	21286	565	75	1054	-1.4687	3.6112
0323	16.00	12	24	6	1	0.074510	22337	0.073962	22173	410	212	608	-0.3326	1.5382
0323	16.00	4	13	7	1	0.070588	21161	0.069206	20747	1210	648	1773	-0.8461	2.8445
0323	16.00	3	16	5	1	0.072941	21867	0.072810	21828	565	182	948	-1.2066	2.8467
0323	16.00	5	19	5	1	0.072157	21632	0.072588	21761	284	-63	632	-1.2351	2.9440
0323	16.00	1	18	15	1	0.076078	22807	0.075684	22689	885	550	1220	-1.1046	2.8793
0323	16.00	9	23	18	1	0.076078	22807	0.075735	22704	898	568	1228	-1.0237	2.5760
0325	16.90	8	13	8	1	0.114510	34329	0.115565	34645	482	303	661	-0.4852	1.3378
0325	16.90	1	25	12	1	0.114510	34329	0.114465	34315	489	379	599	0.1311	1.7375
0325	16.90	2	38	26	1	0.115294	34564	0.114490	34323	352	290	415	-2.7275	12.3625
0325	16.90	5	16	13	1	0.112941	33858	0.112654	33772	471	362	581	0.2676	2.6372
0325	16.90	4	17	10	1	0.114510	34329	0.114492	34323	378	276	480	-0.1075	2.0670
0325	16.90	6	23	11	1	0.114510	34329	0.114557	34343	360	273	448	-0.2156	2.2378
0326	16.21	1	9	8	1	0.083922	25159	0.083603	25063	362	271	453	-0.0185	1.9834
0326	16.21	6	8	5	1	0.080000	23983	0.078592	23561	1710	887	2533	-0.4451	1.9355
0328	17.09	1	16	12	1	0.124706	37385	0.125376	37586	883	649	1117	0.6265	2.3488
0328	17.09	2	11	9	1	0.124706	37385	0.124324	37271	215	135	294	0.1445	1.3289
0328	17.09	8	10	9	1	0.123922	37150	0.123662	37073	195	106	284	0.5029	1.4994
0330	16.83	7	17	10	1	0.112941	33858	0.112900	33846	710	502	919	-0.5521	1.9019
0330	16.83	9	15	10	1	0.111373	33388	0.111047	33290	389	118	660	-0.7896	1.7981
0330	16.83	8	45	30	1	0.114510	34329	0.112434	33706	995	794	1197	0.9755	4.7825
0330	16.83	2	31	19	1	0.111373	33388	0.110111	33010	702	588	815	-0.3294	2.0444
0330	16.83	1	25	15	1	0.109804	32918	0.109710	32890	849	628	1070	0.5989	2.3063
0330	16.83	3	16	8	1	0.109020	32683	0.108984	32672	245	-28	518	1.6774	4.8666
0331	16.78	1	11	11	1	0.108235	32448	0.108251	32452	718	549	887	0.1757	2.2138
0331	16.78	2	18	10	1	0.111373	33388	0.112252	33652	907	534	1280	-0.6538	1.6810
0331	16.78	3	5	5	1	0.117647	35269	0.111842	33529	158	88	228	0.4030	1.1694
0331	16.78	5	13	5	1	0.112941	33858	0.113289	33963	380	88	672	-0.9428	2.7079
0333	16.92	1	11	9	1	0.115294	34564	0.115255	34552	325	193	456	-0.9517	3.3193
0333	16.92	2	11	6	1	0.113725	34094	0.113088	33902	187	91	283	0.5658	1.5351
0333	16.92	5	17	9	1	0.112941	33858	0.112949	33861	183	113	252	0.0543	2.0911
0333	16.92	3	13	8	1	0.112941	33858	0.113149	33921	345	240	451	0.2309	1.6036
0333	16.92	4	14	9	1	0.112941	33858	0.112684	33781	394	257	531	-0.7467	2.2116
0334	16.21	1	14	10	1	0.083922	25159	0.083701	25093	292	189	396	-0.8051	3.5305
0334	16.21	7	8	5	1	0.084706	25394	0.086778	26015	156	51	260	-1.4509	3.1860
0334	16.21	6	93	64	1	0.083922	25159	0.084054	25198	721	491	952	-0.1043	4.5912
0334	16.21	6	93	64	1	0.083922	25159	0.084054	25198	721	491	952	-0.1043	4.5912

TABLE B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0334	16.21	3	9	5	1	0.086275	25864	0.085948	25766	604	308	900	0.8909	2.4525
0334	16.21	8	7	6	1	0.087059	26099	0.086701	25992	205	-42	452	0.3598	2.9190
0335	15.95	9	6	5	1	0.074510	22337	0.074361	22292	266	129	402	0.6714	2.4690
0335	15.95	1	7	5	1	0.079216	23748	0.079269	23764	2083	1223	2942	0.2353	1.2335
0335	15.95	3	11	5	1	0.070588	21161	0.071530	21444	1338	708	1969	0.0422	1.5418
0336	15.81	2	17	7	1	0.070588	21161	0.070318	21080	546	-52	1146	-1.0741	3.7730
0336	15.81	1	17	14	1	0.069804	20926	0.069728	20903	326	184	469	2.1007	7.2083
0337	16.17	12	12	7	1	0.083922	25159	0.083696	25091	476	270	681	0.5480	1.8158
0337	16.17	8	32	14	1	0.085490	25629	0.085677	25685	779	620	938	-0.0811	2.4392
0337	16.17	7	6	6	1	0.087059	26099	0.087487	26227	252	-68	574	-1.1234	3.3692
0337	16.17	1	26	13	1	0.083922	25159	0.083888	25148	465	196	734	0.9470	3.0228
0337	16.17	4	19	14	1	0.093333	27980	0.093153	27926	2025	1616	2434	0.0314	1.7742
0339	16.35	1	15	10	1	0.087843	26334	0.088727	26599	540	358	722	0.6173	2.0740
0339	16.35	3	8	7	1	0.099608	29861	0.098792	29617	480	209	750	1.1705	3.0772
0340	15.37	5	17	12	1	0.058824	17634	0.058503	17538	659	460	858	-0.9006	3.1255
0340	15.37	1	21	17	1	0.058039	17399	0.057799	17327	561	472	650	0.1634	1.7732
0340	15.37	4	27	21	1	0.058039	17399	0.057712	17301	588	486	689	-0.3858	3.0393
0341	16.32	1	22	18	1	0.087843	26334	0.088092	26409	755	277	1232	-0.3003	3.4278
0341	16.32	1	22	18	1	0.087843	26334	0.088092	26409	755	277	1232	-0.3003	3.4278
0341	16.32	5	45	21	2	0.088627	26569	0.087300	26171	1893	1297	2490	0.0726	2.2060
0341	16.32	5	45	21	2	0.088627	26569	0.087300	26171	1893	1297	2490	0.0726	2.2060
0341	16.32	3	19	6	1	0.094902	28450	0.092231	27650	1729	953	2506	0.2323	1.2621
0343	15.93	2	14	5	1	0.072941	21867	0.073458	22022	243	136	351	-0.0965	1.5631
0343	15.93	1	19	15	1	0.072941	21867	0.072871	21846	870	511	1228	0.9687	3.4731
0343	15.93	4	13	11	1	0.074510	22337	0.074283	22269	248	6	489	1.3775	5.7827
0344	16.11	3	8	5	1	0.078431	23513	0.078458	23521	982	500	1464	-0.3182	1.7908
0344	16.11	1	14	13	1	0.080000	23983	0.079870	23944	661	381	941	-1.1066	3.4362
0344	16.11	4	12	6	1	0.077647	23278	0.078170	23434	1007	559	1454	-0.3923	1.5209
0344	16.11	6	20	9	1	0.076863	23042	0.077182	23138	956	595	1318	-0.0103	1.4656
0345	16.59	1	13	11	1	0.099608	29861	0.099593	29857	742	440	1045	-0.7468	3.6670
0345	16.59	2	20	14	1	0.098824	29626	0.098562	29548	708	523	893	-0.1706	3.1345
0345	16.59	3	36	10	1	0.090980	27275	0.088515	26536	2099	1359	2839	0.2063	1.5246
0346	15.76	8	15	9	1	0.069804	20926	0.069200	20745	863	471	1256	0.9173	2.2580
0346	15.76	3	11	6	1	0.072941	21867	0.072971	21876	123	58	188	-0.5429	2.8634
0348	16.92	5	20	10	1	0.107451	32212	0.107152	32123	278	-89	646	-0.3297	4.6267
0348	16.92	1	14	9	1	0.115294	34564	0.114858	34433	1052	597	1506	-0.8297	2.4558
0348	16.92	2	17	9	1	0.116078	34799	0.114749	34400	1189	676	1702	-0.7850	2.2380
0348	16.92	3	17	10	1	0.107451	32212	0.107161	32126	230	63	397	2.1566	6.6230
0349	16.02	11	7	6	1	0.075294	22572	0.075568	22654	484	294	674	0.5086	2.0540
0349	16.02	3	27	20	1	0.076078	22807	0.075877	22747	365	242	489	2.1784	6.6535
0349	16.02	4	10	7	1	0.075294	22572	0.075594	22662	454	303	606	0.1658	1.9624
0349	16.02	6	30	25	1	0.076863	23042	0.076623	22970	747	583	911	-1.2462	5.5776
0349	16.02	10	14	11	1	0.076078	22807	0.076612	22967	620	360	880	1.4629	4.7949
0349	16.02	1	25	23	1	0.075294	22572	0.075549	22648	422	324	519	1.8251	7.7205
0349	16.02	2	37	30	1	0.075294	22572	0.075754	22710	455	378	532	1.5517	7.0102
0351	16.28	3	16	10	1	0.081569	24453	0.081803	24523	1163	751	1575	0.3921	1.3192
0351	16.28	5	21	6	1	0.086275	25864	0.086496	25930	249	-67	567	-1.5045	3.7174
0351	16.28	7	28	8	1	0.086275	25864	0.086360	25890	481	212	750	-1.3937	3.8115
0351	16.28	6	13	5	1	0.077647	23278	0.084916	25457	1307	715	1898	-0.7981	2.1810
0351	16.28	1	16	14	1	0.087059	26099	0.086666	25981	442	360	524	-0.4535	1.9758
0351	16.28	4	18	7	1	0.087059	26099	0.086650	25977	353	219	487	-0.4176	1.7614
0352	16.75	9	14	5	1	0.099608	29861	0.104028	31186	2838	1688	3988	-0.3442	1.2155
0352	16.75	5	18	10	1	0.106667	31977	0.106364	31887	353	96	610	-2.0759	6.4362
0352	16.75	6	31	12	1	0.105882	31742	0.106509	31930	667	310	1023	-1.4584	5.6555
0352	16.75	7	33	11	1	0.108235	32448	0.109204	32738	1036	743	1328	0.5378	2.0754
0352	16.75	4	19	10	1	0.107451	32212	0.107123	32114	543	407	680	0.0271	1.3928
0352	16.75	2	30	12	1	0.106667	31977	0.107024	32084	495	387	604	-0.1382	1.7519
0353	16.39	9	18	8	1	0.096471	28921	0.095969	28770	1699	1088	2309	-0.3496	1.6168
0353	16.39	4	11	7	1	0.083922	25159	0.083363	24991	663	388	938	0.5737	1.6450
0353	16.39	7	35	24	1	0.087059	26099	0.087529	26240	999	892	1106	-0.0051	1.7137
0353	16.39	1	18	14	1	0.091765	27510	0.091876	27543	1935	1451	2419	0.0630	1.7987
0353	16.39	5	62	29	1	0.083922	25159	0.085766	25712	951	814	1088	0.5189	1.9560
0353	16.39	5	62	29	1	0.083922	25159	0.085766	25712	951	814	1088	0.5189	1.9560
0354	16.02	1	11	11	1	0.076863	23042	0.076964	23073	444	307	581	0.7736	2.5361
0354	16.02	6	14	13	1	0.076863	23042	0.076402	22904	611	441	781	-0.4698	3.2766
0357	16.17	6	7	6	1	0.076078	22807	0.074307	22276	1851	1080	2623	-0.2258	1.5471
0357	16.17	8	12	9	1	0.076863	23042	0.076608	22966	1823	1026	2620	-0.5504	1.9121
0357	16.17	3	11	6	1	0.087843	26334	0.081008	24285	1035	117	1952	1.3638	3.5167
0359	16.75	1	15	13	1	0.106667	31977	0.106477	31921	402	304	500	0.2166	2.5417
0359	16.75	2	34	21	1	0.105882	31742	0.105767	31708	545	427	662	-1.1751	5.5928
0360	15.60	1	13	11	1	0.062745	18810	0.062853	18842	427	247	607	1.1172	4.3450
0361	16.93	5	14	5	1	0.117647	35269	0.117531	35234	617	344	890	-0.0715	1.4119
0361	16.93	3	22	10	1	0.116863	35034	0.116733	34995	485	346	623	0.4659	2.5686
0361	16.93	6	22	13	1	0.116078	34799	0.116154	34822	306	203	408	0.4731	3.0620
0361	16.93	1	18	11	1	0.116863	35034	0.116950	35060	504	388	620	0.4459	2.0174
0362	16.50	11	9	6	1	0.098039	29391	0.099127	29717	65	-84	215	-0.6628	1.5031
0362	16.50	1	15	12	1	0.095686	28686	0.096473	28921	308	129	486	-1.1570	3.2934
0362	16.50	2	13	5	1	0.096471	28921	0.095507	28632	1201	708	1693	-0.2462	1.2262

Table B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0362	16.50	3	22	12	1	0.098039	29391	0.096982	29074	1808	1093	2522	0.4735	2.1658
0363	16.83	2	14	7	1	0.102745	30802	0.102455	30715	274	173	375	0.0177	1.9952
0363	16.83	4	10	6	1	0.112157	33623	0.112122	33613	790	283	1297	0.8666	3.0450
0365	15.86	1	15	9	1	0.066667	19986	0.067272	20167	1695	984	2405	-0.4477	2.5307
0365	15.86	9	44	19	1	0.072941	21867	0.068651	20581	1214	920	1509	-0.1452	1.4092
0365	15.86	9	44	19	1	0.072941	21867	0.068651	20581	1214	920	1509	-0.1452	1.4092
0365	15.86	12	29	10	1	0.066667	19986	0.067449	20220	1304	935	1673	0.0270	1.4303
0366	15.95	7	13	6	1	0.074510	22337	0.074669	22385	72	-558	703	1.0953	3.4041
0366	15.95	1	18	11	1	0.074510	22337	0.074581	22358	408	272	544	0.4457	3.1963
0366	15.95	2	12	8	1	0.074510	22337	0.074534	22344	339	225	454	-0.6533	2.5775
0367	16.07	6	10	6	1	0.079216	23748	0.078968	23674	181	-167	530	-1.7256	4.0864
0367	16.07	9	7	5	1	0.073725	22102	0.069322	20782	175	103	248	0.3953	1.1743
0367	16.07	3	12	9	2	0.079216	23748	0.079012	23687	226	-425	878	-0.6819	1.5242
0367	16.07	1	34	25	1	0.078431	23513	0.078262	23462	253	218	289	-3.4737	15.9260
0369	16.61	3	36	14	1	0.100392	30096	0.100265	30058	296	225	367	-0.1089	1.7717
0369	16.61	10	47	17	1	0.101176	30331	0.101030	30288	330	232	427	-0.5475	2.3779
0369	16.61	1	37	16	1	0.101176	30331	0.101241	30351	249	176	322	-0.5787	2.6088
0370	16.45	9	22	13	1	0.091765	27510	0.091896	27549	600	451	749	0.3375	1.9469
0370	16.45	3	15	5	1	0.090980	27275	0.089563	26850	644	420	867	0.3928	1.1994
0370	16.45	6	19	8	1	0.094118	28215	0.094180	28234	836	551	1122	0.0448	1.4283
0370	16.45	1	17	10	1	0.092549	27745	0.092200	27640	823	538	1107	0.2847	1.4007
0370	16.45	4	17	10	1	0.092549	27745	0.092445	27714	534	345	723	0.4603	1.4758
0371	16.54	1	21	17	1	0.098039	29391	0.098364	29488	1209	929	1488	0.3800	1.9289
0371	16.54	1	21	17	1	0.098039	29391	0.098364	29488	1209	929	1488	0.3800	1.9289
0371	16.54	3	18	5	1	0.100392	30096	0.100056	29996	731	376	1087	-0.3729	1.8617
0371	16.54	5	9	7	1	0.091765	27510	0.092114	27615	410	257	564	-0.1340	2.3092
0371	16.54	7	17	10	1	0.098824	29626	0.097550	29244	1694	1004	2385	0.0652	2.2098
0371	16.54	6	17	9	1	0.098039	29391	0.098032	29389	1283	799	1767	0.4843	2.4880
0371	16.54	2	16	11	1	0.098039	29391	0.097988	29376	614	379	849	-0.8401	4.0260
0373	15.49	7	19	10	1	0.059608	17869	0.059636	17878	563	251	875	-1.2003	3.0203
0373	15.49	4	11	9	1	0.056471	16929	0.055988	16784	245	-310	801	1.2460	2.7648
0373	15.49	3	30	27	1	0.059608	17869	0.058919	17663	759	575	942	-1.1991	3.8936
0377	16.58	1	10	7	1	0.098824	29626	0.098591	29556	129	-60	319	0.8326	1.8747
0377	16.58	7	10	6	1	0.100392	30096	0.098334	29479	1307	771	1844	0.5753	1.4883
0378	15.65	1	29	15	1	0.061961	18575	0.062340	18689	1083	737	1430	0.2981	1.7930
0379	17.15	1	17	15	1	0.128627	38561	0.129010	38676	686	562	810	0.3342	1.8387
0379	17.15	2	13	6	1	0.126275	37856	0.126511	37927	205	133	278	0.4439	2.0318
0380	16.09	7	15	12	1	0.078431	23513	0.078594	23561	681	536	826	-0.4798	2.4805
0380	16.09	8	20	16	1	0.077647	23278	0.077946	23367	428	365	492	-0.1296	1.9817
0380	16.09	5	11	9	1	0.076863	23042	0.076806	23025	129	-148	407	1.8501	5.0307
0380	16.09	4	12	7	1	0.076078	22807	0.076084	22809	186	116	256	0.2682	1.7149
0380	16.09	1	14	13	1	0.077647	23278	0.077823	23330	944	747	1141	-0.0184	1.9389
0382	15.91	1	14	11	1	0.072157	21632	0.072586	21760	846	427	1264	-1.1230	5.0904
0383	16.32	1	10	10	1	0.087843	26334	0.087573	26253	463	191	735	1.7565	5.1586
0383	16.32	5	15	12	1	0.087843	26334	0.087659	26279	345	261	429	0.7565	3.0994
0383	16.32	2	9	8	1	0.087059	26099	0.087277	26164	261	134	387	-0.3308	2.4367
0383	16.32	7	17	12	1	0.087059	26099	0.087095	26110	345	255	435	-0.5762	2.3626
0385	15.55	6	12	5	1	0.070588	21161	0.071034	21295	361	-261	984	-1.3420	3.0472
0385	15.55	8	13	8	1	0.067451	20221	0.066941	20068	1485	990	1980	-0.2601	1.3752
0385	15.55	4	12	9	1	0.066667	19986	0.066890	20053	65	-477	607	-0.0813	2.2916
0386	16.26	2	7	5	1	0.086275	25864	0.085366	25592	350	-177	878	1.2830	3.0023
0386	16.26	1	9	5	1	0.084706	25394	0.085077	25505	217	104	329	-0.2827	1.9446
0386	16.26	3	12	8	1	0.085490	25629	0.085255	25558	241	171	310	0.4183	2.0611
0387	15.55	1	27	19	1	0.061961	18575	0.062290	18674	399	286	511	2.1041	8.4204
0391	16.33	1	13	11	1	0.088627	26569	0.089021	26687	369	219	518	-0.8075	2.5144
0391	16.33	5	6	6	1	0.079216	23748	0.079171	23734	2904	1653	4154	-0.0121	1.0276
0391	16.33	3	9	6	1	0.087843	26334	0.087688	26288	347	217	477	0.4644	1.5381
0393	16.37	2	23	11	1	0.088627	26569	0.088509	26534	333	249	416	-0.3658	2.2258
0393	16.37	1	9	7	1	0.090196	27040	0.090481	27125	249	121	378	-1.1561	3.0295
0393	16.37	6	12	9	1	0.093333	27980	0.092825	27828	1098	690	1506	0.2390	1.5660
0393	16.37	3	57	38	1	0.092549	27745	0.093089	27907	1108	935	1282	0.7521	2.9902
0394	16.68	1	10	7	1	0.103529	31037	0.103533	31038	624	364	884	-0.8614	2.7740
0394	16.68	3	17	6	1	0.109804	32918	0.110198	33036	260	-85	605	-1.5244	3.7595
0394	16.68	4	18	12	1	0.103529	31037	0.103386	30994	294	-79	667	1.1218	2.5519
0395	15.22	1	13	11	1	0.052549	15753	0.052625	15776	366	251	482	-0.7728	2.1473
0395	15.22	8	8	5	1	0.052549	15753	0.052413	15713	145	76	215	0.5035	1.9738
0395	15.22	10	7	5	1	0.054118	16224	0.054090	16215	232	116	348	1.0273	2.6107
0396	16.19	5	19	13	1	0.083137	24923	0.082316	24677	1256	913	1599	-0.5423	1.7602
0396	16.19	5	19	13	1	0.083137	24923	0.082316	24677	1256	913	1599	-0.5423	1.7602
0396	16.19	6	11	7	1	0.084706	25394	0.085744	25705	773	474	1072	-0.2047	2.1809
0396	16.19	1	11	10	1	0.082353	24688	0.082705	24794	634	460	808	-0.3021	2.1177
0396	16.19	4	17	6	1	0.077647	23278	0.081636	24473	151	-280	583	-0.6785	1.4998
0396	16.19	3	47	26	1	0.083922	25159	0.083182	24937	722	591	853	-0.9240	4.0600
0396	16.19	7	23	17	1	0.083922	25159	0.084256	25259	859	626	1092	-0.2163	1.9323
0397	16.02	3	18	10	1	0.078431	23513	0.078291	23471	341	252	431	-0.5791	2.2236
0397	16.02	6	41	18	1	0.078431	23513	0.078164	23432	382	71	694	1.4394	3.6677
0397	16.02	5	22	5	1	0.076863	23042	0.077248	23158	305	137	473	-1.0044	2.4600
0397	16.02	1	22	9	1	0.076863	23042	0.077170	23135	225	163	286	-0.2475	1.7350

TABLE B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0398	16.50	7	13	6	1	0.105882	31742	0.104525	31335	2663	1464	3862	0.0518	1.0648
0398	16.50	1	18	10	1	0.094902	28450	0.095207	28542	324	228	419	-0.6365	2.7931
0398	16.50	2	18	10	1	0.095686	28686	0.095831	28729	356	-64	778	-1.3103	2.9855
0398	16.50	3	15	8	1	0.095686	28686	0.095554	28646	889	395	1382	-0.9879	2.2072
0399	15.86	1	15	10	1	0.070588	21161	0.070646	21179	388	291	485	0.3012	2.0842
0399	15.86	6	16	7	1	0.071373	21396	0.071597	21464	250	-22	523	1.7113	4.4026
0400	15.65	5	8	8	1	0.065098	19515	0.064740	19408	879	478	1280	-0.3146	2.7920
0400	15.65	2	26	13	1	0.064314	19280	0.064253	19262	593	238	948	1.0775	3.5977
0400	15.65	1	19	14	1	0.065098	19515	0.065270	19567	936	622	1250	0.8235	3.6521
0400	15.65	4	33	24	1	0.064314	19280	0.065023	19493	738	515	960	0.8848	4.6903
0400	15.65	4	33	24	1	0.064314	19280	0.065023	19493	738	515	960	0.8848	4.6903
0401	16.56	8	9	5	1	0.100392	30096	0.105856	31734	81	-706	869	-0.8875	2.1691
0401	16.56	1	15	12	1	0.097255	29156	0.097435	29210	246	-48	542	0.3008	5.5029
0401	16.56	3	12	7	1	0.097255	29156	0.097345	29183	220	132	308	-0.0871	2.7078
0402	16.89	4	15	9	1	0.119216	35739	0.120412	36098	2017	1047	2988	0.1250	1.1682
0402	16.89	1	23	14	1	0.113725	34094	0.113342	33979	382	263	501	0.4688	4.0953
0402	16.89	3	29	9	1	0.113725	34094	0.113442	34008	228	84	372	1.5783	4.8334
0402	16.89	2	25	9	1	0.114510	34329	0.113813	34120	901	566	1237	0.4870	1.6114
0403	15.57	4	14	5	1	0.062745	18810	0.062689	18793	490	235	744	0.5111	2.4353
0403	15.57	2	12	9	1	0.062745	18810	0.063099	18916	618	448	788	-0.0233	1.5065
0405	16.09	1	30	19	1	0.080000	23983	0.079887	23949	596	461	731	1.0825	4.0270
0405	16.09	2	10	6	1	0.082353	24688	0.079660	23881	203	-319	725	0.6693	1.5047
0405	16.09	3	28	8	1	0.078431	23513	0.078292	23471	257	-19	533	2.0433	5.5962
0406	16.90	1	21	13	1	0.114510	34329	0.114783	34411	212	18	406	-1.8116	4.4976
0408	16.79	2	42	5	1	0.100392	30096	0.097167	29129	49	-5	105	1.4882	3.2350
0408	16.79	5	10	5	1	0.108235	32448	0.108407	32499	163	94	232	-0.1078	2.3116
0408	16.79	7	14	6	1	0.104314	31272	0.106339	31879	903	574	1233	0.0362	1.2810
0408	16.79	1	12	10	1	0.109020	32683	0.109313	32771	720	435	1004	-1.0808	3.1652
0412	15.93	2	12	6	1	0.064314	19280	0.066428	19914	869	154	1584	-1.2163	3.2919
0412	15.93	8	35	18	1	0.074510	22337	0.072334	21685	1390	1003	1777	-0.5805	1.8926
0412	15.93	7	14	8	1	0.065882	19751	0.066953	20071	1354	854	1854	0.1172	2.2301
0412	15.93	9	12	9	1	0.067451	20221	0.067679	20289	1380	890	1871	-0.1225	1.9843
0412	15.93	1	14	12	1	0.073725	22102	0.073841	22137	395	295	494	0.7394	2.4866
0412	15.93	5	44	26	2	0.074510	22337	0.074595	22363	492	257	728	-1.6607	4.5503
0413	16.83	10	22	13	1	0.113725	34094	0.113496	34025	642	487	796	-0.2175	2.3362
0413	16.83	1	14	7	1	0.110588	33153	0.110794	33215	145	10	279	-0.6821	2.9979
0414	15.91	6	17	6	1	0.072941	21867	0.072155	21631	25	-126	178	1.0246	2.3972
0414	15.91	7	13	5	1	0.072941	21867	0.072965	21874	320	164	476	0.6521	1.9709
0414	15.91	1	21	9	1	0.073725	22102	0.073344	21987	291	201	381	0.1139	1.6588
0414	15.91	4	30	13	1	0.072941	21867	0.072966	21874	290	158	422	-2.7410	9.5191
0415	15.12	10	15	8	1	0.052549	15753	0.053277	15971	2073	1035	3111	-0.1220	1.9448
0415	15.12	3	9	8	1	0.054118	16224	0.054271	16270	774	433	1115	0.3471	3.0022
0415	15.12	1	7	5	1	0.053333	15988	0.051564	15458	384	-40	808	1.0080	2.4172
0415	15.12	8	15	8	1	0.053333	15988	0.053415	16013	973	586	1360	0.5148	2.4076
0415	15.12	4	18	12	1	0.054118	16224	0.054211	16251	1038	591	1485	-0.8852	4.2527
0416	16.00	3	8	6	1	0.077647	23278	0.077747	23308	319	197	441	-0.2668	1.7311
0416	16.00	1	61	42	1	0.076863	23042	0.076657	22981	486	351	621	-0.0700	4.1509
0421	16.73	3	16	12	1	0.109020	32683	0.108708	32589	681	484	878	-1.0134	3.4738
0421	16.73	7	35	23	1	0.109020	32683	0.108443	32510	642	508	775	-0.9602	3.4639
0421	16.73	1	14	10	1	0.109020	32683	0.108250	32452	533	363	703	-0.7275	2.2432
0421	16.73	4	16	5	1	0.109804	32918	0.109394	32795	475	267	684	0.4280	1.6710
0421	16.73	5	21	8	1	0.110588	33153	0.110341	33079	323	0	645	-1.9055	5.2684
0422	16.56	1	9	5	1	0.098824	29626	0.099045	29692	391	156	626	-1.0467	2.5781
0422	16.56	2	23	7	1	0.098824	29626	0.098981	29673	215	-88	520	1.8290	4.7262
0424	16.11	2	12	10	1	0.080000	23983	0.079891	23950	564	389	739	-0.7077	2.3054
0424	16.11	1	15	14	1	0.080784	24218	0.080818	24228	431	315	546	-0.9160	3.8702
0425	16.73	1	17	10	1	0.105882	31742	0.105909	31750	188	134	243	-0.2210	2.0821
0425	16.73	3	20	8	1	0.105882	31742	0.105751	31703	614	341	887	0.9510	3.1888
0425	16.73	2	24	12	1	0.104314	31272	0.104298	31267	267	127	406	2.3486	7.8449
0425	16.73	4	39	17	1	0.104314	31272	0.104525	31335	245	176	313	2.7687	10.7906
0426	15.81	4	11	7	1	0.069804	20926	0.069899	20955	368	206	530	-0.6621	2.2862
0426	15.81	7	14	9	1	0.069804	20926	0.070181	21039	311	57	565	-1.1506	2.7089
0426	15.81	2	15	14	1	0.070588	21161	0.070239	21057	268	175	362	-0.3288	4.4373
0429	16.32	3	10	8	1	0.088627	26569	0.088370	26492	331	224	438	0.2756	2.3375
0429	16.32	1	9	7	1	0.087843	26334	0.087984	26376	238	159	317	0.5310	2.3405
0431	16.11	1	13	11	1	0.080000	23983	0.079917	23958	391	288	493	0.2008	2.8196
0432	16.37	1	11	6	1	0.090196	27040	0.090111	27014	293	170	415	0.5616	2.1168
0432	16.37	2	9	7	1	0.093333	27980	0.093733	28100	231	-94	556	-0.4596	3.3876
0435	15.37	1	15	15	1	0.056471	16929	0.056554	16954	432	353	512	-0.0262	2.2666
0435	15.37	2	13	10	1	0.056471	16929	0.056443	16921	449	327	570	-0.2688	2.0334
0436	16.45	9	16	8	1	0.100392	30096	0.100536	30139	740	485	995	0.1581	1.3455
0436	16.45	1	14	8	1	0.093333	27980	0.093430	28009	349	243	455	0.2063	2.1984
0436	16.45	6	33	15	1	0.097255	29156	0.097280	29163	1205	1003	1406	0.3914	2.1926
0436	16.45	8	15	8	1	0.094118	28215	0.094399	28300	950	619	1282	-0.0543	1.2561
0436	16.45	2	22	7	1	0.100392	30096	0.099134	29719	702	291	1113	0.9733	3.0526
0437	16.52	1	17	10	1	0.096471	28921	0.096571	28951	332	242	422	0.3074	1.5978
0437	16.52	3	11	9	1	0.095686	28686	0.095906	28751	203	119	287	0.7747	2.4161
0437	16.52	2	36	9	1	0.095686	28686	0.095743	28703	202	42	361	1.6580	4.5270

Table B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0437	16.52	4	8	5	1	0.096471	28921	0.096209	28842	156	87	224	0.0910	2.2177
0438	16.78	1	13	12	1	0.108235	32448	0.108342	32480	551	416	686	0.5941	2.1025
0438	16.78	4	22	12	1	0.108235	32448	0.108538	32538	865	611	1119	-0.7074	2.5069
0439	17.11	1	13	11	1	0.126275	37856	0.126095	37802	679	488	870	-0.1638	1.5784
0439	17.11	5	10	9	1	0.127059	38091	0.126638	37965	735	459	1011	-0.5253	1.7623
0439	17.11	2	10	6	1	0.127059	38091	0.127315	38168	394	222	565	-0.6915	2.3226
0439	17.11	3	16	9	1	0.127059	38091	0.127238	38145	319	195	443	-0.6045	2.8694
0441	16.87	3	15	7	1	0.113725	34094	0.113220	33942	1214	347	2080	0.2347	3.2617
0441	16.87	1	18	14	1	0.112157	33623	0.112534	33736	355	280	429	0.5036	2.2886
0442	16.26	1	10	10	1	0.084706	25394	0.084330	25281	772	582	962	-0.0321	1.5672
0442	16.26	4	8	5	1	0.082353	24688	0.081870	24544	43	22	63	1.4754	3.2177
0443	16.93	1	27	17	1	0.116078	34799	0.116455	34912	397	325	469	0.0655	2.1581
0443	16.93	2	32	20	1	0.116078	34799	0.116341	34878	353	295	412	0.2445	2.5011
0444	16.79	7	12	7	1	0.107451	32212	0.108134	32417	280	26	533	-1.4836	3.8252
0444	16.79	8	33	12	1	0.108235	32448	0.108136	32418	570	258	883	-1.7074	5.6022
0444	16.79	8	33	12	1	0.108235	32448	0.108136	32418	570	258	883	-1.7074	5.6022
0444	16.79	9	38	26	1	0.109020	32683	0.109257	32754	577	486	667	0.0786	2.6761
0444	16.79	3	68	40	1	0.109020	32683	0.108814	32621	566	477	656	-1.3118	7.4046
0445	16.95	2	16	9	1	0.116863	35034	0.116718	34991	429	283	574	0.2693	2.3262
0445	16.95	4	16	6	1	0.122353	36680	0.124732	37393	2346	1327	3365	-0.0419	1.0791
0445	16.95	1	12	10	1	0.117647	35269	0.117628	35264	446	340	552	-0.1143	2.2000
0446	16.68	2	19	9	1	0.104314	31272	0.104361	31286	736	465	1006	0.6000	1.6953
0446	16.68	2	19	9	1	0.104314	31272	0.104361	31286	736	465	1006	0.6000	1.6953
0446	16.68	1	9	7	1	0.103529	31037	0.103297	30967	371	248	494	-0.2166	1.6460
0446	16.68	7	15	8	1	0.108235	32448	0.106803	32018	2420	1427	3414	-0.2292	1.3905
0446	16.68	12	13	6	1	0.111373	33388	0.111192	33334	236	142	330	0.1767	1.8852
0446	16.68	5	8	6	1	0.108235	32448	0.108695	32585	983	583	1382	-0.4622	1.4745
0446	16.68	8	14	9	1	0.109020	32683	0.108453	32513	931	573	1288	-0.4981	1.5534
0446	16.68	3	11	10	1	0.096471	28921	0.096822	29026	152	-333	637	1.0079	2.2122
0447	16.49	1	8	8	1	0.094902	28450	0.095299	28570	424	314	535	-0.0205	2.0124
0448	15.76	1	25	15	1	0.069020	20691	0.068834	20636	1226	607	1846	0.1982	3.1467
0448	15.76	2	21	16	1	0.069020	20691	0.068879	20649	1060	460	1660	0.2351	3.3548
0449	16.54	8	9	5	1	0.089412	26804	0.089920	26957	535	338	732	-0.3567	1.2137
0449	16.54	1	13	6	1	0.094118	28215	0.093442	28013	1485	872	2099	-0.0599	1.1702
0449	16.54	3	19	6	1	0.088627	26569	0.088459	26519	413	263	564	0.1102	2.0653
0450	17.17	6	15	8	1	0.132549	39737	0.132937	39853	1912	1160	2665	0.6115	2.0385
0450	17.17	3	15	6	1	0.122353	36680	0.128011	38376	506	-276	1289	-1.4394	3.6999
0450	17.17	7	16	5	1	0.128627	38561	0.128112	38406	493	234	751	1.1007	2.7240
0450	17.17	1	13	8	1	0.130196	39031	0.129459	38810	1008	610	1406	-0.1514	1.2768
0450	17.17	4	40	25	1	0.129412	38796	0.129357	38780	711	601	821	-0.1969	2.9623
0451	16.76	3	18	10	1	0.098824	29626	0.098914	29653	1022	562	1481	0.8849	3.5689
0451	16.76	4	14	9	1	0.101176	30331	0.101063	30297	1312	819	1805	0.2586	1.8465
0451	16.76	8	8	5	1	0.100392	30096	0.099869	29940	181	-171	534	1.4165	3.1405
0451	16.76	1	16	11	1	0.107451	32212	0.107658	32275	350	93	608	2.1290	6.7621
0452	16.47	1	9	8	1	0.094902	28450	0.094390	28297	613	384	841	0.4626	1.3518
0452	16.47	3	12	5	1	0.103529	31037	0.110036	32987	1312	300	2323	-1.2596	2.9312
0452	16.47	5	10	5	1	0.093333	27980	0.093448	28014	1211	707	1715	-0.1254	1.2457
0452	16.47	2	11	7	1	0.090196	27040	0.090200	27041	391	232	550	-0.7030	2.7442
0452	16.47	6	18	9	1	0.090196	27040	0.090411	27104	1088	681	1495	0.6638	1.9509
0453	16.13	5	40	26	1	0.080000	23983	0.079764	23912	626	564	689	0.0170	1.9163
0453	16.13	1	21	14	1	0.079216	23748	0.079522	23840	393	323	464	-0.4021	2.1365
0455	15.63	7	33	19	1	0.066667	19986	0.066300	19876	1182	966	1397	0.2680	2.7953
0455	15.63	5	11	7	1	0.059608	17869	0.061608	18469	2120	1111	3128	-0.7368	1.8233
0455	15.63	3	8	6	1	0.072157	21632	0.072127	21623	2843	1624	4061	-0.0139	1.0308
0455	15.63	9	14	8	1	0.062745	18810	0.062428	18715	166	-12	345	-2.1962	5.9606
0455	15.63	1	27	18	1	0.065098	19515	0.065571	19657	1087	744	1429	0.9543	3.2863
0455	15.63	6	32	16	1	0.065098	19515	0.065261	19564	1029	613	1444	1.1206	3.8773
0456	15.98	5	24	16	1	0.078431	23513	0.078946	23667	973	773	1173	0.7918	3.2671
0456	15.98	1	10	9	1	0.075294	22572	0.075360	22592	249	155	343	-0.2994	1.5639
0457	16.83	8	62	21	1	0.112157	33623	0.112153	33622	393	272	514	-0.9553	8.2249
0457	16.83	5	25	6	1	0.112157	33623	0.111844	33529	231	130	331	0.0477	1.0790
0457	16.83	4	17	7	1	0.110588	33153	0.110709	33189	745	418	1071	-0.3005	1.3876
0457	16.83	2	15	5	1	0.112157	33623	0.111947	33560	85	46	123	1.4801	3.2230
0460	15.86	7	21	18	1	0.071373	21396	0.071406	21407	979	789	1169	0.7254	2.9121
0460	15.86	3	23	12	1	0.072941	21867	0.072846	21838	483	230	736	-1.5108	5.6480
0461	16.00	7	16	11	1	0.075294	22572	0.074882	22448	439	-95	973	-1.0113	3.1916
0461	16.00	5	28	20	1	0.075294	22572	0.075091	22511	532	429	634	0.7246	3.5871
0461	16.00	1	39	28	1	0.075294	22572	0.074873	22446	491	412	570	1.6703	7.6624
0462	15.60	1	7	7	1	0.063529	19045	0.063589	19063	468	276	661	0.6053	2.4401
0462	15.60	4	12	8	1	0.061961	18575	0.061314	18381	1044	638	1450	-0.2261	1.3545
0463	15.65	2	15	5	1	0.065882	19751	0.065939	19767	238	132	343	-0.4278	2.2916
0463	15.65	8	11	7	1	0.066667	19986	0.066546	19950	434	263	604	-0.0678	1.9311
0463	15.65	6	13	5	1	0.055686	16694	0.055058	16505	3219	2100	4338	0.3424	1.2103
0463	15.65	1	15	10	1	0.065882	19751	0.065580	19660	298	209	387	-0.2559	1.6515
0463	15.65	5	38	17	1	0.065882	19751	0.065939	19767	362	284	440	0.3373	2.5165
0465	16.47	3	51	32	1	0.093333	27980	0.093216	27945	723	551	896	-0.3175	3.5190
0465	16.47	2	19	13	1	0.089412	26804	0.089384	26796	745	305	1185	0.8442	2.6639
0465	16.47	4	17	11	1	0.090196	27040	0.089841	26933	574	186	963	1.2960	3.5494

TABLE B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0468	15.93	1	18	11	1	0.073725	22102	0.073538	22045	322	251	393	0.3641	1.9956
0468	15.93	6	9	6	1	0.069020	20691	0.068490	20532	1986	1147	2824	-0.0116	1.0586
0468	15.93	3	12	7	1	0.074510	22337	0.074317	22279	244	-140	629	-1.9157	4.8854
0468	15.93	8	13	6	1	0.066667	19986	0.066412	19909	1955	1070	2840	0.3221	1.3179
0468	15.93	2	14	5	1	0.082353	24688	0.074601	22364	2622	1699	3546	0.3648	1.1935
0469	15.98	10	11	6	1	0.076863	23042	0.076498	22933	1266	636	1897	-0.3787	2.2958
0469	15.98	11	20	8	1	0.079216	23748	0.074975	22476	1522	911	2132	0.8987	2.4183
0469	15.98	1	14	10	1	0.075294	22572	0.075546	22648	278	114	441	-1.8342	5.8086
0469	15.98	5	29	14	1	0.073725	22102	0.073934	22164	847	568	1125	0.7581	3.6621
0469	15.98	4	34	18	1	0.076078	22807	0.075689	22690	289	211	367	2.0981	8.2775
0469	15.98	3	10	5	1	0.082353	24688	0.082737	24803	431	242	621	0.1880	1.6515
0470	16.37	8	14	5	1	0.091765	27510	0.091438	27412	148	79	216	-0.1566	1.3579
0470	16.37	4	14	6	1	0.093333	27980	0.094831	28429	203	-178	585	-0.6814	1.5527
0473	17.02	1	8	7	1	0.120000	35975	0.119883	35939	376	207	544	-0.8567	2.7429
0473	17.02	5	38	22	1	0.120000	35975	0.118977	35668	880	634	1127	-1.0511	2.9893
0473	17.02	3	13	6	1	0.115294	34564	0.115120	34512	1135	681	1588	-0.0800	1.6670
0474	16.86	10	20	9	1	0.109804	32918	0.109859	32935	336	30	642	1.6984	4.6768
0474	16.86	6	23	9	1	0.109804	32918	0.109666	32877	344	-97	786	0.9955	2.2812
0474	16.86	1	26	17	1	0.112157	33623	0.111955	33563	269	189	350	-1.5404	6.1120
0475	15.83	2	14	9	1	0.079216	23748	0.077931	23363	1203	605	1801	-0.2500	1.8397
0475	15.83	1	10	7	1	0.070588	21161	0.070629	21174	317	183	450	-0.5882	2.7548
0475	15.83	3	19	10	1	0.070588	21161	0.070573	21157	297	83	512	2.1642	6.7054
0476	16.28	2	17	12	2	0.082353	24688	0.082367	24692	149	-167	465	1.1046	2.3040
0476	16.28	6	10	5	1	0.087059	26099	0.087423	26208	691	364	1019	0.2857	1.6614
0477	16.21	1	12	9	1	0.084706	25394	0.084554	25348	430	121	739	1.8431	5.3960
0477	16.21	5	17	10	1	0.087843	26334	0.088597	26560	2268	1586	2951	0.0541	1.6424
0477	16.21	4	13	8	1	0.076078	22807	0.077400	23203	1666	804	2528	-0.3953	2.3315
0477	16.21	3	35	24	1	0.083922	25159	0.083970	25173	459	313	606	-1.5724	5.2098
0478	15.88	1	23	16	1	0.072941	21867	0.072753	21810	494	307	682	-1.5386	6.3643
0478	15.88	2	10	7	1	0.070588	21161	0.070334	21085	231	139	323	-0.1544	1.6846
0478	15.88	3	11	6	1	0.070588	21161	0.069679	20889	172	-72	417	1.5999	3.8355
0480	16.07	7	22	16	1	0.079216	23748	0.079048	23697	521	358	683	0.8882	2.5050
0483	16.61	2	18	11	1	0.102745	30802	0.102516	30733	736	525	948	0.7257	3.2159
0483	16.61	8	19	11	1	0.098039	29391	0.097170	29130	1138	890	1386	-0.2201	1.8937
0483	16.61	4	12	6	1	0.098039	29391	0.098413	29503	364	110	618	-1.1318	2.8303
0484	16.11	4	11	10	1	0.080784	24218	0.080555	24149	338	99	578	2.1017	6.4552
0485	16.26	7	12	7	1	0.076078	22807	0.076061	22802	143	-278	565	1.0993	2.4594
0485	16.26	1	9	8	1	0.085490	25629	0.085782	25716	213	145	281	-0.4352	1.8622
0486	16.39	1	11	7	1	0.090980	27275	0.091612	27464	277	-144	699	1.5470	4.3537
0486	16.39	8	16	13	2	0.090980	27275	0.090441	27113	1354	733	1975	0.5778	1.7475
0486	16.39	2	49	17	1	0.090980	27275	0.090685	27186	300	143	457	-2.0679	5.7921
0486	16.39	6	15	6	1	0.082353	24688	0.085524	25639	1154	667	1642	-0.6869	1.7511
0488	15.46	1	16	12	1	0.058824	17634	0.059203	17748	1037	609	1466	-0.9868	2.7829
0488	15.46	7	10	8	1	0.056471	16929	0.056790	17025	917	603	1232	0.2006	1.3442
0488	15.46	11	8	7	1	0.058039	17399	0.057776	17320	1493	813	2173	-0.8378	2.2217
0488	15.46	3	29	18	1	0.061176	18340	0.059902	17958	702	519	886	-1.1865	4.2023
0488	15.46	5	11	8	1	0.059608	17869	0.058006	17389	1391	824	1957	-0.8691	2.2619
0488	15.46	6	12	7	1	0.058824	17634	0.059256	17764	602	213	991	-1.4086	3.9158
0488	15.46	2	16	11	1	0.056471	16929	0.056275	16870	781	556	1006	-0.0685	2.3113
0489	16.84	2	18	16	1	0.110588	33153	0.111821	33523	693	475	912	0.7681	2.1972
0489	16.84	1	15	11	1	0.111373	33388	0.111530	33435	612	396	828	0.1815	1.9158
0490	16.28	1	9	6	1	0.085490	25629	0.086169	25832	440	-227	1108	-0.5268	3.0040
0490	16.28	8	14	8	1	0.080784	24218	0.080267	24063	1479	818	2139	-0.4176	1.5520
0490	16.28	7	8	5	1	0.083137	24923	0.083474	25024	1510	842	2178	-0.3133	1.2311
0490	16.28	9	23	12	1	0.083137	24923	0.082744	24806	1854	1163	2545	-0.1573	1.9133
0490	16.28	4	13	9	1	0.083922	25159	0.084295	25271	162	4	320	-2.1825	6.3187
0491	16.54	2	20	15	2	0.097255	29156	0.097484	29224	252	-190	695	0.3023	3.3539
0491	16.54	5	8	5	1	0.106667	31977	0.107163	32126	122	58	187	-0.6997	2.4653
0491	16.54	3	13	7	1	0.096471	28921	0.096840	29032	340	205	475	0.0536	1.8915
0491	16.54	1	12	7	1	0.097255	29156	0.097345	29183	220	132	308	-0.0871	2.7078
0492	15.93	8	29	17	1	0.073725	22102	0.074143	22227	650	162	1138	0.8082	1.8996
0492	15.93	10	8	5	1	0.081569	24453	0.081563	24452	82	44	121	-1.4801	3.2235
0492	15.93	7	29	16	2	0.083137	24923	0.079083	23708	1523	972	2073	0.3873	2.2968
0492	15.93	7	29	16	2	0.083137	24923	0.079083	23708	1523	972	2073	0.3873	2.2968
0492	15.93	4	19	13	1	0.075294	22572	0.075623	22671	508	95	921	-1.3288	3.8682
0492	15.93	3	69	44	2	0.074510	22337	0.074903	22455	684	515	854	-0.6810	5.4459
0493	16.83	2	9	6	1	0.110588	33153	0.110911	33250	522	303	741	-0.0924	1.6852
0493	16.83	6	9	5	1	0.115294	34564	0.115196	34535	1386	822	1950	0.2329	1.2446
0493	16.83	1	14	10	1	0.110588	33153	0.110399	33096	246	122	370	0.2644	3.2754
0493	16.83	3	12	8	1	0.111373	33388	0.110367	33087	874	19	1729	-0.1233	2.6587
0497	16.07	4	11	5	1	0.072941	21867	0.076035	22794	2024	996	3052	-0.8539	2.4277
0497	16.07	8	8	6	1	0.076078	22807	0.076105	22815	64	40	88	-0.2357	2.0109
0497	16.07	1	7	5	1	0.078431	23513	0.078394	23501	238	117	360	-0.3724	2.2993
0497	16.07	3	17	13	1	0.076863	23042	0.076797	23023	310	224	395	-0.4768	2.0273
0498	15.95	5	32	11	1	0.074510	22337	0.074813	22428	286	212	360	0.0183	2.6274
0498	15.95	6	16	8	1	0.074510	22337	0.074518	22340	309	203	416	0.1909	1.6753
0498	15.95	1	20	13	1	0.074510	22337	0.074870	22445	276	216	337	-0.0391	2.5779
0498	15.95	7	20	11	1	0.074510	22337	0.074834	22434	294	215	373	-0.3321	1.7473

Table B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0499	16.45	6	6	5	1	0.094118	28215	0.088433	26511	92	-425	611	0.4309	1.2243
0499	16.45	7	11	8	1	0.103529	31037	0.103553	31044	401	-275	1078	0.1045	3.6852
0499	16.45	5	14	8	1	0.093333	27980	0.093172	27932	384	245	523	0.0849	1.9273
0499	16.45	1	36	26	1	0.093333	27980	0.093568	28050	859	652	1065	0.6529	3.2472
0499	16.45	3	45	33	1	0.092549	27745	0.093303	27971	981	774	1189	0.9282	3.1365
0499	16.45	3	45	33	1	0.092549	27745	0.093303	27971	981	774	1189	0.9282	3.1365
0500	16.11	1	13	11	1	0.080000	23983	0.079723	23900	480	351	609	-0.6068	2.5461
0501	16.15	1	13	10	1	0.080784	24218	0.080815	24227	520	339	701	0.1226	1.3005
0502	16.02	6	11	5	1	0.070588	21161	0.077548	23248	105	-767	978	-0.6026	1.5895
0502	16.02	2	20	11	1	0.077647	23278	0.077747	23308	397	-106	901	-1.4225	3.4093
0502	16.02	1	10	8	1	0.076863	23042	0.076657	22981	375	56	693	-1.6490	4.7623
0502	16.02	3	19	13	1	0.076863	23042	0.076567	22954	419	87	752	-1.0360	2.7148
0503	16.30	1	10	5	1	0.086275	25864	0.086461	25920	546	293	798	0.2927	1.3845
0503	16.30	5	9	5	1	0.083922	25159	0.083915	25156	147	80	214	-0.2575	1.8747
0503	16.30	8	17	7	1	0.084706	25394	0.084130	25221	521	228	814	0.8832	2.1474
0504	16.79	1	16	10	1	0.109020	32683	0.108974	32669	368	234	501	-0.6185	2.1259
0505	16.17	1	13	12	1	0.082353	24688	0.082514	24737	292	70	515	1.9867	6.1445
0506	15.31	1	10	8	1	0.055686	16694	0.056038	16799	46	-138	230	-1.9034	5.0704
0506	15.31	6	6	5	1	0.056471	16929	0.056486	16934	158	82	233	0.5897	2.1077
0507	16.09	8	12	10	1	0.079216	23748	0.079289	23770	965	715	1216	0.4731	2.1657
0507	16.09	1	10	10	1	0.079216	23748	0.079426	23811	530	320	740	1.3398	4.2565
0507	16.09	3	8	5	1	0.080784	24218	0.078339	23485	1411	874	1948	0.3998	1.2407
0507	16.09	4	11	6	1	0.080000	23983	0.080050	23998	1547	882	2211	-0.2742	2.1318
0508	16.19	1	11	9	1	0.083137	24923	0.083219	24948	299	-92	691	2.0436	5.9026
0509	16.73	1	14	10	1	0.104314	31272	0.104548	31342	676	129	1223	-1.0794	4.4786
0509	16.73	8	11	6	1	0.105098	31507	0.104901	31448	500	299	701	0.4975	2.3584
0509	16.73	9	40	13	1	0.104314	31272	0.104812	31421	549	254	845	-1.5239	6.3809
0509	16.73	5	16	11	1	0.109020	32683	0.109231	32746	1690	1014	2366	0.1539	1.2652
0509	16.73	2	6	5	1	0.104314	31272	0.104361	31286	11	-146	169	0.0071	2.4977
0509	16.73	4	22	10	1	0.104314	31272	0.104718	31393	532	175	889	-1.7189	5.1949
0509	16.73	3	26	5	1	0.105098	31507	0.105290	31565	441	114	768	-1.2275	2.9151
0512	16.75	3	9	5	1	0.107451	32212	0.107843	32330	126	66	186	-0.2105	1.5252
0512	16.75	7	13	6	1	0.106667	31977	0.107028	32086	271	106	436	-1.1333	3.2106
0512	16.75	1	20	14	1	0.106667	31977	0.106535	31938	520	424	616	0.0921	2.3373
0512	16.75	2	8	7	1	0.108235	32448	0.108181	32431	444	278	611	0.8835	2.8241
0513	16.70	5	12	7	1	0.103529	31037	0.103091	30905	394	24	763	1.5192	3.9479
0513	16.70	7	9	6	1	0.104314	31272	0.105183	31533	279	154	405	-0.7160	1.7927
0513	16.70	9	11	5	1	0.101961	30567	0.101353	30384	1117	516	1718	1.0259	2.6327
0513	16.70	1	11	8	1	0.104314	31272	0.104002	31178	763	434	1092	0.2647	2.4133
0513	16.70	4	5	5	1	0.103529	31037	0.103747	31102	320	171	469	0.2596	1.9108
0513	16.70	3	28	12	1	0.101176	30331	0.103161	30926	1300	957	1642	0.4515	1.9122
0514	15.18	10	11	9	1	0.052549	15753	0.052732	15808	229	149	309	1.1040	3.5640
0514	15.18	9	13	9	1	0.057255	17164	0.056859	17045	804	516	1092	-0.6595	2.1269
0514	15.18	1	26	18	1	0.053333	15988	0.053062	15907	243	166	319	1.8934	7.2086
0514	15.18	2	30	22	1	0.053333	15988	0.053292	15976	457	296	618	1.0277	2.8670
0516	15.86	1	9	8	1	0.071373	21396	0.071089	21311	308	216	400	-0.3430	2.2517
0516	15.86	5	6	5	1	0.072157	21632	0.072025	21592	146	76	216	-0.5298	1.8588
0517	16.13	2	15	13	1	0.074510	22337	0.074738	22406	779	543	1015	0.4869	2.0406
0517	16.13	1	26	15	1	0.080000	23983	0.080078	24006	963	645	1280	0.2688	2.9801
0517	16.13	4	15	12	1	0.076863	23042	0.076867	23044	710	555	865	-0.1629	1.6192
0517	16.13	7	18	16	1	0.076078	22807	0.075944	22767	285	217	353	-0.3549	2.3224
0519	16.04	4	20	9	1	0.077647	23278	0.077519	23239	558	178	938	1.1337	4.4631
0520	16.09	6	19	15	1	0.079216	23748	0.079474	23825	432	16	847	-0.9446	2.8767
0520	16.09	1	18	15	1	0.081569	24453	0.081202	24343	255	159	351	-0.4387	3.3768
0520	16.09	4	8	7	1	0.080000	23983	0.079403	23804	344	110	577	1.3458	3.4709
0520	16.09	2	13	10	1	0.079216	23748	0.079176	23736	1364	838	1890	-0.6145	1.7539
0522	15.86	5	6	6	1	0.072157	21632	0.072204	21646	592	373	811	-0.0435	1.8147
0522	15.86	4	19	13	1	0.078431	23513	0.077933	23363	544	381	707	-1.2720	4.3692
0523	15.18	4	7	7	1	0.052549	15753	0.052458	15726	500	-22	1022	1.7744	4.6059
0523	15.18	2	13	12	1	0.061961	18575	0.062019	18592	1840	1375	2304	-0.1985	2.0287
0523	15.18	10	7	6	1	0.050196	15048	0.050224	15056	187	-90	464	1.6671	3.9816
0523	15.18	1	15	12	1	0.051765	15518	0.051689	15496	616	375	858	1.0207	2.7433
0523	15.18	3	18	16	1	0.050980	15283	0.051220	15355	410	206	614	1.3257	3.6835
0525	15.86	4	10	5	1	0.071373	21396	0.071329	21383	172	91	253	-0.6642	2.2345
0525	15.86	1	16	11	1	0.071373	21396	0.071315	21379	382	290	475	0.0716	1.8496
0525	15.86	2	11	8	1	0.070588	21161	0.070733	21205	306	179	434	0.4592	2.9639
0527	16.33	1	16	11	1	0.088627	26569	0.088291	26469	405	281	529	-0.0211	2.2814
0528	15.25	1	14	11	1	0.054118	16224	0.053867	16149	255	105	405	-1.9529	6.4718
0533	16.13	10	7	6	1	0.074510	22337	0.074813	22428	250	-124	624	1.6244	3.8990
0533	16.13	11	13	10	1	0.082353	24688	0.081992	24580	97	-314	508	-1.0024	2.5140
0533	16.13	1	9	8	1	0.080784	24218	0.081883	24547	104	-300	509	-0.5275	1.3343
0533	16.13	7	11	7	1	0.085490	25629	0.084366	25292	2249	1283	3214	0.3538	1.7401
0533	16.13	5	25	9	1	0.080000	23983	0.079956	23970	566	364	767	-0.1142	1.4075
0533	16.13	6	19	9	1	0.072941	21867	0.075563	22653	2100	1164	3037	-0.2624	2.3825
0533	16.13	8	16	6	1	0.069804	20926	0.075218	22549	84	-660	828	-0.8335	1.8651
0533	16.13	2	29	10	1	0.084706	25394	0.084509	25335	209	-105	524	0.7111	4.9378
0533	16.13	4	22	6	1	0.083922	25159	0.084517	25337	209	-77	495	-1.5804	3.8436
0534	16.32	3	23	15	1	0.086275	25864	0.085984	25777	312	201	422	-2.3724	8.8071

TABLE B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0534	16.32	6	27	12	1	0.086275	25864	0.086024	25789	396	312	479	-0.2819	1.7102
0534	16.32	1	13	11	1	0.086275	25864	0.086299	25871	404	258	551	0.0595	1.9944
0534	16.32	2	50	36	1	0.086275	25864	0.085516	25636	962	813	1111	-0.8084	3.7870
0535	16.13	5	23	13	1	0.081569	24453	0.081383	24398	739	482	996	0.8196	3.1231
0535	16.13	1	10	9	1	0.080784	24218	0.080915	24257	477	321	632	-0.5925	2.3411
0535	16.13	2	29	18	1	0.081569	24453	0.081433	24412	554	401	707	0.8656	4.3429
0537	16.21	4	20	9	1	0.087059	26099	0.086730	26000	439	289	588	-0.5792	2.2627
0537	16.21	1	14	8	1	0.083922	25159	0.084137	25223	869	375	1363	-1.0239	2.4170
0537	16.21	2	18	10	1	0.084706	25394	0.084373	25294	958	500	1417	-0.7223	2.9243
0537	16.21	6	28	15	1	0.086275	25864	0.085978	25775	657	472	842	-1.6187	5.7917
0538	16.37	4	25	13	1	0.087059	26099	0.087129	26120	425	237	612	1.0135	2.7157
0538	16.37	8	23	16	1	0.087059	26099	0.088115	26416	730	489	971	0.6229	1.8323
0538	16.37	1	53	39	1	0.092549	27745	0.092386	27696	971	832	1110	0.1602	2.9788
0538	16.37	5	61	38	1	0.093333	27980	0.092929	27859	892	716	1068	-0.0618	3.3484
0540	16.43	8	42	17	1	0.092549	27745	0.092383	27695	403	203	604	-1.1715	6.8098
0540	16.43	11	30	18	1	0.092549	27745	0.092550	27745	653	559	746	0.0438	1.6294
0540	16.43	11	30	18	1	0.092549	27745	0.092550	27745	653	559	746	0.0438	1.6294
0540	16.43	1	11	5	1	0.093333	27980	0.093458	28017	481	234	728	-0.0987	1.5339
0540	16.43	3	14	8	1	0.096471	28921	0.096048	28794	2051	1236	2865	0.4107	1.2946
0540	16.43	5	15	10	1	0.093333	27980	0.093066	27900	569	188	950	1.9464	5.8879
0543	16.49	1	8	8	1	0.094902	28450	0.094633	28370	455	295	615	0.7033	2.9506
0543	16.49	4	17	15	1	0.096471	28921	0.095973	28772	459	371	547	-0.4031	1.8755
0545	16.13	1	15	9	1	0.080784	24218	0.080916	24258	278	209	348	0.0351	1.9010
0545	16.13	3	9	6	1	0.080000	23983	0.080204	24044	229	-147	607	-1.6942	4.0376
0546	16.00	4	12	6	1	0.077647	23278	0.078033	23393	72	-19	164	-1.4840	3.7164
0546	16.00	3	9	8	1	0.080784	24218	0.081034	24293	542	321	763	-0.0289	1.1736
0546	16.00	2	7	7	1	0.074510	22337	0.074350	22289	296	171	420	0.2769	1.8621
0546	16.00	1	10	8	1	0.076078	22807	0.075690	22691	573	405	742	0.4960	1.9322
0546	16.00	5	10	7	1	0.083137	24923	0.083300	24972	1039	475	1602	-0.7699	1.7978
0547	15.22	4	7	7	1	0.055686	16694	0.055686	16694	885	544	1226	-0.5925	2.0127
0552	15.60	1	63	13	1	0.063529	19045	0.063360	18994	460	171	748	-1.1295	3.6260
0552	15.60	6	51	13	1	0.063529	19045	0.063360	18994	460	171	748	-1.1295	3.6260
0554	17.12	7	25	6	1	0.116078	34799	0.119767	35905	2405	1337	3473	-0.3751	1.6682
0554	17.12	6	10	9	1	0.126275	37856	0.126549	37938	462	-14	938	-1.3424	4.8867
0554	17.12	1	32	15	1	0.127059	38091	0.126891	38040	287	54	519	1.9410	5.2160
0554	17.12	2	20	8	1	0.127843	38326	0.127870	38334	96	-499	693	0.5281	1.3101
0555	16.68	1	13	11	1	0.103529	31037	0.103346	30982	344	266	423	-0.0523	1.5047
0555	16.68	3	20	9	1	0.103529	31037	0.103240	30950	255	172	337	0.5140	2.1378
0555	16.68	4	11	9	1	0.103529	31037	0.103240	30950	255	172	337	0.5140	2.1378
0556	16.54	2	28	16	1	0.094118	28215	0.093635	28071	502	155	850	-0.8272	3.4691
0556	16.54	1	37	12	1	0.096471	28921	0.096074	28802	800	532	1067	0.4186	1.4586
0557	15.60	2	6	5	1	0.063529	19045	0.062697	18796	339	158	520	1.0134	2.5032
0557	15.60	4	6	5	1	0.065882	19751	0.066722	20002	98	-143	339	-1.3825	3.1135
0557	15.60	1	12	10	1	0.063529	19045	0.063432	19016	286	201	372	0.6175	2.9786
0557	15.60	7	22	13	1	0.063529	19045	0.063501	19037	302	175	429	-1.7030	6.3522
0557	15.60	3	13	6	1	0.062745	18810	0.062985	18882	341	31	652	-1.3457	3.5083
0558	16.13	4	7	5	1	0.080000	23983	0.079569	23854	1078	682	1474	0.3411	1.2313
0559	15.88	10	9	7	1	0.072941	21867	0.072807	21827	163	78	248	-0.2680	3.0902
0559	15.88	1	17	14	1	0.072157	21632	0.072243	21657	666	290	1041	-1.1090	3.6148
0559	15.88	3	16	11	1	0.072157	21632	0.072228	21653	559	350	769	-0.5843	4.0084
0559	15.88	6	10	7	1	0.072941	21867	0.073158	21932	634	266	1002	-0.9538	3.4322
0559	15.88	2	7	5	1	0.067451	20221	0.065060	19504	2039	1216	2862	0.2448	1.2331
0563	16.63	12	36	14	1	0.101176	30331	0.101266	30358	211	-452	875	-0.6217	1.4963
0563	16.63	12	36	14	1	0.101176	30331	0.101266	30358	211	-452	875	-0.6217	1.4963
0563	16.63	1	14	7	2	0.101176	30331	0.101418	30404	102	-417	621	-0.9677	1.9954
0563	16.63	9	24	10	1	0.101176	30331	0.101447	30413	102	-538	742	-0.4328	1.2344
0563	16.63	2	11	6	1	0.097255	29156	0.100032	29988	2554	1490	3618	-0.5756	1.8836
0563	16.63	3	37	12	1	0.109020	32683	0.108713	32591	524	221	827	-1.4181	3.5653
0564	16.35	1	14	9	1	0.089412	26804	0.089663	26880	191	-304	686	-0.6757	1.5592
0571	15.93	5	9	5	1	0.076078	22807	0.078991	23680	1434	745	2123	-0.7132	1.8914
0571	15.93	6	20	12	1	0.073725	22102	0.073259	21962	538	149	927	0.9807	2.6846
0571	15.93	1	8	6	1	0.073725	22102	0.073713	22098	247	-101	596	1.6207	3.9244
0571	15.93	4	18	13	1	0.072941	21867	0.073420	22010	262	19	505	1.6004	4.4185
0573	16.33	4	9	6	1	0.087059	26099	0.087274	26164	1592	713	2471	-0.9545	2.6416
0573	16.33	1	12	6	1	0.088627	26569	0.088901	26651	200	66	335	-1.2679	3.3079
0573	16.33	5	16	6	1	0.090196	27040	0.089887	26947	239	128	350	0.3953	2.2434
0573	16.33	6	17	8	1	0.089412	26804	0.089240	26753	295	121	469	-0.5862	3.4333
0573	16.33	2	18	8	1	0.094118	28215	0.094159	28228	1627	1014	2239	0.0943	1.2410
0573	16.33	3	37	14	2	0.089412	26804	0.091599	27460	1626	1055	2197	0.3301	1.3310
0573	16.33	3	37	14	2	0.089412	26804	0.091599	27460	1626	1055	2197	0.3301	1.3310
0574	16.00	5	36	18	1	0.074510	22337	0.073719	22100	1361	861	1860	-0.6472	1.8929
0574	16.00	3	27	17	1	0.073725	22102	0.074064	22203	370	258	481	-2.3279	9.0834
0574	16.00	2	19	13	1	0.072157	21632	0.071787	21521	324	266	382	0.0000	1.9562
0576	16.15	4	12	10	1	0.079216	23748	0.079069	23704	792	432	1152	-1.0356	3.0800
0576	16.15	9	7	6	1	0.078431	23513	0.081930	24562	1434	809	2060	-0.5929	1.5264
0576	16.15	3	19	18	1	0.074510	22337	0.076161	22832	1524	1064	1983	-0.2151	2.6074
0576	16.15	1	15	14	1	0.076078	22807	0.075747	22708	1178	692	1663	-0.1999	3.1995
0576	16.15	7	40	37	2	0.075294	22572	0.077226	23151	1319	1144	1494	-0.3066	2.8104

Table B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0576	16.15	7	40	37	2	0.075294	22572	0.077226	23151	1319	1144	1494	-0.3066	2.8104
0578	16.49	1	38	17	1	0.095686	28686	0.095633	28670	996	431	1561	0.3999	3.9505
0579	16.09	2	25	10	1	0.080000	23983	0.079363	23792	612	298	926	-1.7183	5.1406
0580	16.54	1	7	5	1	0.090980	27275	0.091397	27400	319	-245	884	-1.3699	3.0777
0580	16.54	6	40	6	1	0.094902	28450	0.094040	28192	1000	573	1428	-0.3956	2.2060
0583	16.02	1	6	5	1	0.076863	23042	0.077285	23169	379	212	545	0.0224	1.9803
0583	16.02	4	17	9	1	0.077647	23278	0.077435	23214	448	313	582	-0.2680	2.7170
0583	16.02	3	13	10	1	0.079216	23748	0.079474	23825	579	415	743	0.5219	2.3920
0583	16.02	5	18	15	1	0.078431	23513	0.078437	23514	647	468	827	0.4239	2.7340
0585	16.07	4	13	6	1	0.077647	23278	0.077618	23269	475	297	654	0.4749	2.4896
0585	16.07	2	24	12	1	0.076863	23042	0.076712	22997	399	279	518	1.0844	3.5891
0585	16.07	1	14	10	1	0.078431	23513	0.078459	23521	370	280	460	0.5050	2.1375
0585	16.07	6	13	10	1	0.078431	23513	0.078420	23509	369	262	475	0.6089	2.1013
0588	16.47	6	8	8	1	0.095686	28686	0.095335	28580	807	504	1111	-0.2476	1.4096
0588	16.47	7	21	12	1	0.094118	28215	0.094518	28335	662	394	930	-0.0743	2.6222
0588	16.47	1	19	12	1	0.094118	28215	0.094373	28292	770	443	1098	0.9784	3.8842
0588	16.47	3	7	6	1	0.090980	27275	0.089473	26823	1441	691	2191	0.9220	2.3104
0588	16.47	2	20	14	1	0.090196	27040	0.090647	27175	961	731	1192	0.5144	1.9304
0592	15.57	5	15	11	1	0.063529	19045	0.063682	19091	1122	784	1459	0.3618	3.0440
0593	15.60	3	16	6	1	0.064314	19280	0.064699	19396	438	267	609	-0.3942	1.5323
0594	15.55	14	14	7	1	0.065098	19515	0.066058	19803	2370	1450	3289	-0.0979	1.1772
0594	15.55	4	13	5	1	0.066667	19986	0.072634	21775	1020	207	1832	-1.0513	2.5204
0594	15.55	5	14	5	1	0.063529	19045	0.062836	18837	326	134	517	1.1222	2.6871
0595	15.63	1	24	14	1	0.064314	19280	0.064490	19333	360	281	440	-0.1998	1.8302
0596	16.66	1	35	18	1	0.105098	31507	0.106047	31791	1212	937	1487	0.4577	2.4966
0596	16.66	4	19	8	1	0.107451	32212	0.106811	32020	1074	675	1474	-0.4158	1.3781
0596	16.66	5	13	6	1	0.104314	31272	0.102428	30707	915	490	1339	0.6256	1.6254
0600	15.95	1	15	14	1	0.074510	22337	0.074792	22421	653	202	1104	-0.2903	3.8687
0600	15.95	6	34	30	2	0.075294	22572	0.076240	22856	1219	964	1475	-0.3064	3.1763
0600	15.95	7	11	9	1	0.081569	24453	0.082063	24601	528	-53	1110	-0.7073	1.7661
0600	15.95	3	9	9	1	0.076863	23042	0.076653	22980	394	258	530	0.4911	3.0281
0601	15.60	5	7	7	1	0.072157	21632	0.070433	21115	140	-650	931	0.0705	2.2205
0601	15.60	8	26	17	1	0.070588	21161	0.070682	21189	925	249	1601	0.2738	2.5877
0601	15.60	8	26	17	1	0.070588	21161	0.070682	21189	925	249	1601	0.2738	2.5877
0601	15.60	1	11	7	1	0.065882	19751	0.066732	20005	1252	689	1814	0.0291	1.3435
0601	15.60	4	16	6	1	0.057255	17164	0.055571	16659	2387	1359	3415	-0.0230	1.0362
0603	15.91	1	8	6	1	0.074510	22337	0.074281	22269	1953	1058	2849	0.2258	1.4987
0603	15.91	6	14	9	1	0.073725	22102	0.074257	22261	1945	1376	2514	0.2023	1.7532
0605	16.76	5	15	7	1	0.105098	31507	0.105349	31582	695	402	987	-0.0812	1.2628
0605	16.76	1	9	7	1	0.107451	32212	0.107367	32187	277	170	384	0.5078	2.3397
0605	16.76	4	16	8	1	0.107451	32212	0.107216	32142	165	110	221	0.1868	1.3609
0606	15.34	3	29	25	1	0.054902	16459	0.055045	16501	999	789	1209	0.5769	4.2949
0607	16.19	3	13	8	1	0.079216	23748	0.078213	23447	618	316	920	1.0365	2.6459
0607	16.19	7	19	6	1	0.079216	23748	0.078738	23604	399	33	765	1.1851	2.9228
0607	16.19	1	11	8	1	0.083137	24923	0.082905	24854	144	13	275	2.1402	5.8283
0607	16.19	5	10	6	1	0.079216	23748	0.078063	23402	173	-173	520	0.7179	1.6273
0608	15.71	4	43	21	1	0.066667	19986	0.066413	19910	322	259	385	-3.1863	13.5789
0608	15.71	3	7	7	1	0.065882	19751	0.065507	19638	270	136	404	0.1871	1.2393
0608	15.71	1	9	5	1	0.066667	19986	0.066667	19986	91	51	131	0.2784	1.4652
0608	15.71	8	18	11	1	0.066667	19986	0.067022	20092	212	94	329	-2.6590	8.5012
0609	15.40	1	10	10	1	0.058039	17399	0.058026	17395	448	328	569	0.5309	2.7162
0609	15.40	2	7	7	1	0.048627	14578	0.048896	14658	134	-489	757	0.9706	2.0172
0609	15.40	5	8	5	1	0.048627	14578	0.048896	14658	120	69	170	0.0082	1.2507
0611	15.25	7	18	13	1	0.054902	16459	0.054826	16436	240	127	354	-2.1608	7.6848
0611	15.25	1	9	6	1	0.054118	16224	0.054831	16437	317	21	612	-1.4424	3.5712
0611	15.25	4	10	7	1	0.054902	16459	0.054689	16395	257	140	375	0.2298	1.1781
0611	15.25	2	20	14	1	0.054902	16459	0.055196	16547	585	356	813	-1.2389	3.6496
0612	15.31	1	9	8	1	0.055686	16694	0.055378	16601	479	287	670	0.3131	2.1696
0614	16.73	10	8	6	1	0.105882	31742	0.106225	31845	163	109	218	-0.2992	2.1323
0614	16.73	7	13	6	1	0.099608	29861	0.094274	28262	117	-781	1015	0.7114	1.5249
0614	16.73	8	14	9	1	0.113725	34094	0.113024	33883	1780	923	2636	-0.1747	1.3892
0614	16.73	11	13	9	1	0.112157	33623	0.112055	33593	1063	437	1689	0.2837	2.3967
0614	16.73	1	40	26	1	0.110588	33153	0.111650	33471	1612	1395	1830	0.0784	1.5628
0614	16.73	1	40	26	1	0.110588	33153	0.111650	33471	1612	1395	1830	0.0784	1.5628
0614	16.73	5	31	9	1	0.104314	31272	0.100735	30199	1545	867	2223	0.4944	1.9870
0614	16.73	4	25	8	1	0.098039	29391	0.098917	29654	1160	703	1618	0.7284	1.8627
0615	16.15	1	8	6	1	0.089412	26804	0.080895	24251	1543	724	2362	0.6303	1.4994
0615	16.15	2	13	11	1	0.084706	25394	0.085000	25482	781	521	1042	0.8060	3.0613
0615	16.15	3	18	15	1	0.084706	25394	0.085521	25638	1414	1115	1712	0.5081	1.9586
0615	16.15	4	10	6	1	0.081569	24453	0.081372	24394	324	212	436	0.0676	1.8138
0616	15.43	4	7	5	1	0.061961	18575	0.063727	19104	1808	994	2621	-0.3806	1.4128
0616	15.43	9	18	12	1	0.058824	17634	0.060849	18242	1741	1032	2451	-0.1168	1.9018
0616	15.43	7	7	6	1	0.056471	16929	0.056864	17047	1041	635	1447	0.4903	2.6227
0616	15.43	3	9	9	1	0.060392	18105	0.060665	18187	898	496	1299	0.9830	2.4505
0616	15.43	6	8	8	1	0.059608	17869	0.059961	17975	357	231	482	0.1776	1.5586
0620	16.04	1	10	8	1	0.077647	23278	0.077492	23231	216	121	310	-1.2080	3.4029
0622	15.63	8	11	6	1	0.066667	19986	0.065667	19686	1398	885	1912	-0.0331	1.7470
0622	15.63	4	11	6	1	0.061176	18340	0.060948	18271	1039	591	1486	-0.0872	1.1567

TABLE B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0622	15.63	1	14	7	1	0.065098	19515	0.064995	19484	269	32	506	-1.6045	4.2586
0622	15.63	9	9	8	1	0.065098	19515	0.064998	19485	313	168	457	-1.4295	4.0984
0622	15.63	6	10	8	1	0.061961	18575	0.059239	17759	1862	1155	2570	0.5075	1.4179
0622	15.63	5	43	36	1	0.057255	17164	0.057947	17371	642	550	733	-1.3405	8.0470
0623	16.07	1	29	23	1	0.079216	23748	0.079209	23746	1004	818	1190	0.3199	2.6180
0623	16.07	2	37	27	1	0.077647	23278	0.077335	23184	1189	1035	1343	-0.5661	2.7276
0623	16.07	6	61	45	1	0.076863	23042	0.077053	23099	1046	945	1147	-0.3103	2.8739
0624	16.07	9	27	6	1	0.080000	23983	0.075630	22673	1964	849	3079	0.8778	2.9012
0624	16.07	5	20	7	1	0.078431	23513	0.078594	23561	355	202	509	0.1138	1.2790
0624	16.07	4	39	8	1	0.078431	23513	0.078450	23518	798	451	1144	-0.0462	2.7555
0624	16.07	1	26	7	1	0.076078	22807	0.075366	22594	1088	632	1544	-0.7993	2.4298
0626	15.52	3	12	8	1	0.064314	19280	0.064409	19309	140	84	196	-0.9057	2.7498
0626	15.52	1	11	7	1	0.060392	18105	0.060670	18188	1040	605	1476	0.2263	1.1639
0627	15.98	2	10	10	1	0.077647	23278	0.077410	23206	473	338	608	0.6231	2.3478
0627	15.98	8	6	5	1	0.079216	23748	0.078652	23579	1013	525	1501	0.0219	1.4371
0629	15.95	7	7	5	1	0.073725	22102	0.073387	22001	1135	621	1649	-0.1644	1.3905
0629	15.95	1	7	6	1	0.076078	22807	0.075632	22674	846	476	1217	-0.8141	2.6505
0629	15.95	6	12	7	1	0.076078	22807	0.075893	22752	435	267	603	0.5644	1.7901
0631	15.28	1	12	10	1	0.055686	16694	0.055341	16590	434	235	632	-1.2442	3.9186
0631	15.28	7	7	6	1	0.054902	16459	0.055573	16660	251	81	420	-1.0408	3.1931
0636	15.95	7	6	5	1	0.069804	20926	0.070149	21030	684	377	992	0.3295	2.0437
0636	15.95	1	8	6	1	0.071373	21396	0.071458	21422	99	-51	250	-1.3296	3.5727
0636	15.95	3	30	24	1	0.070588	21161	0.070844	21238	890	757	1022	0.1676	2.7997
0638	15.46	5	20	10	1	0.059608	17869	0.059260	17765	169	-83	423	-1.3488	3.0333
0639	15.76	9	13	12	1	0.067451	20221	0.065147	19530	1484	995	1974	-0.3319	1.3515
0639	15.76	6	5	5	1	0.058824	17634	0.058954	17673	105	54	157	-1.4726	3.2124
0639	15.76	1	5	5	1	0.068235	20456	0.068581	20559	416	217	615	0.1365	1.8286
0639	15.76	2	11	9	1	0.070588	21161	0.070632	21174	293	40	546	-1.2748	3.0828
0640	16.35	1	9	6	1	0.089412	26804	0.089353	26787	113	-13	239	0.8153	3.1278
0640	16.35	6	7	6	1	0.086275	25864	0.085714	25696	1364	694	2033	1.0720	2.7499
0642	15.63	1	13	9	1	0.065098	19515	0.065303	19577	196	117	276	-1.0675	3.0688
0642	15.63	4	12	7	1	0.054902	16459	0.060128	18026	2189	1198	3179	-0.8224	2.4011
0642	15.63	12	12	6	1	0.053333	15988	0.052153	15635	2456	1528	3385	0.3132	1.5172
0643	15.63	1	9	6	1	0.063529	19045	0.063856	19143	398	-126	923	1.5507	3.7443
0643	15.63	2	14	9	1	0.069804	20926	0.065680	19690	2118	1237	2998	0.6396	2.0120
0643	15.63	3	13	7	1	0.063529	19045	0.063744	19110	525	180	871	-1.2897	3.7712
0644	15.37	1	9	9	1	0.057255	17164	0.056672	16989	177	76	278	1.0685	2.7474
0644	15.37	5	6	5	1	0.058039	17399	0.057797	17327	251	128	375	0.6173	2.1192
0645	16.19	9	12	7	1	0.081569	24453	0.081707	24495	492	277	707	1.0581	2.9908
0645	16.19	4	10	8	1	0.078431	23513	0.078798	23623	463	273	654	1.1390	3.2971
0645	16.19	5	20	10	1	0.080000	23983	0.080375	24095	617	457	778	0.3017	1.5900
0645	16.19	2	24	20	1	0.079216	23748	0.079898	23952	609	494	725	0.4690	1.7747
0645	16.19	2	24	20	1	0.079216	23748	0.079898	23952	609	494	725	0.4690	1.7747
0645	16.19	8	21	15	1	0.079216	23748	0.078855	23640	436	291	581	1.0451	3.0928
0645	16.19	3	14	10	1	0.082353	24688	0.082136	24623	462	323	602	0.9096	3.1311
0646	15.95	1	11	5	1	0.076078	22807	0.074897	22453	47	-837	933	1.0190	2.8190
0646	15.95	4	8	6	1	0.069804	20926	0.069902	20956	88	-96	274	1.7376	4.1080
0646	15.95	8	14	6	1	0.066667	19986	0.066192	19843	2757	1544	3970	-0.0742	1.0916
0646	15.95	6	13	7	1	0.076078	22807	0.075690	22691	222	-23	469	1.6715	4.2913
0646	15.95	3	33	16	1	0.074510	22337	0.074959	22472	1636	1318	1953	0.0672	1.4649
0646	15.95	3	33	16	1	0.074510	22337	0.074959	22472	1636	1318	1953	0.0672	1.4649
0648	16.33	1	8	6	1	0.088627	26569	0.088314	26475	170	108	232	-0.3299	1.4871
0649	15.83	9	18	6	1	0.071373	21396	0.070855	21241	146	76	216	0.7014	2.6939
0649	15.83	10	11	5	1	0.072157	21632	0.071918	21560	350	184	517	0.0044	1.3113
0652	15.43	2	11	11	1	0.057255	17164	0.057209	17150	218	150	285	-0.2402	1.7669
0652	15.43	5	15	8	1	0.058824	17634	0.058190	17444	517	375	658	0.0393	1.7615
0654	15.43	1	21	10	1	0.059608	17869	0.059902	17958	198	43	352	-2.0227	5.9028
0654	15.43	2	40	10	1	0.060392	18105	0.060401	18107	226	81	370	-2.4804	7.5631
0655	15.25	1	15	12	1	0.054118	16224	0.054418	16314	518	423	614	-0.1966	1.6827
0655	15.25	2	8	6	1	0.054118	16224	0.054024	16195	771	501	1040	0.5278	1.8908
0655	15.25	3	13	10	1	0.054902	16459	0.054862	16447	799	544	1053	0.2802	1.6053
0656	15.40	1	6	5	1	0.057255	17164	0.056944	17071	424	227	620	-0.4198	2.1176
0656	15.40	4	7	5	1	0.065098	19515	0.058141	17430	588	71	1104	1.0208	2.4532
0657	15.40	10	8	7	1	0.058039	17399	0.054927	16466	301	-197	799	0.3840	1.3274
0657	15.40	8	11	5	1	0.055686	16694	0.059801	17927	1922	1150	2694	-0.2724	1.2331
0657	15.40	6	20	12	1	0.053333	15988	0.054361	16297	2366	1847	2885	-0.1450	1.5884
0657	15.40	7	9	5	1	0.061961	18575	0.061847	18541	107	-462	676	-1.3869	3.1201
0657	15.40	4	13	8	1	0.054902	16459	0.054766	16418	148	2	293	2.1136	5.7593
0658	15.31	1	15	10	1	0.055686	16694	0.055629	16677	206	157	255	-0.2742	1.7309
0660	16.00	7	19	8	1	0.076863	23042	0.076388	22900	238	143	332	0.7990	2.3556
0660	16.00	1	7	5	1	0.076078	22807	0.076403	22905	245	139	351	0.0794	1.4634
0661	16.02	9	12	5	1	0.076863	23042	0.077480	23228	137	-75	351	-1.2507	2.9755
0661	16.02	7	15	10	1	0.076078	22807	0.076438	22915	203	60	346	-2.1152	6.4444
0661	16.02	1	14	13	1	0.076863	23042	0.076688	22990	231	125	336	-2.2485	7.7047
0661	16.02	6	11	9	1	0.076078	22807	0.076335	22884	200	33	367	-2.0042	5.8589
0661	16.02	8	19	18	1	0.076863	23042	0.076638	22975	779	532	1027	-1.0885	3.4241
0664	15.57	1	13	6	1	0.063529	19045	0.063221	18953	427	255	600	0.6663	1.7117
0664	15.57	2	7	5	1	0.062745	18810	0.063114	18921	672	358	985	0.1897	1.4922

Table B.8: Suite.

C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0665	16.79	1	13	10	1	0.109804	32918	0.109626	32865	391	-101	885	-0.0592	4.3658
0665	16.79	6	22	10	1	0.098039	29391	0.097179	29133	1713	1263	2163	-0.4094	1.9641
0665	16.79	5	16	7	1	0.102745	30802	0.102582	30753	105	-78	289	-0.0771	3.2244
0665	16.79	8	29	17	1	0.100392	30096	0.100439	30110	1563	1294	1832	0.1280	2.1997
0665	16.79	7	31	20	1	0.105882	31742	0.106149	31822	895	681	1110	1.1919	4.5986
0666	15.73	2	8	7	1	0.069020	20691	0.067154	20132	52	-364	469	0.3740	1.2677
0666	15.73	8	25	8	1	0.072941	21867	0.072852	21840	203	120	286	0.4856	3.0000
0666	15.73	6	24	6	1	0.075294	22572	0.071496	21433	860	482	1237	-0.2001	1.7546
0666	15.73	5	19	7	1	0.076863	23042	0.076812	23027	484	1	968	-1.3516	4.0038
0666	15.73	10	20	12	1	0.076863	23042	0.076636	22975	490	-4	984	-0.9692	2.1996
0666	15.73	1	11	8	1	0.076863	23042	0.077059	23101	354	-27	736	-1.8099	4.8969
0668	16.07	1	5	5	1	0.078431	23513	0.078505	23535	5	-22	33	-0.4664	1.3182
0668	16.07	13	8	5	1	0.077647	23278	0.077984	23379	179	96	262	-0.5719	2.1639
0668	16.07	10	16	11	1	0.083137	24923	0.082511	24736	811	492	1131	-0.3427	1.5519
0668	16.07	7	20	12	1	0.082353	24688	0.082449	24717	773	472	1074	-0.2955	1.6512
0668	16.07	8	40	24	2	0.078431	23513	0.078857	23640	967	622	1312	0.4931	1.5686
0668	16.07	6	29	16	1	0.081569	24453	0.081603	24463	993	764	1222	0.0493	1.4256
0670	15.63	6	12	5	1	0.063529	19045	0.063515	19041	270	-274	816	1.3743	3.0613
0670	15.63	1	27	10	1	0.064314	19280	0.064500	19336	298	226	370	0.3463	1.8862
0671	15.31	1	9	6	1	0.053333	15988	0.052476	15731	195	-76	468	1.6065	3.8552
0676	16.13	2	9	6	1	0.079216	23748	0.079284	23768	484	77	890	-1.3989	3.5194
0678	16.17	7	10	6	1	0.079216	23748	0.078967	23673	1089	551	1628	0.2950	1.4648
0678	16.17	9	7	5	1	0.077647	23278	0.076897	23053	165	-184	516	1.3846	3.1142
0678	16.17	6	21	14	1	0.080784	24218	0.080507	24135	689	443	935	0.1244	1.3150
0679	15.31	9	11	9	1	0.054118	16224	0.053871	16150	89	27	150	1.5635	4.3462
0679	15.31	7	10	6	1	0.054902	16459	0.054630	16377	462	114	810	1.3557	3.4970
0680	16.19	1	7	7	1	0.083137	24923	0.083175	24935	238	142	334	-0.0289	1.3498
0680	16.19	2	22	15	1	0.082353	24688	0.082943	24865	570	436	704	0.3906	2.6742
0684	15.34	1	14	10	1	0.054118	16224	0.054221	16255	560	383	736	0.5530	2.1715
0684	15.34	3	41	30	1	0.052549	15753	0.053813	16132	658	525	791	0.8201	2.3559
0685	15.81	1	17	11	1	0.069020	20691	0.069113	20719	959	584	1334	-0.7089	1.9461
0687	16.56	1	12	9	1	0.094902	28450	0.094067	28200	1890	1103	2678	-0.2705	1.6803
0687	16.56	2	21	13	1	0.091765	27510	0.091759	27508	252	-263	769	-0.0523	3.1081
0687	16.56	6	12	6	1	0.098039	29391	0.097483	29224	133	54	213	1.2833	3.2449
0687	16.56	3	51	12	1	0.099608	29861	0.099654	29875	592	359	825	-1.3710	5.1082
0688	15.31	9	10	6	1	0.057255	17164	0.057796	17326	682	367	997	-0.2454	2.6844
0688	15.31	5	9	6	1	0.058039	17399	0.057631	17277	240	43	437	1.1746	3.3160
0688	15.31	2	20	16	1	0.059608	17869	0.059132	17727	773	446	1100	-1.4344	4.1225
0688	15.31	1	10	7	1	0.057255	17164	0.057783	17323	187	-52	426	-1.8358	4.6856
0688	15.31	4	6	5	1	0.057255	17164	0.058034	17398	82	45	120	-1.4791	3.2225
0691	16.07	1	7	5	1	0.077647	23278	0.078126	23421	270	-5	546	-1.1948	2.8589
0691	16.07	4	12	8	1	0.077647	23278	0.076763	23013	83	-407	575	0.8895	2.0853
0691	16.07	7	26	13	1	0.077647	23278	0.077382	23198	460	251	669	1.4594	6.0333
0694	15.86	6	10	6	1	0.064314	19280	0.065167	19536	1060	565	1556	-0.5508	1.9400
0694	15.86	1	21	16	1	0.071373	21396	0.071677	21488	328	255	401	-0.3062	2.8978
0694	15.86	3	52	42	1	0.071373	21396	0.070562	21153	1059	929	1190	0.2126	2.8842
0695	15.60	2	25	17	1	0.065098	19515	0.065097	19515	371	251	490	1.1568	3.7411
0698	16.07	5	10	6	1	0.076863	23042	0.076545	22947	496	276	717	0.5315	2.7199
0698	16.07	8	11	7	1	0.076863	23042	0.077018	23089	868	513	1223	0.6373	2.1300
0698	16.07	1	15	9	1	0.081569	24453	0.081126	24321	936	447	1424	0.3242	2.9707
0698	16.07	3	26	21	1	0.079216	23748	0.079457	23820	1034	782	1287	0.1892	2.5378
0699	16.15	6	38	30	2	0.080000	23983	0.079474	23825	407	107	707	0.3097	4.4924
0699	16.15	4	11	11	1	0.080784	24218	0.080523	24140	284	113	456	2.4466	7.7979
0699	16.15	7	7	7	1	0.084706	25394	0.083825	25130	860	489	1231	0.6934	1.8352
0699	16.15	2	19	13	1	0.077647	23278	0.078096	23412	1179	804	1554	0.7579	2.9656
0699	16.15	3	18	14	2	0.089412	26804	0.085241	25554	1615	1054	2176	-0.2287	1.2334
0700	16.47	4	27	17	1	0.098039	29391	0.097605	29261	298	-103	701	0.3449	3.6970
0702	16.09	7	15	8	1	0.081569	24453	0.082160	24630	599	358	839	-0.9192	2.4423
0702	16.09	5	16	7	1	0.083137	24923	0.082884	24847	204	-112	522	-1.8545	4.7569
0702	16.09	1	39	17	1	0.080000	23983	0.080068	24003	913	790	1037	-0.0246	1.8839
0702	16.09	8	30	26	1	0.079216	23748	0.079468	23824	686	518	854	0.6810	3.1897
0703	15.60	4	17	7	1	0.065098	19515	0.064835	19436	201	121	281	-0.4383	2.1583
0704	15.65	10	8	5	1	0.068235	20456	0.072406	21706	1905	1236	2573	-0.3574	1.2059
0704	15.65	1	11	7	1	0.065882	19751	0.066163	19835	1111	579	1642	0.8278	1.8743
0704	15.65	8	21	11	1	0.069020	20691	0.069125	20723	952	660	1245	0.9594	3.1459
0704	15.65	5	41	9	1	0.065882	19751	0.066943	20069	1066	610	1523	0.9820	2.4277
0704	15.65	2	11	7	1	0.069804	20926	0.069511	20839	597	180	1014	1.4184	3.9790
0709	16.30	1	8	5	1	0.087059	26099	0.087720	26297	254	-59	567	-1.1318	2.8616
0709	16.30	4	10	5	1	0.082353	24688	0.087541	26244	321	-413	1056	-1.1581	2.6880
0709	16.30	3	19	15	2	0.081569	24453	0.081342	24385	442	-139	1024	0.8632	2.0133
0710	16.09	2	13	11	1	0.081569	24453	0.081642	24475	181	99	263	-2.7058	8.6263
0710	16.09	11	7	5	1	0.080784	24218	0.080862	24241	196	85	307	-0.7562	2.5620
0710	16.09	1	8	6	1	0.080000	23983	0.079818	23928	315	182	448	-0.3343	1.5763
0710	16.09	8	19	13	1	0.078431	23513	0.078468	23524	264	205	324	-0.5263	2.5391
0710	16.09	5	17	12	1	0.077647	23278	0.077774	23316	227	134	320	-2.6295	8.6881
0710	16.09	4	24	19	1	0.078431	23513	0.078298	23473	261	224	297	-0.2768	2.0904
0710	16.09	7	25	17	1	0.079216	23748	0.079160	23731	862	634	1090	-1.4922	5.6099
0712	15.57	1	7	5	1	0.062745	18810	0.062200	18647	739	404	1073	0.1627	1.3470

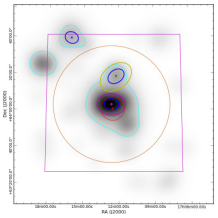
TABLE B.8: Suite.

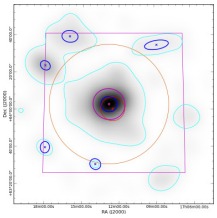
C4 id.	r^*	Clump id.	(4)	(5)	N_{max}	z_{mode}	v_{mode}	z_R	v_R	$\sigma_{v,R}$	$\Delta\sigma_{v,R,inf}$	$\Delta\sigma_{v,R,sup}$	B_1	B_2
0719	15.93	1	18	11	1	0.072941	21867	0.073007	21886	331	193	469	0.4397	2.5983
0719	15.93	5	9	6	1	0.072157	21632	0.071664	21484	57	-65	180	1.7366	4.1020
0719	15.93	2	25	19	1	0.073725	22102	0.073403	22005	488	383	593	0.0422	2.9060
0724	16.04	7	16	9	1	0.077647	23278	0.077915	23358	87	63	111	-0.4214	2.1060
0724	16.04	1	10	6	1	0.077647	23278	0.077442	23216	101	-289	492	-1.7654	4.1599
0724	16.04	5	15	9	1	0.078431	23513	0.078139	23425	170	117	222	-0.5389	2.0114
0724	16.04	6	8	5	1	0.078431	23513	0.078508	23536	281	143	418	0.1082	2.4182
0724	16.04	2	7	5	1	0.078431	23513	0.078614	23567	199	103	294	0.3929	1.5854
0724	16.04	8	21	10	1	0.077647	23278	0.077964	23372	88	63	112	-0.5977	2.2209
0724	16.04	4	20	10	1	0.079216	23748	0.079629	23872	916	616	1217	0.6550	1.9251
0728	15.46	4	11	11	1	0.057255	17164	0.057072	17109	194	136	252	-0.0957	1.8216
0728	15.46	1	18	12	1	0.058039	17399	0.056318	16883	1365	875	1855	-0.8327	2.4422
0728	15.46	2	33	17	1	0.055686	16694	0.055723	16705	1099	730	1469	-0.7149	2.2565
0728	15.46	3	9	7	1	0.056471	16929	0.056592	16965	1714	1006	2421	-0.5632	1.7234
0729	15.28	1	5	5	1	0.054118	16224	0.054140	16230	230	121	340	0.8993	2.5388
0729	15.28	6	29	19	1	0.053333	15988	0.053214	15953	559	414	703	0.3860	2.4300
0730	15.08	1	21	18	1	0.047843	14343	0.046696	13999	1565	1228	1901	0.1983	2.1762
0730	15.08	6	5	5	1	0.051765	15518	0.054374	16300	82	-500	666	-0.7692	1.9356
0730	15.08	5	11	5	1	0.044706	13402	0.048008	14392	1569	774	2364	-0.3222	2.0960
0730	15.08	2	10	7	1	0.053333	15988	0.053284	15974	421	245	597	0.7289	2.6536
0730	15.08	3	20	15	1	0.054118	16224	0.053982	16183	430	257	602	-2.2013	8.1283
0731	15.25	9	8	6	1	0.054902	16459	0.055164	16537	68	-14	151	-1.4572	3.6555
0731	15.25	7	10	6	1	0.053333	15988	0.053314	15983	506	306	706	0.4734	2.3556
0734	15.18	8	7	5	1	0.054118	16224	0.053856	16145	56	29	82	-0.4719	1.9739
0734	15.18	1	17	14	1	0.054118	16224	0.053831	16137	121	-56	299	1.0657	4.5720
0734	15.18	5	14	6	1	0.055686	16694	0.055326	16586	281	131	432	0.3056	2.7505
0739	15.37	2	8	7	1	0.058039	17399	0.057606	17269	460	306	613	-0.0499	1.5154
0739	15.37	5	7	6	1	0.058039	17399	0.057974	17380	251	153	349	0.1694	1.6300
0743	15.34	1	6	5	1	0.055686	16694	0.056095	16816	165	-171	501	-1.4413	3.1713
0743	15.34	2	30	14	1	0.055686	16694	0.055802	16728	262	77	446	1.1697	7.0739
0744	15.25	8	8	5	1	0.054902	16459	0.054710	16401	177	92	262	0.6866	2.2139
0744	15.25	1	16	11	1	0.053333	15988	0.053219	15954	787	501	1073	0.3451	3.1129
0747	15.31	9	7	7	1	0.057255	17164	0.057672	17289	1149	520	1778	-0.7787	3.0670
0747	15.31	10	6	5	1	0.061961	18575	0.061778	18520	381	194	567	0.7740	2.4086
0747	15.31	1	12	7	1	0.054118	16224	0.054023	16195	213	-425	851	-0.7205	3.6269
0747	15.31	7	7	5	1	0.051765	15518	0.052344	15692	1433	775	2092	0.3055	1.8040
0747	15.31	8	14	10	1	0.053333	15988	0.053035	15899	1216	744	1688	-0.0331	2.0388
0747	15.31	2	8	7	1	0.061961	18575	0.062081	18611	496	302	691	0.3511	1.4150

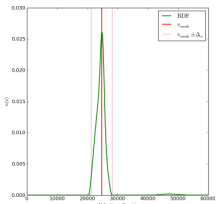
Annexe C

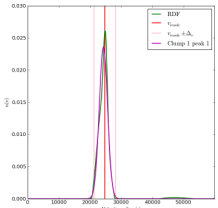
Mosaïques

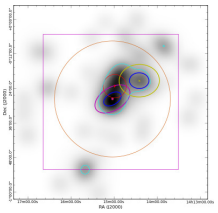
Les mosaïques des amas présentées dans cet annexe ne sont pas complètes dans les versions papier du mémoire en raison de leur longueur.

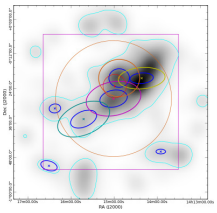

0000 MINOR-BI

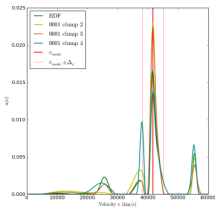

0000 REGULAR

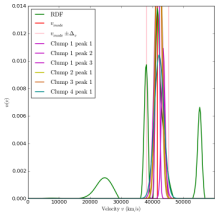

0000 - RDF

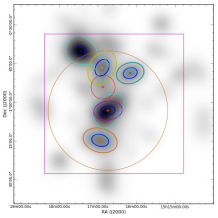

0000 GAUSS

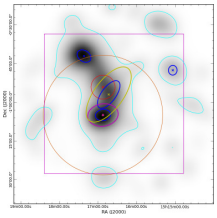

0001 MAJOR-BI

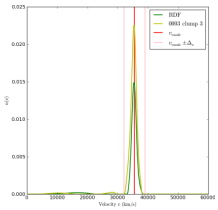

0001 MAJOR-MULTI

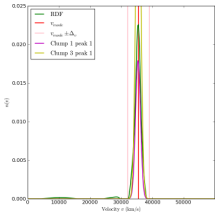

0001 2-3 RDF

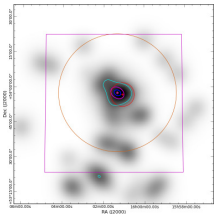

0001 GAUSS

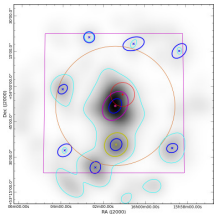

0003 MAJOR-BI

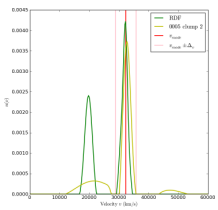

0003 MAJOR-BI

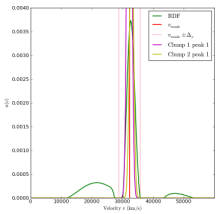

0003 0-1 RDF

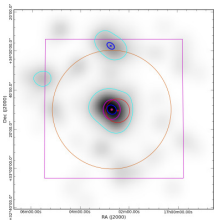

0003 GAUSS

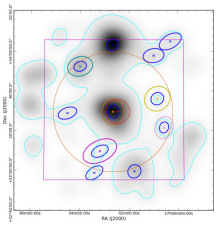

0005 REGULAR

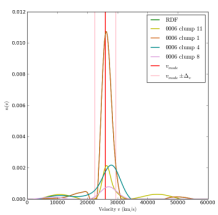

0005 MAJOR-BI

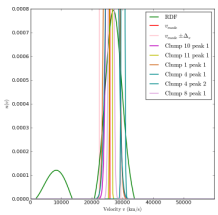

0005 0-1 RDF

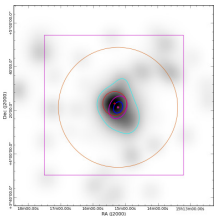

0005 GAUSS

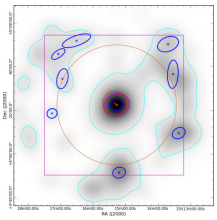

0006 MAJOR-BI

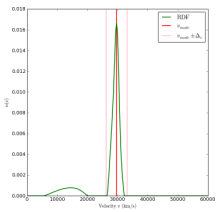

0006 MAJOR-MULTI

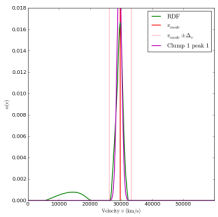

0006 0-5 RDF

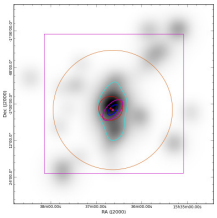

0006 GAUSS

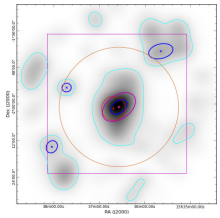

0007 REGULAR

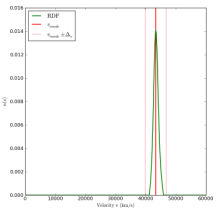

0007 REGULAR


0007 - RDF

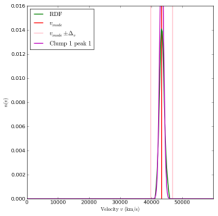

0007 GAUSS


0010 IRREGULAR

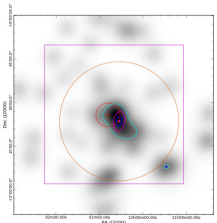

0010 IRREGULAR

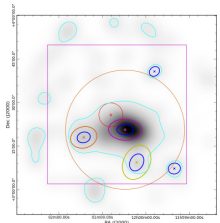


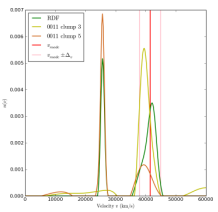
0010 ELL RDF



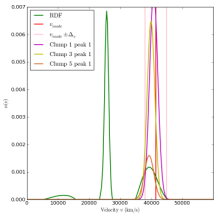
0010 GAUSS


0011 MAJOR-BI

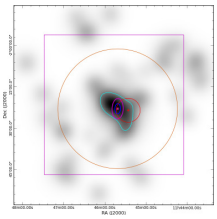

0011 MINOR-MULTI

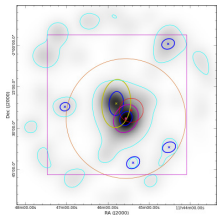


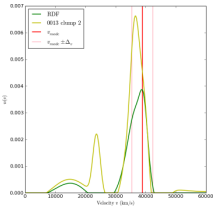
0011 0-2 RDF



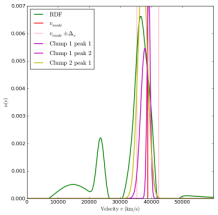
0011 GAUSS


0013 MAJOR-BI

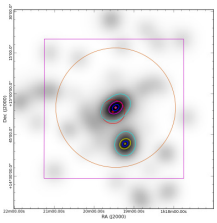

0013 MAJOR-MULTI

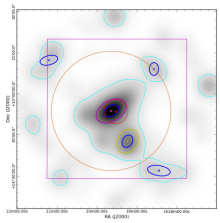


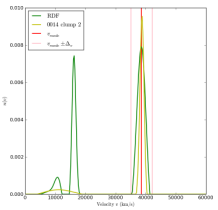
0013 1-1 RDF



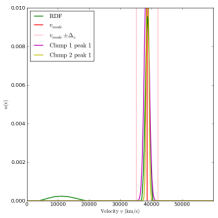
0013 GAUSS


0014 MAJOR-BI

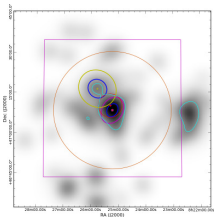

0014 MAJOR-BI

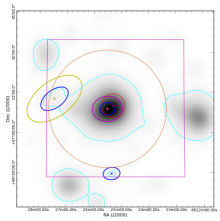


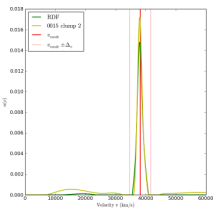
0014 0-1 RDF



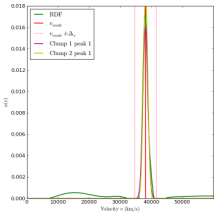
0014 GAUSS


0015 MAJOR-BI

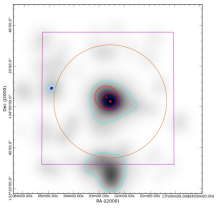

0015 MINOR-BI

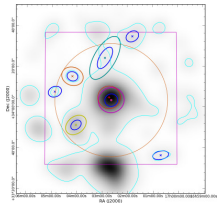


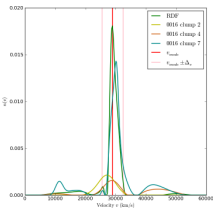
0015 0-1 RDF



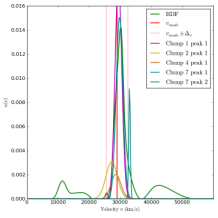
0015 GAUSS


0016 REGULAR

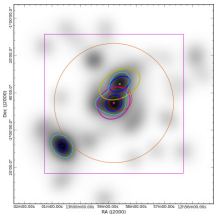

0016 MINOR-MULTI

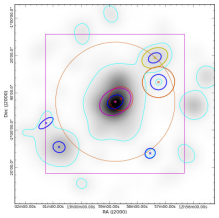


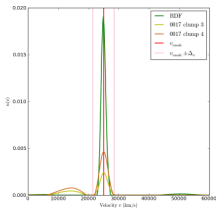
0016 0-4 RDF



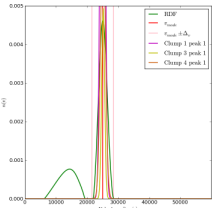
0016 GAUSS


0017 MAJOR-BI

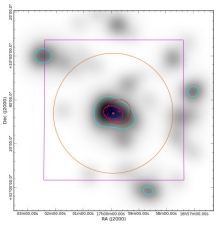

0017 MINOR-MULTI

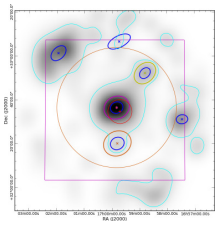


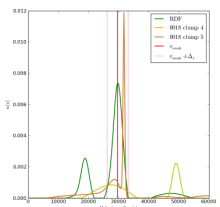
0017 0-2 RDF



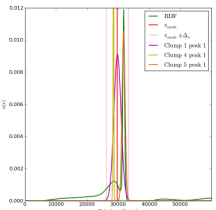
0017 GAUSS


0018 REGULAR

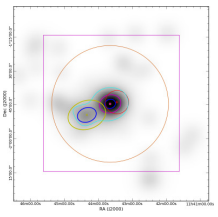

0018 MINOR-MULTI

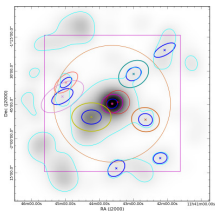


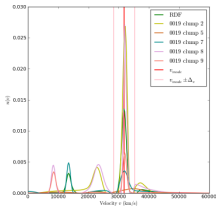
0018 0-2 RDF



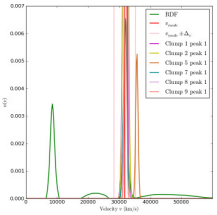
0018 GAUSS


0019 MAJOR-BI

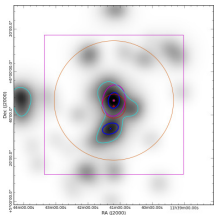

0019 MAJOR-MULTI

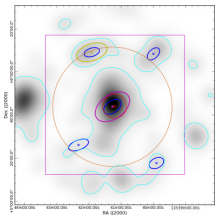


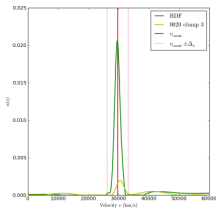
0019 0-5 RDF



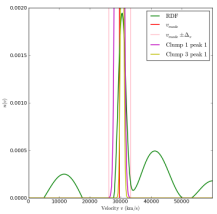
0019 GAUSS


0020 IRREGULAR

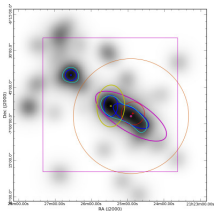

0020 MAJOR-BI

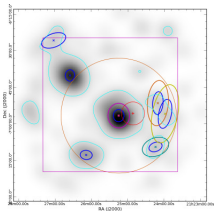


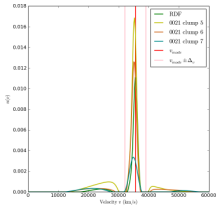
0020 0-1 RDF



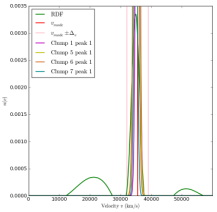
0020 GAUSS


0021 MAJOR-BI

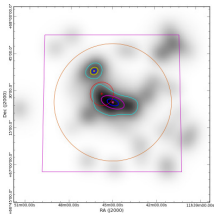

0021 MAJOR-MULTI

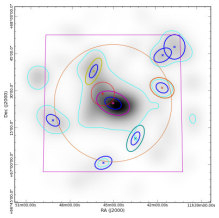


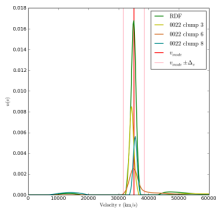
0021 0-3 RDF



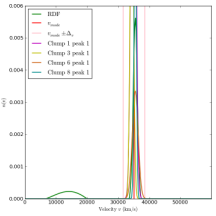
0021 GAUSS


0022 MAJOR-BI

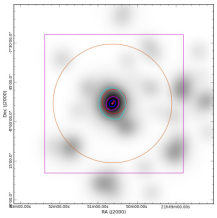

0022 MAJOR-MULTI

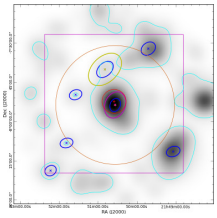


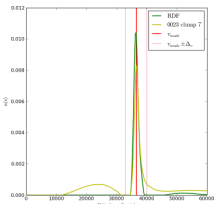
0022 0-3 RDF



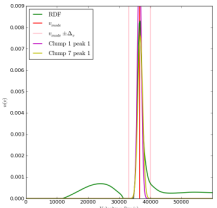
0022 GAUSS


0023 REGULAR

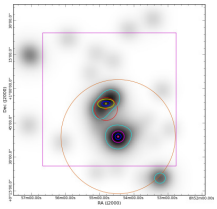

0023 MINOR-BI

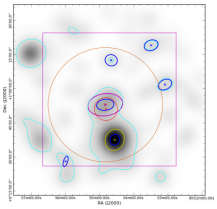


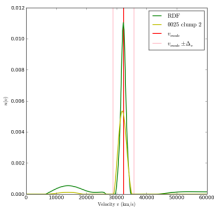
0023 0-1 RDF



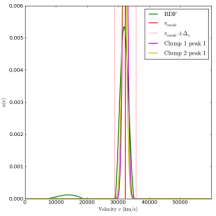
0023 GAUSS


0025 MAJOR-BI

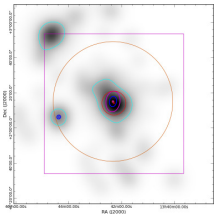

0025 MAJOR-BI

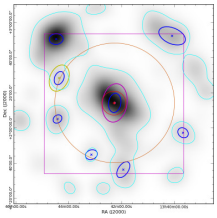


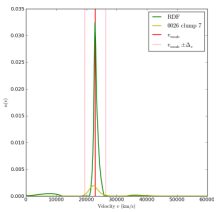
0025 0-1 RDF



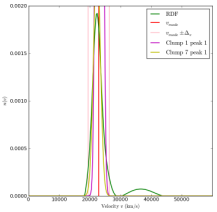
0025 GAUSS


0026 IRREGULAR

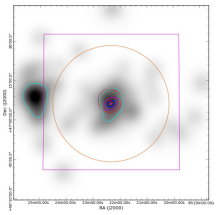

0026 MINOR-BI

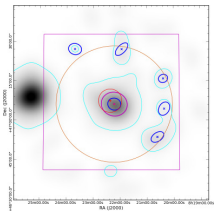


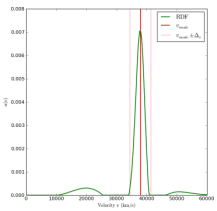
0026 0-1 RDF



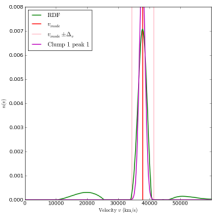
0026 GAUSS


0027 IRREGULAR

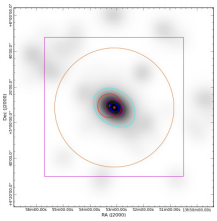

0027 REGULAR

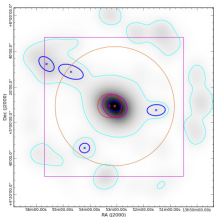


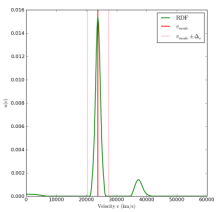
0027 - RDF



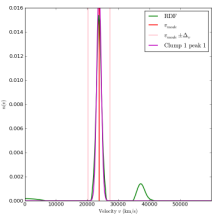
0027 GAUSS


0028 REGULAR

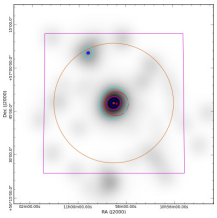

0028 REGULAR

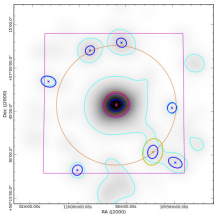


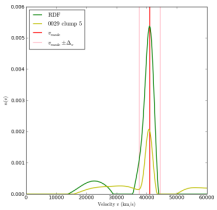
0028 - RDF



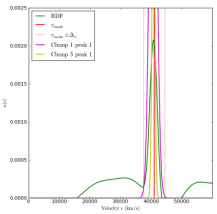
0028 GAUSS


0029 REGULAR

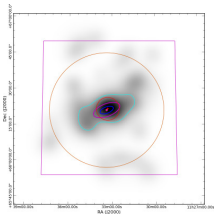

0029 MINOR-BI

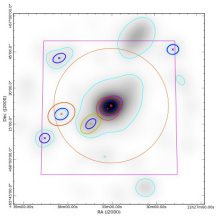


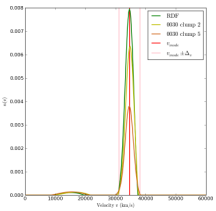
0029 0-1 RDF

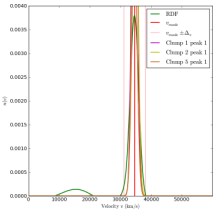


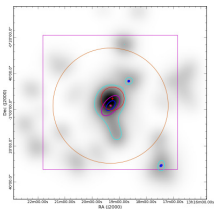
0029 GAUSS

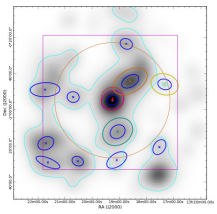

0030 IRREGULAR

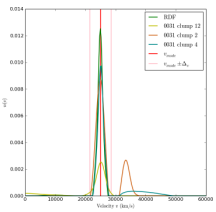

0030 MAJOR-MULTI

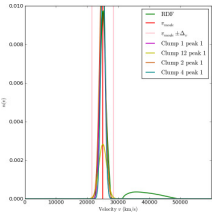

0030 0-2 RDF

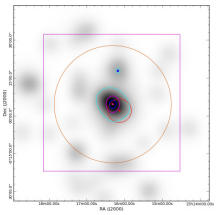

0030 GAUSS

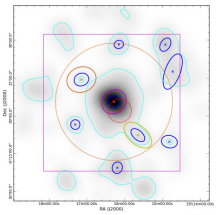

0031 IRREGULAR

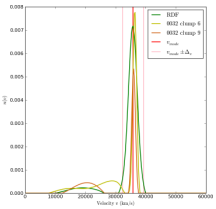

0031 MAJOR-MULTI

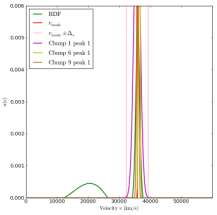

0031 0-3 RDF

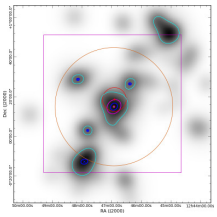

0031 GAUSS

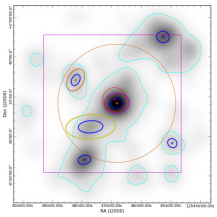

0032 REGULAR

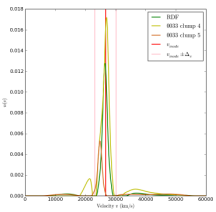

0032 MINOR-MULTI

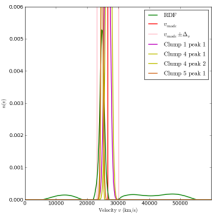

0032 0-2 RDF

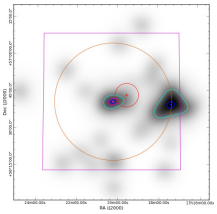

0032 GAUSS

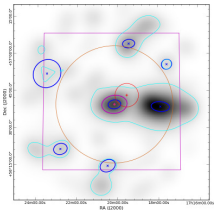

0033 REGULAR

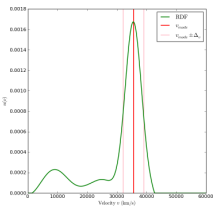

0033 MAJOR-MULTI

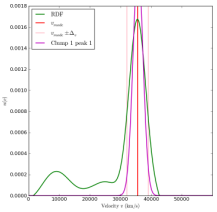

0033 0-3 RDF

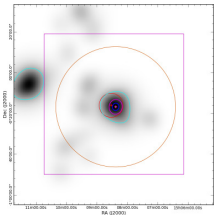

0033 GAUSS

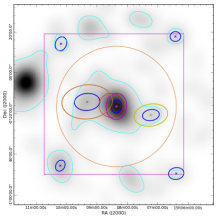

0034 IRREGULAR

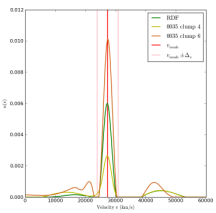

0034 REGULAR

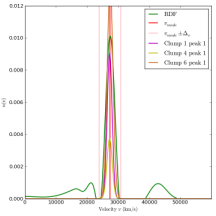

0034 - RDF

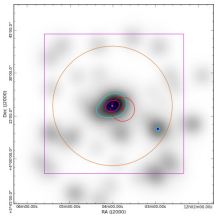

0034 GAUSS

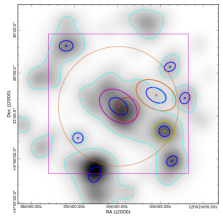

0035 REGULAR

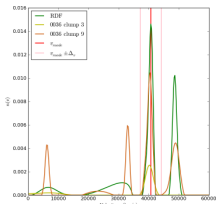

0035 MINOR-MULTI


0035 0-2 RDF

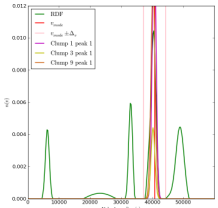

0035 GAUSS


0036 REGULAR

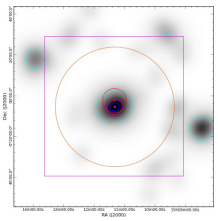

0036 MAJOR-MULTI

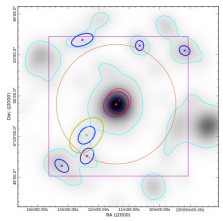


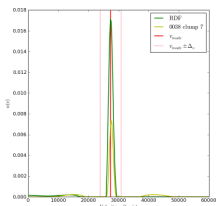
0036 0-2 RDF



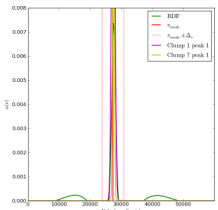
0036 GAUSS


0038 REGULAR

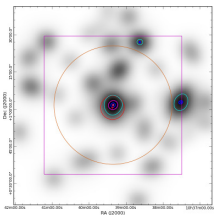

0038 MINOR-BI

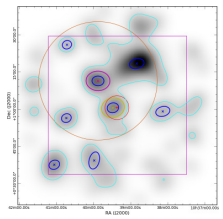


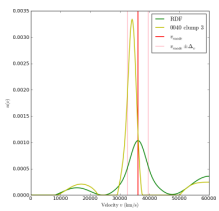
0038 0-1 RDF



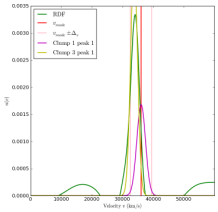
0038 GAUSS


0040 REGULAR

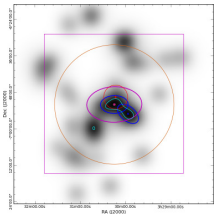

0040 MAJOR-BI

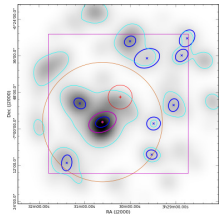


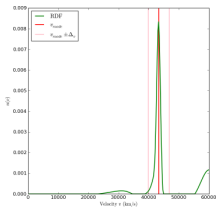
0040 0-1 RDF



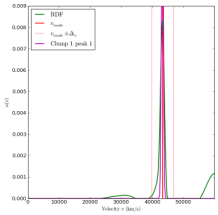
0040 GAUSS


0041 MAJOR-BI

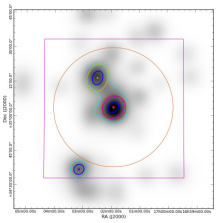

0041 IRREGULAR

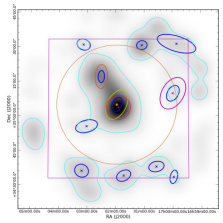


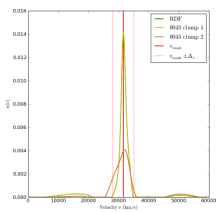
0041 ELL RDF



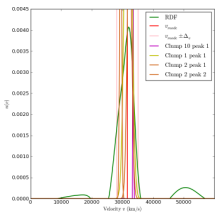
0041 GAUSS


0043 MAJOR-MULTI

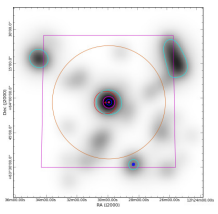

0043 MAJOR-MULTI

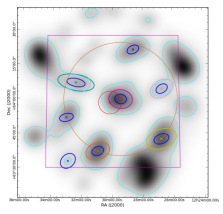


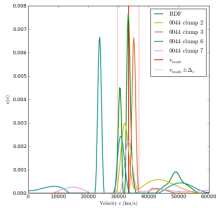
0043 0-3 RDF



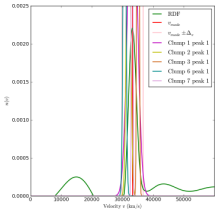
0043 GAUSS


0044 REGULAR

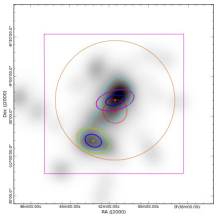

0044 MAJOR-MULTI

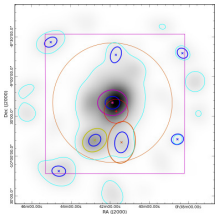


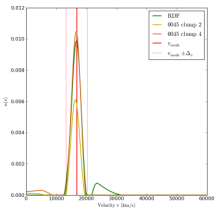
0044 0-4 RDF

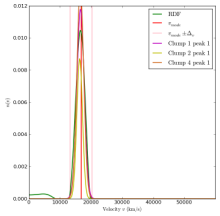


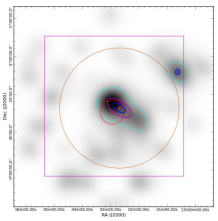
0044 GAUSS

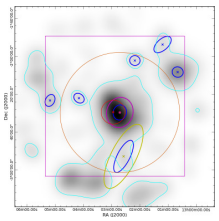

0045 IRREGULAR

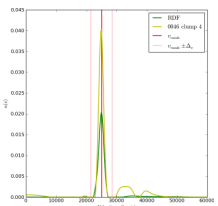

0045 MAJOR-MULTI

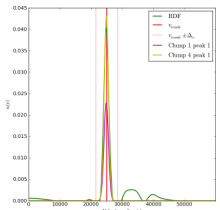

0045 0-2 RDF

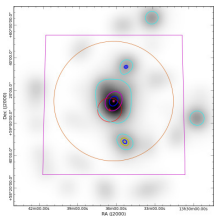

0045 GAUSS

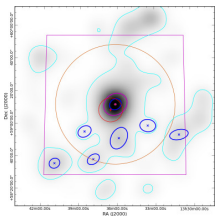

0046 IRREGULAR

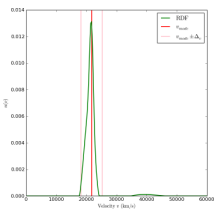

0046 MINOR-BI

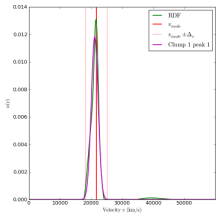

0046 0-1 RDF

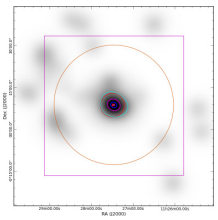

0046 GAUSS

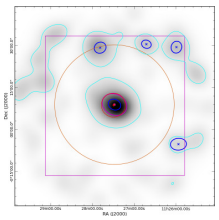

0047 REGULAR

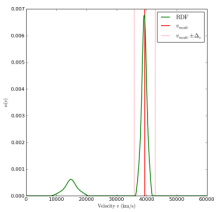

0047 REGULAR

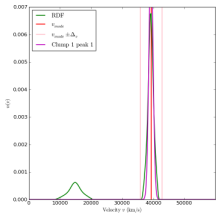

0047 - RDF

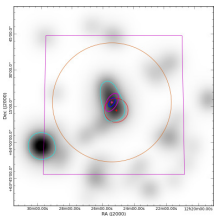

0047 GAUSS

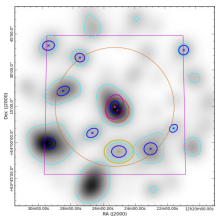

0048 REGULAR

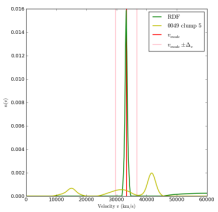

0048 REGULAR

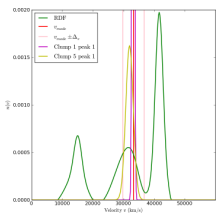

0048 - RDF

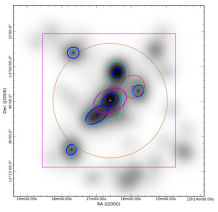

0048 GAUSS

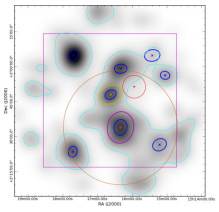

0049 IRREGULAR

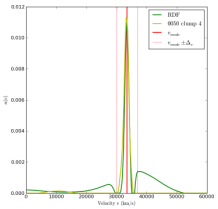

0049 MAJOR-BI

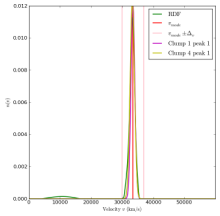

0049 0-1 RDF

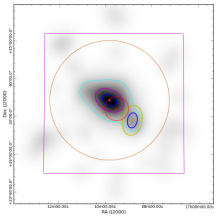

0049 GAUSS


0050 IRREGULAR

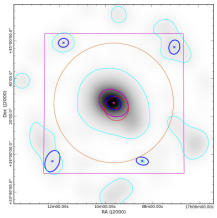

0050 MAJOR-BI


0050 0-1 RDF

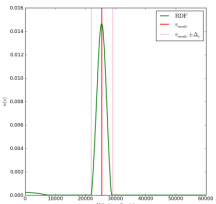

0050 GAUSS



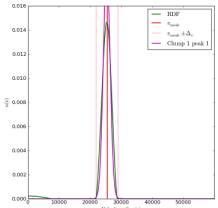
0051 MAJOR-BI



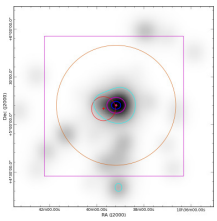
0051 REGULAR



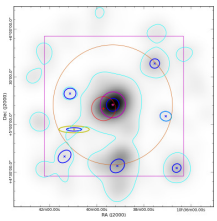
0051 - RDF



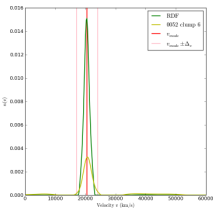
0051 GAUSS



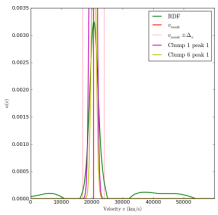
0052 REGULAR



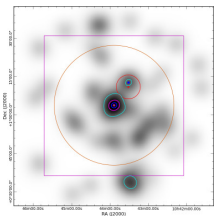
0052 MINOR-BI



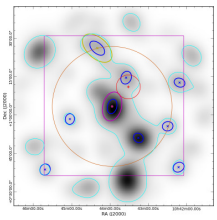
0052 0-1 RDF



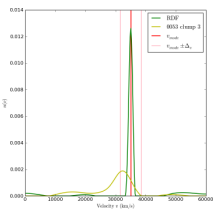
0052 GAUSS



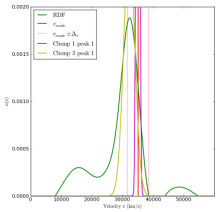
0053 REGULAR



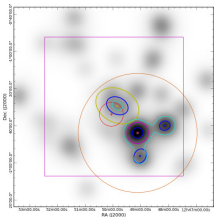
0053 MAJOR-BI



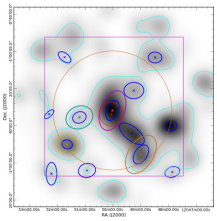
0053 0-1 RDF



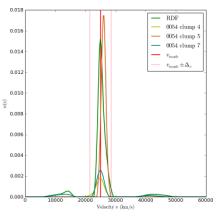
0053 GAUSS



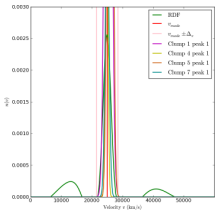
0054 MAJOR-BI



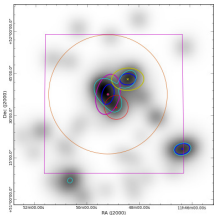
0054 MAJOR-MULTI



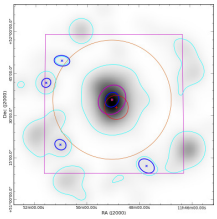
0054 0-3 RDF



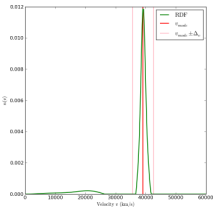
0054 GAUSS



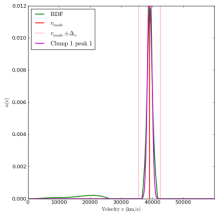
0055 MAJOR-BI



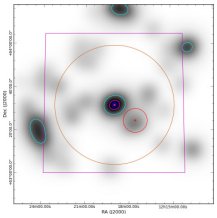
0055 REGULAR



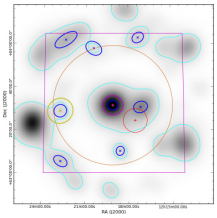
0055 - RDF



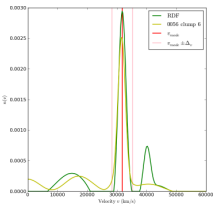
0055 GAUSS



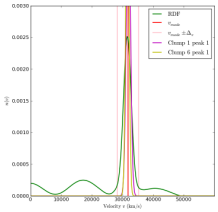
0056 REGULAR



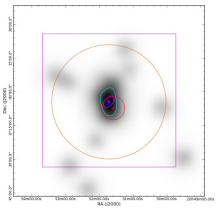
0056 MINOR-BI

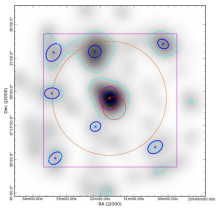


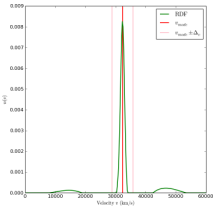
0056 0-1 RDF

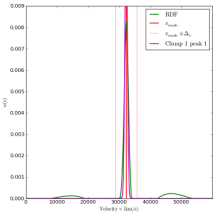


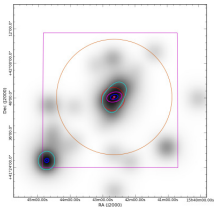
0056 GAUSS

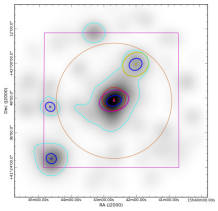

0057 IRREGULAR

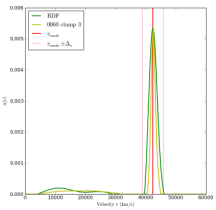

0057 REGULAR

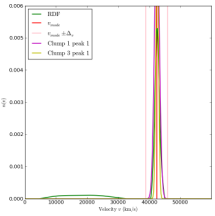

0057 - RDF

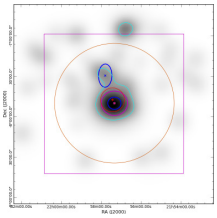

0057 GAUSS

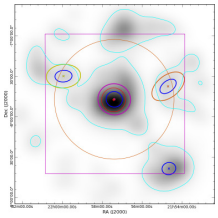

0060 IRREGULAR

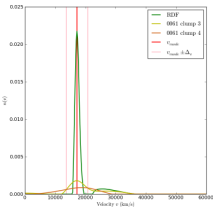

0060 MAJOR-BI

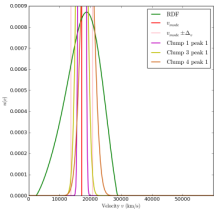

0060 0-1 RDF

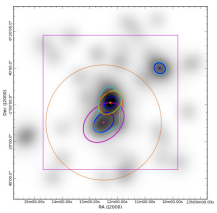

0060 GAUSS

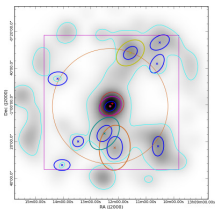

0061 REGULAR

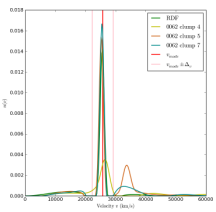

0061 MINOR-MULTI

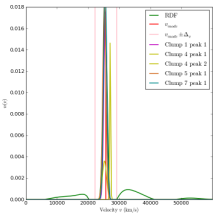

0061 0-2 RDF

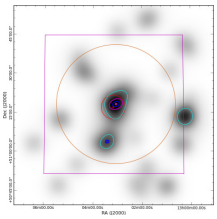

0061 GAUSS

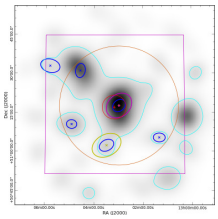

0062 MAJOR-BI

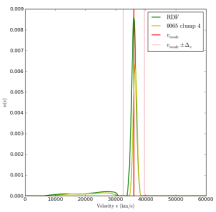

0062 MAJOR-MULTI

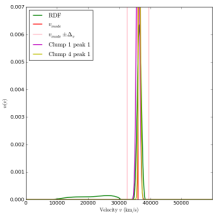

0062 0-4 RDF

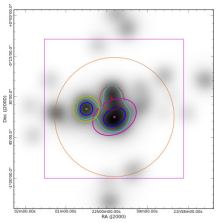

0062 GAUSS

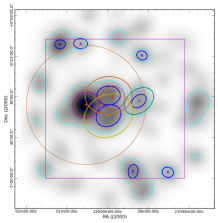

0065 REGULAR

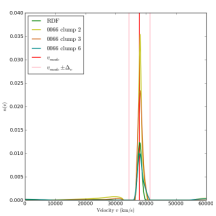

0065 MINOR-BI

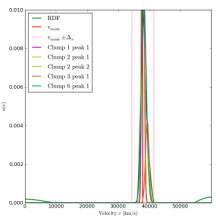

0065 0-1 RDF

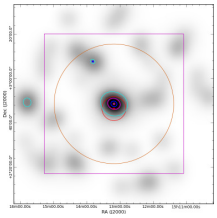

0065 GAUSS

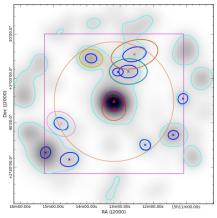

0066 MAJOR-MULTI

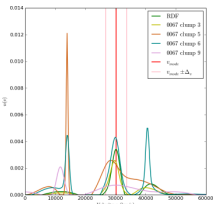

0066 MAJOR-MULTI


0066 0-4 RDF

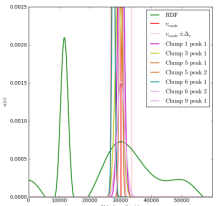

0066 GAUSS


0067 REGULAR

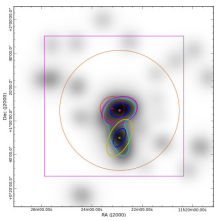

0067 MAJOR-MULTI

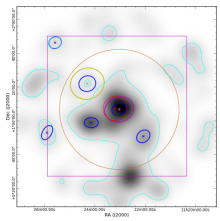


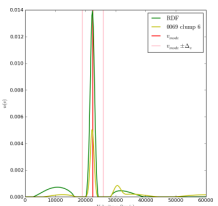
0067 0-6 RDF



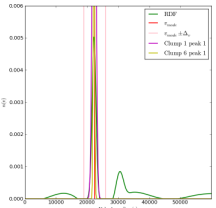
0067 GAUSS


0069 MAJOR-BI

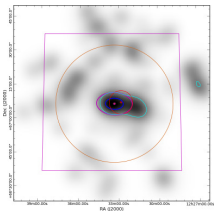

0069 MINOR-BI

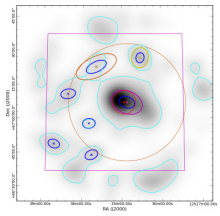


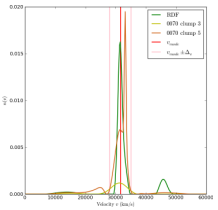
0069 0-1 RDF



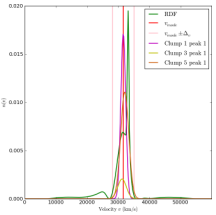
0069 GAUSS


0070 IRREGULAR

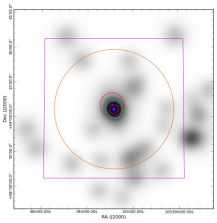

0070 MINOR-MULTI

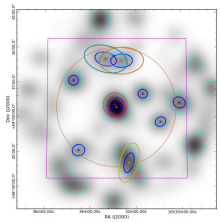


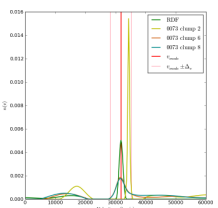
0070 0-2 RDF



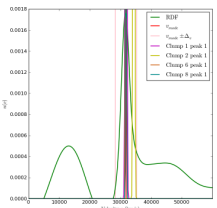
0070 GAUSS


0073 IRREGULAR

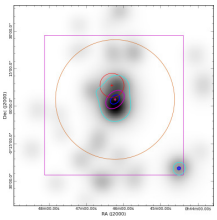

0073 MAJOR-MULTI

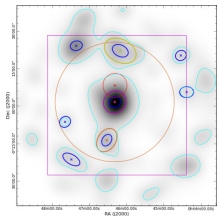


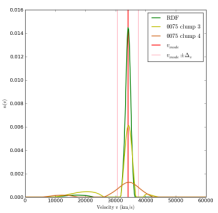
0073 0-3 RDF



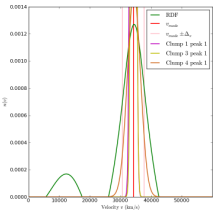
0073 GAUSS


0075 REGULAR

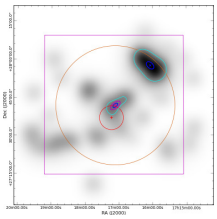

0075 MAJOR-MULTI

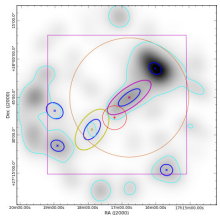


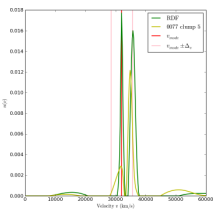
0075 0-2 RDF



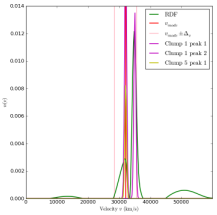
0075 GAUSS


0077 IRREGULAR

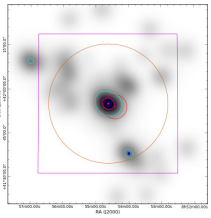

0077 MAJOR-MULTI

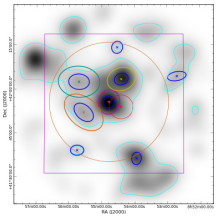


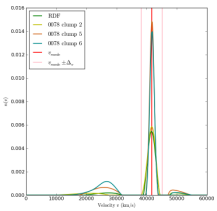
0077 1-1 RDF



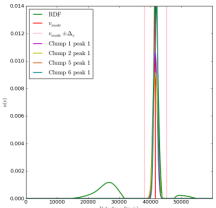
0077 GAUSS


0078 REGULAR

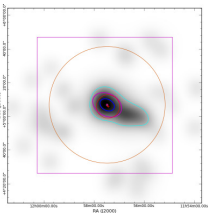

0078 MAJOR-MULTI

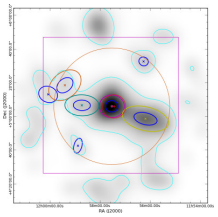


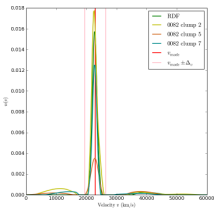
0078 0-3 RDF



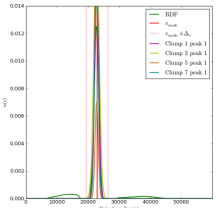
0078 GAUSS


0082 REGULAR

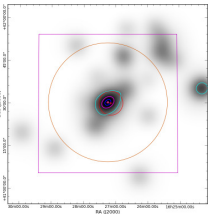

0082 MAJOR-MULTI

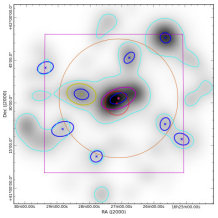


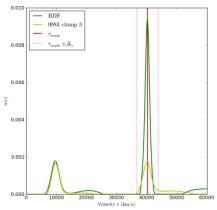
0082 0-3 RDF



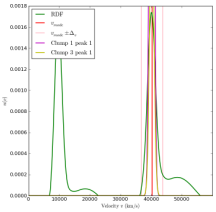
0082 GAUSS


0083 REGULAR

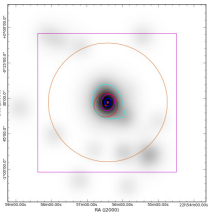

0083 MAJOR-BI

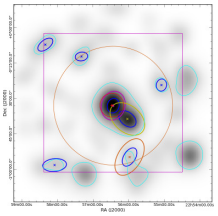


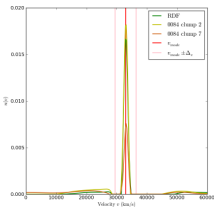
0083 0-1 RDF



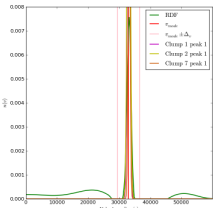
0083 GAUSS


0084 REGULAR

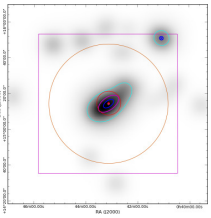

0084 MAJOR-MULTI

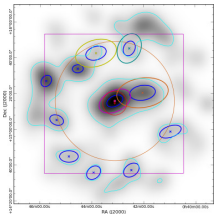


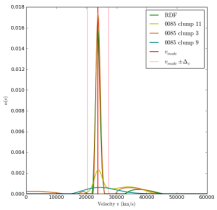
0084 0-2 RDF



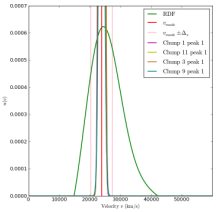
0084 GAUSS


0085 IRREGULAR

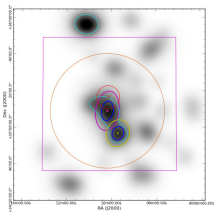

0085 MAJOR-MULTI

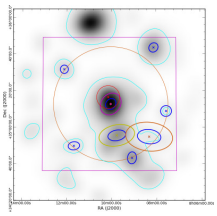


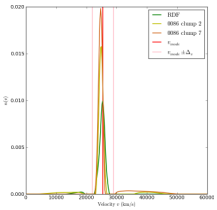
0085 0-3 RDF



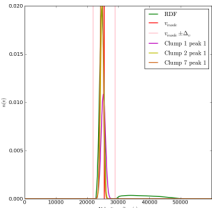
0085 GAUSS


0086 MAJOR-BI

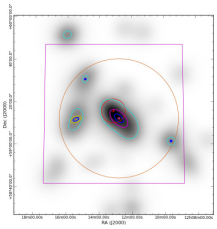

0086 MAJOR-MULTI

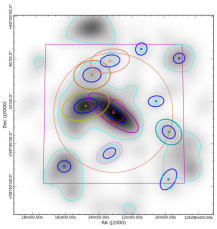


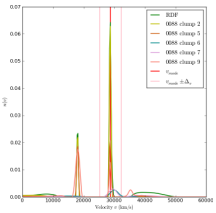
0086 0-2 RDF

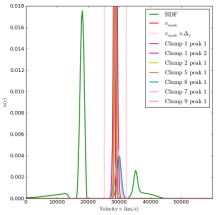


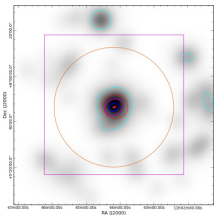
0086 GAUSS

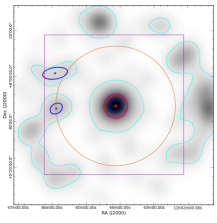

0088 IRREGULAR

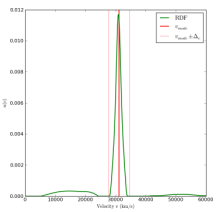

0088 MAJOR-MULTI

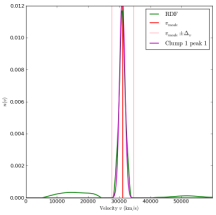

0088 1-5 RDF

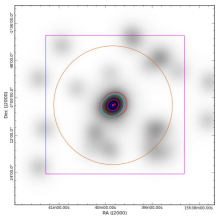

0088 GAUSS

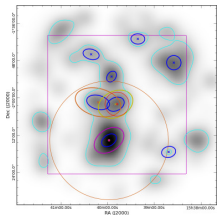

0091 REGULAR

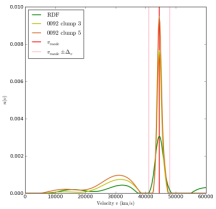

0091 REGULAR

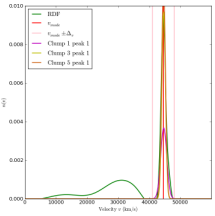

0091 - RDF

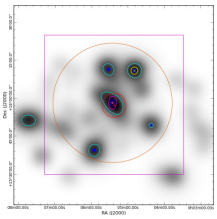

0091 GAUSS

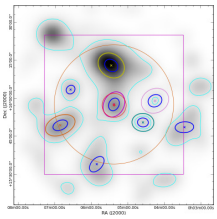

0092 REGULAR

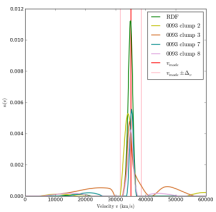

0092 MAJOR-MULTI

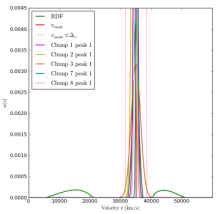

0092 0-2 RDF

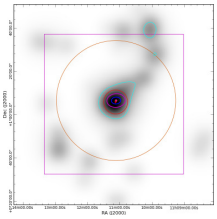

0092 GAUSS

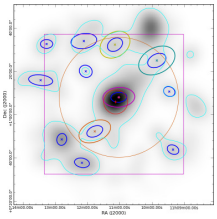

0093 MAJOR-BI

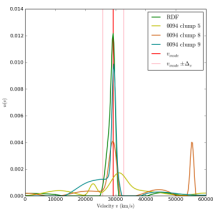

0093 MAJOR-MULTI

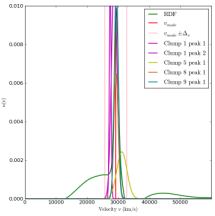

0093 0-4 RDF

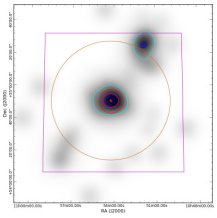

0093 GAUSS

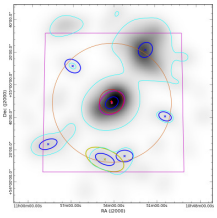

0094 REGULAR

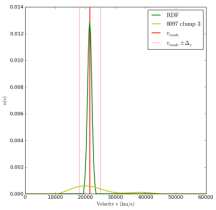

0094 MAJOR-MULTI

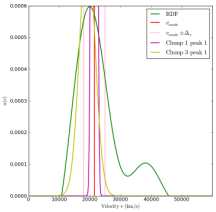

0094 1-3 RDF

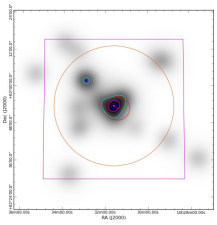

0094 GAUSS

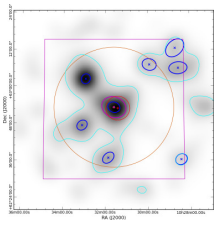

0097 REGULAR

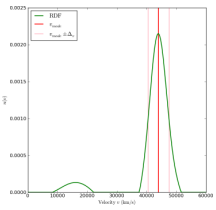

0097 MINOR-BI

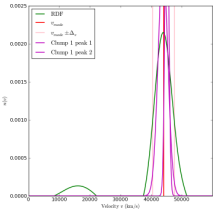

0097 0-1 RDF

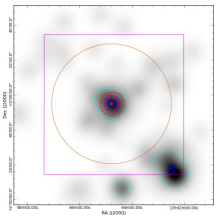

0097 GAUSS

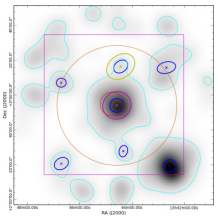

0098 REGULAR

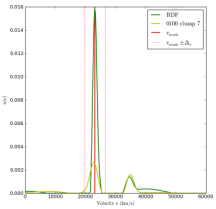

0098 MAJOR-BI

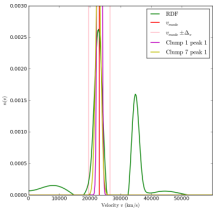

0098 1-0 RDF

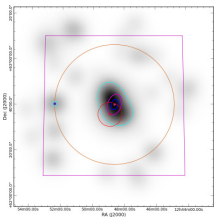

0098 GAUSS

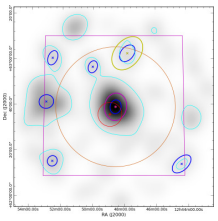

0100 REGULAR

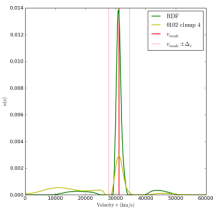

0100 MINOR-BI

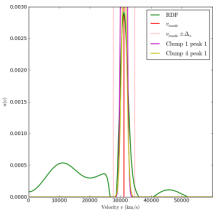

0100 0-1 RDF

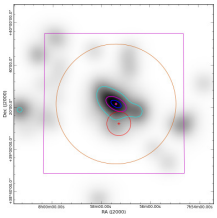

0100 GAUSS

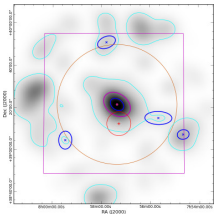

0102 IRREGULAR

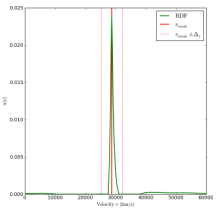

0102 MINOR-BI

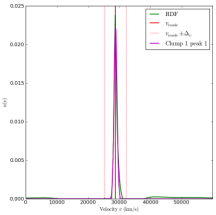

0102 0-1 RDF

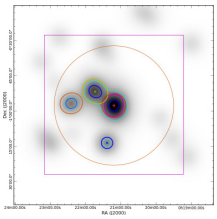

0102 GAUSS

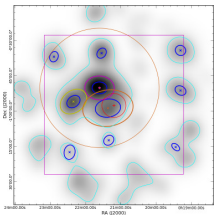

0103 IRREGULAR

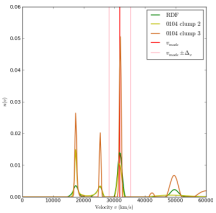

0103 IRREGULAR

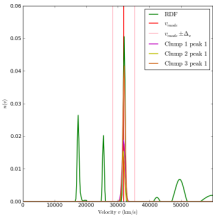

0103 SKEW-KURT RDF

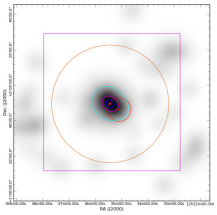

0103 GAUSS

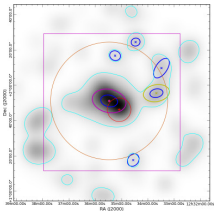

0104 MAJOR-BI

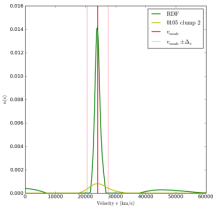

0104 MAJOR-MULTI

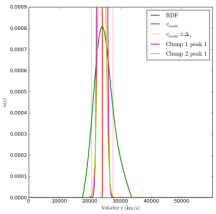

0104 0-2 RDF

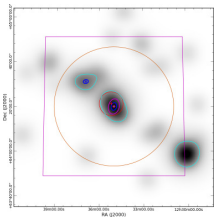

0104 GAUSS


0105 REGULAR

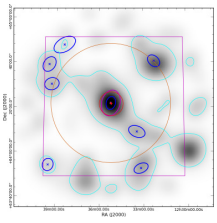

0105 MAJOR-BI


0105 0-1 RDF

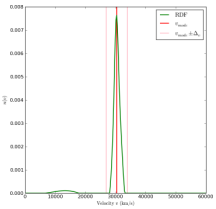

0105 GAUSS



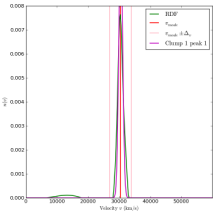
0107 IRREGULAR



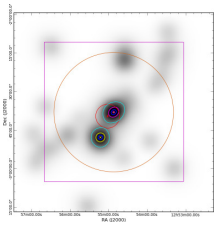
0107 IRREGULAR



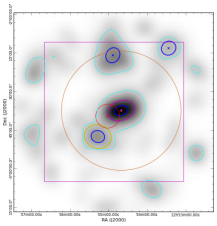
0107 ELL RDF



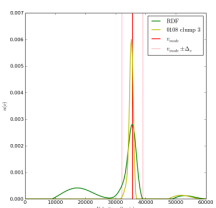
0107 GAUSS



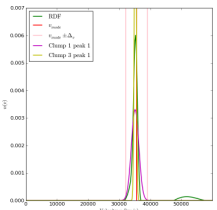
0108 MAJOR-BI



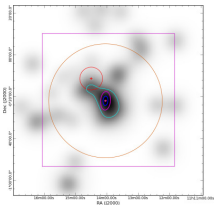
0108 MAJOR-BI



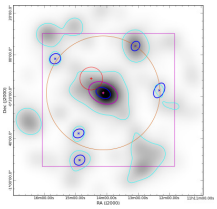
0108 0-1 RDF



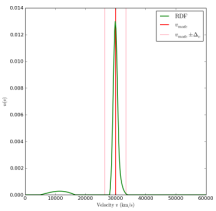
0108 GAUSS



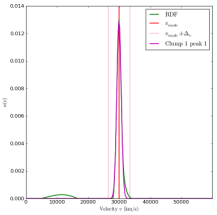
0110 IRREGULAR



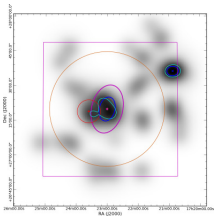
0110 IRREGULAR



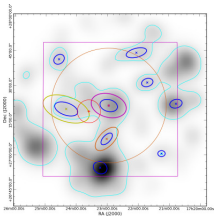
0110 ELL RDF



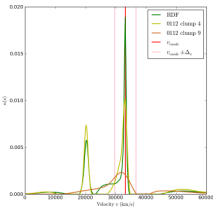
0110 GAUSS



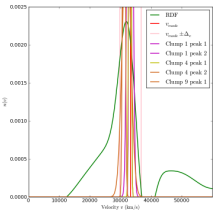
0112 MAJOR-BI



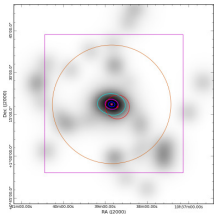
0112 MAJOR-MULTI



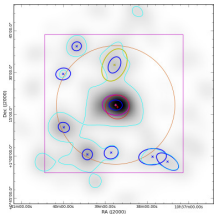
0112 1-3 RDF



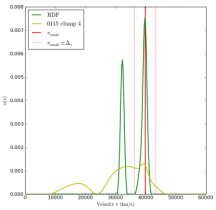
0112 GAUSS



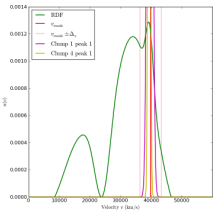
0115 REGULAR



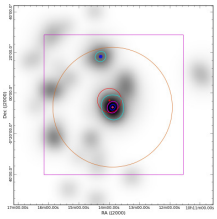
0115 MAJOR-BI



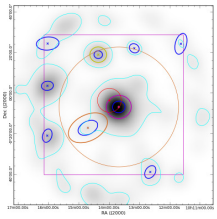
0115 0-1 RDF



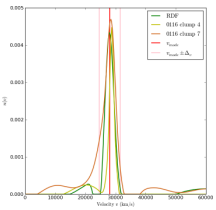
0115 GAUSS



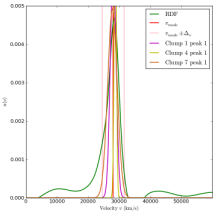
0116 REGULAR



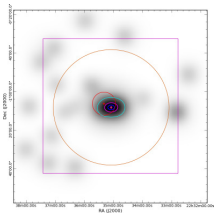
0116 MINOR-MULTI



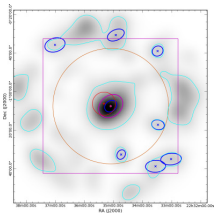
0116 0-2 RDF



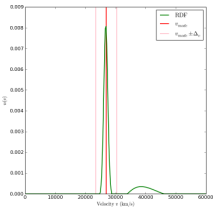
0116 GAUSS



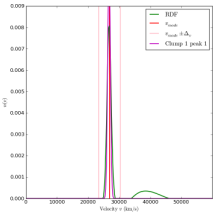
0117 REGULAR



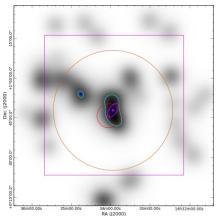
0117 REGULAR



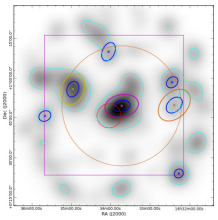
0117 - RDF



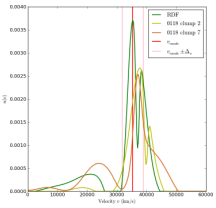
0117 GAUSS



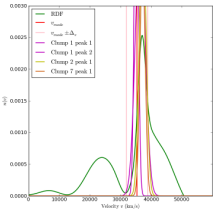
0118 IRREGULAR



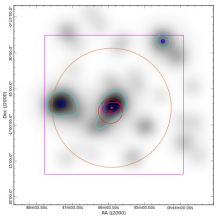
0118 MAJOR-MULTI



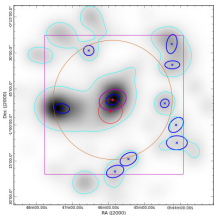
0118 1-2 RDF



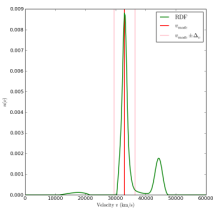
0118 GAUSS



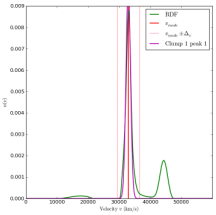
0120 IRREGULAR



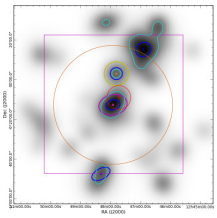
0120 REGULAR



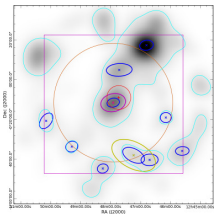
0120 - RDF



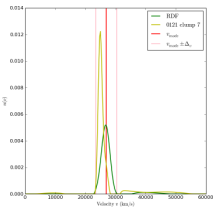
0120 GAUSS



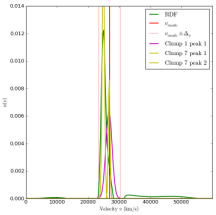
0121 MAJOR-BI



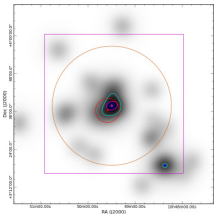
0121 MAJOR-MULTI



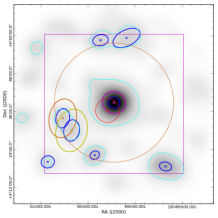
0121 0-2 RDF



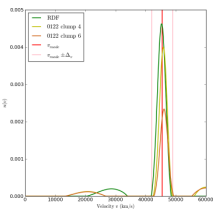
0121 GAUSS



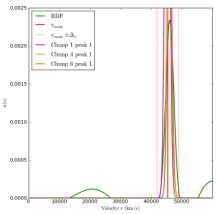
0122 IRREGULAR



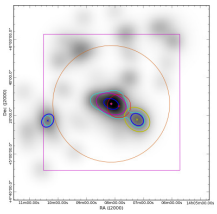
0122 MINOR-MULTI



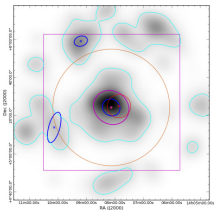
0122 0-2 RDF



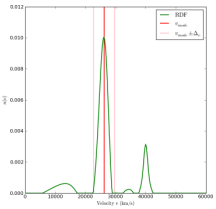
0122 GAUSS



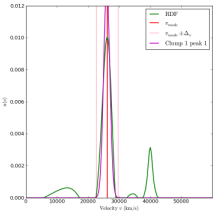
0125 MAJOR-BI



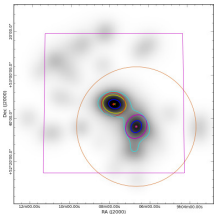
0125 REGULAR

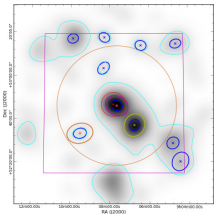


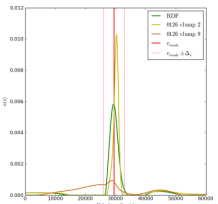
0125 - RDF

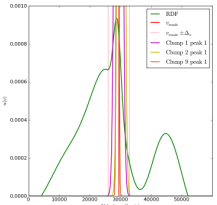


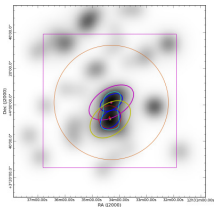
0125 GAUSS

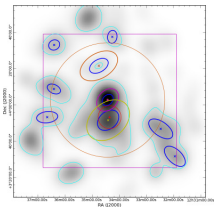

0126 MAJOR-BI

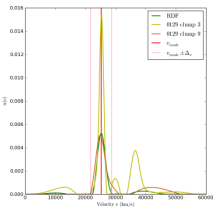

0126 MAJOR-MULTI

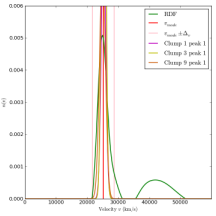

0126 0-2 RDF

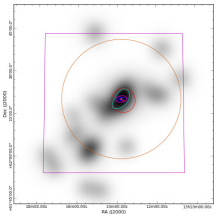

0126 GAUSS

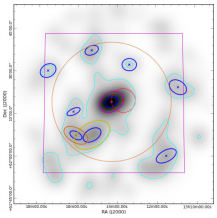

0129 MAJOR-BI

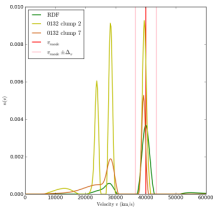

0129 MAJOR-MULTI

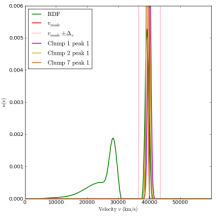

0129 0-2 RDF

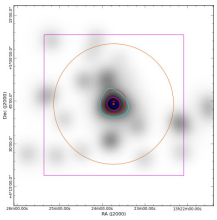

0129 GAUSS

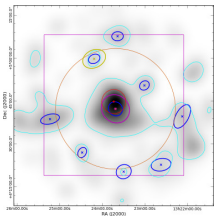

0132 IRREGULAR

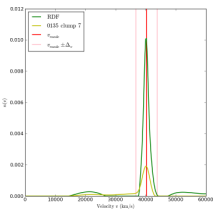

0132 MAJOR-MULTI

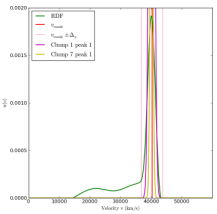

0132 0-2 RDF

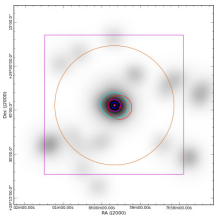

0132 GAUSS

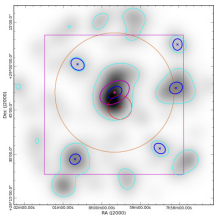

0135 REGULAR

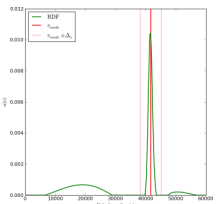

0135 MINOR-BI

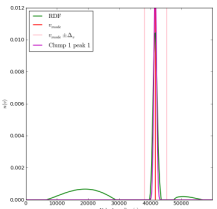

0135 0-1 RDF

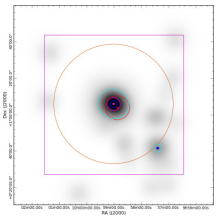

0135 GAUSS

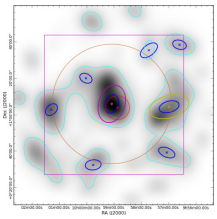

0137 REGULAR

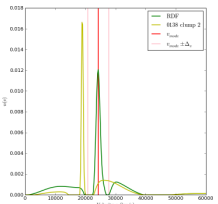

0137 IRREGULAR

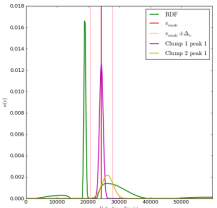

0137 ELL RDF

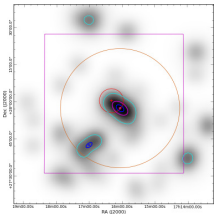

0137 GAUSS


0138 REGULAR

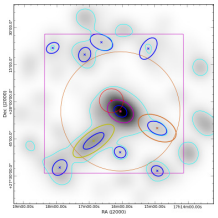

0138 MAJOR-BI


0138 0-1 RDF

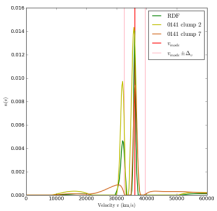

0138 GAUSS



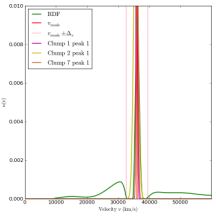
0141 IRREGULAR



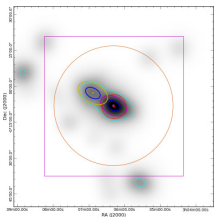
0141 MAJOR-MULTI



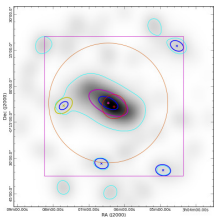
0141 0-2 RDF



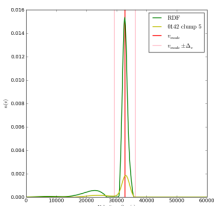
0141 GAUSS



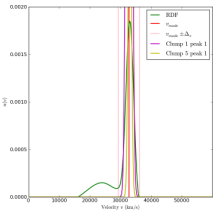
0142 MAJOR-BI



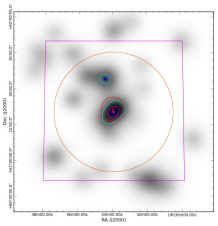
0142 MINOR-BI



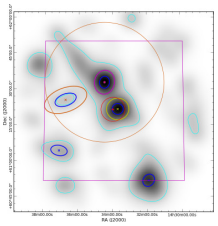
0142 0-1 RDF



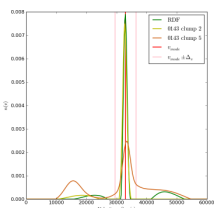
0142 GAUSS



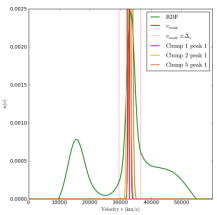
0143 IRREGULAR



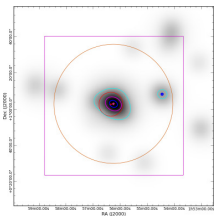
0143 MAJOR-MULTI



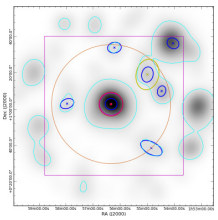
0143 0-2 RDF



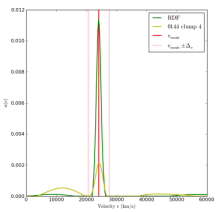
0143 GAUSS



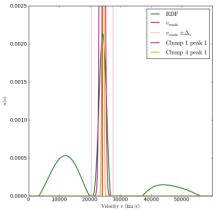
0144 REGULAR



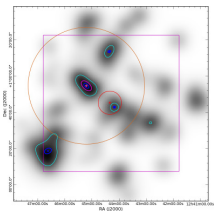
0144 MINOR-BI



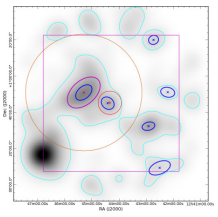
0144 0-1 RDF



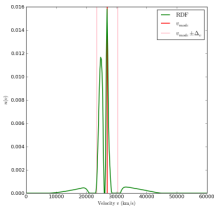
0144 GAUSS



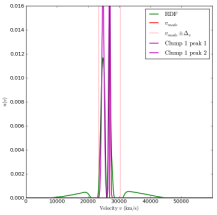
0150 IRREGULAR



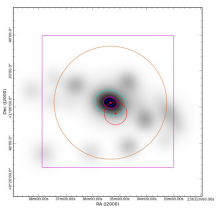
0150 MAJOR-BI



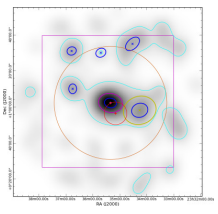
0150 1-0 RDF



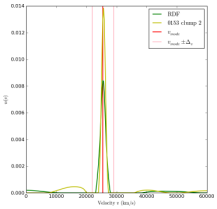
0150 GAUSS



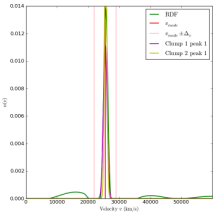
0153 REGULAR



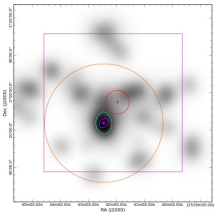
0153 MAJOR-BI



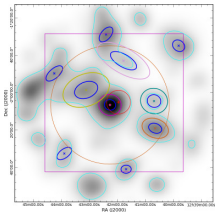
0153 0-1 RDF



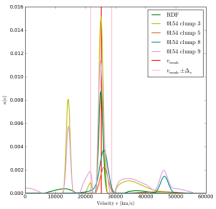
0153 GAUSS



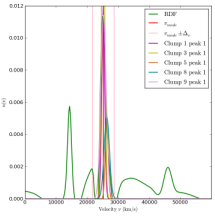
0154 IRREGULAR



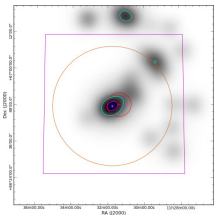
0154 MAJOR-MULTI



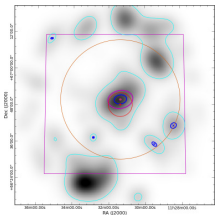
0154 0-4 RDF



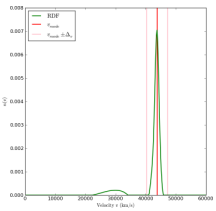
0154 GAUSS



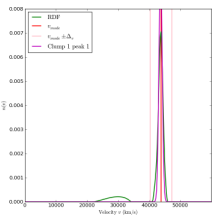
0155 REGULAR



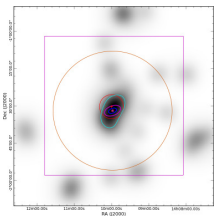
0155 REGULAR



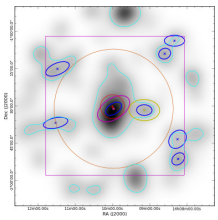
0155 - RDF



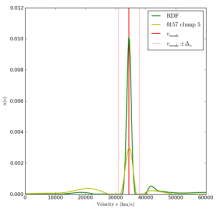
0155 GAUSS



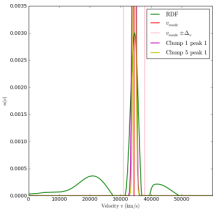
0157 IRREGULAR



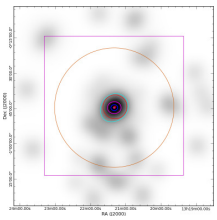
0157 MAJOR-BI



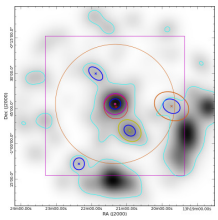
0157 0-1 RDF



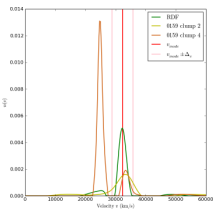
0157 GAUSS



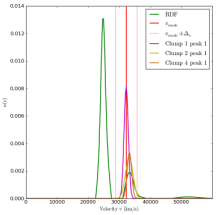
0159 REGULAR



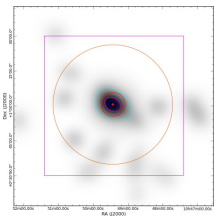
0159 MAJOR-MULTI



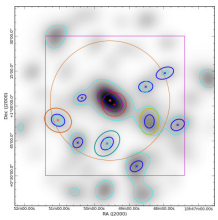
0159 0-2 RDF



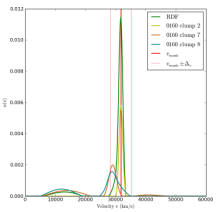
0159 GAUSS



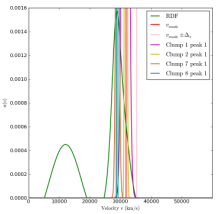
0160 REGULAR



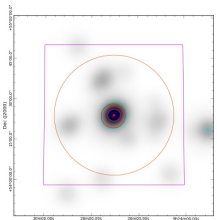
0160 MAJOR-MULTI



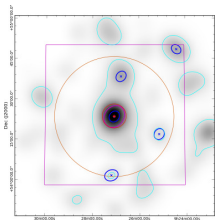
0160 0-3 RDF



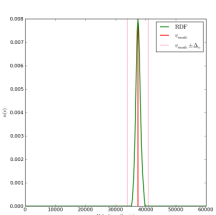
0160 GAUSS



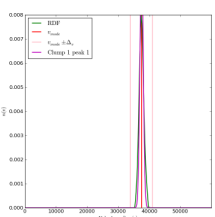
0162 REGULAR



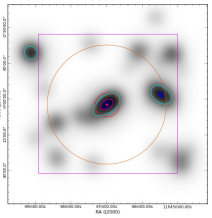
0162 REGULAR

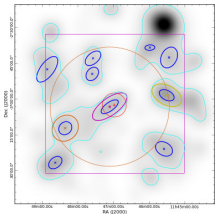


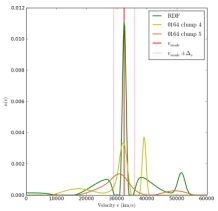
0162 - RDF

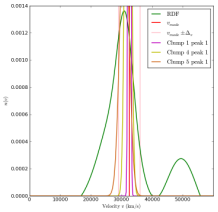


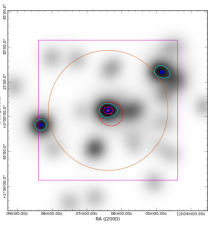
0162 GAUSS

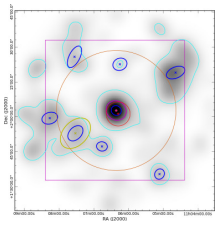

0164 IRREGULAR

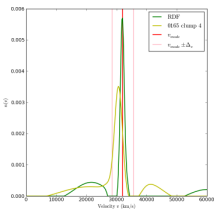

0164 MAJOR-MULTI

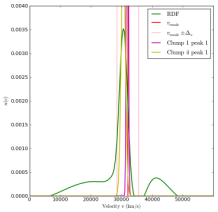

0164 0-2 RDF

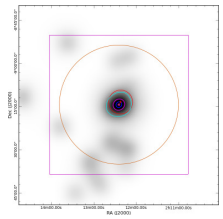

0164 GAUSS

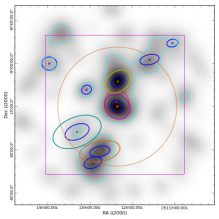

0165 REGULAR

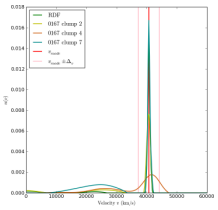

0165 MAJOR-BI

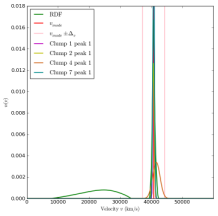

0165 0-1 RDF

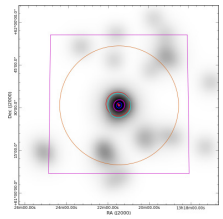

0165 GAUSS

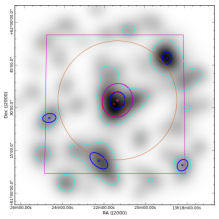

0167 REGULAR

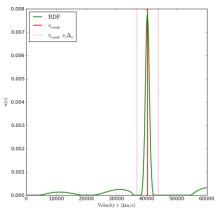

0167 MAJOR-MULTI

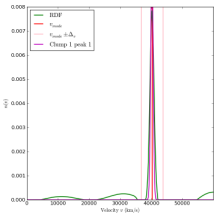

0167 0-3 RDF

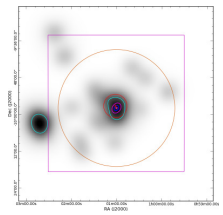

0167 GAUSS

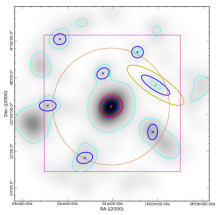

0170 REGULAR

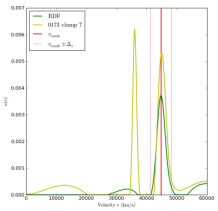

0170 REGULAR

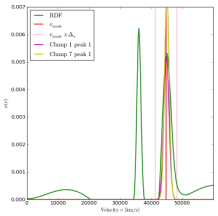

0170 - RDF

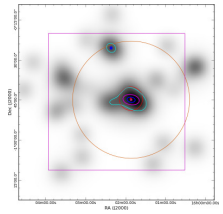

0170 GAUSS

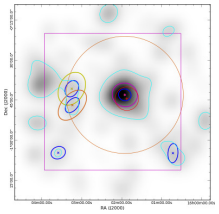

0173 REGULAR

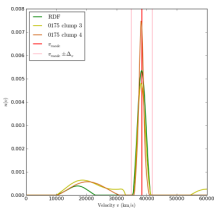

0173 MINOR-BI

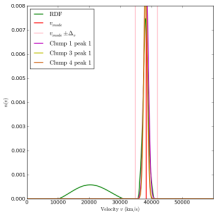

0173 0-1 RDF

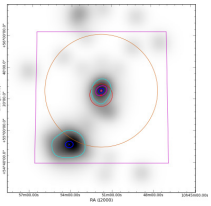

0173 GAUSS


0175 IRREGULAR

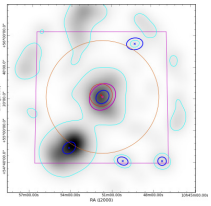

0175 MINOR-MULTI


0175 0-2 RDF

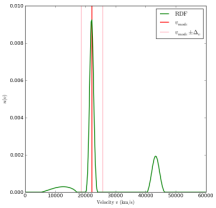

0175 GAUSS



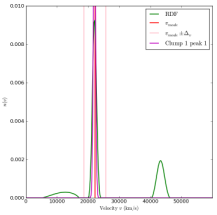
0180 REGULAR



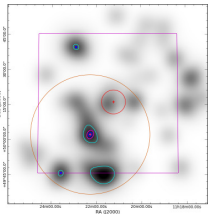
0180 REGULAR



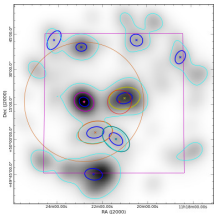
0180 - RDF



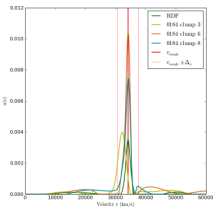
0180 GAUSS



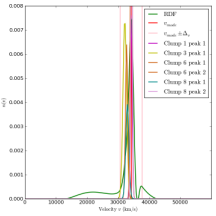
0184 IRREGULAR



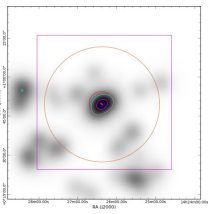
0184 MAJOR-MULTI



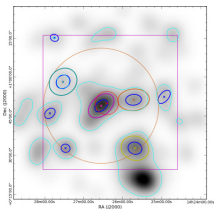
0184 0-5 RDF



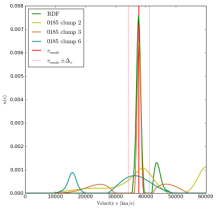
0184 GAUSS



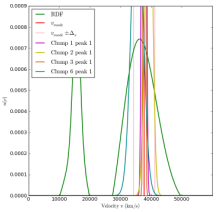
0185 REGULAR



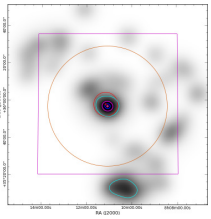
0185 MAJOR-MULTI



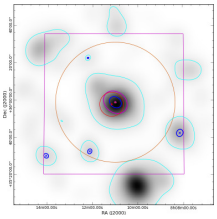
0185 0-3 RDF



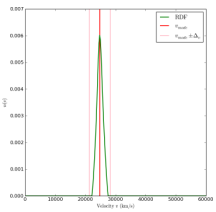
0185 GAUSS



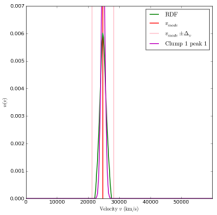
0186 REGULAR



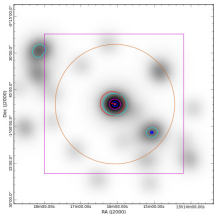
0186 REGULAR



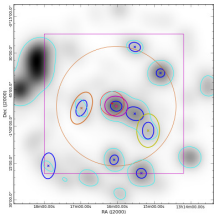
0186 - RDF



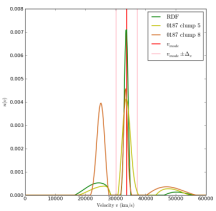
0186 GAUSS



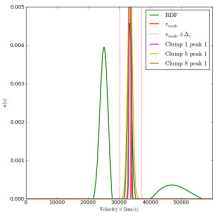
0187 REGULAR



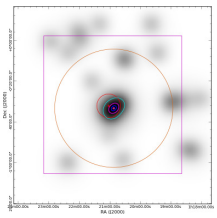
0187 MAJOR-MULTI



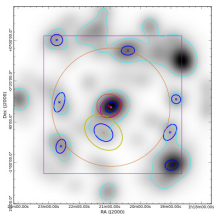
0187 0-2 RDF



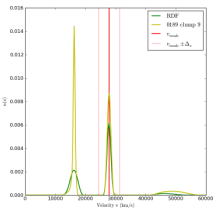
0187 GAUSS



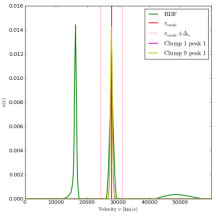
0189 REGULAR



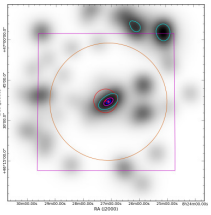
0189 MINOR-BI



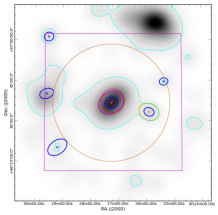
0189 0-1 RDF



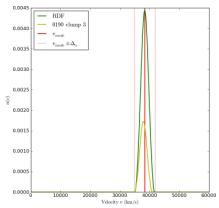
0189 GAUSS



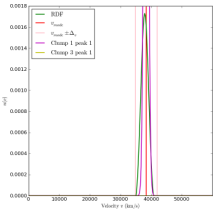
0190 IRREGULAR



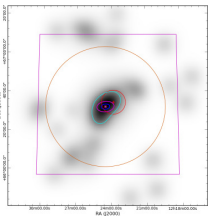
0190 MINOR-BI



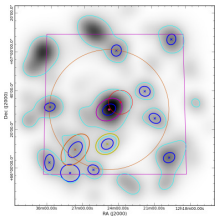
0190 0-1 RDF



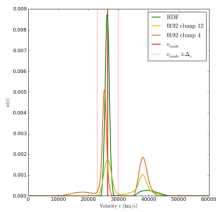
0190 GAUSS



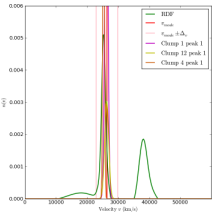
0192 IRREGULAR



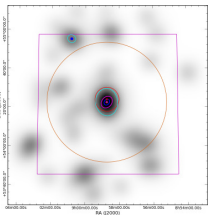
0192 MAJOR-MULTI



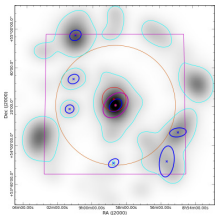
0192 0-2 RDF



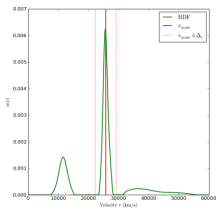
0192 GAUSS



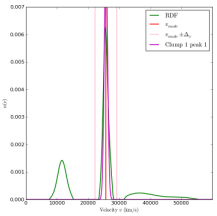
0193 REGULAR



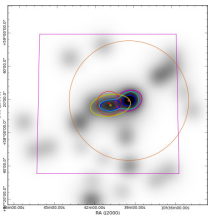
0193 REGULAR



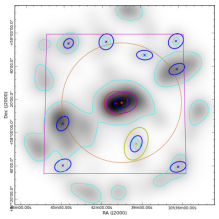
0193 - RDF



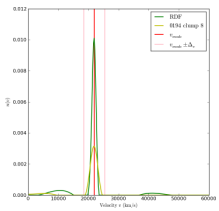
0193 GAUSS



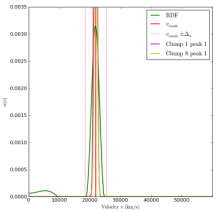
0194 MAJOR-BI



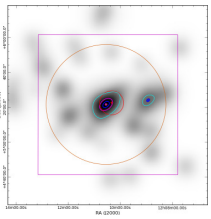
0194 MINOR-BI



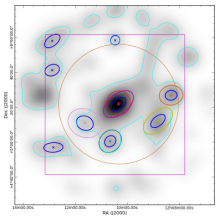
0194 0-1 RDF



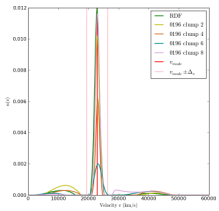
0194 GAUSS



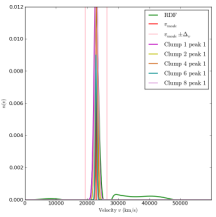
0196 IRREGULAR



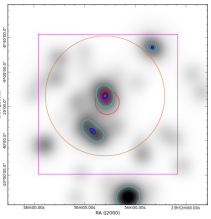
0196 MAJOR-MULTI



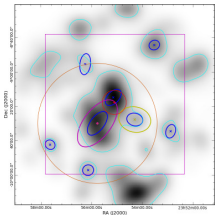
0196 0-4 RDF



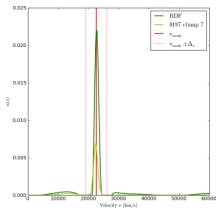
0196 GAUSS



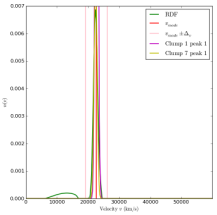
0197 REGULAR



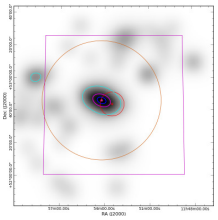
0197 MINOR-BI



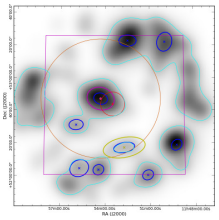
0197 0-1 RDF



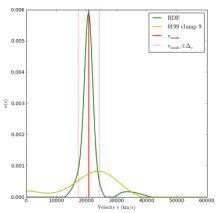
0197 GAUSS



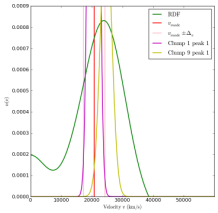
0199 IRREGULAR



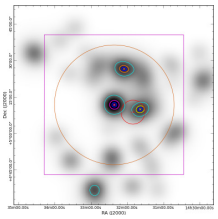
0199 MINOR-BI



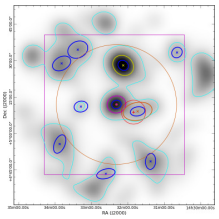
0199 0-1 RDF



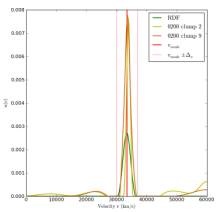
0199 GAUSS



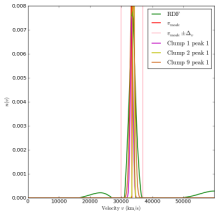
0200 MAJOR-MULTI



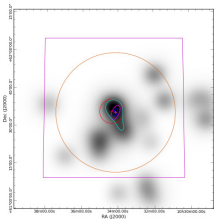
0200 MAJOR-MULTI



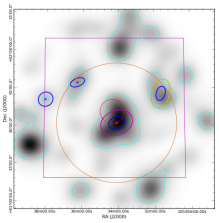
0200 0-2 RDF



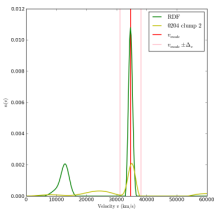
0200 GAUSS



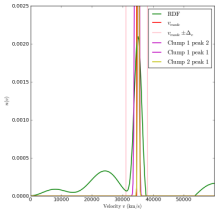
0204 IRREGULAR



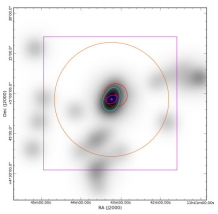
0204 MAJOR-MULTI



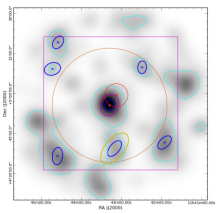
0204 1-1 RDF



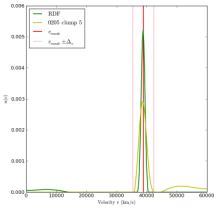
0204 GAUSS



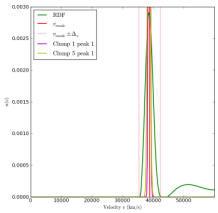
0205 IRREGULAR



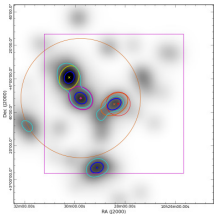
0205 MAJOR-BI



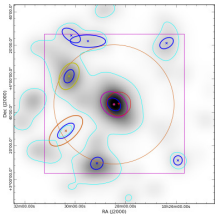
0205 0-1 RDF



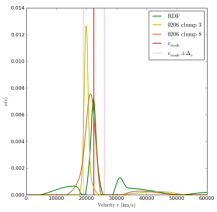
0205 GAUSS



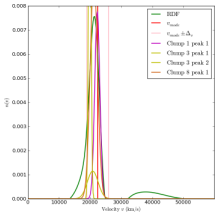
0206 MAJOR-MULTI



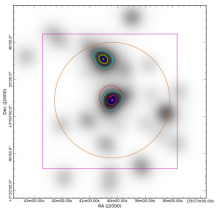
0206 MAJOR-MULTI



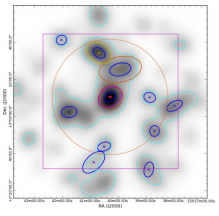
0206 0-3 RDF



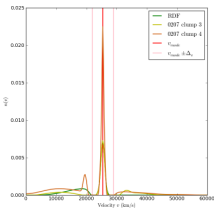
0206 GAUSS



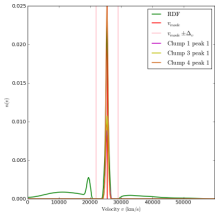
0207 REGULAR



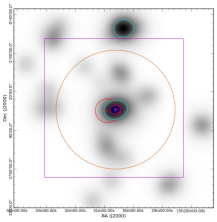
0207 MAJOR-MULTI



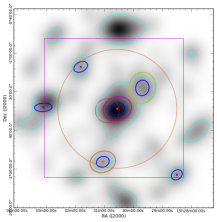
0207 0-2 RDF



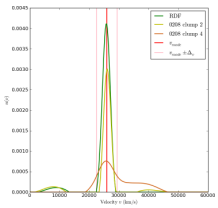
0207 GAUSS



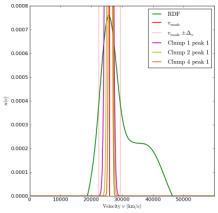
0208 REGULAR



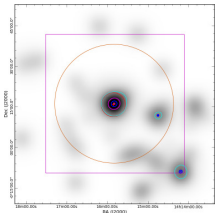
0208 MAJOR-MULTI



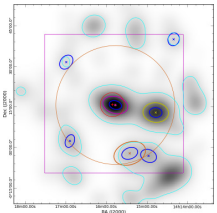
0208 0-2 RDF



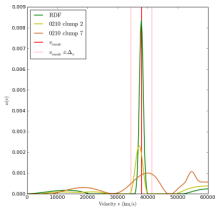
0208 GAUSS



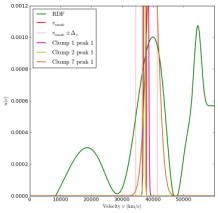
0210 REGULAR



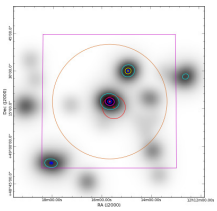
0210 MAJOR-MULTI



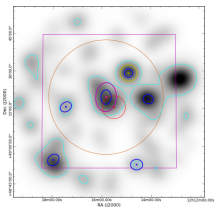
0210 0-2 RDF



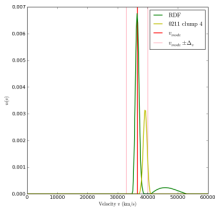
0210 GAUSS



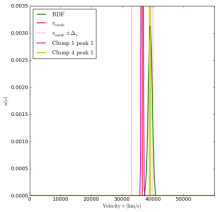
0211 MAJOR-BI



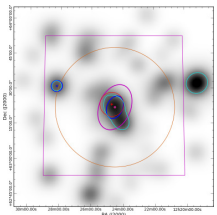
0211 MAJOR-BI



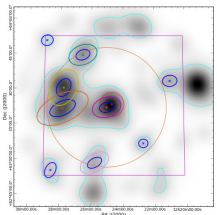
0211 0-1 RDF



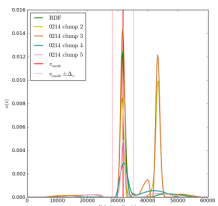
0211 GAUSS



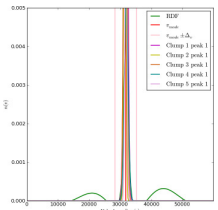
0214 IRREGULAR



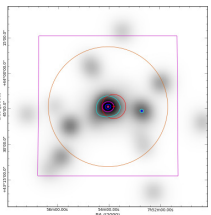
0214 MAJOR-MULTI



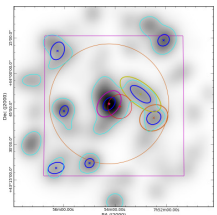
0214 0-4 RDF



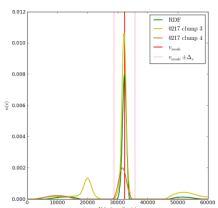
0214 GAUSS



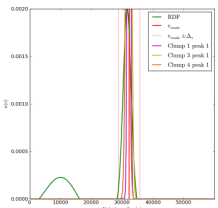
0217 REGULAR



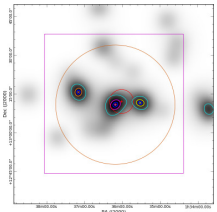
0217 MAJOR-MULTI



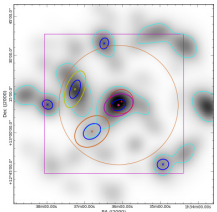
0217 0-2 RDF



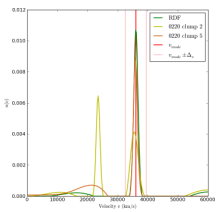
0217 GAUSS



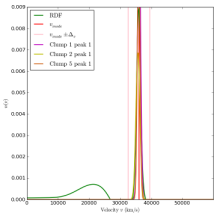
0220 MAJOR-MULTI



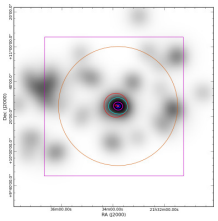
0220 MAJOR-MULTI

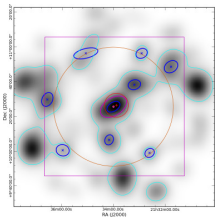


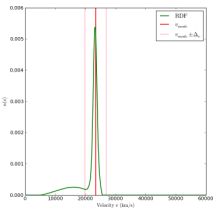
0220 0-2 RDF



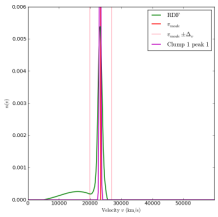
0220 GAUSS


0221 REGULAR

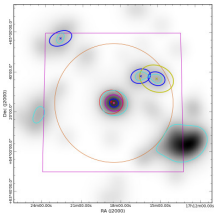

0221 IRREGULAR

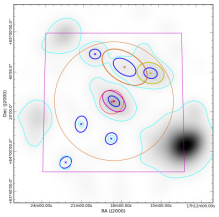


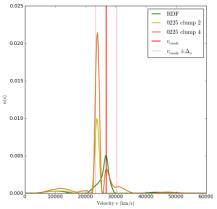
0221 ELL RDF



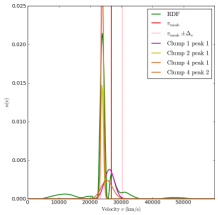
0221 GAUSS


0225 REGULAR

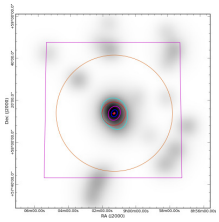

0225 MAJOR-MULTI

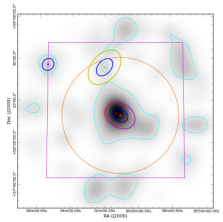


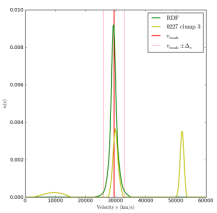
0225 0-3 RDF



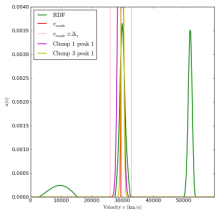
0225 GAUSS


0227 REGULAR

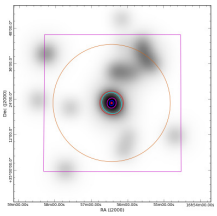

0227 MINOR-BI

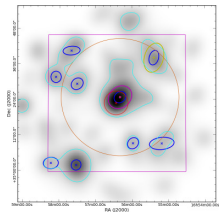


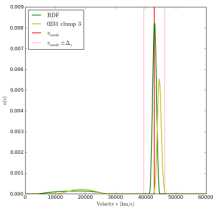
0227 0-1 RDF



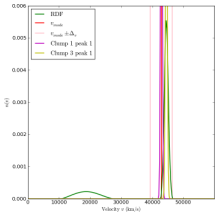
0227 GAUSS


0231 REGULAR

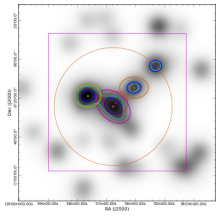

0231 MAJOR-BI

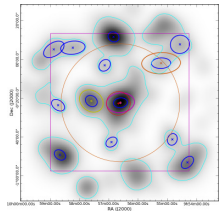


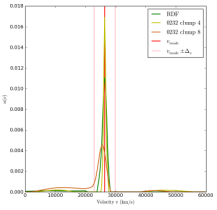
0231 0-1 RDF



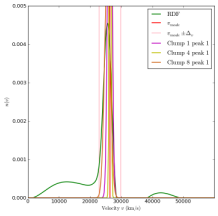
0231 GAUSS


0232 MAJOR-MULTI

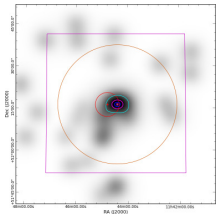

0232 MAJOR-MULTI

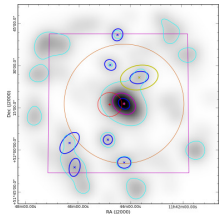


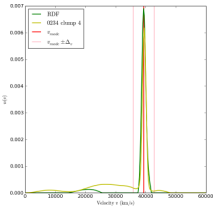
0232 0-2 RDF



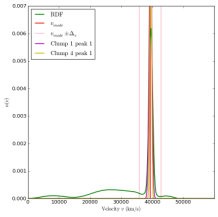
0232 GAUSS


0234 IRREGULAR

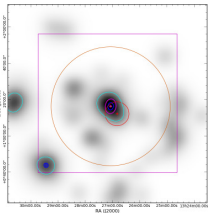

0234 MINOR-BI

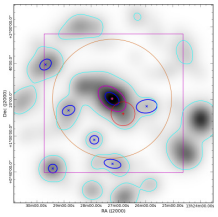


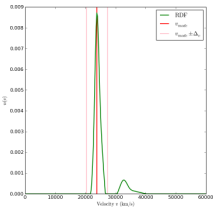
0234 0-1 RDF

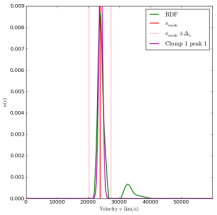


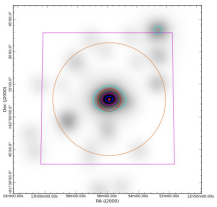
0234 GAUSS

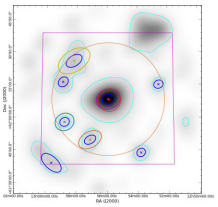

0236 REGULAR

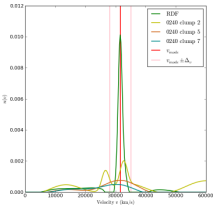

0236 IRREGULAR

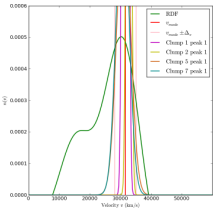

0236 ELL RDF

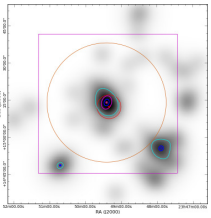

0236 GAUSS

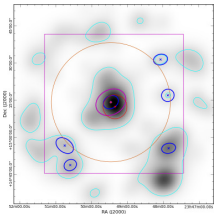

0240 REGULAR

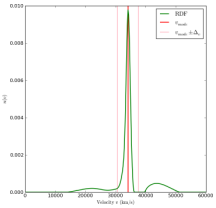

0240 MAJOR-MULTI

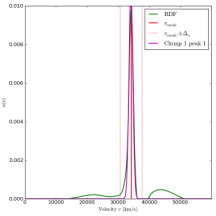

0240 0-3 RDF

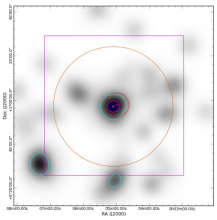

0240 GAUSS

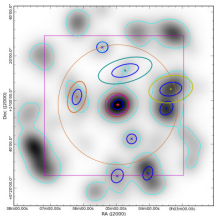

0241 REGULAR

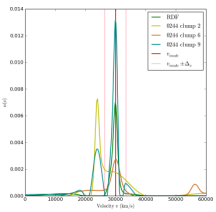

0241 REGULAR

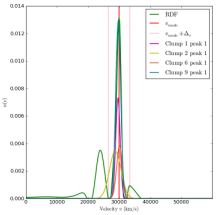

0241 - RDF

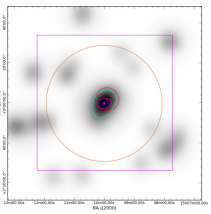

0241 GAUSS

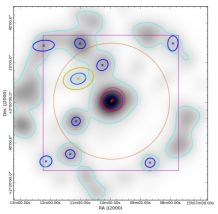

0244 REGULAR

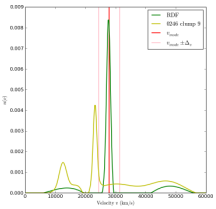

0244 MAJOR-MULTI

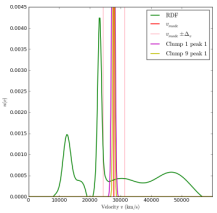

0244 0-3 RDF

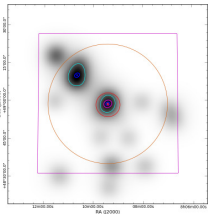

0244 GAUSS

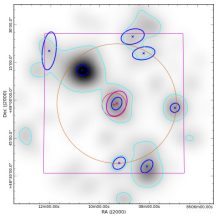

0246 REGULAR

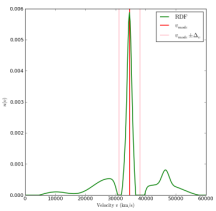

0246 MINOR-BI

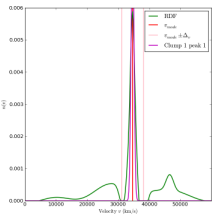

0246 0-1 RDF

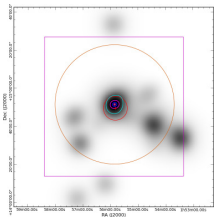

0246 GAUSS

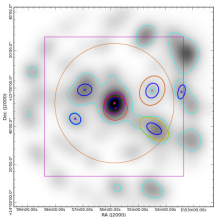

0247 IRREGULAR

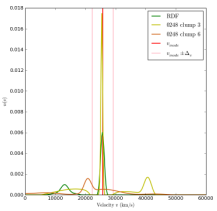

0247 REGULAR


0247 - RDF

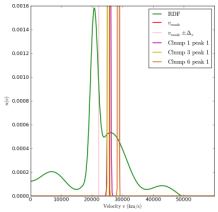

0247 GAUSS


0248 REGULAR

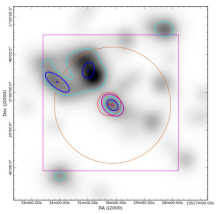

0248 MAJOR-MULTI

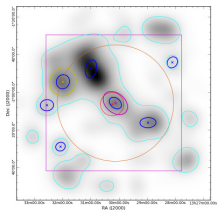


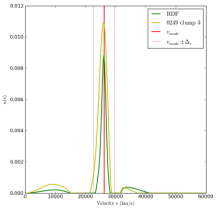
0248 0-2 RDF



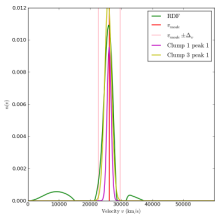
0248 GAUSS


0249 REGULAR

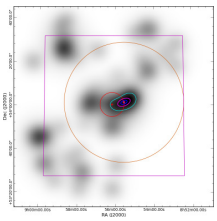

0249 MAJOR-BI

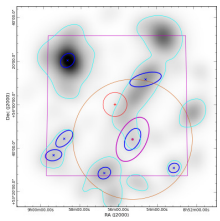


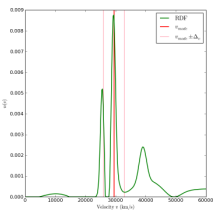
0249 0-1 RDF



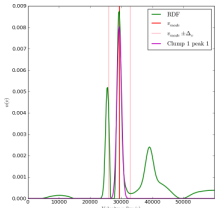
0249 GAUSS


0250 IRREGULAR

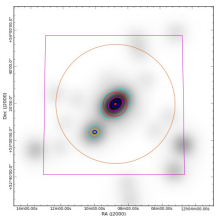

0250 IRREGULAR

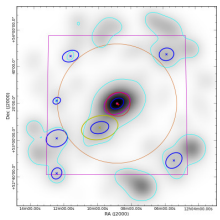


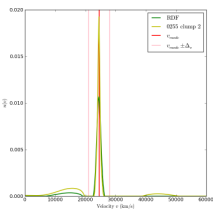
0250 ELL RDF



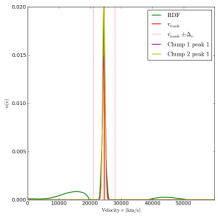
0250 GAUSS


0255 MAJOR-BI

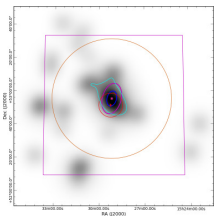

0255 MAJOR-BI

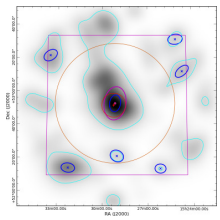


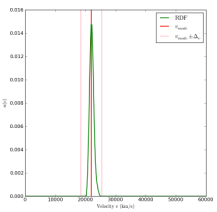
0255 0-1 RDF



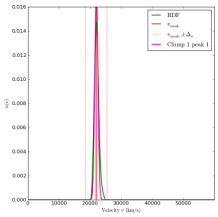
0255 GAUSS


0257 IRREGULAR

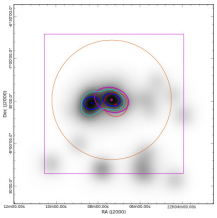

0257 IRREGULAR

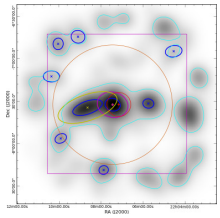


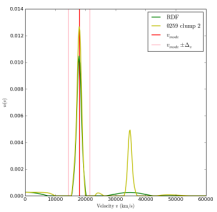
0257 SKEW-ELL RDF



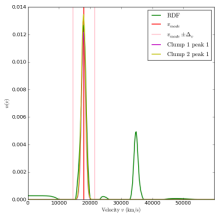
0257 GAUSS


0259 REGULAR

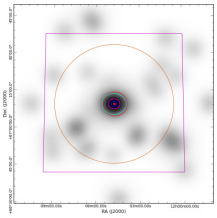

0259 MAJOR-BI

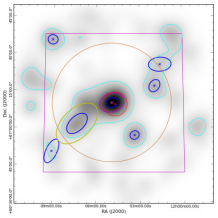


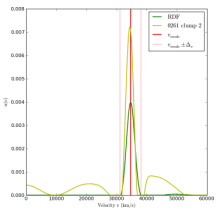
0259 0-1 RDF

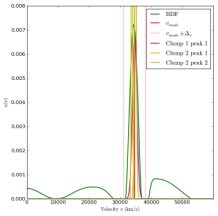


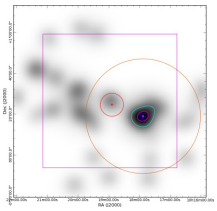
0259 GAUSS

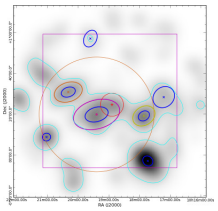

0261 REGULAR

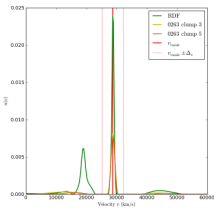

0261 MAJOR-MULTI

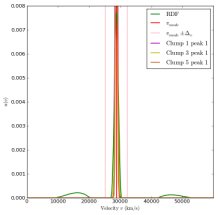

0261 0-2 RDF

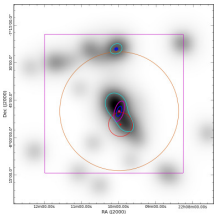

0261 GAUSS

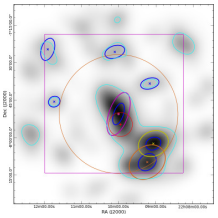

0263 REGULAR

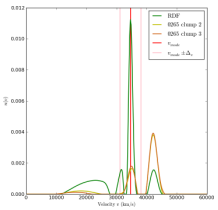

0263 MAJOR-MULTI

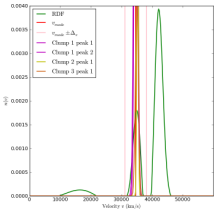

0263 0-2 RDF

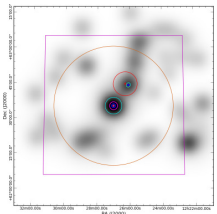

0263 GAUSS

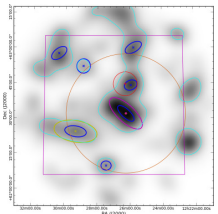

0265 IRREGULAR

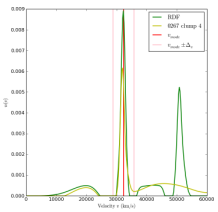

0265 MAJOR-MULTI

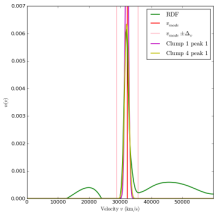

0265 1-2 RDF

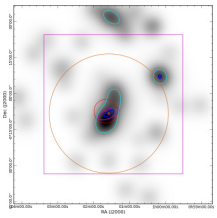

0265 GAUSS

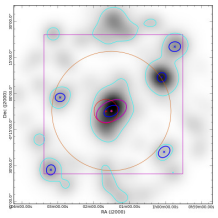

0267 REGULAR

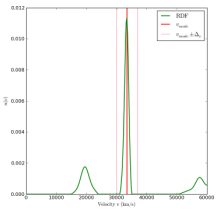

0267 MAJOR-BI

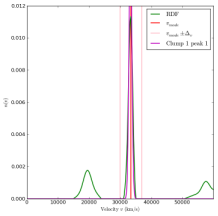

0267 0-1 RDF

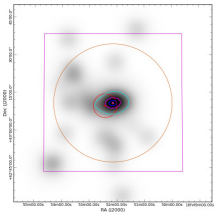

0267 GAUSS

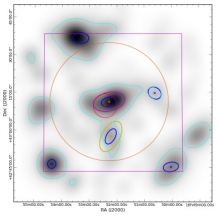

0275 IRREGULAR

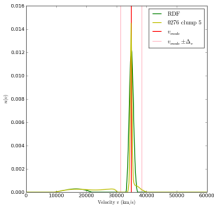

0275 IRREGULAR

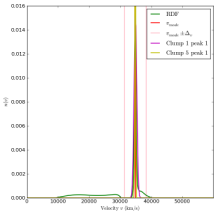

0275 ELL RDF

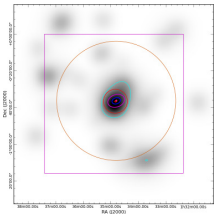

0275 GAUSS


0276 IRREGULAR

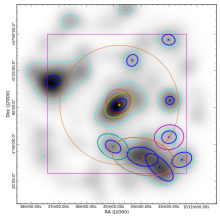

0276 MAJOR-BI


0276 0-1 RDF

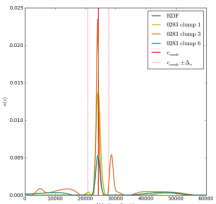

0276 GAUSS



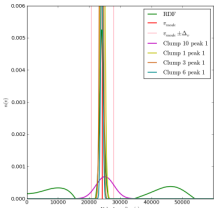
0283 REGULAR



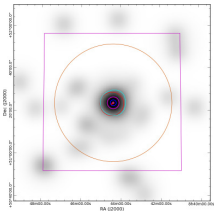
0283 MAJOR-MULTI



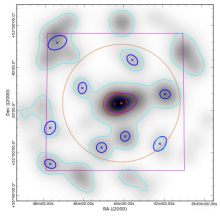
0283 0-3 RDF



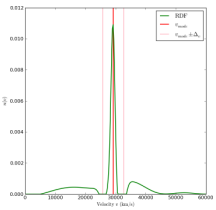
0283 GAUSS



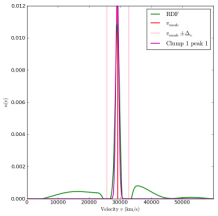
0284 REGULAR



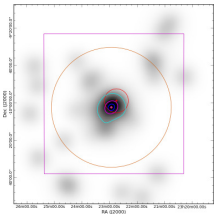
0284 IRREGULAR



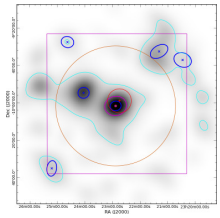
0284 ELL RDF



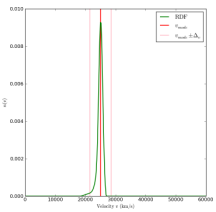
0284 GAUSS



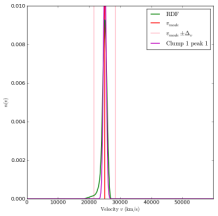
0287 REGULAR



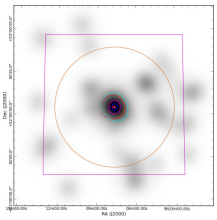
0287 REGULAR



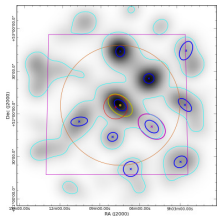
0287 - RDF



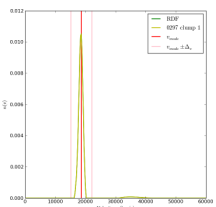
0287 GAUSS



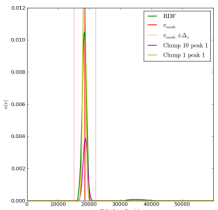
0297 REGULAR



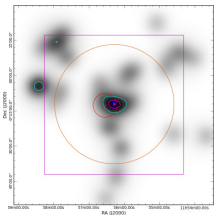
0297 MAJOR-BI



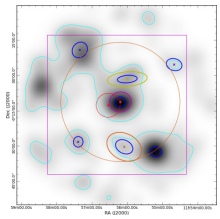
0297 0-1 RDF



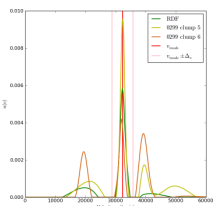
0297 GAUSS



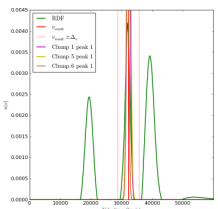
0299 IRREGULAR



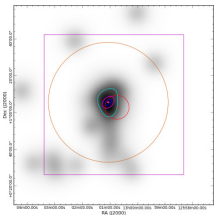
0299 MINOR-MULTI



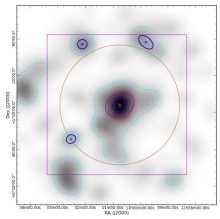
0299 0-2 RDF



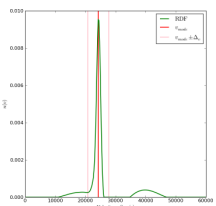
0299 GAUSS



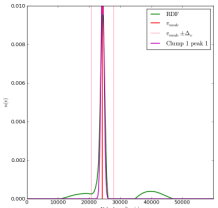
0302 REGULAR



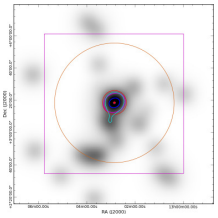
0302 REGULAR

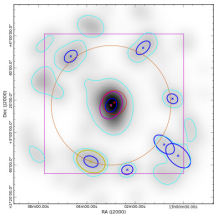


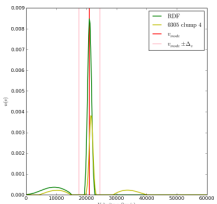
0302 - RDF

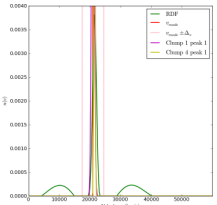


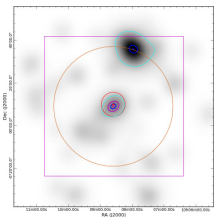
0302 GAUSS

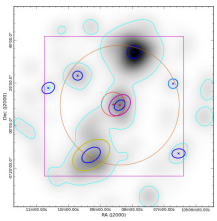

0305 REGULAR

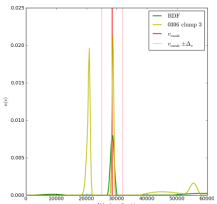

0305 MAJOR-BI

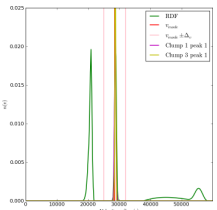

0305 0-1 RDF

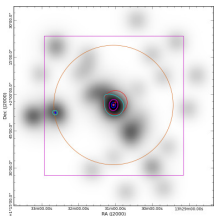

0305 GAUSS

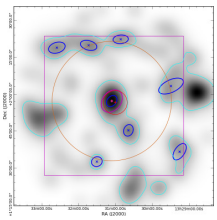

0306 REGULAR

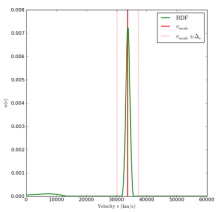

0306 MAJOR-BI

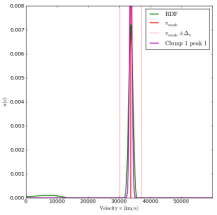

0306 0-1 RDF

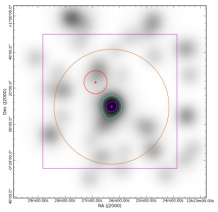

0306 GAUSS

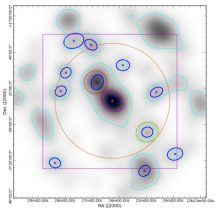

0307 IRREGULAR

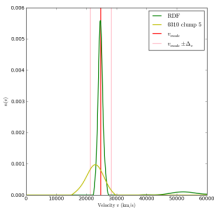

0307 REGULAR

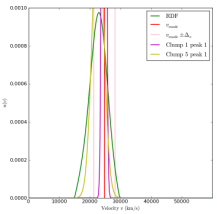

0307 - RDF

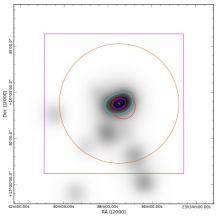

0307 GAUSS

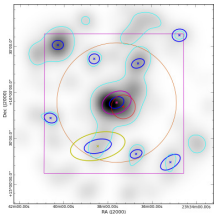

0310 REGULAR

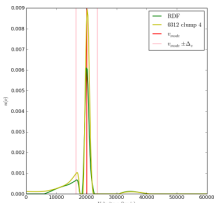

0310 MAJOR-BI

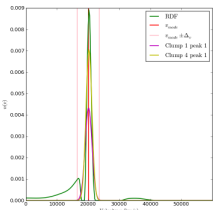

0310 0-1 RDF

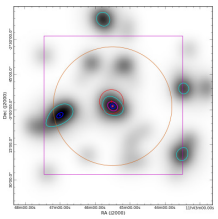

0310 GAUSS

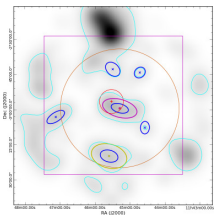

0312 REGULAR

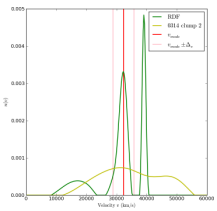

0312 MAJOR-BI

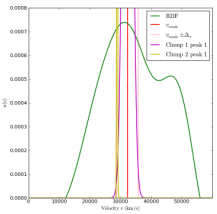

0312 0-1 RDF

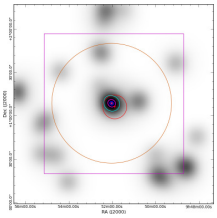

0312 GAUSS

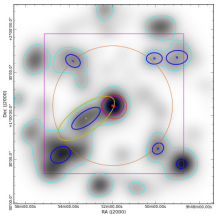

0314 REGULAR

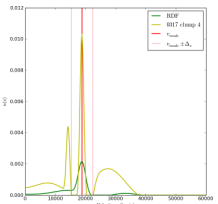

0314 MAJOR-BI


0314 0-1 RDF

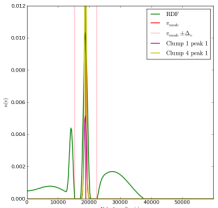

0314 GAUSS


0317 IRREGULAR

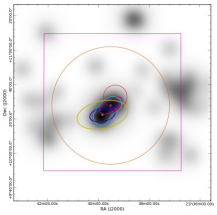

0317 MAJOR-BI

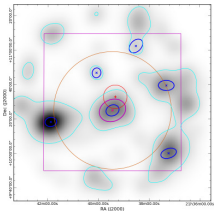


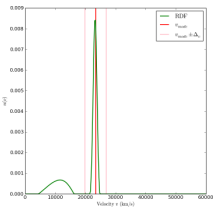
0317 0-1 RDF



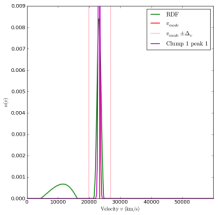
0317 GAUSS


0319 MAJOR-BI

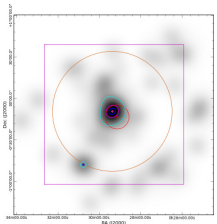

0319 REGULAR

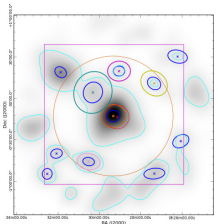


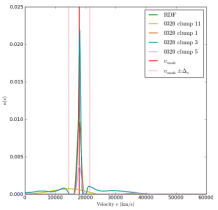
0319 - RDF



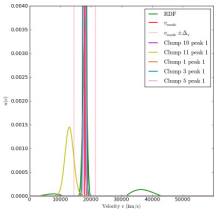
0319 GAUSS


0320 REGULAR

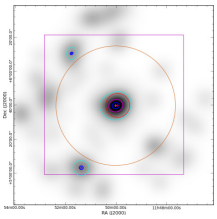

0320 MAJOR-MULTI

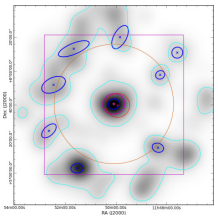


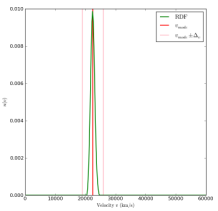
0320 0-4 RDF



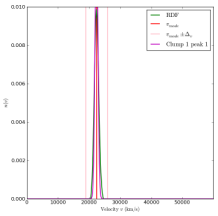
0320 GAUSS


0321 IRREGULAR

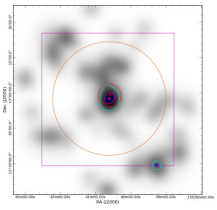

0321 IRREGULAR

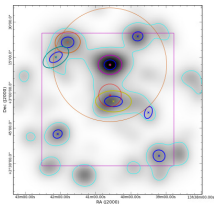


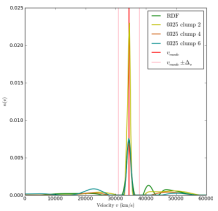
0321 SKEW RDF



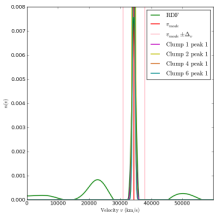
0321 GAUSS


0325 REGULAR

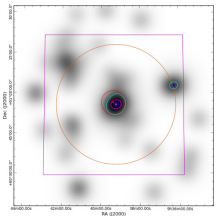

0325 MAJOR-MULTI

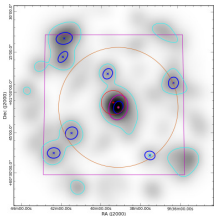


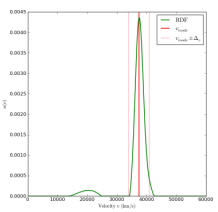
0325 0-3 RDF



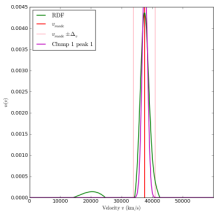
0325 GAUSS


0328 REGULAR

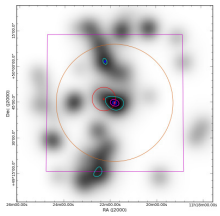

0328 REGULAR

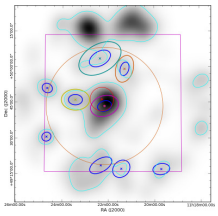


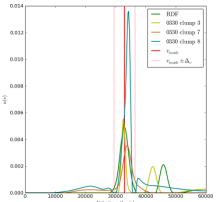
0328 - RDF

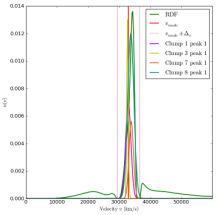


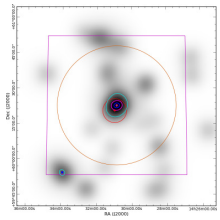
0328 GAUSS

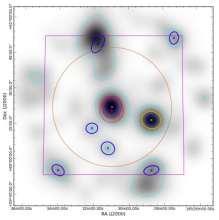

0330 IRREGULAR

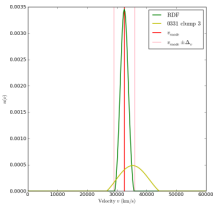

0330 MAJOR-MULTI

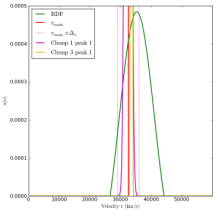

0330 0-3 RDF

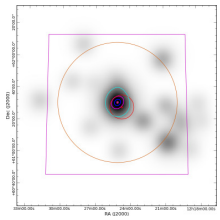

0330 GAUSS

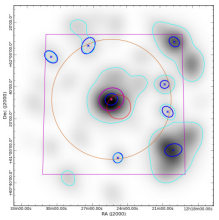

0331 REGULAR

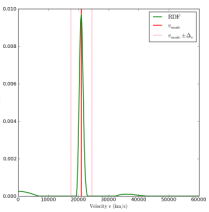

0331 MAJOR-BI

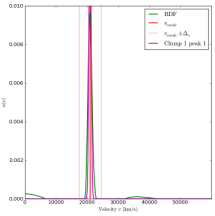

0331 0-1 RDF

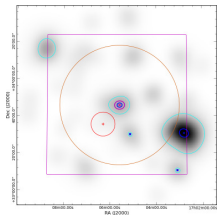

0331 GAUSS

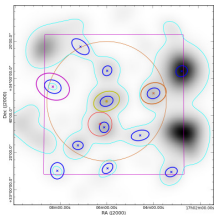

0336 IRREGULAR

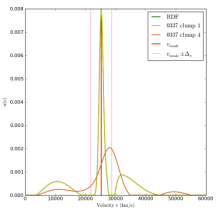

0336 IRREGULAR

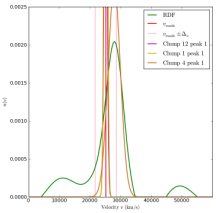

0336 SKEW-KURT RDF

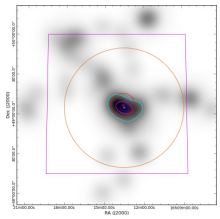

0336 GAUSS

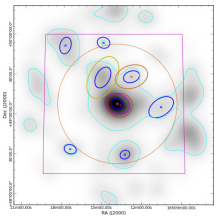

0337 REGULAR

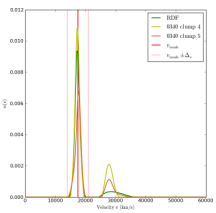

0337 MAJOR-MULTI

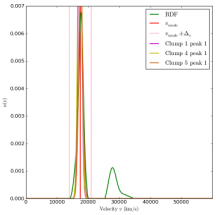

0337 0-2 RDF

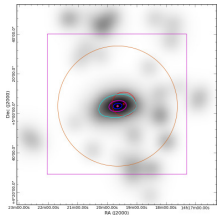

0337 GAUSS

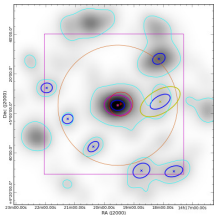

0340 IRREGULAR

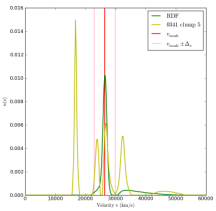

0340 MAJOR-MULTI

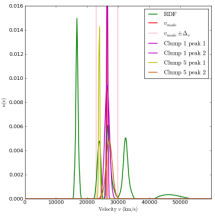

0340 0-2 RDF

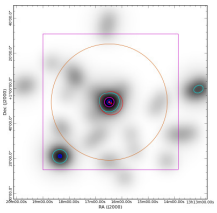

0340 GAUSS

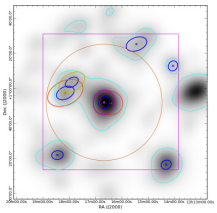

0341 IRREGULAR

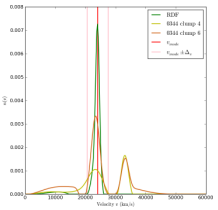

0341 MAJOR-MULTI

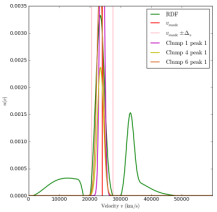

0341 1-2 RDF

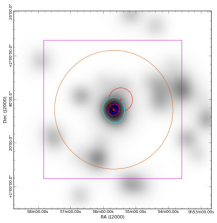

0341 GAUSS

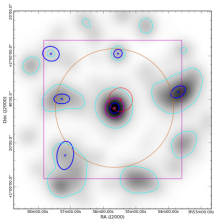

0344 REGULAR

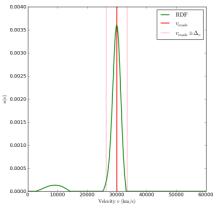

0344 MAJOR-MULTI

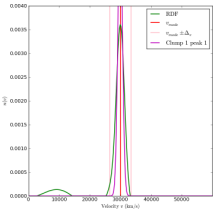

0344 0-2 RDF

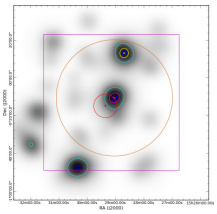

0344 GAUSS

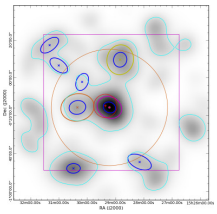

0345 REGULAR

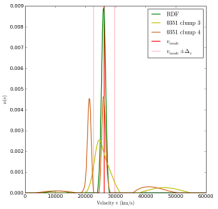

0345 REGULAR

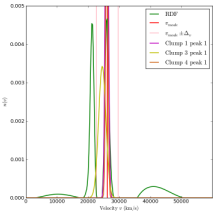

0345 - RDF

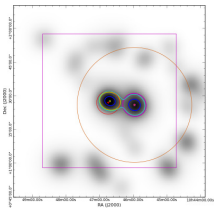

0345 GAUSS

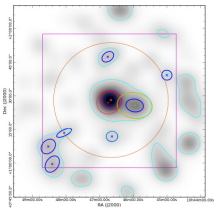

0351 REGULAR

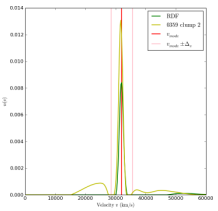

0351 MAJOR-MULTI

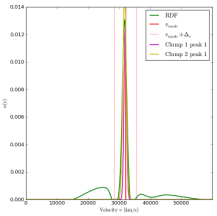

0351 0-2 RDF

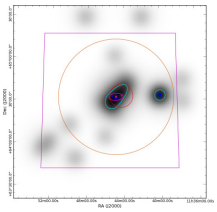

0351 GAUSS

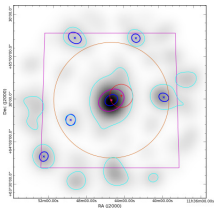

0359 MAJOR-BI

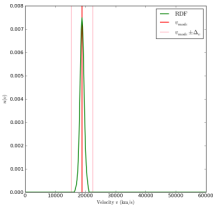

0359 MAJOR-BI

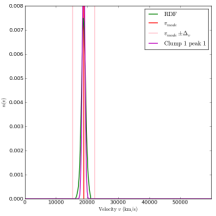

0359 0-1 RDF

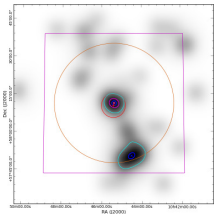

0359 GAUSS

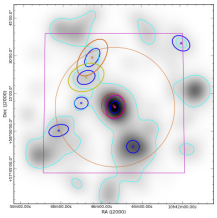

0360 IRREGULAR

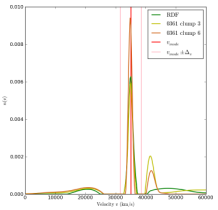

0360 REGULAR

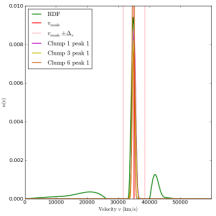

0360 - RDF

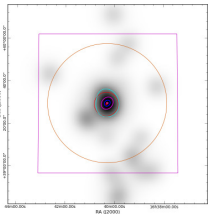

0360 GAUSS

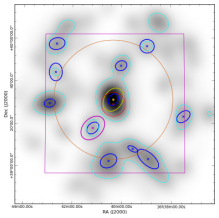

0361 REGULAR

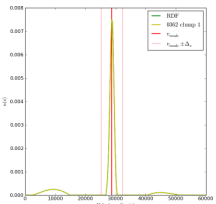

0361 MAJOR-MULTI


0361 0-2 RDF

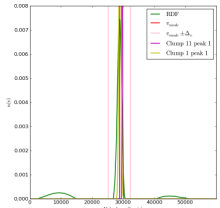

0361 GAUSS


0362 REGULAR

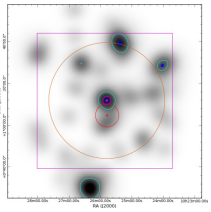

0362 MAJOR-BI

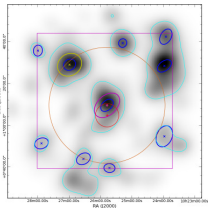


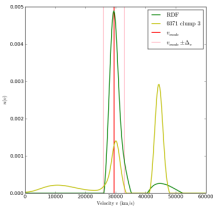
0362 0-1 RDF



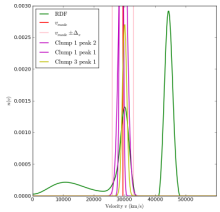
0362 GAUSS


0371 REGULAR

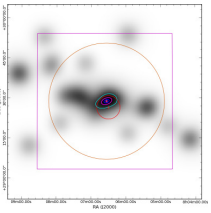

0371 MAJOR-MULTI

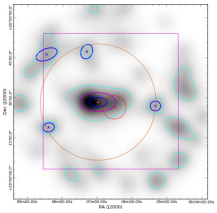


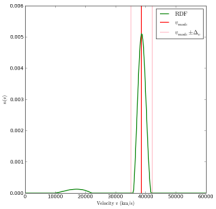
0371 1-1 RDF



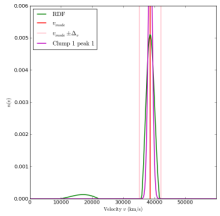
0371 GAUSS


0379 IRREGULAR

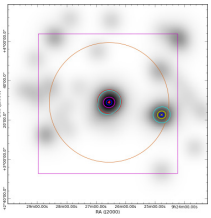

0379 IRREGULAR

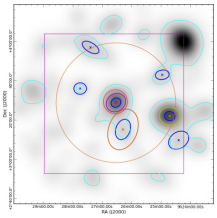


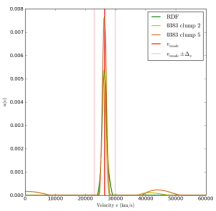
0379 ELL RDF



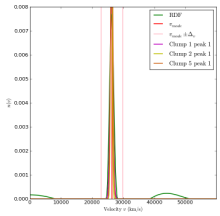
0379 GAUSS


0383 REGULAR

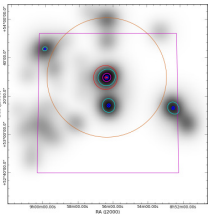

0383 MAJOR-MULTI

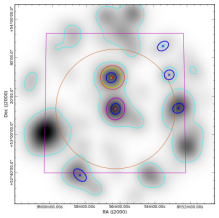


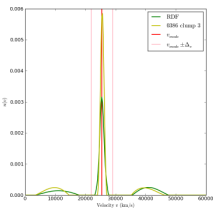
0383 0-2 RDF



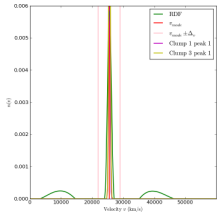
0383 GAUSS


0386 IRREGULAR

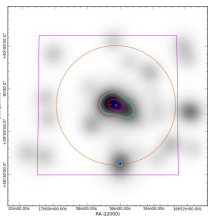

0386 MAJOR-BI

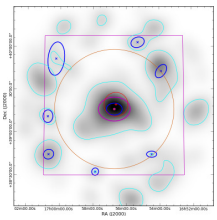


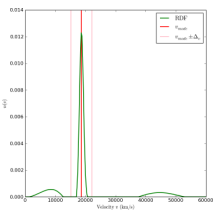
0386 0-1 RDF



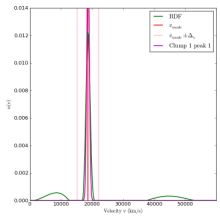
0386 GAUSS


0387 IRREGULAR

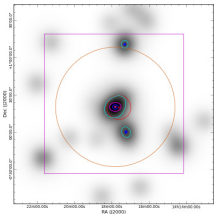

0387 IRREGULAR



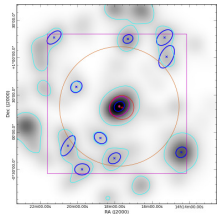
0387 SKEW-KURT RDF



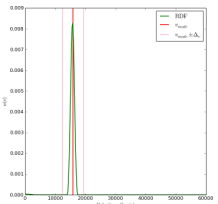
0387 GAUSS



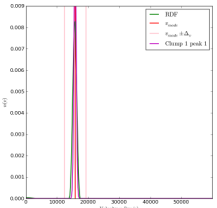
0395 IRREGULAR



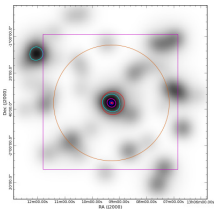
0395 REGULAR



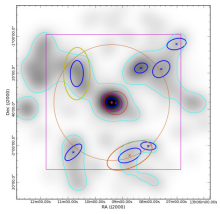
0395 - RDF



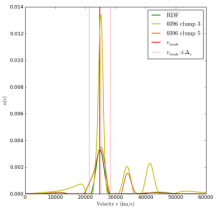
0395 GAUSS



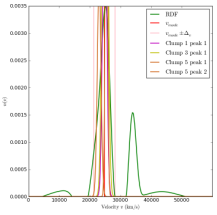
0396 REGULAR



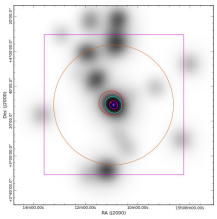
0396 MAJOR-MULTI



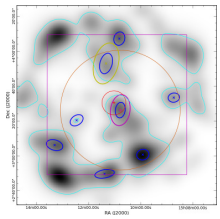
0396 0-3 RDF



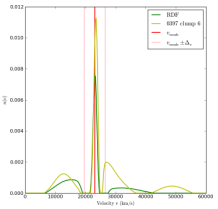
0396 GAUSS



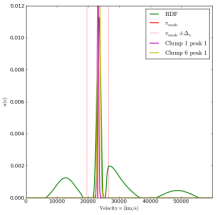
0397 REGULAR



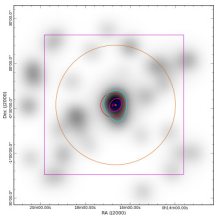
0397 MAJOR-BI



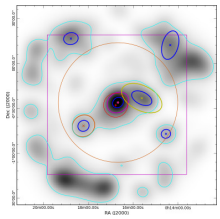
0397 0-1 RDF



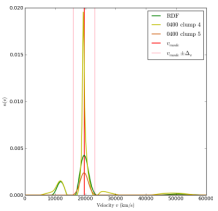
0397 GAUSS



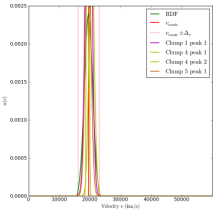
0400 REGULAR



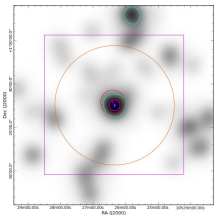
0400 MAJOR-MULTI



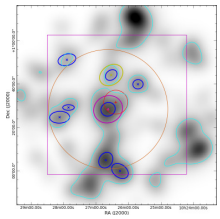
0400 0-3 RDF



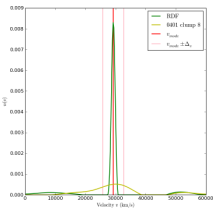
0400 GAUSS



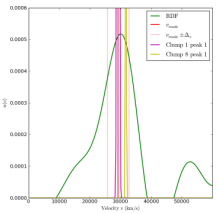
0401 REGULAR



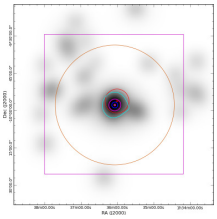
0401 MAJOR-BI



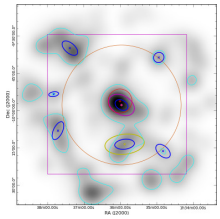
0401 0-1 RDF



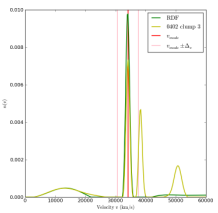
0401 GAUSS



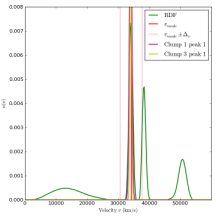
0402 REGULAR



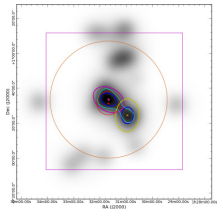
0402 MAJOR-BI

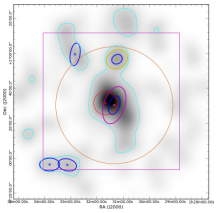


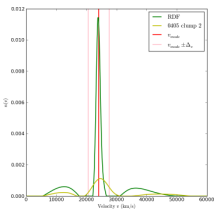
0402 0-1 RDF

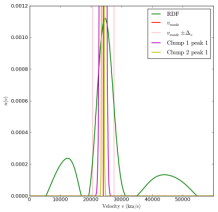


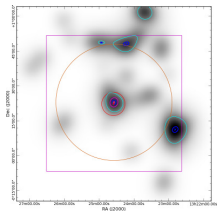
0402 GAUSS

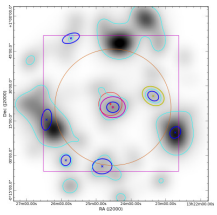

0405 MAJOR-BI

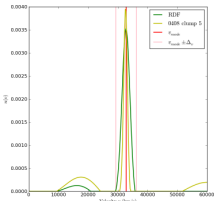

0405 MAJOR-BI

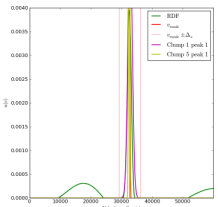

0405 0-1 RDF

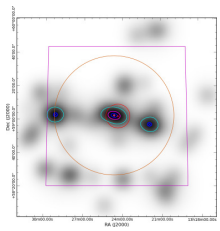

0405 GAUSS

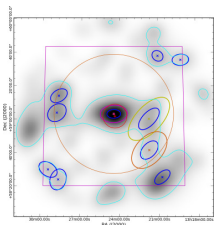

0408 REGULAR

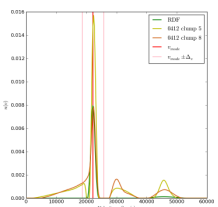

0408 MAJOR-BI

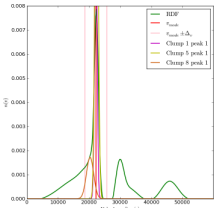

0408 0-1 RDF

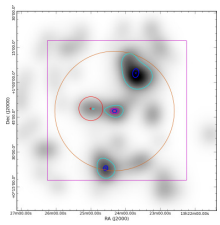

0408 GAUSS

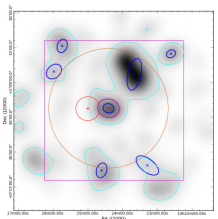

0412 IRREGULAR

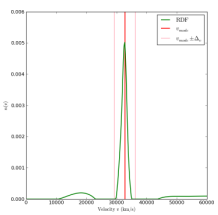

0412 MAJOR-MULTI

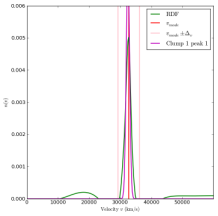

0412 0-2 RDF

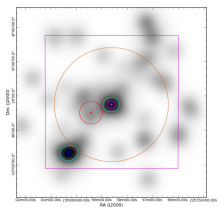

0412 GAUSS

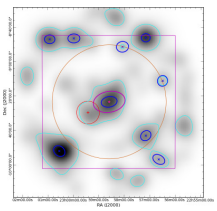

0421 IRREGULAR

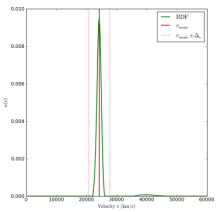

0421 REGULAR

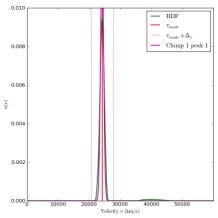

0421 - RDF

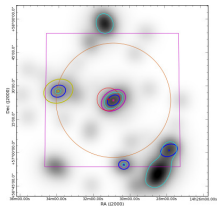

0421 GAUSS

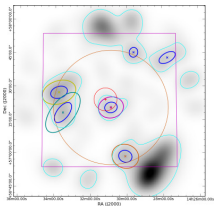

0424 REGULAR

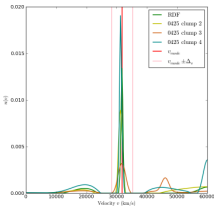

0424 IRREGULAR

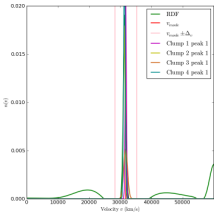

0424 ELL RDF

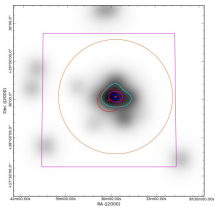

0424 GAUSS


0425 REGULAR

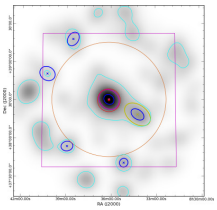

0425 MAJOR-MULTI


0425 0-3 RDF

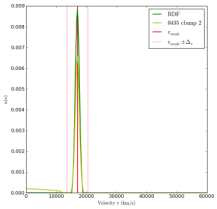

0425 GAUSS



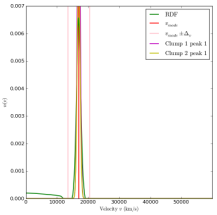
0435 REGULAR



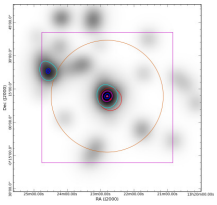
0435 MAJOR-BI



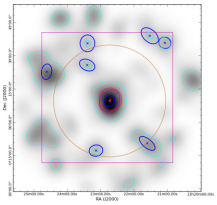
0435 0-1 RDF



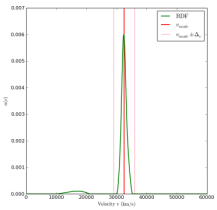
0435 GAUSS



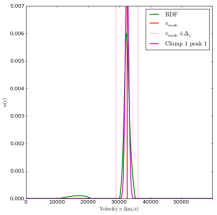
0438 REGULAR



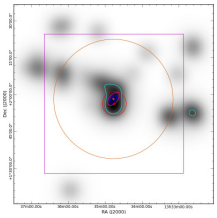
0438 REGULAR



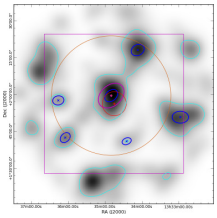
0438 - RDF



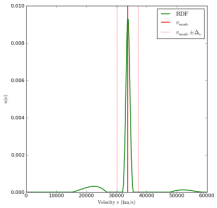
0438 GAUSS



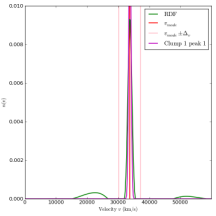
0441 IRREGULAR



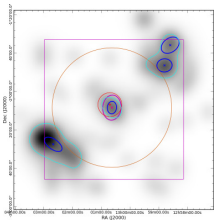
0441 REGULAR



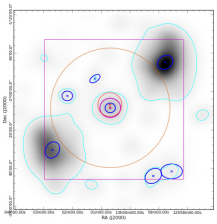
0441 - RDF



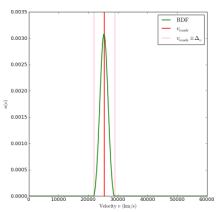
0441 GAUSS



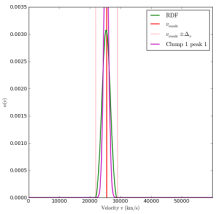
0442 REGULAR



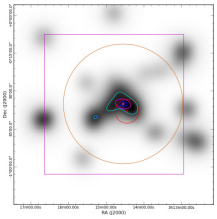
0442 REGULAR



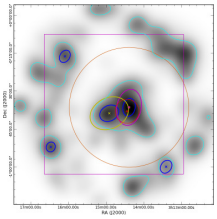
0442 - RDF



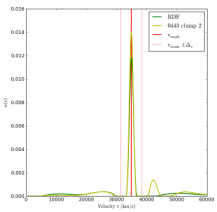
0442 GAUSS



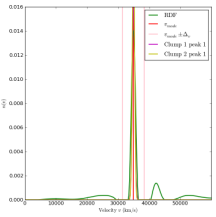
0443 IRREGULAR



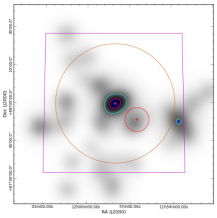
0443 MAJOR-BI



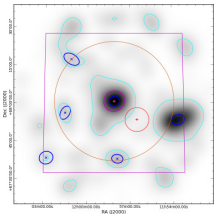
0443 0-1 RDF



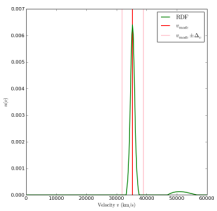
0443 GAUSS



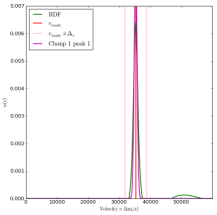
0445 REGULAR



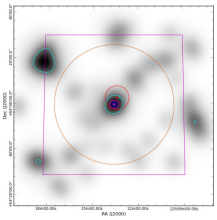
0445 REGULAR

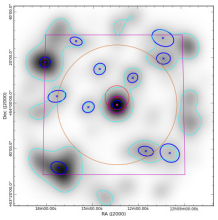


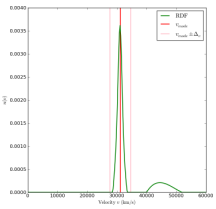
0445 - RDF

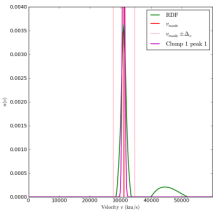


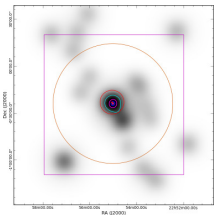
0445 GAUSS

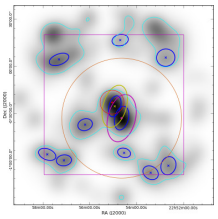

0446 REGULAR

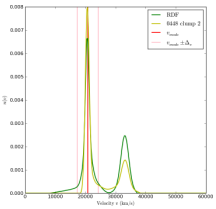

0446 REGULAR

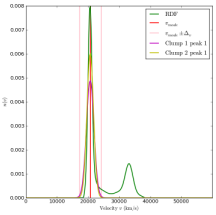

0446 - RDF

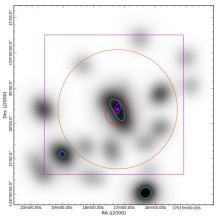

0446 GAUSS

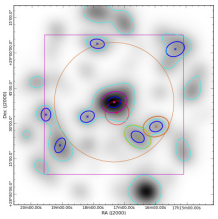

0448 IRREGULAR

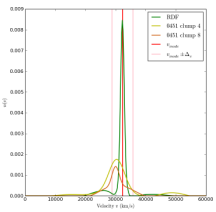

0448 MAJOR-BI

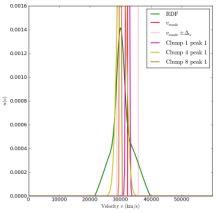

0448 0-1 RDF

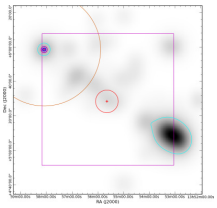

0448 GAUSS

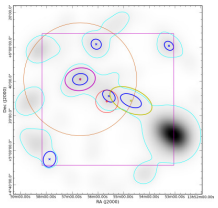

0451 IRREGULAR

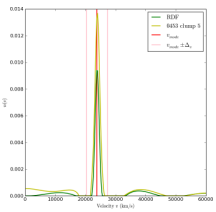

0451 MAJOR-MULTI

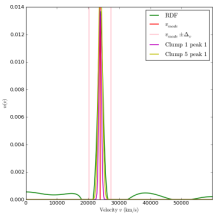

0451 0-2 RDF

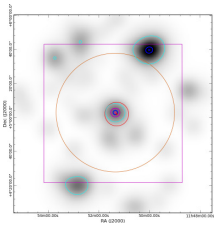

0451 GAUSS

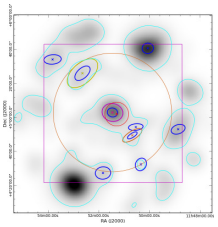

0453 IRREGULAR

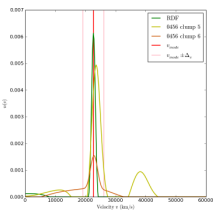

0453 MAJOR-BI

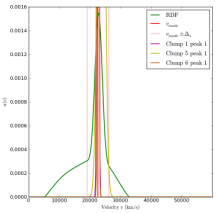

0453 0-1 RDF

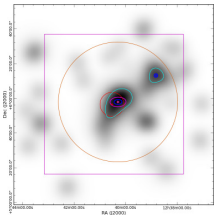

0453 GAUSS

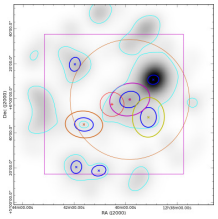

0456 REGULAR

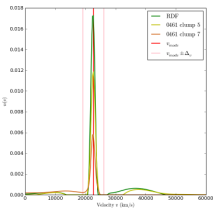

0456 MAJOR-MULTI

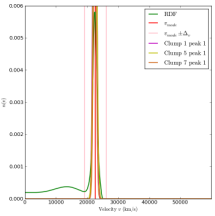

0456 0-2 RDF

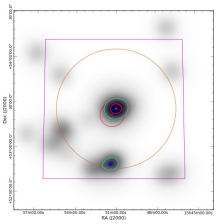

0456 GAUSS

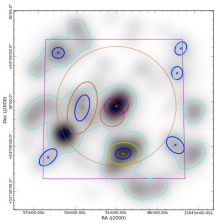

0461 IRREGULAR

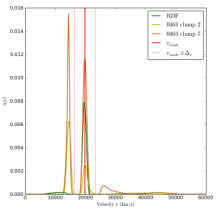

0461 MAJOR-MULTI


0461 0-2 RDF

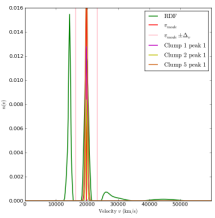

0461 GAUSS


0463 REGULAR

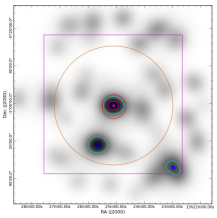

0463 MAJOR-MULTI

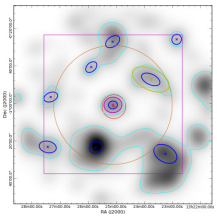


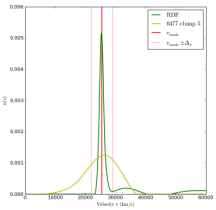
0463 0-2 RDF



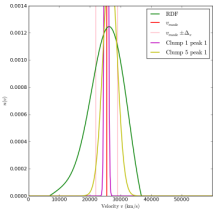
0463 GAUSS


0477 REGULAR

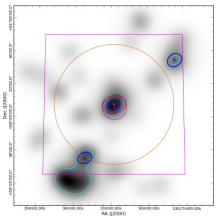

0477 MAJOR-BI

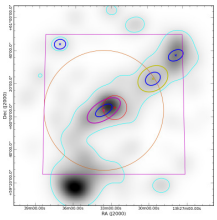


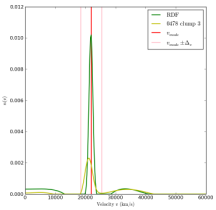
0477 0-1 RDF



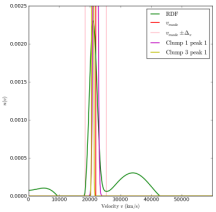
0477 GAUSS


0478 REGULAR

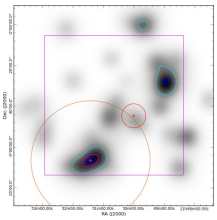

0478 MAJOR-BI

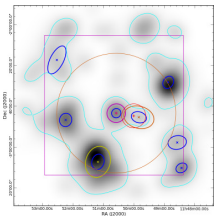


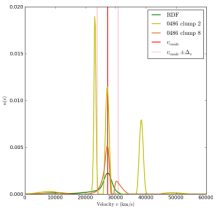
0478 0-1 RDF



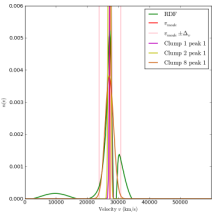
0478 GAUSS


0486 IRREGULAR

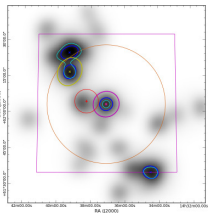

0486 MAJOR-MULTI

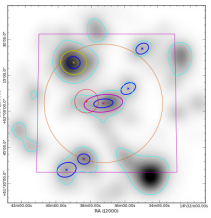


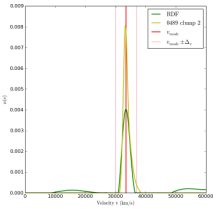
0486 0-2 RDF



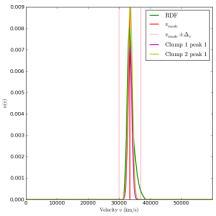
0486 GAUSS


0489 REGULAR

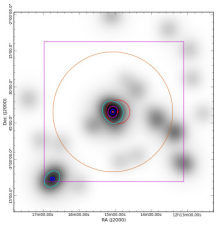

0489 MAJOR-BI

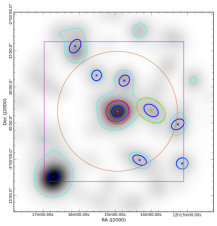


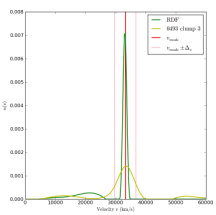
0489 0-1 RDF



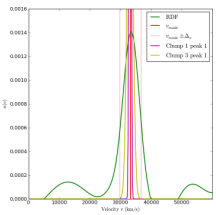
0489 GAUSS


0493 REGULAR

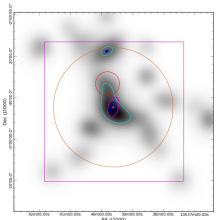

0493 MAJOR-BI

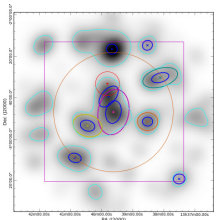


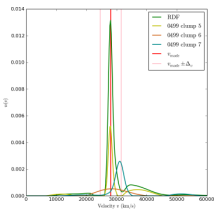
0493 0-1 RDF



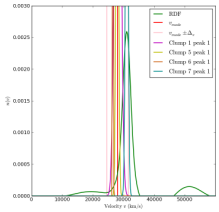
0493 GAUSS


0499 IRREGULAR

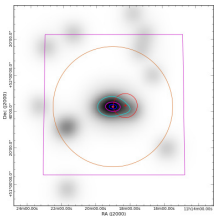

0499 MAJOR-MULTI

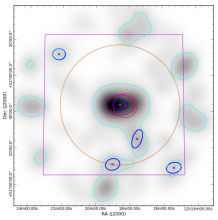


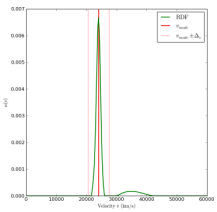
0499 0-3 RDF



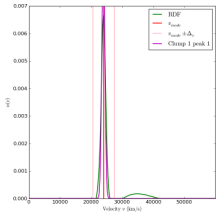
0499 GAUSS


0500 IRREGULAR

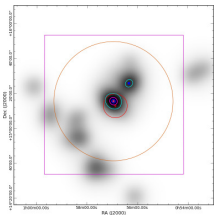

0500 IRREGULAR

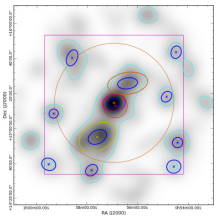


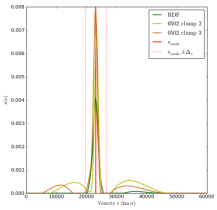
0500 ELL RDF



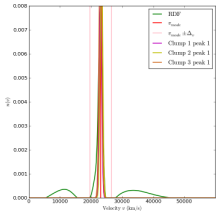
0500 GAUSS


0502 IRREGULAR

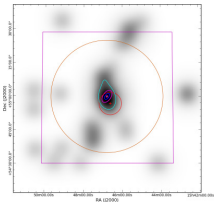

0502 MAJOR-MULTI

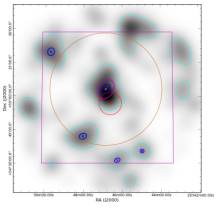


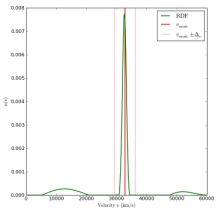
0502 0-2 RDF



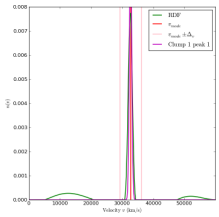
0502 GAUSS


0504 IRREGULAR

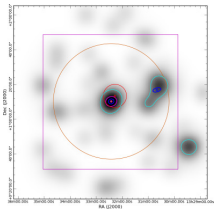

0504 REGULAR

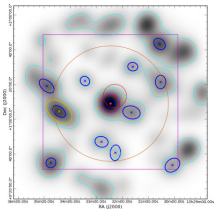


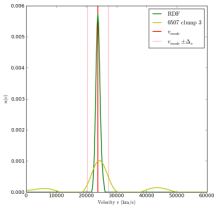
0504 - RDF



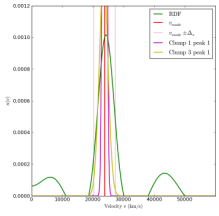
0504 GAUSS


0507 REGULAR

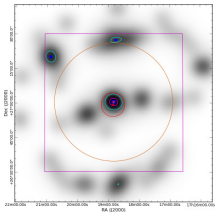

0507 MAJOR-BI

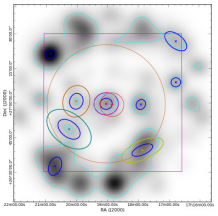


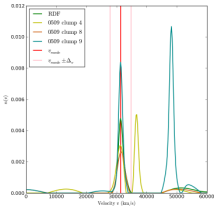
0507 0-1 RDF



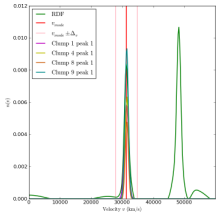
0507 GAUSS


0509 REGULAR

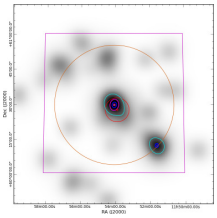

0509 MAJOR-MULTI

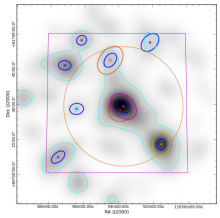


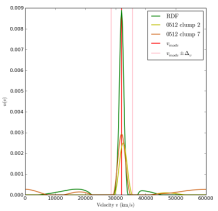
0509 0-3 RDF



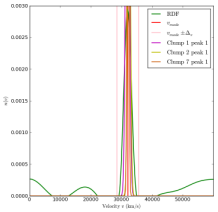
0509 GAUSS


0512 REGULAR

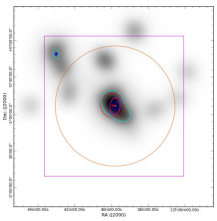

0512 MAJOR-MULTI

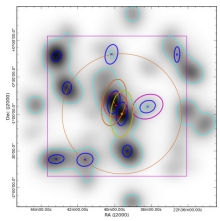


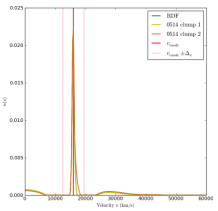
0512 0-2 RDF



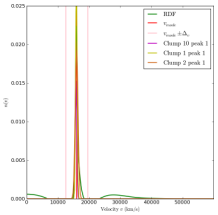
0512 GAUSS


0514 IRREGULAR

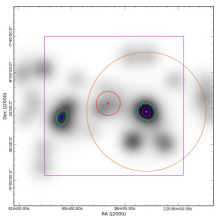

0514 MAJOR-MULTI

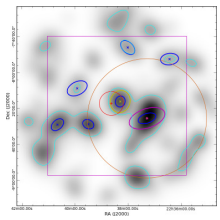


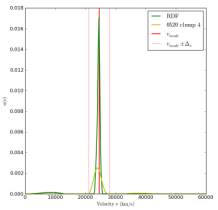
0514 0-2 RDF



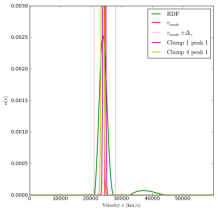
0514 GAUSS


0520 REGULAR

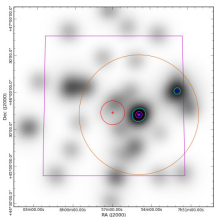

0520 MAJOR-BI

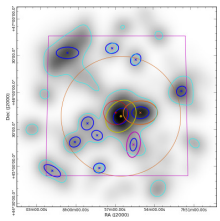


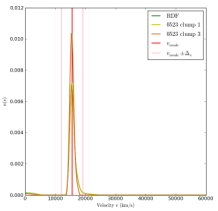
0520 0-1 RDF



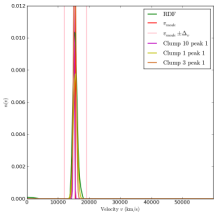
0520 GAUSS


0523 REGULAR

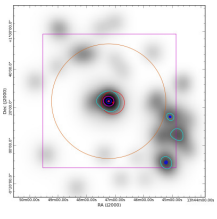

0523 MAJOR-MULTI

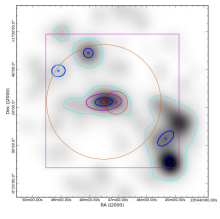


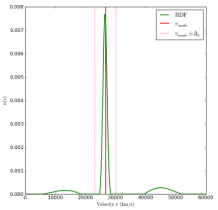
0523 0-2 RDF



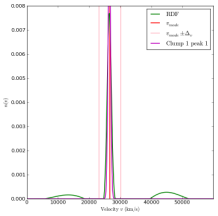
0523 GAUSS


0527 IRREGULAR

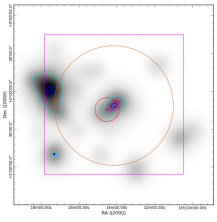

0527 IRREGULAR

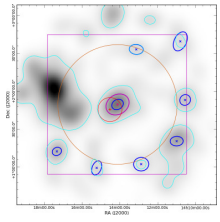


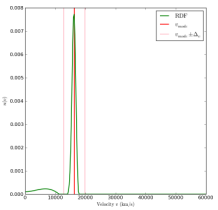
0527 ELL RDF



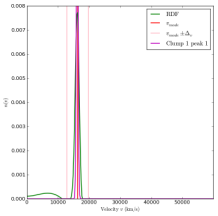
0527 GAUSS


0528 IRREGULAR

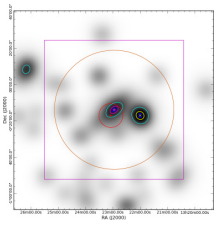

0528 IRREGULAR



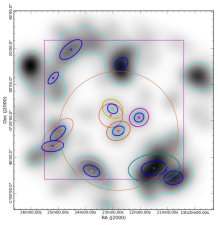
0528 SKEW RDF



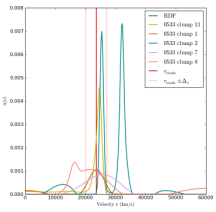
0528 GAUSS



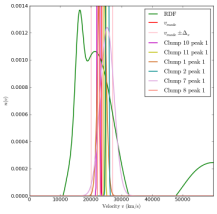
0533 MAJOR-BI



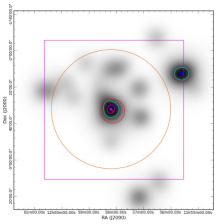
0533 MAJOR-MULTI



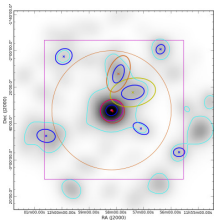
0533 0-5 RDF



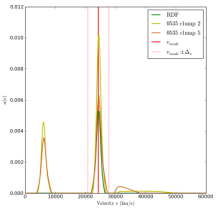
0533 GAUSS



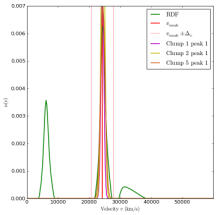
0535 REGULAR



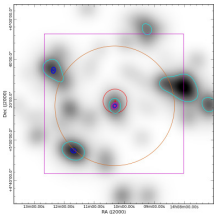
0535 MAJOR-MULTI



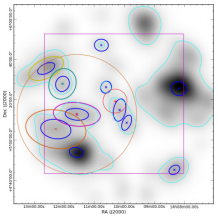
0535 0-2 RDF



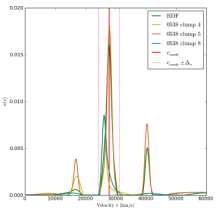
0535 GAUSS



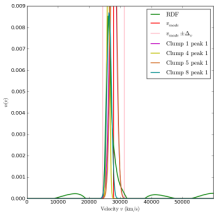
0538 IRREGULAR



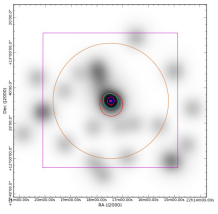
0538 MAJOR-MULTI



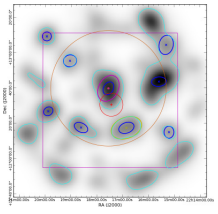
0538 0-3 RDF



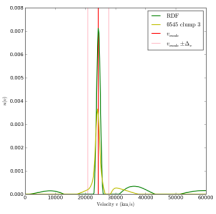
0538 GAUSS



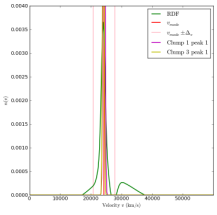
0545 IRREGULAR



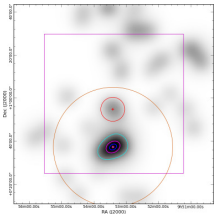
0545 MAJOR-BI



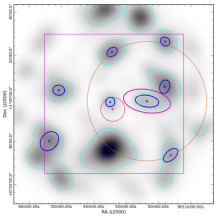
0545 0-1 RDF



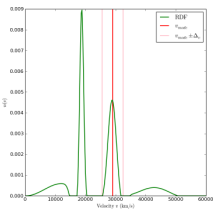
0545 GAUSS



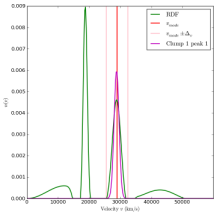
0556 REGULAR



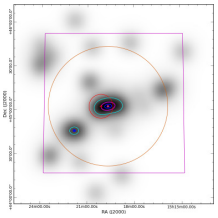
0556 IRREGULAR



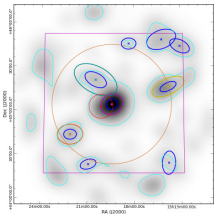
0556 ELL RDF



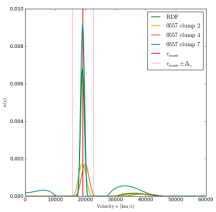
0556 GAUSS



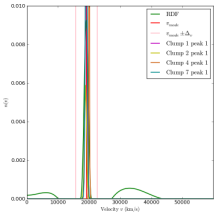
0557 IRREGULAR



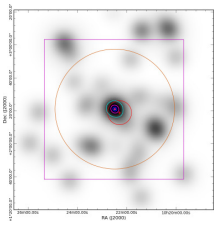
0557 MAJOR-MULTI



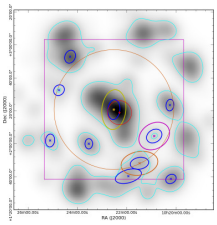
0557 0-3 RDF



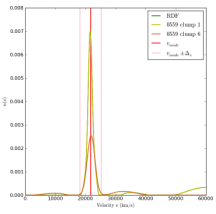
0557 GAUSS



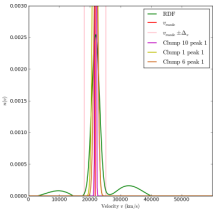
0559 REGULAR



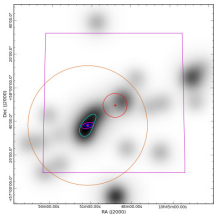
0559 MAJOR-MULTI



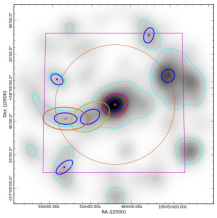
0559 0-2 RDF



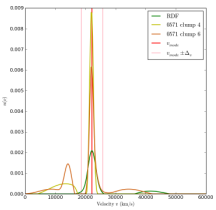
0559 GAUSS



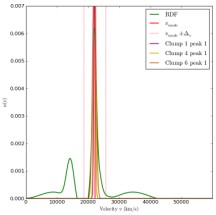
0571 IRREGULAR



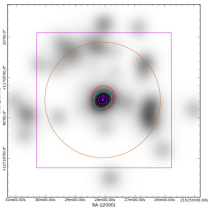
0571 MAJOR-MULTI



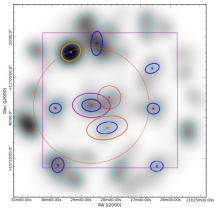
0571 0-2 RDF



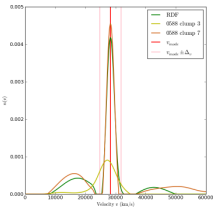
0571 GAUSS



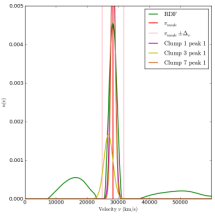
0588 REGULAR



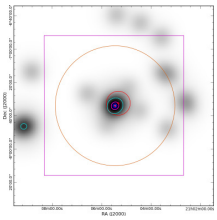
0588 MAJOR-MULTI



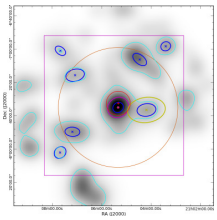
0588 0-2 RDF



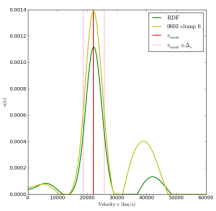
0588 GAUSS



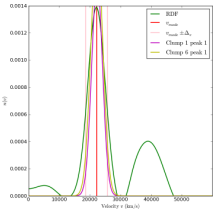
0603 REGULAR



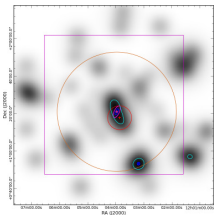
0603 MAJOR-BI



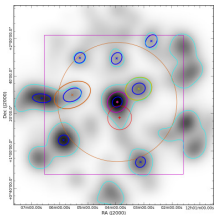
0603 0-1 RDF



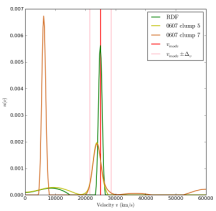
0603 GAUSS



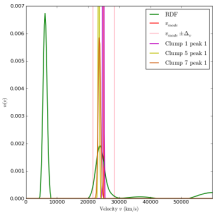
0607 IRREGULAR



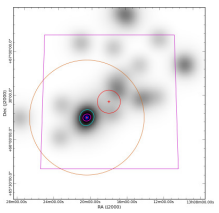
0607 MAJOR-MULTI



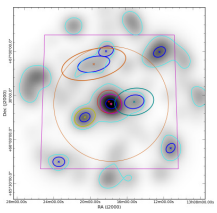
0607 0-2 RDF



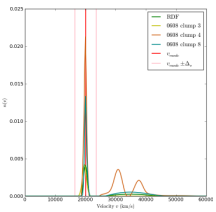
0607 GAUSS



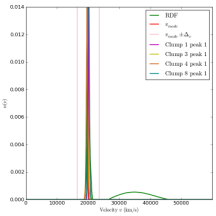
0608 IRREGULAR



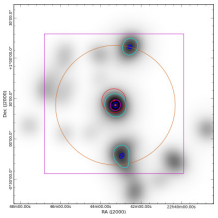
0608 MAJOR-MULTI

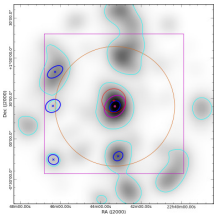


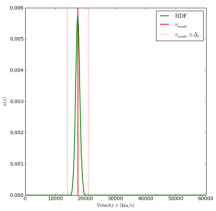
0608 0-3 RDF

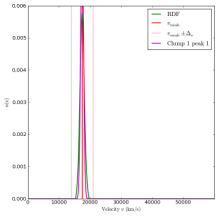


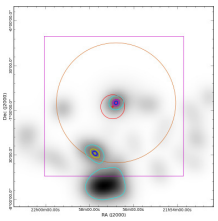
0608 GAUSS

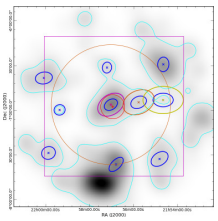

0609 REGULAR

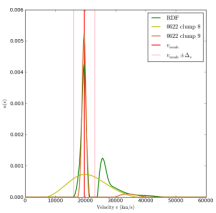

0609 REGULAR

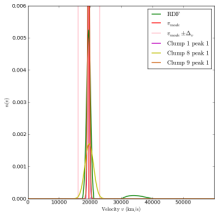

0609 - RDF

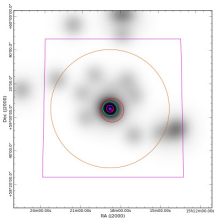

0609 GAUSS

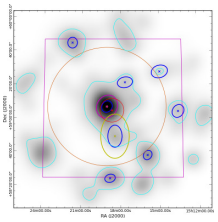

0622 IRREGULAR

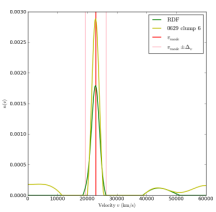

0622 MINOR-MULTI

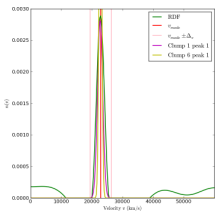

0622 0-2 RDF

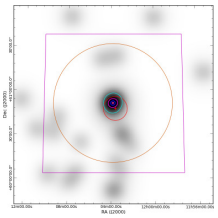

0622 GAUSS

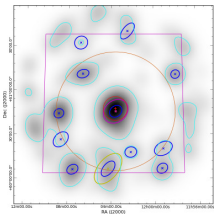

0629 REGULAR

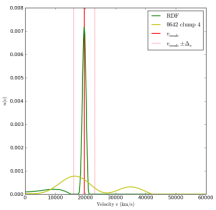

0629 MAJOR-BI

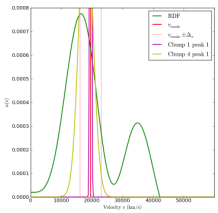

0629 0-1 RDF

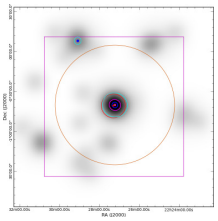

0629 GAUSS

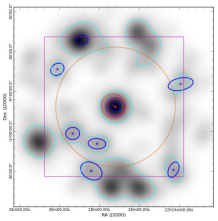

0642 REGULAR

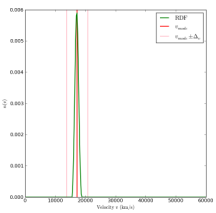

0642 MAJOR-BI

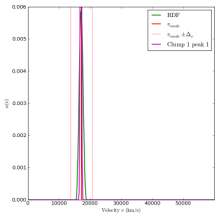

0642 0-1 RDF

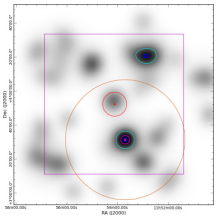

0642 GAUSS

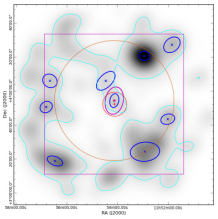

0644 REGULAR

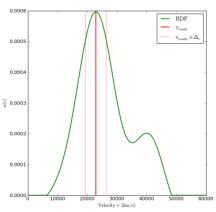

0644 REGULAR

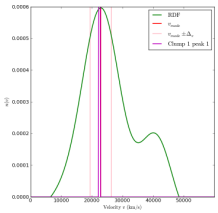

0644 - RDF

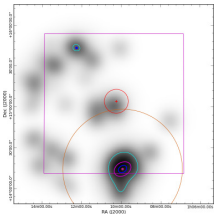

0644 GAUSS


0646 REGULAR

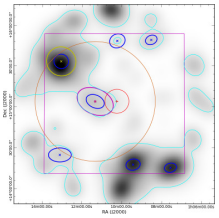

0646 IRREGULAR


0646 ELL RDF

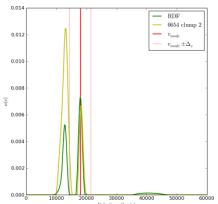

0646 GAUSS



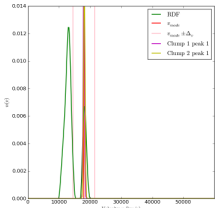
0654 REGULAR



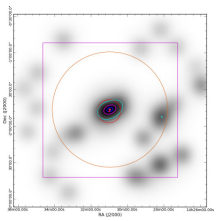
0654 MAJOR-BI



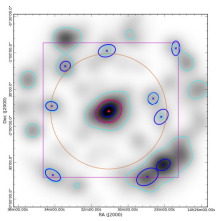
0654 0-1 RDF



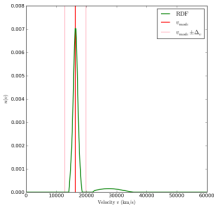
0654 GAUSS



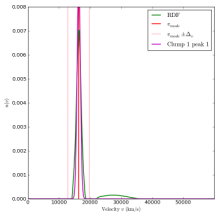
0655 IRREGULAR



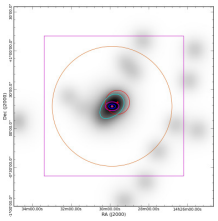
0655 REGULAR



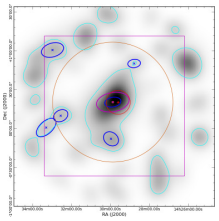
0655 - RDF



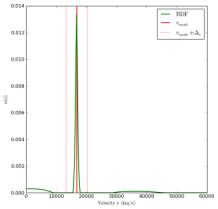
0655 GAUSS



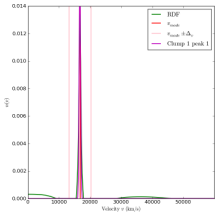
0658 IRREGULAR



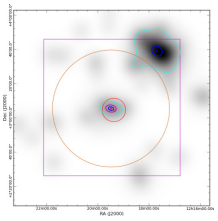
0658 IRREGULAR



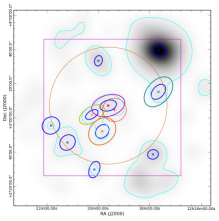
0658 ELL RDF



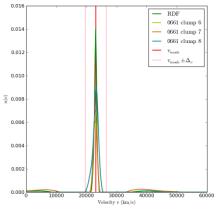
0658 GAUSS



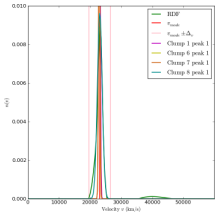
0661 IRREGULAR



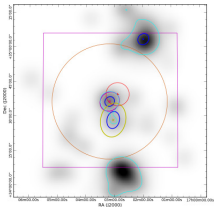
0661 MAJOR-MULTI



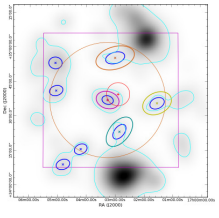
0661 0-3 RDF



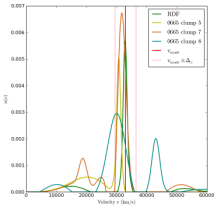
0661 GAUSS



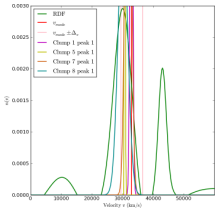
0665 MAJOR-MULTI



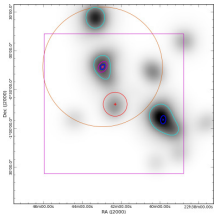
0665 MAJOR-MULTI



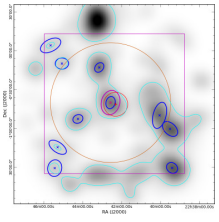
0665 0-3 RDF



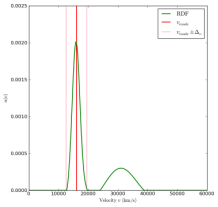
0665 GAUSS



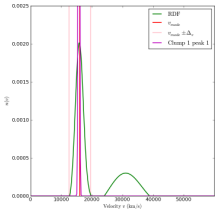
0671 IRREGULAR



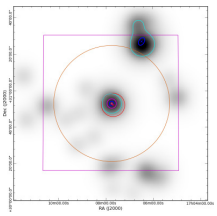
0671 REGULAR



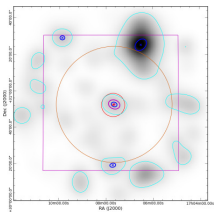
0671 - RDF



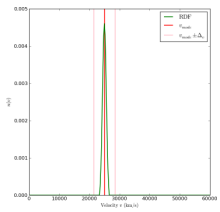
0671 GAUSS



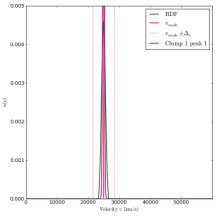
0680 REGULAR



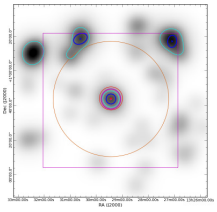
0680 REGULAR



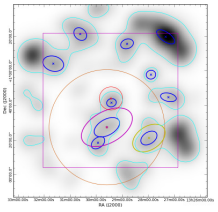
0680 - RDF



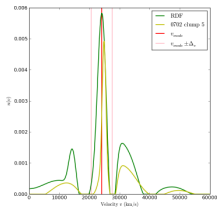
0680 GAUSS



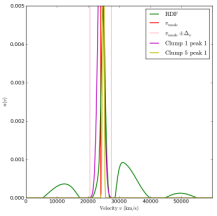
0702 REGULAR



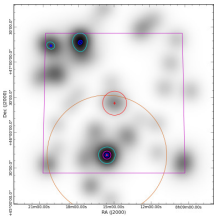
0702 MAJOR-BI



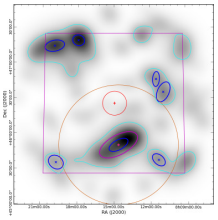
0702 0-1 RDF



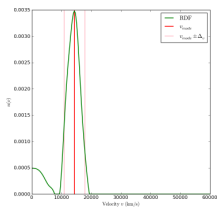
0702 GAUSS



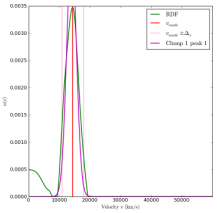
0730 REGULAR



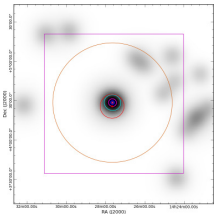
0730 IRREGULAR



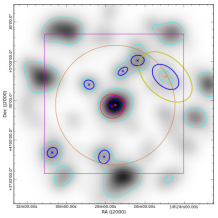
0730 ELL RDF



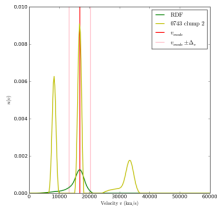
0730 GAUSS



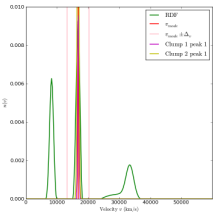
0743 REGULAR



0743 MAJOR-BI



0743 0-1 RDF



0743 GAUSS

Annexe D

Réduction des données

Dans le cadre de la collaboration franco-américaine DAFT/FADA (Guennou et al., 2010), j'ai été amené à effectuer et à réduire des observations d'amas. Après avoir présenté le projet DAFT/FADA, les observations que j'ai réalisées sont présentées. Enfin la méthode de réduction que j'ai utilisée est développée.

D.1 Le projet DAFT/FADA

Le projet DAFT/FADA est une collaboration franco-américaine dont l'objet est l'étude de l'énergie sombre au travers des amas de galaxies. Cette étude est basée sur l'analyse du weak lensing de 91 amas observés par le télescope spatial Hubble et pour lesquels des observations optiques multibandes complémentaires ont été réalisées. L'objectif de ces observations complémentaires est de mesurer les redshifts photométriques des galaxies avec grande précision (avec une erreur sur le redshift inférieure à 0.05). L'échantillon d'amas est constitué d'amas massifs ($M \geq 3 \times 10^{14}\,\mathrm{M}_{\odot}$) situés à haut redshift ($z \in [0.4; 0.9]$).

D.2 Les observations

Dans le cadre des observations complémentaires, j'ai participé à des observations sur l'instrument américain SOAR à Cerro Pachon, au Chili. La table D.1 contient les informations sur les amas observés et sur les bandes utilisées.

En raison des temps de pose importants (de l'ordre d'une heure) et en raison de la géométrie des CCD de l'instrument, une dizaine de poses ont été réalisées pour chaque amas. En effet, avec de longs temps de pose, les images sont contaminées par le passage de satellites, ce qui masque une partie de l'image. Concernant l'instrument, SOAR est composé de quatre capteurs CCD dont la disposition est représentée sur l'image D.1. Un espace de largeur égale à 102 pixels est visible entre les deuxième et troisième CCD. Cet espace n'est donc pas observé par l'instrument.

Une méthode pour s'affranchir du problème des satellites consiste à réaliser plusieurs observations sur de courts temps de pose puis de sommer les images en prenant en compte le passage des satellites (cette méthode est décrite dans la section suivante). Dans ce projet, l'espace entre les CCD centraux est comblé durant les différentes poses sur des temps courts : le pointage du télescope est changé afin qu'une zone centrale non observée lors d'une pose ne le soit pas durant les autres

TABLE D.1 – Observations menées sur l'instrument SOAR.

Nom de l'amas	Bandes observées	Temps de pose
CL_J0152.7-1357	B	1h36m
	V	54m
BMW-HRI	B	1h36m
	V	54m
	R	12h3m
	i'	54m
	z'	2h13m
KSR2006_CBI	B	1h20m
	V	54m
	R	1h23m
	i'	54m
	z'	1h20m
WARP	V	54m

poses. Pour le SOAR, cela consiste à décaler le télescope d'un angle équivalent à 102 pixels dans la direction des lignes des CCD.

L'observation de ces amas a nécessité trois nuits complètes d'observation sur le télescope.

Par ailleurs, afin de calibrer la photométrie, des étoiles standards ont été observées durant les trois nuits d'observation.

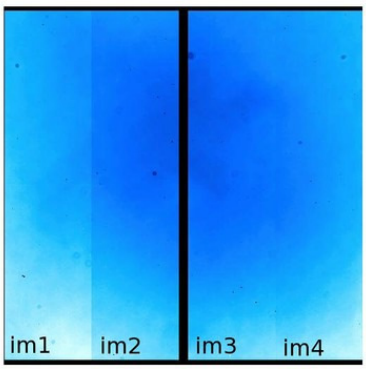


FIGURE D.1 – Disposition des CCD de l'instrument SOAR. Un trou de largeur égale à 102 pixels est visible entre le deuxième et le troisième CCD.

D.3 La réduction des données

Après avoir acquis les images, j'ai réalisé leur réduction l'aide d'un pipeline mis au point par Christophe Adami. L'objectif de la réduction de ces données est de réaliser les corrections standards d'images astronomiques, à savoir prise en compte du courant d'obscurité (Dark) et de la réponse des CCD (Flatfield), puis de sommer les images d'un amas donné. La réduction d'un amas donné a été effectuée de la manière suivante.

Pour chaque image d'un amas, l'image brute est transformée en image réduite en lui soustrayant le courant d'obscurité et en la divisant par la réponse des CCD. L'astrométrie des images est ensuite réalisée correspondre les pixels entre les différentes images. Les images sont alors « sommées » pixel par pixel. Si une simple somme des intensités des pixels des différentes images était réalisée, les pixels contaminés par la trace des satellites, les pixels chauds, etc., seraient pris en compte dans l'image finale. Or la contribution de telles pixels peut être supérieure à celle de tous les autres pixels correspondant à la même coordonnée. Pour retirer ces pixels, la somme réalisée ici consiste, pour un position donnée, à prendre la valeur médiane des intensités des pixels. De cette manière, la trace des satellites visibles sur une image ne contamine pas l'image finale.

La mise en œuvre de cette procédure a été réalisée avec les logiciels MIDAS, SExtractor, Scamp et Swarp.

Liste des Abréviations

2dFGRS *Two degree Field Galaxy Redshift Survey*

2MASS *Two Microns All-Sky Survey*

AGN *Active Galaxy Nuclei*

AIC *Akaike Information Criterion*

AMF *Adaptive Matched Filter*

BCG *Brightest Cluster Galaxy*

BIC *Bayesian Information Criterion*

BRG *Bright Red Galaxy*

CDM *Cold Dark Matter*

CMB *Cosmic Microwave Background*

COBE *COsmic Background Explorer*

DES *Dark Energy Survey*

DR *Data Release*

FDV *Fonction de Distribution des Vitesses radiales*

HIFLUGCS *HIghest X-ray FLUx Galaxy Cluster Sample*

HMF *Hybrid Matched Filters*

LSST *Large Synoptic Survey Telescope*

MF *Matched Filter*

NGC *New General Catalog*

ROSAT *RÖntgenSAtellit*

SDSS *Sloan Digital Sky Survey*

SExtractor *Source Extractor*

SN *SuperNova*

SZ *Sunyaev-Zel'dovich (effet)*

WMAP *Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*

XMM-Newton *X-ray Multi-Mirror-Newton*

Bibliographie

Aarseth, S. J. 1974, *Dynamical evolution of simulated star clusters. I - Isolated models*, A&A, 35, 237 (cité en pages 38 et 52)

Aarseth, S. J. & Lecar, M. 1975, *Computer simulations of stellar systems*, ARA&A, 13, 1 (cité en pages 38 et 52)

Abazajian, K., Adelman-McCarthy, J. K., Agüeros, M. A., et al. 2004, *The Second Data Release of the Sloan Digital Sky Survey*, AJ, 128, 502 (cité en page 147)

Abazajian, K. N., Adelman-McCarthy, J. K., Agüeros, M. A., et al. 2009, *The Seventh Data Release of the Sloan Digital Sky Survey*, ApJS, 182, 543 (cité en page 142)

Abell, G. O. 1958, *The Distribution of Rich Clusters of Galaxies.*, ApJS, 3, 211 (cité en pages 7, 21, 139 et 196)

Abell, G. O., Corwin, Jr., H. G., & Olowin, R. P. 1989, *A catalog of rich clusters of galaxies*, ApJS, 70, 1 (cité en page 193)

Adami, C. & Ulmer, M. P. 2000, *Uncertainties on clusters of galaxies distances*, A&A, 361, 13 (cité en page 176)

Ade, P. A. R., Aikin, R. W., Barkats, D., et al. 2014, *Detection of B-Mode Polarization at Degree Angular Scales by BICEP2*, Physical Review Letters, 112, 241101 (cité en page 8)

Adelman-McCarthy, J. K., Agüeros, M. A., Allam, S. S., et al. 2008, *The Sixth Data Release of the Sloan Digital Sky Survey*, ApJS, 175, 297 (cité en page 142)

Aguerri, J. A. L. & Sánchez-Janssen, R. 2010, *A study of catalogued nearby galaxy clusters in the SDSS-DR4. II. Cluster substructure*, A&A, 521, A28 (cité en pages 190, 197 et 203)

Aguilar, L. A. 2008, in Lecture Notes in Physics, Berlin Springer Verlag, Vol. 740, A Pan-Chromatic View of Clusters of Galaxies and the Large-Scale Structure, ed. M. Plionis, O. López-Cruz, & D. Hughes, 71 (cité en pages 32, 33 et 34)

Ahn, C. P., Alexandroff, R., Allende Prieto, C., et al. 2014, *The Tenth Data Release of the Sloan Digital Sky Survey : First Spectroscopic Data from the SDSS-III Apache Point Observatory Galactic Evolution Experiment*, ApJS, 211, 17 (cité en pages 142 et 149)

Akaike, H. 1973, in Second International Symposium on Information Theory, ed. K. T. E. Parzen & G. Katigawa, 267–281 (cité en page 114)

Alpher, R. A. & Herman, R. C. 1948, *On the Relative Abundance of the Elements*, Physical Review, 74, 1737 (cité en page 9)

Alshino, A., Khosroshahi, H., Ponman, T., et al. 2010, *Luminosity functions of XMM-LSS C1 galaxy clusters*, MNRAS, 401, 941 (cité en page 31)

Anderson, T. W. 1962, *On the Distribution of the Two-Sample Cramér-von Mises Criterion*, The Annals of Mathematical Statistics, 33, pp. 1148 (cité en page 60)

Anderson, T. W. & Darling, D. A. 1952, *Asymptotic Theory of Certain "Goodness of Fit" Criteria Based on Stochastic Processes*, The Annals of Mathematical Statistics, 23, pp. 193 (cité en pages 59 et 198)

Annis, J., Kent, S., Castander, F., et al. 1999, in Bulletin of the American Astronomical Society, Vol. 31, American Astronomical Society Meeting Abstracts, 1391 (cité en page 145)

Ashman, K. M., Bird, C. M., & Zepf, S. E. 1994, *Detecting bimodality in astronomical datasets*, AJ, 108, 2348 (cité en page 53)

Bahcall, N. A. 1973, *Core Radii of Clusters of Galaxies at Different Redshifts*, ApJ, 180, 699 (cité en page 35)

Bahcall, N. A. 1975, *Core radii and central densities of 15 rich clusters of galaxies.*, ApJ, 198, 249 (cité en page 38)

Bahcall, N. A. & Cen, R. 1993, *The mass function of clusters of galaxies*, ApJ, 407, L49 (cité en pages 19 et 20)

Bahcall, N. A., McKay, T. A., Annis, J., et al. 2003, *A Merged Catalog of Clusters of Galaxies from Early Sloan Digital Sky Survey Data*, ApJS, 148, 243 (cité en pages 144 et 146)

Baier, F. W. 1983, *Secondary maxima in the radial galaxy distribution of clusters of galaxies and subclustering*, Astronomische Nachrichten, 304, 211 (cité en pages 191, 192, 193 et 194)

Balogh, M. L. & McGee, S. L. 2010, *Implications of the remarkable homogeneity of galaxy groups and clusters*, MNRAS, 402, L59 (cité en page 148)

Bamford, S. P., Nichol, R. C., Baldry, I. K., et al. 2009, *Galaxy Zoo : the dependence of morphology and colour on environment*, MNRAS, 393, 1324 (cité en page 148)

Banfield, J. D. & Raftery, A. E. 1993, *Model-Based Gaussian and Non-Gaussian Clustering*, Biometrics, 49, 803 (cité en page 114)

Barrow, J. D., Bhavsar, S. P., & Sonoda, D. H. 1985, *Minimal spanning trees, filaments and galaxy clustering*, MNRAS, 216, 17 (cité en page 68)

Bautz, L. P. & Morgan, W. W. 1970, *On the Classification of the Forms of Clusters of Galaxies*, ApJ, 162, L149+ (cité en pages 4, 49, 50 et 51)

Beers, T. C., Flynn, K., & Gebhardt, K. 1990, *Measures of location and scale for velocities in clusters of galaxies - A robust approach*, AJ, 100, 32 (cité en pages 4, 119 et 120)

Beers, T. C., Geller, M. J., & Huchra, J. P. 1982, *Galaxy clusters with multiple components. I - The dynamics of Abell 98*, ApJ, 257, 23 (cité en page 37)

Beijersbergen, M., Hoekstra, H., van Dokkum, P. G., & van der Hulst, T. 2002, *U-, B- and r-band luminosity functions of galaxies in the Coma cluster*, MNRAS, 329, 385 (cité en page 31)

Bekki, K. 2013, *Simulating galaxy evolution with a non-universal stellar initial mass function*, MNRAS, 436, 2254 (cité en page 207)

Bekki, K. 2014, *Galactic star formation enhanced and quenched by ram pressure in groups and clusters*, MNRAS, 438, 444 (cité en pages 27 et 28)

Berrington, R. C. & Dermer, C. D. 2003, *Nonthermal Particles and Radiation Produced by Cluster Merger Shocks*, ApJ, 594, 709 (cité en pages 43 et 44)

Bhavsar, S. P. & Ling, E. N. 1988, *Are the filaments real ?*, ApJ, 331, L63 (cité en page 68)

Binney, J. & Tremaine, S. 1987, Galactic dynamics (cité en pages 32, 33, 34 et 40)

Bird, C. M. 1993, *Substructure, Dynamics and Evolution in Clusters of Galaxies*, PASP, 105, 1495 (cité en pages 73 et 74)

Bird, C. M. 1994, *Substructure in clusters and central galaxy peculiar velocities*, AJ, 107, 1637 (cité en page 4)

Bird, C. M. & Beers, T. C. 1993, *Astronomical applications of distribution shape estimators*, AJ, 105, 1596 (cité en pages 37, 56, 57, 79, 193 et 195)

Biviano, A., Durret, F., Gerbal, D., et al. 1996, *Unveiling hidden structures in the Coma cluster.*, A&A, 311, 95 (cité en page 40)

Biviano, A., Murante, G., Borgani, S., et al. 2006, *On the efficiency and reliability of cluster mass estimates based on member galaxies*, A&A, 456, 23 (cité en page 208)

Blanton, M. R., Brinkmann, J., Csabai, I., et al. 2003, *Estimating Fixed-Frame Galaxy Magnitudes in the Sloan Digital Sky Survey*, AJ, 125, 2348 (cité en page 148)

Blanton, M. R., Lupton, R. H., Schlegel, D. J., et al. 2005, *The Properties and Luminosity Function of Extremely Low Luminosity Galaxies*, ApJ, 631, 208 (cité en page 31)

Böhringer, H., Voges, W., Huchra, J. P., et al. 2000, *The Northern ROSAT All-Sky (NORAS) Galaxy Cluster Survey. I. X-Ray Properties of Clusters Detected as Extended X-Ray Sources*, ApJS, 129, 435 (cité en pages 176 et 177)

Bond, J. R., Kofman, L., & Pogosyan, D. 1996, *How filaments of galaxies are woven into the cosmic web*, Nature, 380, 603 (cité en page 14)

Borgani, S. 2008, in Lecture Notes in Physics, Berlin Springer Verlag, Vol. 740, A Pan-Chromatic View of Clusters of Galaxies and the Large-Scale Structure, ed. M. Plionis, O. López-Cruz, & D. Hughes, 287 (cité en pages 10 et 12)

Borgani, S., Rosati, P., Tozzi, P., et al. 2001, *Measuring Ω_m with the ROSAT Deep Cluster Survey*, ApJ, 561, 13 (cité en pages 19 et 20)

Boyce, P. J., Phillipps, S., Jones, J. B., et al. 2001, *The nature of the dwarf population in Abell 868*, MNRAS, 328, 277 (cité en page 31)

Briel, U. G., Henry, J. P., Schwarz, R. A., et al. 1991, *The X-ray morphology of the relaxed cluster of galaxies A2256. I - Evidence for a merger event*, A&A, 246, L10 (cité en page 1)

Buote, D. A. & Tsai, J. C. 1995, *Quantifying the Morphologies and Dynamical Evolution of Galaxy Clusters. I. The Method*, ApJ, 452, 522 (cité en pages 4, 42, 61, 62 et 63)

Burgett, W. S., Vick, M. M., Davis, D. S., et al. 2004, *Substructure analysis of selected low-richness 2dFGRS clusters of galaxies*, MNRAS, 352, 605 (cité en pages 66, 78, 192, 193, 196, 199, 205 et 206)

Chandrasekhar, S. 1942, Principles of stellar dynamics (cité en page 32)

Chilingarian, I. V., Melchior, A.-L., & Zolotukhin, I. Y. 2010, *Analytical approximations of K-corrections in optical and near-infrared bands*, MNRAS, 405, 1409 (cité en page 151)

Chilingarian, I. V. & Zolotukhin, I. Y. 2012, *A universal ultraviolet-optical colour-colour-magnitude relation of galaxies*, MNRAS, 419, 1727 (cité en page 151)

Cohn, J. D. & White, M. 2005, *The formation histories of galaxy clusters*, Astroparticle Physics, 24, 316 (cité en pages 15, 16, 17, 41, 42, 43, 76, 198 et 205)

Cohn, J. D. & White, M. 2008, *Dark matter halo abundances, clustering and assembly histories at high redshift*, MNRAS, 385, 2025 (cité en pages 15, 16 et 41)

Coles, P. & Lucchin, F. 1995, Cosmology. The origin and evolution of cosmic structure (cité en page 22)

Colless, M. 1999, in Large-Scale Structure in the Universe, ed. G. Efstathiou & et al., 105 (cité en page 140)

Colless, M. & Dunn, A. M. 1996, *Structure and Dynamics of the Coma Cluster*, ApJ, 458, 435 (cité en page 74)

Crawford, C. S., Sanders, J. S., & Fabian, A. C. 2005, *The giant Hα/X-ray filament in the cluster of galaxies A1795*, MNRAS, 361, 17 (cité en page 41)

Csabai, I., Budavári, T., Connolly, A. J., et al. 2003, *The Application of Photometric Redshifts to the SDSS Early Data Release*, AJ, 125, 580 (cité en pages 82, 142, 143 et 161)

Cypriano, E. S., Mendes de Oliveira, C. L., & Sodré, Jr., L. 2006, *Velocity Dispersion, Mass, and the Luminosity Function of the Fossil Cluster RX J1416.4+2315*, AJ, 132, 514 (cité en page 31)

D'Agostino, R. and Pearson, E. S. 1973, *Tests for departure from normality. Empirical results for the distributions of b2 and* $\sqrt{b1}$, Biometrika, 60, 613 (cité en pages 56, 57, 174, 224 et 225)

D'Agostino, R. B. & Stephens, M. A. 1986, Goodness-of-fit techniques (cité en page 59)

D'Agostino, R. B. & Tietjen, G. L. 1971, *Simulation probability points of b2 for small samples*, Biometrika, 58, 669 (cité en pages 56, 57, 174, 224 et 225)

D'Agostino, R. B. & Tietjen, G. L. 1973, *Approaches to the null distribution of* $\sqrt{b1}$, Biometrika, 60, 169 (cité en pages 174, 224 et 225)

Davis, M., Efstathiou, G., Frenk, C. S., & White, S. D. M. 1985, *The evolution of large-scale structure in a universe dominated by cold dark matter*, ApJ, 292, 371 (cité en page 70)

de Bernardis, P., Ade, P. A. R., Bock, J. J., et al. 2000, *A flat Universe from high-resolution maps of the cosmic microwave background radiation*, Nature, 404, 955 (cité en page 8)

de Filippis, E., Paolillo, M., Longo, G., et al. 2011, *The luminosity function of the NoSOCS galaxy cluster sample*, MNRAS, 414, 2771 (cité en page 31)

Dempster, A. P., Laird, N. M., & Rubin, D. B. 1977, *Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm (with discussion)*, Journal of the Royal Statistical Society, 39 (cité en pages 53 et 114)

Donahue, M., Voit, G. M., O'Dea, C. P., Baum, S. A., & Sparks, W. B. 2005, *Two Clusters of Galaxies with Radio-quiet Cooling Cores*, ApJ, 630, L13 (cité en page 200)

Dressler, A. 1980, *A catalog of morphological types in 55 rich clusters of galaxies*, ApJS, 42, 565 (cité en pages 72 et 194)

Dressler, A. & Shectman, S. A. 1988a, *A catalog of 1268 radial velocities in 15 rich clusters*, AJ, 95, 284 (cité en pages 194 et 195)

Dressler, A. & Shectman, S. A. 1988b, *Evidence for substructure in rich clusters of galaxies from radial-velocity measurements*, AJ, 95, 985 (cité en pages 1, 70, 71, 72, 73, 192, 194 et 195)

Dressler, A. M. 1976, PhD thesis, California Univ., Santa Cruz. (cité en page 194)

Driver, S. P., Phillipps, S., Davies, J. I., Morgan, I., & Disney, M. J. 1994, *Dwarf Galaxies at Z=0.2 - Photometry of the Cluster ABELL :963*, MNRAS, 268, 393 (cité en page 31)

Einasto, M., Vennik, J., Nurmi, P., et al. 2012, *Multimodality in galaxy clusters from SDSS DR8 : substructure and velocity distribution*, A&A, 540, A123 (cité en pages 1, 53, 78, 79, 190, 192, 193, 198, 205 et 206)

Einstein, A. 1915, *Die Feldgleichungen der Gravitation*, Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften (Berlin), Seite 844-847., 844 (cité en pages 1, 7 et 8)

Eke, V. R., Cole, S., Frenk, C. S., & Patrick Henry, J. 1998a, *Measuring Omega_0 using cluster evolution*, MNRAS, 298, 1145 (cité en pages 19 et 20)

Eke, V. R., Navarro, J. F., & Frenk, C. S. 1998b, *The Evolution of X-Ray Clusters in a Low-Density Universe*, ApJ, 503, 569 (cité en pages 15, 16 et 41)

Escalera, E., Biviano, A., Girardi, M., et al. 1994, *Structures in Galaxy Clusters*, ApJ, 423, 539 (cité en pages 66, 193 et 195)

Evrard, A. E., MacFarland, T. J., Couchman, H. M. P., et al. 2002, *Galaxy Clusters in Hubble Volume Simulations : Cosmological Constraints from Sky Survey Populations*, ApJ, 573, 7 (cité en page 18)

Evrard, A. E., Mohr, J. J., Fabricant, D. G., & Geller, M. J. 1993, *A Morphology-Cosmology Connection for X-Ray Clusters*, ApJ, 419, L9 (cité en pages 20 et 209)

Fadda, D., Slezak, E., & Bijaoui, A. 1998, *Density estimation with non-parametric methods*, A&AS, 127, 335 (cité en pages 100, 105 et 161)

Fassbender, R., Böhringer, H., Nastasi, A., et al. 2011, *The x-ray luminous galaxy cluster population at* $0.9 < z \lesssim 1.6$ *as revealed by the XMM-Newton Distant Cluster Project*, New Journal of Physics, 13, 125014 (cité en page 207)

Feretti, L., Giovannini, G., Govoni, F., & Murgia, M. 2012, *Clusters of galaxies : observational properties of the diffuse radio emission*, A&A Rev., 20, 54 (cité en page 25)

Ferrari, C., Benoist, C., Maurogordato, S., Cappi, A., & Slezak, E. 2005, *Dynamical state and star formation properties of the merging galaxy cluster Abell 3921*, A&A, 430, 19 (cité en pages 42, 43 et 108)

Finch, S. J. 1977, *Robust Univariate Test of Symmetry*, Journal of the American Statistical Association, 72, pp. 387 (cité en page 56)

Finn, R. A., Balogh, M. L., Zaritsky, D., Miller, C. J., & Nichol, R. C. 2008, *Mass and Redshift Dependence of Star Formation in Relaxed Galaxy Clusters*, ApJ, 679, 279 (cité en pages 77 et 208)

Fitchett, M. & Webster, R. 1987, *Substructure in the Coma Cluster*, ApJ, 317, 653 (cité en pages 67 et 70)

Fitchett, M. J. 1988, in Astronomical Society of the Pacific Conference Series, Vol. 5, The Minnesota lectures on Clusters of Galaxies and Large-Scale Structure, ed. J. M. Dickey, 143–174 (cité en page 67)

Fixsen, D. J., Cheng, E. S., Gales, J. M., et al. 1996, *The Cosmic Microwave Background Spectrum from the Full COBE FIRAS Data Set*, ApJ, 473, 576 (cité en page 9)

Flin, P. & Krywult, J. 2006, *Substructures in Abell clusters of galaxies*, A&A, 450, 9 (cité en pages 66, 192, 193, 196 et 206)

Forman, W. & Jones, C. 1982, *X-ray-imaging observations of clusters of galaxies*, ARA&A, 20, 547 (cité en page 4)

Friedmann, A. 1922, *Über die Krümmung des Raumes*, Zeitschrift fur Physik, 10, 377 (cité en page 7)

Fukugita, M., Ichikawa, T., Gunn, J. E., et al. 1996, *The Sloan Digital Sky Survey Photometric System*, AJ, 111, 1748 (cité en pages 141 et 148)

Gamow, G. 1948a, *The Evolution of the Universe*, Nature, 162, 680 (cité en page 9)

Gamow, G. 1948b, *The Origin of Elements and the Separation of Galaxies*, Physical Review, 74, 505 (cité en page 9)

Gascoigne, S. C. B. & Burr, E. J. 1956, *Surface photometry of the globular clusters 47 Tucanae and Omega Centauri*, MNRAS, 116, 570 (cité en page 36)

Gebhardt, K. & Beers, T. C. 1991, *Bound populations around cD galaxies and cD velocity offsets in clusters of galaxies*, ApJ, 383, 72 (cité en page 58)

Geller, M. J. & Beers, T. C. 1982, *Substructure within clusters of galaxies*, PASP, 94, 421 (cité en pages 1, 4, 66, 192, 193 et 194)

Girardi, M., Aguerri, J. A. L., De Grandi, S., et al. 2014, *Fossil group origins. III. The relation between optical and X-ray luminosities*, A&A, 565, A115 (cité en page 148)

Girardi, M., Escalera, E., Fadda, D., et al. 1997, *Optical Substructures in 48 Galaxy Clusters : New Insights from a Multiscale Analysis*, ApJ, 482, 41 (cité en pages 71, 192 et 195)

González, R. E., Lares, M., Lambas, D. G., & Valotto, C. 2006, *The faint-end of the galaxy luminosity function in groups*, A&A, 445, 51 (cité en page 31)

Gott, III, R. J. 1973, *Dynamics of Rotating Stellar Systems : Collapse and Violent Relaxation*, ApJ, 186, 481 (cité en pages 38 et 52)

Guennou, L., Adami, C., Ulmer, M. P., et al. 2010, *The DAFT/FADA survey. I. Photometric redshifts along lines of sight to clusters in the z = [0.4, 0.9] interval*, A&A, 523, A21 (cité en page 379)

Gunn, J. E., Carr, M., Rockosi, C., et al. 1998, *The Sloan Digital Sky Survey Photometric Camera*, AJ, 116, 3040 (cité en pages 141 et 172)

Hansen, S. M., McKay, T. A., Wechsler, R. H., et al. 2005, *Measurement of Galaxy Cluster Sizes, Radial Profiles, and Luminosity Functions from SDSS Photometric Data*, ApJ, 633, 122 (cité en pages 31 et 145)

Hashimoto, Y., Böhringer, H., Henry, J. P., & Hasinger, G. 2008, in Astronomical Society of the Pacific Conference Series, Vol. 399, Panoramic Views of Galaxy Formation and Evolution, ed. T. Kodama, T. Yamada, & K. Aoki, 386 (cité en page 43)

Hashimoto, Y., Böhringer, H., Henry, J. P., Hasinger, G., & Szokoly, G. 2007, *Robust quantitative measures of cluster X-ray morphology, and comparisons between cluster characteristics*, A&A, 467, 485 (cité en page 61)

Heath, D. J. 1977, *The growth of density perturbations in zero pressure Friedmann-Lemaitre universes*, MNRAS, 179, 351 (cité en page 11)

Hu, W., Sugiyama, N., & Silk, J. 1996, *The Physics of Microwave Background Anisotropies*, ArXiv Astrophysics e-prints (cité en pages 9 et 10)

Hubble, E. P. 1925, *Cepheids in Spiral Nebulae*, Popular Astronomy, 33, 252 (cité en page 7)

Hubble, E. P. 1936, Realm of the Nebulae (cité en page 50)

Ikebe, Y., Makishima, K., Ezawa, H., et al. 1997, *Structure of the X-Ray–emitting Gas in the Hydra A Cluster of Galaxies*, ApJ, 481, 660 (cité en page 26)

Jeans, J. H. 1915, *On the theory of star-streaming and the structure of the universe*, MNRAS, 76, 70 (cité en page 34)

Jenkins, A., Frenk, C. S., Pearce, F. R., et al. 1998, *Evolution of Structure in Cold Dark Matter Universes*, ApJ, 499, 20 (cité en pages 3, 14 et 20)

Jing, Y. P., Mo, H. J., Borner, G., & Fang, L. Z. 1995, *Substructures and density profiles of clusters in models of galaxy formation*, MNRAS, 276, 417 (cité en page 61)

Jones, B. J. T., van de Weygaert, R., & Aragón-Calvo, M. A. 2010, *Fossil evidence for spin alignment of Sloan Digital Sky Survey galaxies in filaments*, MNRAS, 408, 897 (cité en page 41)

Jones, C. & Forman, W. 1992, in NATO ASIC Proc. 366 : Clusters and Superclusters of Galaxies, ed. A. C. Fabian, 49 (cité en page 78)

Jones, C. & Forman, W. 1999, *Einstein Observatory Images of Clusters of Galaxies*, ApJ, 511, 65 (cité en pages 1, 61, 66 et 203)

Katayama, H., Hayashida, K., Takahara, F., & Fujita, Y. 2003, *Properties of the Brightest Cluster Galaxy and Its Host Cluster*, ApJ, 585, 687 (cité en page 207)

Katgert, P., Mazure, A., Perea, J., et al. 1996, *The ESO Nearby Abell Cluster Survey. I. Description of the dataset and definition of physical systems.*, A&A, 310, 8 (cité en page 192)

Kepner, J., Fan, X., Bahcall, N., et al. 1999, *An Automated Cluster Finder : The Adaptive Matched Filter*, ApJ, 517, 78 (cité en page 143)

Kim, R. S. J., Kepner, J. V., Postman, M., et al. 2002, *Detecting Clusters of Galaxies in the Sloan Digital Sky Survey. I. Monte Carlo Comparison of Cluster Detection Algorithms*, AJ, 123, 20 (cité en pages 144 et 146)

King, I. 1962, *The structure of star clusters. I. an empirical density law*, AJ, 67, 471 (cité en pages 35, 36, 37, 39, 40, 41 et 65)

King, I. R. 1966, *The structure of star clusters. III. Some simple dynamical models*, AJ, 71, 64 (cité en pages 34, 37 et 52)

Knebe, A., Pearce, F. R., Lux, H., et al. 2013, *Structure finding in cosmological simulations : the state of affairs*, MNRAS, 435, 1618 (cité en page 70)

Koester, B. P., McKay, T. A., Annis, J., et al. 2007a, *A MaxBCG Catalog of 13,823 Galaxy Clusters from the Sloan Digital Sky Survey*, ApJ, 660, 239 (cité en page 146)

Koester, B. P., McKay, T. A., Annis, J., et al. 2007b, *MaxBCG : A Red-Sequence Galaxy Cluster Finder*, ApJ, 660, 221 (cité en page 146)

Kolokotronis, V., Basilakos, S., Plionis, M., & Georgantopoulos, I. 2001, *Searching for cluster substructure using APM and ROSAT data*, MNRAS, 320, 49 (cité en pages 43, 61, 78, 144, 193, 196 et 198)

Kravtsov, A. V. & Borgani, S. 2012, *Formation of Galaxy Clusters*, ARA&A, 50, 353 (cité en pages 10, 11, 12 et 14)

Kriessler, J. R. & Beers, T. C. 1997, *Substructure in Galaxy Clusters :A Two Dimensional Approach*, AJ, 113, 80 (cité en page 97)

Kronberger, T., Kapferer, W., Ferrari, C., Unterguggenberger, S., & Schindler, S. 2008, *On the influence of ram-pressure stripping on the star formation of simulated spiral galaxies*, A&A, 481, 337 (cité en pages 27 et 28)

Krywult, J. 1997, *Subclustering in six clusters of galaxies.*, Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel, 13, 36 (cité en pages 193 et 195)

Krywult, J. & Flin, P. 1999, in Astronomical Society of the Pacific Conference Series, Vol. 176, Observational Cosmology : The Development of Galaxy Systems, ed. G. Giuricin, M. Mezzetti, & P. Salucci, 113 (cité en pages 64, 66, 191, 193 et 196)

Krywult, J., MacGillivray, H. T., & Flin, P. 1999, *Investigation of subclustering in 18 rich clusters of galaxies using wavelet analysis*, A&A, 351, 883 (cité en pages 66, 191, 193 et 196)

Lee, K. L. 1979, *Multivariate Tests for Clusters*, Journal of the American Statistical Association, 74, pp. 708 (cité en pages 67 et 70)

Loh, Y.-S. & Strauss, M. A. 2006, *The bright end of the luminosity function of red sequence galaxies*, MNRAS, 366, 373 (cité en page 145)

Lynden-Bell, D. 1967, *Statistical mechanics of violent relaxation in stellar systems*, MNRAS, 136, 101 (cité en pages 38, 45 et 52)

MacGillivray, H. T., Martin, R., Pratt, N. M., et al. 1976, *A method for the automatic separation of the images of galaxies and stars from measurements made with the COSMOS machine*, MNRAS, 176, 265 (cité en page 140)

Maddox, S. J., Efstathiou, G., Sutherland, W. J., & Loveday, J. 1990, *The APM galaxy survey. I - APM measurements and star-galaxy separation*, MNRAS, 243, 692 (cité en page 140)

Mallat, S. G. 1989, *A theory for multiresolution signal decomposition : the wavelet representation*, Pattern Analysis and Machine Intelligence, 11, 674 (cité en page 98)

Mantz, A., Allen, S. W., Ebeling, H., & Rapetti, D. 2008, *New constraints on dark energy from the observed growth of the most X-ray luminous galaxy clusters*, MNRAS, 387, 1179 (cité en pages 19 et 21)

Mantz, A., Allen, S. W., Ebeling, H., Rapetti, D., & Drlica-Wagner, A. 2010, *The observed growth of massive galaxy clusters - II. X-ray scaling relations*, MNRAS, 406, 1773 (cité en page 40)

Martinez, J. & Iglewicz, B. 1981, *A Test for Departure from Normality Based on a Biweight Estimator of Scale*, Biometrika, 68, pp. 331 (cité en page 55)

Mather, J. C., Cheng, E. S., Eplee, Jr., R. E., et al. 1990, *A preliminary measurement of the cosmic microwave background spectrum by the Cosmic Background Explorer (COBE) satellite*, ApJ, 354, L37 (cité en page 9)

Maurogordato, S., Proust, D., Beers, T. C., et al. 2000, *Abell 521 : dynamical analysis of a young cluster*, A&A, 355, 848 (cité en page 122)

McLachlan, G. & Peel, D. 1999, *The EMMIX Algorithm for the Fitting of Normal and t-Components*, Journal of Statistical Software, 4, 1 (cité en page 114)

Mendes de Oliveira, C. L., Cypriano, E. S., & Sodré, Jr., L. 2006, *The Luminosity Function of the Fossil Group RX J1552.2+2013*, AJ, 131, 158 (cité en page 31)

Milgrom, M. 1983, *A modification of the Newtonian dynamics as a possible alternative to the hidden mass hypothesis*, ApJ, 270, 365 (cité en page 22)

Miller, C. J., Genovese, C., Nichol, R. C., et al. 2001, *Controlling the False-Discovery Rate in Astrophysical Data Analysis*, AJ, 122, 3492 (cité en page 147)

Miller, C. J., Nichol, R. C., Reichart, D., et al. 2005, *The C4 Clustering Algorithm : Clusters of Galaxies in the Sloan Digital Sky Survey*, AJ, 130, 968 (cité en pages 5, 147, 148, 200 et 204)

Mohr, J. J., Fabricant, D. G., & Geller, M. J. 1993, *An X-ray method for detecting substructure in galaxy clusters - Application to Perseus, A2256, Centaurus, Coma, and Sersic 40/6*, ApJ, 413, 492 (cité en page 61)

Mohr, J. J., O'Shea, B., Evrard, A. E., Bialek, J., & Haiman, Z. 2003, *Studying dark energy with galaxy cluster surveys*, Nuclear Physics B Proceedings Supplements, 124, 63 (cité en pages 20 et 21)

Mosteller, F. & Tukey, J. W. 1977, Data analysis and regression. A second course in statistics (cité en page 120)

Nastasi, A., Böhringer, H., Fassbender, R., et al. 2014, *Kinematic analysis of a sample of X-ray luminous distant galaxy clusters. The L_X - σ_v relation in the $z > 0.6$ universe*, A&A, 564, A17 (cité en page 39)

Navarro, J. F., Frenk, C. S., & White, S. D. M. 1995, *Simulations of X-ray clusters*, MNRAS, 275, 720 (cité en pages 23, 39 et 41)

Navarro, J. F., Frenk, C. S., & White, S. D. M. 1997, *A Universal Density Profile from Hierarchical Clustering*, ApJ, 490, 493 (cité en pages 23, 39, 41 et 144)

Niederste-Ostholt, M., Strauss, M. A., Dong, F., Koester, B. P., & McKay, T. A. 2010, *Alignment of brightest cluster galaxies with their host clusters*, MNRAS, 405, 2023 (cité en pages 146, 207 et 208)

Noonan, T. W. 1973, *List of clusters of galaxies with published redshifts.*, AJ, 78, 26 (cité en page 194)

Oegerle, W. R. & Hill, J. M. 2001, *Dynamics of cD Clusters of Galaxies. IV. Conclusion of a Survey of 25 Abell Clusters*, AJ, 122, 2858 (cité en page 145)

Olsen, L. F., Benoist, C., Cappi, A., et al. 2007, *Galaxy clusters in the CFHTLS. First matched filter candidate catalogue of the Deep fields*, A&A, 461, 81 (cité en page 31)

Oyaizu, H., Lima, M., Cunha, C. E., et al. 2008, *A Galaxy Photometric Redshift Catalog for the Sloan Digital Sky Survey Data Release 6*, ApJ, 674, 768 (cité en pages 142 et 143)

Padmanabhan, T. 1993, Structure Formation in the Universe (cité en page 12)

Pearson, E. S. & Hartley, H. O. 1962, Biometrika Tables for Statisticians (cité en page 57)

Pearson, E. S. & Stephens, M. A. 1964, *The Ratio of Range to Standard Deviation in the Same Normal Sample*, Biometrika, 51, pp. 484 (cité en page 58)

Peebles, P. J. E. 1993, Principles of Physical Cosmology (cité en page 7)

Penzias, A. A. & Wilson, R. W. 1965, *A Measurement of Excess Antenna Temperature at 4080 Mc/s.*, ApJ, 142, 419 (cité en page 9)

Peterson, C. J. & King, I. R. 1975, *The structure of star clusters. VI. Observed radii and structural parameters in globular clusters.*, AJ, 80, 427 (cité en page 38)

Petrosian, V. 1976, *Surface brightness and evolution of galaxies*, ApJ, 209, L1 (cité en page 142)

Pierre, M. 2011, in The X-ray Universe 2011, ed. J.-U. Ness & M. Ehle, 125 (cité en pages 4 et 208)

Pierre, M. 2012, in Science from the Next Generation Imaging and Spectroscopic Surveys (cité en pages 4 et 208)

Pinkney, J., Roettiger, K., Burns, J. O., & Bird, C. M. 1996, *Evaluation of Statistical Tests for Substructure in Clusters of Galaxies*, ApJS, 104, 1 (cité en pages 64, 70, 71, 73 et 74)

Pisani, A. 1993, *A Non-Parametric and Scale-Independent Method for Cluster Analysis - Part One - the Univariate Case*, MNRAS, 265, 706 (cité en page 66)

Pisani, A. 1995, *A non-parametric and scale-independent method for cluster analysis*, Mem. Soc. Astron. Italiana, 66, 189 (cité en page 66)

Pisani, A. 1996, *A non-parametric and scale-independent method for cluster analysis - II. The multivariate case*, MNRAS, 278, 697 (cité en page 66)

Planck Collaboration, Ade, P. A. R., Aghanim, N., et al. 2013, *Planck 2013 results. XII. Component separation*, ArXiv e-prints (cité en pages 2 et 9)

Plionis, M. 2002, *Recent Dynamical Evolution of Galaxy Clusters*, ApJ, 572, L67 (cité en page 61)

Plummer, H. C. 1911, *On the problem of distribution in globular star clusters*, MNRAS, 71, 460 (cité en page 144)

Poggianti, B. M., von der Linden, A., De Lucia, G., et al. 2006, *The Evolution of the Star Formation Activity in Galaxies and Its Dependence on Environment*, ApJ, 642, 188 (cité en page 148)

Popesso, P., Biviano, A., Böhringer, H., Romaniello, M., & Voges, W. 2005a, *RASS-SDSS galaxy cluster survey. III. Scaling relations of galaxy clusters*, A&A, 433, 431 (cité en page 39)

Popesso, P., Boehringer, H., & Voges, W. 2004, *ROSAT-SDSS Galaxy Clusters Survey. Correlating X-ray and optical properties*, ArXiv Astrophysics e-prints (cité en page 4)

Popesso, P., Böhringer, H., Romaniello, M., & Voges, W. 2005b, *RASS-SDSS galaxy cluster survey. II. A unified picture of the cluster luminosity function*, A&A, 433, 415 (cité en pages 31 et 151)

Postman, M., Coe, D., Benítez, N., et al. 2012, *The Cluster Lensing and Supernova Survey with Hubble : An Overview*, ApJS, 199, 25 (cité en page 4)

Postman, M., Lubin, L. M., Gunn, J. E., et al. 1996, *The Palomar Distant Clusters Survey. I. The Cluster Catalog*, AJ, 111, 615 (cité en page 143)

Pratt, G. W., Böhringer, H., Croston, J. H., et al. 2007, *Temperature profiles of a representative sample of nearby X-ray galaxy clusters*, A&A, 461, 71 (cité en page 26)

Press, W. H., Flannery, B. P., & Teukolsky, S. A. 1986, Numerical recipes. The art of scientific computing (cité en page 74)

Press, W. H. & Schechter, P. 1974, *Formation of Galaxies and Clusters of Galaxies by Self-Similar Gravitational Condensation*, ApJ, 187, 425 (cité en page 29)

Press, W. H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T., & Flannery, B. P. 1992, Numerical recipes in FORTRAN. The art of scientific computing (cité en page 74)

Ramella, M., Biviano, A., Pisani, A., et al. 2007, *Substructures in WINGS clusters*, A&A, 470, 39 (cité en pages 4, 66, 78, 193 et 197)

Reblinsky, K. & Bartelmann, M. 1999, *Projection effects in mass-selected galaxy-cluster samples*, A&A, 345, 1 (cité en pages 25 et 52)

Reiprich, T. H., Böhringer, H., & Schuecker, P. 2001, in Astronomical Society of the Pacific Conference Series, Vol. 234, X-ray Astronomy 2000, ed. R. Giacconi, S. Serio, & L. Stella, 405 (cité en pages 19 et 20)

Rhee, G. F. R. N., van Haarlem, M. P., & Katgert, P. 1991a, *A study of the elongation of Abell clusters. II - A sample of 107 rich clusters*, A&AS, 91, 513 (cité en pages 63, 64 et 194)

Rhee, G. F. R. N., van Haarlem, M. P., & Katgert, P. 1991b, *Substructure in Abell clusters*, A&A, 246, 301 (cité en pages 67, 68, 69, 190 et 193)

Richstone, D., Loeb, A., & Turner, E. L. 1992, *A lower limit of the cosmic mean density from the ages of clusters of galaxies*, ApJ, 393, 477 (cité en page 20)

Ricker, P. M. & Sarazin, C. L. 2001, *Off-Axis Cluster Mergers : Effects of a Strongly Peaked Dark Matter Profile*, ApJ, 561, 621 (cité en pages 43, 47 et 78)

Rood, H. J., Page, T. L., Kintner, E. C., & King, I. R. 1972, *The Structure of the Coma Cluster of Galaxies*, ApJ, 175, 627 (cité en page 38)

Rood, H. J. & Sastry, G. N. 1971, *"Tuning Fork" Classification of Rich Clusters of Galaxies*, PASP, 83, 313 (cité en pages 49, 50, 51 et 63)

Rubin, V. C. & Ford, Jr., W. K. 1970, *Rotation of the Andromeda Nebula from a Spectroscopic Survey of Emission Regions*, ApJ, 159, 379 (cité en page 21)

Rubin, V. C., Thonnard, N., & Ford, Jr., W. K. 1978, *Extended rotation curves of high-luminosity spiral galaxies. IV - Systematic dynamical properties, SA through SC*, ApJ, 225, L107 (cité en page 21)

Sabatini, S., Davies, J., Scaramella, R., et al. 2003, *The dwarf LSB galaxy population of the Virgo cluster - I. The faint-end slope of the luminosity function*, MNRAS, 341, 981 (cité en page 31)

Salvador-Sole, E., Gonzalez-Casado, G., & Solanes, J. M. 1993a, *Small-scale substructure in relaxed clusters. I - Statistical characterization. II - Clustering model*, ApJ, 410, 1 (cité en pages 193 et 195)

Salvador-Sole, E., Sanroma, M., & Gonzalez-Casado, G. 1993b, *Detection of correlation among galaxies within clusters from their two-dimensional number density profiles*, ApJ, 402, 398 (cité en pages 193 et 195)

Sandage, A. 1975, *The redshift-distance relation. VIII - Magnitudes and redshifts of southern galaxies in groups : A further mapping of the local velocity field and an estimate of the deceleration parameter*, ApJ, 202, 563 (cité en page 194)

Sarazin, C. L. 1986, *X-ray emission from clusters of galaxies*, Reviews of Modern Physics, 58, 1 (cité en pages 29, 32, 34, 36 et 40)

Schechter, P. 1976, *An analytic expression for the luminosity function for galaxies.*, ApJ, 203, 297 (cité en pages 29, 30, 31, 144, 145 et 208)

Schindler, S. 2000, *X-ray and optical observations of three clusters of galaxies : Abell 901, Abell 1437, and Abell 3570*, A&AS, 142, 433 (cité en pages 199 et 200)

Schindler, S. & Boehringer, H. 1993, *Simulations of the evolution of galaxy clusters. I - Dynamics of the galaxies*, A&A, 269, 83 (cité en pages 43, 45 et 76)

Schindler, S. & Mueller, E. 1993, *Simulations of the evolution of galaxy clusters. 11. Dynamics of the intra-cluster gas*, A&A, 272, 137 (cité en page 43)

Schneider, P. 2006, Extragalactic Astronomy and Cosmology (cité en pages 12, 26, 32, 34 et 35)

Schuecker, P., Böhringer, H., Reiprich, T. H., & Feretti, L. 2001, *A systematic study of X-ray substructure of galaxy clusters detected in the ROSAT All-Sky Survey*, A&A, 378, 408 (cité en pages 4, 64 et 67)

Schwarz, G. 1978, *Estimating the Dimension of a Model*, Annals of Statistics, 6, 461 (cité en page 114)

Shapiro, S. S. & Wilk, M. B. 1965, *An analysis of variance test for normality (complete samples)*, Biometrika, 52, 591 (cité en pages 55 et 58)

Skrutskie, M. F., Cutri, R. M., Stiening, R., et al. 2006, *The Two Micron All Sky Survey (2MASS)*, AJ, 131, 1163 (cité en pages 2 et 14)

Slezak, E., Durret, F., & Gerbal, D. 1994, *A wavelet analysis search for substructures in eleven X-ray clusters of galaxies*, AJ, 108, 1996 (cité en pages 66 et 97)

Smith, G. P., Khosroshahi, H. G., Dariush, A., et al. 2010, *LoCuSS : connecting the dominance and shape of brightest cluster galaxies with the assembly history of massive clusters*, MNRAS, 409, 169 (cité en page 4)

Smith, R. M., Driver, S. P., & Phillipps, S. 1997, *Luminosity distributions within rich clusters - I. A ubiquitous dwarf-rich luminosity function ?*, MNRAS, 287, 415 (cité en page 31)

Solanes, J. M., Salvador-Solé, E., & González-Casado, G. 1999, *Substructure in the ENACS clusters*, A&A, 343, 733 (cité en pages 79, 192, 193 et 195)

Song, J., Zenteno, A., Stalder, B., et al. 2012, *Redshifts, Sample Purity, and BCG Positions for the Galaxy Cluster Catalog from the First 720 Square Degrees of the South Pole Telescope Survey*, ApJ, 761, 22 (cité en pages 146, 175 et 176)

Sparke, L. S. & Gallagher, III, J. S. 2000, Galaxies in the universe : an introduction (cité en page 32)

Spitzer, Jr., L. & Harm, R. 1958, *Evaporation of Stars from Isolated Clusters.*, ApJ, 127, 544 (cité en page 32)

Springel, V., White, S. D. M., Jenkins, A., et al. 2005, *Simulations of the formation, evolution and clustering of galaxies and quasars*, Nature, 435, 629 (cité en page 15)

Stephens, M. A. 1974, *EDF Statistics for Goodness of Fit and Some Comparisons*, Journal of the American Statistical Association, 69, pp. 730 (cité en pages 59 et 60)

Strauss, M. A., Weinberg, D. H., Lupton, R. H., et al. 2002, *Spectroscopic Target Selection in the Sloan Digital Sky Survey : The Main Galaxy Sample*, AJ, 124, 1810 (cité en page 189)

Strazzullo, V., Paolillo, M., Longo, G., et al. 2005, *Morphology of low-redshift compact galaxy clusters - I. Shapes and radial profiles*, MNRAS, 359, 191 (cité en pages 78, 190, 193 et 196)

Struble, M. F. & Rood, H. J. 1982, *Morphological classification /revised RS/ of Abell clusters in D less than or equal to 4 and an analysis of observed correlations*, AJ, 87, 7 (cité en pages 51 et 52)

Sunyaev, R. A. & Zeldovich, Y. B. 1969, *Distortions of the Background Radiation Spectrum*, Nature, 223, 721 (cité en page 20)

Szabo, T., Pierpaoli, E., Dong, F., Pipino, A., & Gunn, J. 2011, *An Optical Catalog of Galaxy Clusters Obtained from an Adaptive Matched Filter Finder Applied to Sloan Digital Sky Survey Data Release 6*, ApJ, 736, 21 (cité en pages 144 et 172)

Takizawa, M. 1999, *Two-Temperature Intracluster Medium in Merging Clusters of Galaxies*, ApJ, 520, 514 (cité en pages 43 et 46)

Taranu, D. S., Hudson, M. J., Balogh, M. L., et al. 2014, *Quenching star formation in cluster galaxies*, MNRAS, 440, 1934 (cité en page 148)

Tempel, E., Einasto, J., Einasto, M., Saar, E., & Tago, E. 2009, *Anatomy of luminosity functions : the 2dFGRS example*, A&A, 495, 37 (cité en page 31)

Thomas, P. A., Colberg, J. M., Couchman, H. M. P., et al. 1998, *The structure of galaxy clusters in various cosmologies*, MNRAS, 296, 1061 (cité en pages 3 et 14)

Trentham, N. & Tully, R. B. 2002, *The faint end of the galaxy luminosity function*, MNRAS, 335, 712 (cité en page 31)

Tukey, J. W. 1958, *Bias and confidence in not-quite large samples (abstract)*, Annals of Mathematical Statistics, 29, 614 (cité en pages 55 et 120)

Tyson, J. A., Wenk, R. A., & Valdes, F. 1990, *Detection of systematic gravitational lens galaxy image alignments - Mapping dark matter in galaxy clusters*, ApJ, 349, L1 (cité en page 7)

van Haarlem, M. P., Frenk, C. S., & White, S. D. M. 1997, *Projection effects in cluster catalogues*, MNRAS, 287, 817 (cité en pages 25 et 52)

Ventimiglia, D. A., Voit, G. M., Donahue, M., & Ameglio, S. 2008, *Substructure and Scatter in the Mass-Temperature Relations of Simulated Clusters*, ApJ, 685, 118 (cité en pages 61 et 198)

Vikhlinin, A., Markevitch, M., Murray, S. S., et al. 2005, *Chandra Temperature Profiles for a Sample of Nearby Relaxed Galaxy Clusters*, ApJ, 628, 655 (cité en page 26)

Vikhlinin, A., Voevodkin, A., Mullis, C. R., et al. 2003, *Cosmological Constraints from the Evolution of the Cluster Baryon Mass Function at z ˜ 0.5*, ApJ, 590, 15 (cité en pages 19 et 21)

Vollmer, B., Balkowski, C., Cayatte, V., van Driel, W., & Huchtmeier, W. 2004, *NGC 4569 : Recent evidence for a past ram pressure stripping event*, A&A, 419, 35 (cité en page 27)

von der Linden, A., Best, P. N., Kauffmann, G., & White, S. D. M. 2007, *How special are brightest group and cluster galaxies ?*, MNRAS, 379, 867 (cité en page 148)

Wang, J., Overzier, R., Kauffmann, G., von der Linden, A., & Kong, X. 2010, *The UV-optical colours of brightest cluster galaxies in optically and X-ray selected clusters*, MNRAS, 401, 433 (cité en page 148)

Watson, G. S. 1961, *Goodness-Of-Fit Tests on a Circle*, Biometrika, 48, pp. 109 (cité en page 60)

Wen, Z. L. & Han, J. L. 2013, *Substructure and dynamical state of 2092 rich clusters of galaxies derived from photometric data*, MNRAS, 436, 275 (cité en pages 64, 65, 66, 192, 193, 198, 199 et 205)

Wen, Z. L., Han, J. L., & Liu, F. S. 2012, *A Catalog of 132,684 Clusters of Galaxies Identified from Sloan Digital Sky Survey III*, ApJS, 199, 34 (cité en page 172)

West, M. J. 1994, *Anisotropic Mergers at High Redshifts - the Formation of CD Galaxies and Powerful Radio Sources*, MNRAS, 268, 79 (cité en page 1)

West, M. J. & Bothun, G. D. 1990, *A reanalysis of substructure in clusters of galaxies and their surroundings*, ApJ, 350, 36 (cité en pages 61, 71, 73, 192, 193 et 194)

West, M. J., Oemler, Jr., A., & Dekel, A. 1988, *Subclustering in rich clusters of galaxies and their environs*, ApJ, 327, 1 (cité en page 63)

Wolf, M. 1906, *Über einen Nebelfleck-Haufen im Perseus*, Astronomische Nachrichten, 170, 211 (cité en page 7)

Woo, J., Dekel, A., Faber, S. M., et al. 2013, *Dependence of galaxy quenching on halo mass and distance from its centre*, MNRAS, 428, 3306 (cité en page 148)

Wu, H.-Y., Hahn, O., Wechsler, R. H., Behroozi, P. S., & Mao, Y.-Y. 2013a, *Rhapsody. II. Subhalo Properties and the Impact of Tidal Stripping From a Statistical Sample of Cluster-size Halos*, ApJ, 767, 23 (cité en page 43)

Wu, H.-Y., Hahn, O., Wechsler, R. H., Mao, Y.-Y., & Behroozi, P. S. 2013b, *Rhapsody. I. Structural Properties and Formation History from a Statistical Sample of Re-simulated Cluster-size Halos*, ApJ, 763, 70 (cité en page 43)

Yagi, M., Gu, L., Fujita, Y., et al. 2013, *Multi-wavelength Studies of Spectacular Ram-pressure Stripping of a Galaxy. II. Star Formation in the Tail*, ApJ, 778, 91 (cité en page 27)

Yahil, A. 1974, *The Density Profiles of Rich Clusters of Galaxies*, ApJ, 191, 623 (cité en pages 38 et 40)

Yahil, A. & Vidal, N. V. 1977, *The Velocity Distribution of Galaxies in Clusters*, ApJ, 214, 347 (cité en pages 52, 56, 57, 58, 79, 193 et 194)

Yamanoi, H., Tanaka, M., Hamabe, M., et al. 2007, *The Galaxy Luminosity Functions down to M ˜ -10 in the Hydra I Cluster*, AJ, 134, 56 (cité en page 31)

Yang, Y., Zhou, X., Yuan, Q., et al. 2004, *Large-Field Multicolor Study of A168 : Subclusters, Dynamics, and Luminosity Functions*, ApJ, 600, 141 (cité en page 122)

Yentis, D. J., Cruddace, R. G., Gursky, H., et al. 1992, in Astrophysics and Space Science Library, Vol. 174, Digitised Optical Sky Surveys, ed. H. T. MacGillivray & E. B. Thomson, 67 (cité en page 196)

York, D. G., Adelman, J., Anderson, Jr., J. E., et al. 2000, *The Sloan Digital Sky Survey : Technical Summary*, AJ, 120, 1579 (cité en pages 140, 141 et 148)

Zahn, C. 1971, *Graph-Theoretical Methods for Detecting and Describing Gestalt Clusters*, IEEE Transactions on Computers, 20, 68 (cité en page 68)

Zheng, X. & Palffy-Muhoray, P. 2007a, *Distance of closest approach of two arbitrary hard ellipses in two dimensions*, Phys. Rev. E, 75, 061709 (cité en page 84)

Zheng, X. & Palffy-Muhoray, P. 2007b, *Erratum : Distance of closest approach of two arbitrary hard ellipses in two dimensions [Phys. Rev. E 75, 061709 (2007)]*, Phys. Rev. E, 76, 029903 (cité en page 84)

Zwicky, F. 1933, *Die Rotverschiebung von extragalaktischen Nebeln*, Helvetica Physica Acta, 6, 110 (cité en pages 21 et 39)

Zwicky, F. 1937, *On the Masses of Nebulae and of Clusters of Nebulae*, ApJ, 86, 217 (cité en pages 7, 21 et 37)

Zwicky, F. 1952, *Dispersion in the Large-Scale Distribution of Galaxies*, PASP, 64, 247 (cité en page 7)

Zwicky, F. 1957, Morphological astronomy (cité en pages 29, 34, 35 et 37)

Résumé :

Les amas de galaxies sont l'une des sondes cosmologiques permettant de contraindre les modèles d'univers avec précision. Pour cela, leur vitesse de croissance et leur fonction de masse doivent être mesurées, notamment au travers des relations d'échelle, pour un grand nombre d'amas que ce soit dans l'univers local ou à haut redshift. La mesure de ces deux grandeurs nécessite de connaître l'état dynamique des amas, mesure qui est donc un enjeu majeur pour l'utilisation des amas en vue de contraindre les modèles cosmologiques. De nombreux auteurs ont ainsi cherché à déterminer l'état dynamique des amas ou leur morphologie lorsque l'information est incomplète. Toutefois, avec les grands relevés présents et futurs contenant de grandes quantités de données et des données de qualité, de nouvelles méthodes sont nécessaires pour pouvoir contraindre l'état dynamique des amas.

Mon travail de thèse a consisté à (i) développer une nouvelle méthode de caractérisation morphologique 2+1D des amas basée sur les galaxies et (ii) à partir de cette caractérisation de développer une nouvelle classification morphologique des amas. Cette classification est basée sur la définition d'un amas idéal de référence supposé à l'équilibre, présentant une distribution des vitesses radiales gaussienne et une distribution projetée de ses galaxies symétrique. Trois catégories d'amas ont alors été définies en fonction de la présence de structures dans le voisinage proche des amas : les amas unimodaux, les amas bimodaux et les amas multimodaux. Les amas sont également caractérisées par une distribution des vitesses radiales de leurs galaxies gaussienne ou non gaussienne ainsi que par une distribution projetée symétrique ou elliptique. Les écarts sont mesurés durant la méthode de caractérisation morphologique des amas.

La caractérisation morphologique consiste d'abord en la recherche en projection dans le plan du ciel de structures dans le voisinage des amas et de la caractérisation de l'ellipticité des amas. Cette analyse projetée est basée sur la construction de cartes en densité des amas à partir d'une analyse en ondelettes, ces cartes constituent une représentation continue de la distribution discrète des galaxies. Les amas et leurs structures voisines sont ensuite étudiés dans l'espace des vitesses radiales où une étude de la normalité et une étude de la multimodalité sont réalisées respectivement par des tests de normalité et par l'ajustement de la distribution des vitesses radiales par une mixture de gaussiennes. Les indicateurs morphologiques mesurés durant l'analyse de la distribution projetée et durant l'analyse des vitesses radiales sont alors combinés afin de réaliser une caractérisation morphologique 2+1D basée sur les galaxies.

J'ai ensuite appliqué la méthode de caractérisation et de classification à un sous-échantillon d'amas du C4. Parmi les 748 amas présents dans l'échantillon de départ, 403 amas ont pu être caractérisés et classés. Il en est ressorti que 29% des amas sont unimodaux, 30% des bimodaux et 50% des multimodaux. En outre, en faisant varier les différents seuils appliqués à la classification, j'ai pu montrer la robustesse de celle-ci par rapport à une large gamme de valeurs de paramètres. Enfin une comparaison avec les résultats de la littérature des résultats de la classification morphologique a été réalisée d'une part d'un point de vue statistique en comparant les pourcentages obtenus et d'autre part sur des amas particuliers.

Mots clefs : Galaxies : Amas : General

Morphological classification of an optical sample of clusters of galaxies

Abstract :

Clusters of galaxies are one of the several cosmological probes allowing precise constrains on cosmological parameters. Their use as cosmological probe requires the measure of their growth rate and their mass function in the local universe or in the high redshift universe, the measure of the mass being achieved through the scaling relations. These measures implies the knowledge of the dynamical state of the clusters, knowledge which so becomes of paramount importance in the constrains on cosmological parameters using clusters of galaxies. Numerous studies tried to determine the dynamical state of clusters of galaxies, or their morphology if the information in incomplete. However, with the present and future large sky surveys giving access to huge amounts of quality data, methods measuring the dynamical state of clusters with greater accuracy can be used and so need to be developed.

My work during this PhD consisted (i) in developing a new method of morphological characterisation 2+1D of clusters based on galaxies and (ii) thanks to this characterisation in developing a new morphological classification of clusters. This classification is based on the definition of an ideal relaxed cluster, which has the following properties : the distribution of the radial velocities of its galaxies follows a Gaussian low and the projected distribution of its galaxies is circularly symmetric. Three classes of clusters were defined according to the presence and the number of structures in the vicinity of clusters : unimodal clusters, bimodal clusters and multimodal clusters. The clusters are also characterised.

The morphological characterisation consists in the detection in projection in the plane of the sky of structures in the neighbourhood of clusters and in the measure of their ellipticity. This analysis in projection is based on the construction of density maps of clusters. These density maps are a continuous representation of the discrete distribution of galaxies and are the results of a wavelet analysis. The clusters and their neighbour structures are then studied in the radial velocity space. Normality tests are performed to assess the Gaussianity of the radial velocity distributions and the multimodality of the distribution is analysed through a fit by a Gaussian mixture. The morphological indicators obtained during the analysis of the density maps and during the analysis of the radial velocity distributions are then combined to classify the clusters.

The method of characterisation and classification of clusters was applied to a sub-sample of C4 clusters. Among the 748 clusters, 403 were characterised and classified. The classification gave the following results : 29% of the clusters are unimodal, 30% bimodal and 50% multimodal. The different threshold used for both the characterisation and the classification were changed to verify the robustness of the results. Finally, I performed some comparisons : with the fractions obtained by other authors in other observations with different methods, with results from cosmological simulations and I compare the results obtained by my method with results on the literature on precise clusters.

Keywords : Galaxies : Clusters : General