



HAL
open science

Dynamiques socio-environnementales durant l'Antiquité: approche micro-régionale du peuplement en Languedoc oriental

Élise Fovet

► **To cite this version:**

Élise Fovet. Dynamiques socio-environnementales durant l'Antiquité: approche micro-régionale du peuplement en Languedoc oriental. Sciences de l'Homme et Société. Université de Franche-Comté; Univerza v Ljubljani, 2010. Français. NNT: . tel-00616794

HAL Id: tel-00616794

<https://theses.hal.science/tel-00616794v1>

Submitted on 24 Aug 2011

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.

UNIVERSITE DE FRANCHE-COMTE
ECOLE DOCTORALE « LANGAGES, ESPACES, TEMPS, SOCIETES »
UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

Thèse en vue de l'obtention du titre de docteur en

ARCHEOLOGIE

**DYNAMIQUES SOCIO-ENVIRONNEMENTALES DURANT
L'ANTIQUITE**
APPROCHE MICRO-REGIONALE DU PEUPEMENT EN LANGUEDOC ORIENTAL

Vol. 1 : texte

Présentée et soutenue publiquement par

Élise FOVET

Le 17 décembre 2010

Sous la direction de François FAVORY / Krištof OŠTIR

Membres du Jury :

M. François FAVORY, Professeur des universités, Université de Franche-Comté,
directeur

M. Jean-Luc FICHES, Directeur de recherche CNRS, UMR 5140 - Montpellier III,
rapporteur

M. Patrice LANGLOIS, Professeur des universités, Université de Rouen

M. Krištof OŠTIR, Associate Professor, Senior Research Fellow, Université de Ljubljana,
co-directeur

M. Claude RAYNAUD, Directeur de recherche CNRS, UMR 5140 - Montpellier III,
rapporteur

M. François Pierre TOURNEUX, Maître de conférences, Université de Franche-Comté

REMERCIEMENTS

Ma reconnaissance va tout d'abord à mes directeurs de recherche. M. François Favory supervise mes travaux depuis de nombreuses années, il a su me guider avec bienveillance jusqu'à l'accomplissement de ce travail. Je tiens à saluer ici ses qualités d'écoute, tout autant que la sagacité de son encadrement scientifique. M. Kristof Oštir a suivi mes travaux de télédétection, et cette étude n'aurait pu aboutir sans ses précieux conseils. Je le remercie également de m'avoir adopté comme membre de son équipe.

Mes remerciements s'adressent ensuite aux membres du jury, M. Jean-Luc Fiches, M. Patrice Langlois, M. Claude Raynaud et M. François Pierre Tourneux, pour le temps et l'attention qu'ils ont bien voulu accorder à l'examen de cette thèse.

La recherche que j'ai entreprise repose dans une large mesure sur le traitement de données collectées par mes prédécesseurs sur le terrain étudié, cette thèse n'aurait pu voir le jour sans les travaux de M. Roland Bonnaud, M. Jean-Claude Bessac et M. Claude Raynaud. Je trouve ici l'occasion de les remercier et de saluer la qualité de leur travail.

Si la rédaction d'un mémoire est un exercice individuel, elle résulte d'un travail de recherche nourri d'échanges et de collaborations. C'est avec plaisir que je remercie toutes les personnes qui m'ont prodigué leurs concours et leurs conseils. Je souhaite, en premier lieu, exprimer toute ma reconnaissance à Laure Nuninger, pour m'avoir épaulée aussi activement dans les différentes étapes de mes recherches. Les projets collectifs auxquelles elle m'a fait participer ont considérablement enrichi mon travail, et m'ont beaucoup stimulée dans mon entreprise. Je remercie chaudement Klemen Zakšek, pour le vif intérêt qu'il a porté à notre collaboration, et sans qui je n'aurais pu aborder la modélisation des réseaux viaire de la manière dont je l'ai fait ; je rend ici hommage à son intelligence, sa créativité et sa gentillesse.

Je tiens à saluer toute l'équipe du IAPŠ (Institut pour des études anthropologiques et spatiales), qui m'a cordialement accueilli. Je souhaite remercier plus particulièrement les membres qui ont, à des degrés divers, contribué à mon travail : Tatjana Veljanovski, qui a toujours pris le temps de discuter avec moi dès que j'en avais besoin, et dont les compétences vis-à-vis des images Landsat m'ont été fort utiles ; Žiga Kokalj, Peter Pehani et Aleš

Marsetič, qui m'ont prodigué une aide précieuse, notamment pour me tirer de tous les tracasseries informatiques, petits et grands, qui ont jalonné mon parcours ; Melita Robič et Saša Čaval, qui m'ont très efficacement préservée des soucis administratifs. J'adresse une mention spéciale à Peter, Aleš et Klemen qui, ayant le même rythme biologique que moi, ont fait du déjeuner un moment très appréciable.

Je dois également beaucoup à Marie-Jeanne Ouriachi, qui a fortement contribué, par son soutien moral, ses nombreuses relectures et ses commentaires pertinents, à l'achèvement de cette thèse. Je tiens à la remercier chaleureusement de l'intérêt qu'elle a porté à mon travail, du temps qu'elle m'a consacré malgré un agenda déjà bien rempli... et même de la bienveillante pression qu'elle a dû exercer sur moi ces derniers mois.

Je souhaite aussi saluer les membres des groupes de travail "territoire et peuplement" et "aires d'approvisionnement" du programme ArchaeDyn. Ce projet collectif m'a permis d'enrichir mes travaux au regard de ceux des autres chercheurs qui y participent. Et j'en profite pour lancer un clin d'œil à mon ancien binôme, Nicolas Poirier.

Merci à Iouri Bermond, pour m'avoir permis de dépouiller la documentation archivée au service régional de l'archéologie du Languedoc-Roussillon.

Je remercie les membres de la MSHE Ledoux, qui m'ont toujours aimablement accueillie et efficacement assistée, chaque fois que j'ai eu à recourir à leurs services ; merci à Marion Landré pour son concours amical, et pour son sourire.

Merci à Florian Tolle et Rachel Opitz, qui ont tour à tour partagé le même local de travail que moi et qui ont, par conséquent, eu à me supporter quotidiennement ; ils ne m'en ont cependant pas tenu rigueur et m'ont même apporté de nombreuses petites aides. Qu'ils en soient ici remerciés. Bien que nous n'ayons pas voulu partager le même bureau, je voudrais saluer ici très chaleureusement mon camarade de thèse, Robin Brigand, qui fut un soutien moral de première importance.

Il me faut bien sûr remercier mes proches, famille et amis, de m'avoir souvent réconfortée.

Et puisque l'on garde toujours le meilleur pour la fin, j'adresse mes derniers remerciements à Zoran, qui a vécu cette thèse presque autant que moi, pour son indéfectible soutien et pour sa patience à mon égard.

SOMMAIRE

Remerciements	3
Sommaire	5
Avertissements.....	7
Povzetek.....	9
Abstract.....	19
Introduction générale.....	29
1. CONTEXTE DE LA RECHERCHE ET TRAITEMENT DE L'INFORMATION	33
1.1 Etat de la question	35
1.1.1 <i>Etat des recherches archéologiques en Languedoc oriental</i>	<i>35</i>
1.1.1.1 Des microrégions parcourues.....	36
1.1.1.2 Les études sur le peuplement rural.....	37
1.1.2 <i>Problématique et axes développés dans ce travail.....</i>	<i>42</i>
1.2 Contexte géographique	47
1.2.1 <i>Un espace contrasté</i>	<i>48</i>
1.2.2 <i>Ressources naturelles et contraintes</i>	<i>49</i>
1.2.2.1 Qualité des sols	49
1.2.2.2 Ressources en eau	56
1.2.2.3 Ressources en matières premières.....	58
Les calcaires	58
Le minerai de fer	60
L'argile	61
1.3 Contexte archéologique.....	63
1.3.1 <i>Historique des recherches dans les vallées de l'Aigalade et du Brié</i>	<i>63</i>
1.3.2 <i>Enregistrement et traitement de la documentation archéologique</i>	<i>65</i>
1.3.2.1 Mode d'enregistrement	70
1.3.2.2 Catégories de site	72
1.3.2.3 Traitement de l'information	74
2. STRUCTURE ET DYNAMIQUE DU PEUPEMENT	79
2.1 Structure du peuplement	81
2.1.1 <i>Le corpus</i>	<i>81</i>
2.1.1.1 Caractéristiques générales.....	81
2.1.1.2 Un corpus d'établissements particulier ?	88
2.1.1.3 La question des petits établissements.....	91
2.1.2 <i>Typologie des établissements</i>	<i>95</i>
2.1.2.1 Mise en œuvre.....	96
2.1.2.2 Confrontation avec des sites fouillés	109
2.2 Dynamique du peuplement.....	131
2.2.1 <i>Une dynamique particulière ?.....</i>	<i>131</i>
2.2.2 <i>Structure spatiale</i>	<i>146</i>

2.2.3	<i>Contexte socio-économique</i>	165
2.2.1	L'extraction du calcaire des Lens : quelle influence ?.....	165
2.2.2	Le bassin de Combas : une population en marge ?.....	167
3.	PEUPLEMENT ET RESSOURCES AGROPASTORALES	173
3.1	Une approche des terroirs perdus	175
3.1.1	<i>Caractérisation des terroirs</i>	175
3.1.1.1	Qualités des sols et archéologie.....	175
3.1.1.2	Méthode pour une détermination des terroirs.....	181
3.1.2	<i>La télédétection satellitaire pour une caractérisation des sols</i>	185
Prétraitements	193
Méthodologie	195
3.1.2.1	Elaboration d'un indicateur du comportement des surfaces.....	198
3.1.2.2	Paysage actuel et paysage passé.....	215
3.1.2.3	Indicateur du comportement des surfaces et peuplement antique.....	221
3.1.3	<i>Modélisation des terroirs : les "contextes géographiques"</i>	226
3.2	Evolution de l'occupation des sols	229
3.2.1	<i>Méthode d'analyse</i>	229
3.2.2	<i>Trames de peuplement et terroirs</i>	238
4.	PEUPLEMENT ET RESEAUX DE COMMUNICATION	249
4.1	Une approche par modélisation	251
4.1.1	<i>Le réseau viaire ancien : une connaissance lacunaire</i>	252
4.1.2	<i>Modélisation des cheminements optimaux</i>	255
4.1.2.1	Modélisation des cheminements de moindre coût.....	258
4.1.2.2	Introduction d'un facteur perceptif : le champ visuel.....	269
4.1.2.3	Modélisation des chemins optimaux et réseau de communication antique.....	272
4.2	Trames de peuplement et réseaux viaires	284
4.2.1	<i>Evolution des réseaux de communication régional</i>	284
4.2.2	<i>Dynamique du peuplement local et contexte régional</i>	294
	Conclusion générale	301
	Glossaire	313
	Table des figures	317
	Liste des documents placés en annexe	319
	Bibliographie	323

Avertissements

La présente version comprend de menues corrections par rapport au mémoire initialement soumis aux membres du jury. Ces corrections ont été effectuées à partir des remarques faites par les membres du jury lors de la soutenance.

Le volume 2 "cartes et annexes" contient les annexes ainsi que les illustrations (cartes, tableaux et graphiques) placées hors-texte pour faciliter la lecture comparée du texte et de ces illustrations. Afin de simplifier le système de renvoi aux illustrations contenues dans et en dehors du texte, tous les éléments placés dans le volume 2 ont reçu le qualificatif "annexes" (à la différence des "figures" placées dans le volume de texte) et sont présentés dans l'ordre de leur citation dans le volume 1.

Tous les appels bibliographiques du volume 2 renvoient à la bibliographie détaillée à la fin du volume 1.

Les mots suivis d'un astérisque sont définis dans le glossaire.

POVZETEK

Socialno-okoljske dinamike v klasični antiki: mikro-regionalni pristop k analizi naselbinskih vzorcev, vzhodni Languedoc (jugovzhodna Francija)

V doktorskem delu smo raziskovali evolucijo preteklih naselbinskih vzorcev v notranjosti območja Languedoc (jugovzhodna Francija). Delo temelji na raziskavah, ki so jih različni raziskovalci opravili v preteklih desetletjih: od zgodnjih mikro-regionalnih študij (Beucairois: Favory, Fiches et Girardot 1987-1988, ravan Lunel-Viel in étang de l'Or: Favory, Girardot, Raynaud et al. 1994 ; Favory, Parodi, Poupet et al. 1994), do najnoveših doktorskih regionalnih železnodobnih (Nuninger 2002) in antičnih študij (Ouriachi 2009), preko raziskovalnega programa *Archaeomedes*, ki je močno vplival na raziskave poselitvenih vzorcev in razvoj prostorske arheologije v Franciji nasploh (Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998 ; Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003 ; Favory, Girardot, Nuninger *et al.* 1999). Prispevek pričujočega doktorskega dela je predvsem v nadaljnjem razvoju analiz vloge geografskega okolja - fizičnega in družbenega - na spreminjanje rabe tal v rimskem obdobju. Pri tem smo razvili dve veji raziskav: karakterizacija agrarnih in pašniških virov - predvsem z uporabo satelitskega daljinskega zaznavanja - in modeliranje komunikacijskih mrež - na temelju modeliranja optimalnih poti. Za izbrano študijsko območje razpolagamo z odličnimi arheološkimi podatki, zato je to metodološko doktorsko delo sestavni del raziskovalnega programa *ArchaeDyn* (Collectif ArchaeDyn 2008).

Na tem mestu predstavljena raziskava je osredotočena na analizo vpliva "okoljskih" dejavnikov na naselbinske vzorce, ki jih razumemo kot sisteme dolgega trajanja, t.i. *longue durée* sisteme. Za preučevanje rimskodobnih sprememb smo uporabili podatke za obdobja od železne dobe (7. st. pr. n. št.) do konca pozne antike (7. st. n. št.), ko souporaba pisnih virov postane nujna. V raziskavi smo združevali pristope regionalne in prostorske arheologije ter arheologije krajine. Predvsem smo opazovali spremembe v krajini, ki smo jih analizirali kot spremembe v številu, prostorski razprostranjenosti in obliki (formi) naselbin. Analize temeljijo na podatkih zbranih s sistematičnimi terenskimi pregledi v poznih 70-tih in poznih 90-tih letih 20. stoletja. Kot v večini podobnih regionalnih ali mikro-regionalnih arheoloških

študijah uporabljamo široko definicijo okolja, ki vključuje različne geografske in družbene dejavnike. Žal pa nismo mogli uporabiti paleo-okoljskih podatkov, saj zaenkrat še nimamo podatkov v primerljivi prostorski natančnosti.

Območje razikave meri 70 km² in je tako manjše od običajnih arheoloških mikro-regionalnih študij. Leži v notranjosti območja Languedoc, 30 kilometrov oddaljeno od antične prestolnice Nîmes. Študijsko območje je zelo specifično, saj gre za kraško okolje z dolgotrajno pašniško izrabo, ki pa je bogato tudi z naravnimi viri, na primer kamnolomi kakovostnega apnenca, ki je primeren tako za kiparstvo kot tudi v gradbeništvu, v masivu Bois des Lens. Ta apnenec je imel pomembno vlogo pri nastanku mesta Nîmes ter sosednjih mest (Bessac 1996). V tem območju apnenčastega masiva so bile prisotne tudi nekatere obrti, predvsem lončarstvo in železarstvo, vendar zaenkrat še niso dobro raziskane. Metalurške raziskave, na primer, so še na začetni stopnji (Pagès 2008).

Kljub temu, da študijsko območje leži v zaledju regionalnih središč, gre za enega najgosteje naseljenih območij in dinamika rabe tal sledi splošnim trendom v jugovzhodni Franciji. Spremembe števila najdišč v raziskovanem območju so večinoma posledica pojavljanja in izginjanja obrobni objektov, ki so jih ljudje uporabljali manj kot stoletje ali celo manj kot pol stoletja. Tovrstna najdišča predstavljajo dve fazi goste poselitve območja, prvo v drugi polovici 1. stoletja n. št. in drugo od sredine 4. do sredine 5. stoletja n. št. Več z izkopavanji dokumentiranih manjših arheoloških najdišč v drugih mikro-regijah vzhodnega Languedoca kaže, da tu dokumentirani vzorec vključuje tudi več ne-naselbinskih najdišč. Dokumentirane koncentracije artefaktov, ki so pravzaprav ostanek benefikacije poljedelskih zemljišč, so v preteklosti močno vplivale na percepcijo strukture ruralne krajine v obravnavani regiji. Dokumentirane količinske spremembe torej v veliki meri odražajo dinamiko teh ne-naselbinskih najdišč (razpršene poljedelske in pašniške aktivnosti na eni in osredotočene aktivnosti na farmah na drugi strani; faze kolonizacije in re-kolonizacije zemljišč).

Raziskovanje sprememb v vzorcih rabe tal na tem območju lahko preučujemo z različnih zornih kotov. V pričujočem doktorskem delu smo se osredotočili na dve polji raziskav: na eni strani potencial zemljišča za kmetijsko rabo in na drugi strani regionalna komunikacijska mreža. Pri tem smo velike napore vložili v razvijanje novih metod za raziskovanje teh dveh tematik.

Analiza soodvisnosti naselbinskih vzorcev in poljedelsko-pašniškega potenciala je temeljila na naslednjih treh točkah: kako primerjati lego naselbin in območij aktivnosti s poljedelsko-pašniškim potencialom, kako ta potencial opredeliti (strukturiranje podatkov) in kako študiju preteklih kmetijskih kontekstov prilagoditi podatke, pridobljene z daljinskim zaznavanjem, tako, da lahko opredelimo okolje.

Kakovost prsti je ključen podatek za razumevanje distribucije poljedelsko-pašniških aktivnosti v preteklih kmetijskih krajinah. Zaradi pomanjkanja kakovostnih pedoloških zemljevidov študijskega območja smo se odločili, da te podatke pridobimo z uporabo satelitskega daljinskega zaznavanja.

Daljinsko zaznavanje nudi veliko količino različnih vrst podatkov. Obdelava satelitskih posnetkov temelji na prepoznavanju vrste posameznih površin na podlagi primerjave z znanimi podatki in v nadaljevanju apliciranje tako pridobljenih podatkov na večje območje. Izbrali smo Landsat posnetke, saj ta sistem nudi podatke širokega spektra v merilu, ki je primeren za študij lokalnih variacij kakovosti tal, kar je ključen podatek za preučevanje majhnih in srednje velikih farm, ker je to lahko ključen dejavnik umeščanja le-teh v prostor. Pomanjkanje obstoječih pedoloških zemljevidov smo izkoristili kot prednost, saj smo se lahko namesto na ustaljene pedogenetske klasifikacije osredotočili na določene neposredne okoljske karakteristike. Glede na kontekst mediteranskega okolja smo se v raziskavi posvetili predvsem preučevanju tal v zelo mokrih in v sušnih okoliščinah z namenom ločiti območja glede na dostopnost do vodnih virov in vododržno kapaciteto prsti - ključna dejavnika v klimi z velikimi variacijami količine padavin, kakršna je severno mediteranska.

Vizualna primerjava rezultatov z podpornimi podatki je pokazala, da indikatorji, ki smo jih razvili v tej študiji, zadovoljujejo želenim potrebam: izkazujejo majhne lokalne variacije karakteristike tal, do katerih prihaja zaradi geološke podlage, topografije (predvsem ukrivljenost), karakteristike prsti (npr. tendenca k zadrževanju vode) ali ovir, ki lokalno povzročajo nastanek plitvih prsti (prisotnost skalne podlage, stanje tal pod humusom ali lapornat plasti). Pedološki zemljevidi teh lokalnih variacij običajno ne vključujejo, saj ne ustrezajo posameznim tipom prsti, kot so definirani v pedoloških sistemih, temveč so podani le v opisih posameznih razredov, kjer je navedeno, da je posamezen razred lokalno hidričen, kamnit itd.

S podatki o lastnostih prsti v zelo mokrih in sušnih pogojih, ki jih pridobimo z obdelavo Landsat posnetkov, lahko določimo območja, kjer je za povečanje pridelka potrebno prsti

izboljšati. Posledično nam ti podatki - temelječ na njihovih inherentnih karakteristikah in njihovi vlogi v dinamiki rabe tal - pomagajo pri interpretaciji funkcije nekaterih najdišč. Tako smo na primer ugotovili, da območja, za katera je značilna epizodna poselitev (kratka obdobja nepovezane poselitve s skromnimi najdišči, ki vsebujejo veliko količino kronološko slabo opredeljivih podatkov), sovpadajo z območji težavnih tipov tal (prsti občutljive na sušo ali občutljive na sušo in zastajanje vode). Za izrabo takšnih tal je potreben večji vložek kot za ostale vrste tal, na primer vzpostavitev in vzdrževanje drenažnih in/ali namakalnih sistemov. Hkrati nas ujemanje obeh območij navaja na misel, da je na teh območjih na začetku rimskega obdobja potekala "pionirska" benefikacija zemljišč. Povedano drugače, fazi priprav in konstrukcije kmetijske krajine, katere posledica je določeno število "ostankov" napeljav, je sledila faza ponovne uporabe teh območij na začetku pozne antike. Ta interpretacija posredno kaže na vmesno fazo z manjšimi aktivnostmi ali celo prenehanjem vzdrževanja napeljav v drugem in tretjem stoletju n. št.

Na splošno smo v tej raziskavi posamezne kriterije vpliva fizičnega okolja na izbiro lokacij preučevali ločeno, tj. lokacije naselbin smo obravnavali ločeno glede na prsti, topografijo ali hidrologijo (reke). Pristop, ki smo ga izbrali, temelji na konceptu razumevanju potenciala okolja (glede na dostopne podatke) določenega območja, kar imenujemo "terroir". "Terroir" je torej območje definirano kot "ozemlje z določenimi karakteristikami, zaradi katerih je s stališča kmetijstva enkratno. Ta ozemlja ("terroir") so definirana glede na fizične (morfologija, klima, izpostavljenost, prsti) ali antropogene (namakana, izsuševana, terasirana ozemlja) lastnosti" (prevedeno po Lebeau 1969 (rééd. 1996), p. 10). Kmetijske karakteristike določenega "terroir-ja" sicer temeljijo na kombinaciji različnih kriterijev (potenciali in ovire) - delu raziskave smo posvetili na razmejevanju geografskih enot glede na njihovo kmetijsko kakovost - četudi imajo heterogene prsti, tj. "terroir" predstavlja "geografski kontekst". Na podlagi kombinacije različnih dejavnikov (geološka podlaga, naklon, povprečna letna osončenost, poplavne ravnice, indeks prsti glede na dojemljivost za sušo ali zastajanje vode) smo opredelili "geografske kontekste"; na podlagi teh smo modelirali "terroir-je". Slednje torej enačimo z kriteriji, ki temeljijo na natančno definiranih dejavnikih.

Pri raziskovalni analizi zbirke geografskih podatkov nismo razvrstili skladno s tipologijo za analizo razmerij med arheološkimi najdišči in poljedelsko-pašniškimi viri. Namesto razvrščanja v "dobro" in "slabo" zemljo, ki ne ustreza dejanskemu stanju, se je zdelo primernejše začeti s stanja *tabula rasa* ter opisati posamezne "terroir-je" (v neposredni okolici), kar nam omogoča razpravo o praksah, tehnikah in morebitnih izboljšavah v

obravnavanem obdobju. Prednost neuporabe v naprej določene klasifikacije je tudi v možnosti, da vsak kriterij obravnavamo ločeno in pri tem preučujemo preferenčne povezave. Tako na primer pri analizi rabe tal v različnih obdobjih opazujemo interakcijo med posameznimi kriteriji (npr. kumulativni učinek).

Ocena sprememb v rabi tal je lahko zelo občutljiva, kadar temelji zgolj na obravnavi arheoloških najdišč. Vprašanje v kolikšni meri so spremembe naselbinskih vzorcev vplivale na spremembe rabe tal in / ali organizacijo teh aktivnosti običajno ostajajo brez določenih odgovorov. Poleg tega moramo, če želimo oceniti vlogo kmetijskih virov pri spremembah distribucije arheoloških najdišč in prepoznati vire, ki so jih tedanje lokalne skupnosti dejansko iskale, upoštevati tudi dejstvo, da so bili ljudje soočeni tudi s prostorsko distribucijo iskanih virov.

V tej raziskavi smo v ta namen obravnavali celotno krajino in ne zgolj referenčnih območij v neposredni okolici arheoloških najdišč, ki je najpogostejši model raziskovanja odnosa med človekom in okoljem od temeljnega članka avtorjev Vita-Finzi and Higgs (1970). V naši raziskavi smo torej obravnavali odnos med vsemi tipi "geografskih kontekstov" in dinamičnim oz. razvijajočim se naselbinskim vzorcem. Namesto preučevanja izsekov ekonomskega zaledja najdišč in primerjave le-teh s potencialom celotnega preučevanega območja nas je zanimala prisotnost "terroir-jev", blizu ali daleč, za katere lahko domnevamo, da so bili izrabljani različno glede na bližino (način delovanja, nivo vzdrževanja). Ta pristop se v jedru ne razlikuje od preučevanja izsekov v neposredni okolici najdišč, saj ravno tako temelji na oddaljenosti od najdišča. Kljub temu pa prinaša svež pogled na izbiro lokacij in možne načine rabe tal.

Mejne razdalje (čas-razdalja) smo določili tako na temelju koncepta kritične razdalje za posamezne aktivnosti kot tudi na minimalnem območju, potrebnem za izkoriščanje določenega vira. Konkretno razdalje smo utemeljili z dvema rimskodobnima sistemoma kmetovanja, s sistemom "*système à jachère et culture attelée légère*", ki sta ga predlagala M. Mazoyer in L. Roudart (1997), in modelom "*exploitation familiale*" avtorja P. Ouzoulias (2006). Drugič, tendenco oddaljenosti različnih "geografskih kontekstov" od posameznih napeljav za vsako fazo naselbinskega vzorca smo uporabili, da smo lahko ločili zaželeno (atraktivno) "kontekste" od nezaželenih. Pri tem smo razločevali med "konteksti", ki so večinoma blizu najdišč, tistimi, ki so pretežno oddaljeni in tistimi, ki se pojavljajo na različnih razdaljah. Preučevanje karakteristik bližnjih in oddaljenih "terroir-jev" nam omogoča določevanje "okoljskih profilov" v različnih poselitvenih fazah študijskega območja.

“Terroir” pristop nam omogoča oceniti posledice spreminjanja naselbinskega vzorca in vzorca rabe tal. Zdi se, da so za razliko faz goste poselitve v prvem in petem st. n. št., v tretjem st. n. št. nekatera območja - konkretno jugovzhodna četrtina (vallat d’Ezort)- zelo oddaljena od naseljenih krajev, kar priča o zmanjševanju vzdrževanja in podpira hipotezo faze ponovne kmetijske rabe območja v četrtem in petem st. n. št. Kljub temu pa “okoljski profil” tretjega stoletja ne izkazuje kakega posebnega trenda (razen morda odmika od poplavnih območij): splošne značilnosti “geografskega konteksta” *pretežno oddaljen od naselbin* se v tej fazi ne razlikuje od ostalih. Močan upad gostote poselitve, ki je dokumentiran v tretjem st., se torej ne zdi neposredno povezan z opustitvijo določenega okoljskega tipa.

Obdobja velike gostote napeljav nakazujejo bližino širokega spektra “terroir-jev”, posebej v prvem st. n. št. Kljub temu sovpadanje med osončenostjo in indeksom prsti v zelo vlažnih ali sušnih pogojih kažedoločeno selekcijo okolja v prvem st. n. št.: več je negativnih kumulativnih učinkov (visoka osončenost na prsteh občutljivih na sušo in prsteh, občutljivih na sušo in zastajanje vode; visoka osončenost na prsteh, ki slabo odvajajo vodo) z “geografskimi konteksti”, ki v tem obdobju niso v bližini napeljav. Poleg tega, navkljub navidezni podobnosti med naselbinskima vzorcema v prvem in petem st. n. št. primerjava “okoljskih profilov” pokaže, da je poznoantični sistem bolj prilagojen, saj bolje izkorišča distribucijo kakovostnih zemljišč. Bližina naselbin prstem, občutljivih tako na sušo kot na zastajanje vode in prsti, ki slabo odvajajo vodo, je manj sistematična v petem kot v prvem st. n. št. Toda ob primerjavi povezav med različnimi parametri “geografskih kontekstov” ni ujemanj. Pri umeščanju naselbin v prostor torej niso upoštevali poljedelsko-pašniških virov.

Naselbinski vzorec prvega st. n. št. vključuje več razmeroma oddaljenih “terroir-jev”. To obdobje se od ostalih razlikuje po jasni diferenciaciji med vsebnostmi bližnjega okolja (potencialno primeren za poljedelstvo) in “terroir-ji”, oddaljenimi 10 do 25 minut hoda od naselbin (najverjetneje manj intenzivno izrabljani, z manjšimi farmami ali za pašništvo). Značilnosti bližnjih “kontekstov” lahko razvrstimo v dva arhetipa. Prvi so strma, občasno suha pobočja, ki jih je potrebno terasirati (ta “tehnika” je bila na več najdiščih uporabljena tudi znotraj naselbin). Drugi arhetip so okolja z določenimi poljedelskimi značilnostmi: koluvialne in aluvialne prsti ali prsti z aluvialno akumulacijo (poplavne ravnice). “Terroir” drugega arhetipa vključuje več pretežno suhih ravnin (a se lahko dobro odzivajo). Zdi se, da prsti z nizko ali srednjo naravno kapaciteto za odvajanje vode niso bile posebno privlačne za bližino naselbin v tem obdobju: ozemlja v bližini napeljav so poplavna območja. Kultiviranje prsti, ki slabo odvajajo vodo, v tem obdobju torej ni verjetno in je bilo uporabljeno v druge

namene. Primer prvega st. n. št. torej dokazuje, da uporabljeno strukturiranje geografskih podatkov omogoča jasnejše razlikovanje med iskanimi lastnostmi in boljšo oceno pomena vsakega izmed kriterijev z analizo medsebojnih odnosov.

Namen preučevanja komunikacijskih mrež je razumevanje vpliva, ki ga je imel regionalni kontekst na lokalni naselbinski sistem. Na podlagi razvoja omrežja glavnih cest želimo oceniti stopnjo integracije preučevanih naselbin v regionalni poselitveni sistem mreže mest vzhodnega Languedoca. Analiza v tem delu temelji predvsem na modeliranju cestnega omrežja, ki ga rekonstruiramo na podlagi izračunavanja optimalnih poti med izbranimi kraji. Z multiplikacijo modeliranih poti poudarimo najverjetnejše koridorje prehodov znotraj izbranih dejavnikov. Povedano drugače, razvoj cestnega omrežja je najverjetnejši tam, kjer je najbolj razvita trgovina.

Simulacija komunikacijskih kanalov je v arheologiji pogosto uporabljena metoda, pri čemer pa so t.i. tehnični aspekti pre pogosto zanemarjeni. Deloma je bilo naše doktorsko delo posvečeno razvoju te metode. Dejavnike in parametre smo izbrali pretežno glede na značilnosti okolja mediteranskega zaledja. Smeri ustrezajo potem najmanjšega napora, določenih na podlagi utežitve naklona. Hkrati smo preizkusili tudi vpliv dejavnika zaznavanja, natančneje polja vidnosti. Predvidevali smo, na primer, da je ta dejavnik botroval izdelovanju poti na grebenih. V ta namen smo preizkusili dva najpogosteje uporabljena algoritma in kot rezultat predlagamo uporabo nove procedure izračuna optimalne poti. Ta del raziskave smo razvili z interdisciplinarnim sodelovanjem v francosko-slovenskem raziskovalnem programu. Nova procedura omogoča upoštevanje smeri gibanja (t.i. anizotropični izračun, ki razlikuje med potovanjem navkreber in navzdol) in omogoča modeliranje načinov potovanja neodvisno od procedur, ki so vgrajene v večino programske opreme geografskih informacijskih sistemov (Zakšek, Fovet, Nuninger *et al.* 2008).

Z uporabo različnih algoritmov in s spreminjanjem uteži polja vidnosti smo izdelali več modelov. Z analizo teh modelov - koridorji poti, primerjava s cestami, ki se jih tradicionalno obravnava kot stare, primernost glede na vsakokratni naselbinski vzorec - smo razbrali dva tipa mreže poti: prva je mreža razmeroma ravnih (hitrih?) poti, ki topografije skorajda ne upošteva, ki teži k ravninam; druga mreža vključuje tudi vidnost in zato teži k višjemu svetu. Zdi se, da ima slednji tip drugačno vlogo, saj ne le omogoča drugačen način gibanja temveč po vsej verjetnosti tudi služi specifični kategoriji najdišč. Tovrstni modeli se v vseh obdobjih

povezujejo z različnimi tipi najdišč, namreč z najdišči kratkega trajanja; tudi fenomen ponovne uporabe posameznih najdišč smo namreč opazili ravno v bližini teh mrež. Morda lahko te poti povežemo s pašniškimi aktivnostmi, vendar bo potrebno podrobneje preučiti naravo teh naselbin, preden bomo lahko vzpostavili jasno povezavo s tem tipom poti. Dva izmed modelov, ki sta najbolj tipična za ta tipa poti, za analizo vpliva osnovnih osi prehoda na evolucijo naselbinskega vzorca.

S tem pristopom smo okrepili argumentacijo analize kmetijskih dejavnikov ozemelj, ki obkrožajo naselbine. Nakazuje namreč zanimive možnosti za razpravo o namembnosti napeljav v naselbinskem sistemu, saj prinaša podatke o njihovem obcestni lokaciji in opisuje pripadajoče koridorje. Konkretno, oba modela mreže poti kažeta močne vezi med določenimi naselbinami ali skupinami naselbin študijskega območja in izrabo virov območja Bois des Lens. Model mreže poti nam omogoča nov način obravnave dinamike rabe tal v odnosu do okoliških mest. Nekatera območja ležijo, kot kaže, v bližini poti, ki vodijo proti bližnjim središčem, druga območja pa ob "alternativnih" poteh - torej osi, ki se izogibajo prehodom v skozi mesta in s tem povezanimi pravnimi obveznostmi, posebej v primeru najdišč, ki nadzorujejo rečne prehode.

Soočenje modelov mrež poti in krajinskih (bivanjskih) vzorcev pa je prineslo več novih vprašanj kot odgovorov. Na tej stopnji raziskave komunikacijskih mrež modeli omogočajo vpogled v fenomen integracije različnih vrst cest. Analiza poti, ki jih tradicionalno poznamo kot antične na podlagi modeliranja regionalnih mrež poti, kaže, da so nekatere medregionalne poti nastale preprosto z združevanjem regionalnih poti. Tak je primer poti Ruteni, ki je ena glavnih komunikacij iz mesta Nîmes (Charvet 1873; Clément 1983 (rééd. 2003)); severni del študijskega območja (južni rob Bois des Lens in kotlina Combas) leži na delu, kjer se te regionalne mreže povezujejo. To kaže na kompleksnost osi prehoda v tem sektorju, ki je poleg tega zelo oddaljen od regionalnih mestnih središč (čeprav je očitno vsaj del družbe dobro integriran v rimski družbeni sistem). Poti bi lahko nihale med privlakom mreže poti na dolge razdalje na eni in logiko lokalnih komunikacij na drugi strani. Zgodovina poti bi bila v tem primeru lahko precej bolj dinamična, kot se zdi na podlagi retrogradnih raziskav mreže poti. Te možne evolucije so morda imele pomembno vlogo pri spreminjanju vloge lokalnih središč na tem območju.

Končni sklep predstavljene multi-skalarne primerjave z naselbinskimi vzorci je v smeri relativizacije perspektiv lokalne in regionalne dinamike. Nujno je upoštevati tudi srednji nivo

komunikacijske mreže (nad-lokalni), ki vsebuje vlogo velikih ruralnih naselbin, še posebej v poznocesarskem obdobju.

Na regionalnem nivoju nam različna tipa modeliranih mrež omogočata nov pogled na spreminjajoč se vzorec mest. Model prikazuje počasno izgrajevanje mreže poti od železne dobe do zgodnjericanskega obdobja (1. st. n. št.). *Oppida* druge (mlajše) železne dobe (zgrajena med poznim 4. in zgodnjim 3. st. pr. n. št.) in majhna rimskodobna mesta (ustanovljena od konca 1. st. pr. n. št. dalje, predvsem pa v začetku 1. st. n. št.) sodijo v prvo komunikacijsko mrežo: nastala so v bližini starodavnih komunikacijskih osi in tako izkoriščala obstoječo komunikacijsko strukturo in se na ta način izognila potrebi po “gradnji” poti za potrebe izmenjave z drugimi pomembnimi kraji. V tem smislu novi centri niso spreminjali obstoječe strukture, temveč so jo dopolnili. Kljub temu pa naš model kaže, da so nova središča ustvarila ali vsaj utrdila nekatere ceste, ki so alternativa starim mestom. Postavlja se tudi vprašanje, ali niso ta nova središča kanalizirala nekatere alternativne koridorje poti in s tem oslabila položaj starejših središč v mreži izmenjave? Naš pristop torej stara vprašanja o evoluciji mreže regionalnih središč predstavlja v novi luči, ki temelji na logiki integracije in tekmovanja (F. Favory, J.-L. Fiches et C. Raynaud *in* Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 99-104; Nuninger 2002, p. 249-260), in prevrednoti položaj središč v trgovski mreži. Vendar je možen vpliv sprememb v poznocesarskem obdobju, za katerega je značilen zaton nekaterih izvorno predrimskih mest, na mrežo komunikacij z modeliranjem znanih rimskih mest zelo težko prepoznati.

Polna vrednost metod, ki smo jih razvili v tem doktorskem delu, se bo pokazala šele z nadaljnjimi raziskavami. Vendar že dosedanji rezultati kažejo na potencial predlaganega pristopa, tako na področju načina, kako so pretekle skupnosti kmetijsko izrabljale okolje (lokalni dejavnik sprememb), kot tudi na področju integracije lokalnih skupnosti v širše kontekste (“zunani” dejavniki). Hkrati smo v tem delu želeli pokazati prednosti souporabe pristopov k študiji naselbinskih vzorcev z različnimi tematikami in merilom raziskav. Različni pristopi namreč prinašajo različne poglede, ki se medsebojno dopolnjujejo in uravnotežijo.

(Prevedel Benjamin Štular)

ABSTRACT

Socio-environmental dynamics during classical Antiquity: a micro-regional approach to settlement patterns in the eastern Languedoc (south-eastern France)

This thesis aims to study the evolution of ancient settlement patterns in an area located in the interior Languedoc (south-eastern France). This work is inspired by research conducted in the last decades on the ancient settlement pattern of eastern Languedoc, from the earliest works at the micro-regional scale (on Beaucairois: Favory, Fiches et Girardot 1987-1988, on the plain of Lunel-Viel and the étang de l'Or: Favory, Girardot, Raynaud et al. 1994 ; Favory, Parodi, Poupet et al. 1994), up to recent PhDs at the regional scale on the Iron Age (Nuninger 2002) and Antiquity (Ouriachi 2009), through the research program *Archaeomedes* which has strongly influenced settlement pattern studies and development of spatial archaeology in France (Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998 ; Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003 ; Favory, Girardot, Nuninger *et al.* 1999). The specific contribution of this thesis lies in the further analysis of the role of the geographical environment - physical and human - in the changing of land use during Roman times. Two lines of research have been developed: the characterization of agrarian and pastoral resources - notably by making use of satellite remote sensing - and communication network modelling - based on the optimal path method. Based on a study area rich in archaeological evidence, this methodological work is a part of the research program *ArchaeDyn* (Collectif ArchaeDyn 2008).

The research presented here centres on the analysis of the influence of "environmental" factors on the settlement pattern, understood as a system and operating in the long term. To assess the changes that occurred during Roman times, evidence from the Iron Age, in 7th century B.C.E., to the aftermath of late antiquity, in the 7th century C.E. - when the use of textual sources becomes necessary - is used. This study combines the approaches of regional, spatial and landscape archaeology: looking at changes in land use, analyzed through changes in the number, spatial distribution and shape of settlements - information primarily collected through systematic field survey programs carried out in the late 70s and late 90s. As in most regional or micro-regional archaeological studies, environment is broadly defined and

includes various geographical and social factors. This study does not benefit from the contribution of paleo-environmental data, because it is not available at the scale at which this work is carried out.

The study area covers 70 sq. km and is therefore smaller than usual for micro-regional studies in archaeology. It is located in the interior Languedoc, thirty kilometres from Nîmes, the capital city during antiquity, in an area with particular potential: it is a karstic environment, long devoted to pastoralism, which includes substantial resources, notably the stone found at the Bois des Lens massif, a high quality limestone suitable for both sculpture and building. This stone occupies an important role in the construction of the city of Nîmes and other towns (Bessac 1996). Crafts, notably ceramics production and especially iron working, are also present in this limestone massif area, but are still not well researched - the study of the metallurgy is just beginning (Pagès 2008).

Located on the hinterland of the major centres of the region, the study area is still one of the most densely occupied and the dynamics of land use there follows the general trends observed in the South eastern France. The variations in the numbers of settlements seen in the study area are mainly caused by the appearance and disappearance of small ephemeral installations used for less than a century, or less than half a century. This set of sites created two phases of dense occupation of the territory during the second half of the first century C.E., and between the middle of the fourth and the mid-fifth century C.E. Several examples of small sites excavated in other micro-regions of the eastern Languedoc, suggest that the pattern seen here includes substantial numbers of non-habitation sites and concentrations of artefacts left by the improvement of the agricultural land strongly influences our perception of the countryside's structure in this region. The quantitative changes are therefore largely associated with fluctuations of these non-habitation sites (dispersed agricultural and pastoral places of activities vs. clustered activities within farms; stages of conquest and reconquest of new land ...).

The study of the changing land use pattern in this area can be seen from various perspectives. For this thesis, it was decided to focus on two lines of research: the agronomic potential offered by the physical environment on the one hand, and the regional communications network on the other. Much of this work has been dedicated to developing new methods to study these two topics.

The analysis of the relationship between the settlement pattern and agro-pastoral resources has hinged on three points: how to compare the position of settlement and activity sites with this type of resource, how to characterize these resources (to structure available information), and how to adapt remotely sensed data to the study of ancient agrarian context to characterize the environment.

Soil quality is essential information for understanding the distribution of agro-pastoral activities in past rural landscapes. Faced with a lack of comprehensive soil maps in the study area, the choice was made to use satellite remote sensing to extract information on soil. Starting from very disparate information sources, remote sensing offers worthwhile opportunities since the treatment of a satellite image allows on the one hand the identification of the nature of the surfaces in comparison with the available documentation, and on the other hand the extension of this type of information on the entire image. The choice was made to use Landsat imagery, as this system has a spatial and spectral resolution suitable for studying local variations in soil quality - which are important factors when studying small and medium-sized farms, and which may have guided the choice of location. The lack of information on soils can be turned to advantage, giving the opportunity to detach from pedogenic classifications, giving more direct access to certain environmental characteristics. Given the specificities of the Mediterranean environment, the study focused on determining the surfaces behaviour during very wet and drought conditions. The aim is to distinguish between different zones regarding their available water capacities and soil drainage - decisive agronomic traits in an environment where the rainfall variations are significant (north Mediterranean climate).

Visual comparisons made between the results and ancillary data show that the indicator developed in this study reflects the desired characteristics: it is able to express small local variations in the characteristics of the land, whether due to geological substrate, topographic conditions (particularly curvature), soil characteristics (e.g., tendency to water saturation) or barriers locally limiting the thickness (available depth) of the soil (presence of rock strata, subsoil conditions or marly layer). These local variations are generally not plotted on soil maps, since they do not correspond to a specific soil type defined by a soil system, but are mentioned in the description of the type where it is shown that such soil classes can be locally hydric, encumbered by fragments, etc..

Information from the Landsat image processing, on the land's behaviour in very wet and dry conditions, can locate areas where efforts should be made to improve yields. Hence, they

can help to interpret the function of some sites - based on their intrinsic characteristics and their position in the overall land use dynamics. We note for example, areas characterized by episodic occupation (short periods of disconnected occupation, with modest sites associated with a relatively large number of poorly dated indices) appear to coincide with difficult types of terrain (soils susceptible to drought and soils susceptible to both drought and water-logging). These types of terrain are likely to require a greater investment than others - installing and maintaining management systems such as drainage and/or water supply. Also, this correspondence leads us to consider that, in these sectors, there must have been a "pioneering" development of land during the early days of the Roman era - that is to say a phase of preparation and construction of the agricultural landscape producing a certain number of "residues" of installation - followed by a phase of rehabilitation of these lands at the beginning of late antiquity. This interpretation implies a less active phase or discontinuation of the maintenance of facilities (in the second and / or third century C.E.).

Generally, the criteria chosen to study the impact of the physical environment on the choice of location are considered independently, the situations of settlements in relation to the contexts of soil, topography or hydrology (rivers) are analysed separately. In this study, the approach used is to understand the potential of the environment (from the information available) based on the concept of "terroir", defined as "*a tract of land with certain characteristics which make it individual from the point of view of agronomy. These "terroirs" are defined by their physical (landforms, climate, exposure, soil) or anthropogenic (irrigated "terroirs", drained "terroirs", "terroirs" on terraces) characteristics*" (translated from Lebeau 1969 (rééd. 1996), p. 10). While it is the combination of several criteria that define the agronomic characteristics of a "terroir"- its potential and constraints - a part of this work has focused on delineating geographic units in terms of agricultural quality - even if they are heterogeneous in terms of soil composition: the "geographical contexts". Formed by the combination of a set of criteria (the nature of geological substrates, the degree of slope, amount of annual sunshine, floodplains and the index of the behaviour of the surfaces in terms of water-logging and drought conditions), the "geographical contexts" are used to model approximately the "terroirs" - they respond to a fixed set of the criteria, and are defined by the combination of these factors.

To carry out an exploratory analysis, the geographic database was not ordered according to a typology for analyzing the relationship between archaeological sites and agro-pastoral

resources. Rather than trying to distinguish between "good" and "bad" land - which in no way corresponds to the reality of lands - it seems preferable to work from a "blank state", describing the various "terroirs" (in the vicinity), and allowing the discussion of practices, techniques, and improvement that could have been - or should have been - made at the time to be considered. The advantage of not going through a prior classification is to explore each criterion separately and study the preferential associations - the interactions between the various criteria selected (e.g. cumulative effects) are considered when analyzing land use at different times.

The assessment of changes in land use is a sensitive issue when based solely on archaeological sites. And one wonders to what extent changes in the settlement pattern induced changes in land use and / or the organization of these activities. In other respects, to appreciate the role of agricultural resources in the changes in the distribution, to determine which were the qualities genuinely sought by the local communities, it must be considered that the people had to cope with the spatial distribution of the resources of interest.

The approach taken in this study is based on the whole landscape rather than reference areas centred on the archaeological sites - the most commonly used model to examine the relationship between man and environment since the work of Vita-Finzi and Higgs (Vita-Finzi et Higgs 1970). It is studying the situation of all types of "geographical contexts" in relation to the settlement pattern as it evolves. Thus, rather than selecting a subset of the exploited area around the sites and comparing its characteristics to the potential of the study area, we want to know if there are "terroirs" near or far - that are assumed to have been used differently on the basis of their proximity (modes of operation, maintenance level). This approach is not fundamentally different from that using the subset areas surrounding sites, as it also relies on the principle of distance to site. It does provide a new light on the choice of location and the possible uses made of land.

The thresholds of distance (time-distance) were established based on both the concept of critical distance for certain activities and the notion of the minimum space needed for exploitations - determined based on two models of agricultural system proposed Roman times: the model of "*système à jachère et culture attelée légère*", proposed by M. Mazoyer and L. Roudart (Mazoyer et Roudart 1997), and the model of the "*exploitation familiale*" defended by P. Ouzoulias (Ouzoulias 2006). Second, the propensity of different "geographical contexts" to be located near or far from installations for each phase of the settlement pattern, is used to distinguish between "contexts" that seem really desirable (which are attractive) or

undesirable. This calculation distinguishes between “contexts” which are mainly located near sites, those which are generally far away, and those we encounter in several distance categories. The study of the characteristics of near or far “terroirs” allows for “environmental profiles” for the different phases of settlement in the study area.

The approach focused on “terroirs” is a good way to assess the implications of the changing pattern of settlement on land use in the study area. It appears that, unlike in the first and the fifth century C.E., where the landscape is densely occupied, in the third century C.E. some areas seem to be far from the places of occupation, notably the southeast quarter of the study area (vallat d’Ezort); this suggests a lessening of maintenance and supports the hypothesis of an enterprise of rehabilitating land during the fourth-fifth century C.E. in this area. Nevertheless, the “environmental profile” of the third century C.E. shows no particular trend (except, perhaps, a repulsion of potentially flooded areas): the overall characteristics of the “geographical contexts” broadly far from the settlements of this period are not really different from others. Therefore, the sharp decrease in density of occupation which depicts this period does not seem to correspond with the abandonment of a particular type of environment.

Periods of high density of installations induce proximity to a wide variety of “terroirs”, especially in the first century C.E. Nevertheless, the observed relationship between the sunshine conditions and the behaviour during very wet and drought conditions seems to indicate environmental selection in the first century C.E.: there are more negative cumulative effects (high levels of sunshine on soils susceptible to drought or soils susceptible to both drought and water-logging; high levels of sunshine on poorly drained soils) with the “geographical contexts” which are not located close to the installations of this period. Moreover, if the distribution of settlements of the fifth century C.E. does not seem different from the first century C.E. distribution, the study of the “environmental profiles” shows that the late-antique pattern is actually better distributed than the first century C.E. one: it takes better advantage of the distribution of land with good behaviour in the study area. The proximity of soils susceptible to both drought and water-logging and poorly drained areas is less systematic in the fifth century C.E. than in first century C.E. But there is no preferential association between the different parameters of the “geographical contexts” to explain this difference, which is therefore not caused by a selection of locations based on agro-pastoral resources.

The settlement pattern of the first century B.C.E. includes more relatively far “terroirs”. This period is distinguished from others by a clear differentiation between the properties of the immediate environment, potentially cultivated, and “terroirs” preferentially located between 10 and 25 min. of settlements, most probably used less intensively by small farms, or for pasture. The characteristics of preferred very close “contexts” draw two archetypes. First, the sloping environments, sometimes dry, requiring - in the contexts of steep slopes - the development of terraces (a "technique" that is found for that matter in the internal organization of several sites), and environment with particular agronomic characteristics: soils on colluvium or alluvium or marked by an alluvial accumulation (floodplain). The “terroirs” of the “second zone” include more “flat” land and are still mostly dry (but may have a good behaviour). It appears that the soils with low to medium natural drainage capacity do not appear to have had any particular attraction for settlements of this period: those which are located close to installations are essentially land subject to flood risk. Therefore, the cultivation of poorly drained soils seems unlikely at this time, these lands are more likely to have been used for other practices. The example of first century B.C.E. shows that the structuring of geographic information adopted allow us to distinguish more clearly the desired properties, and better assess the scope of each criterion by analyzing associations.

The study of the communication network is a means of understanding the regional context influence on the evolution of a local system of settlement. So, the point is to evaluate the integration of all settlements studied in the regional settlement pattern, understood through the network of towns of eastern Languedoc, by the evolution of the main roads. In this study, the analysis is mainly based on the road networks modelling. The approach is to reconstruct the structure of these networks by computing the optimal path between a set of places. The multiplication of modelled paths highlights the corridors of passage that, according to the factors considered, are the most likely - that is to say that development in the form of roads is the most likely where the intensity of trade is highest.

The simulation of communication channels is a widely used method in archaeology, but so-called technical aspects are all too often evaded. Part of this work was therefore devoted to exploring this type of method. The factors and parameters taken into account in this work are mainly chosen according to the characteristics of the environment (the Mediterranean hinterlands). The routes correspond to the least constraint path - determined by the weight of the slope - and the impact of a perceptual factor was tested: the field of view (we assume for

example that it is a factor for the establishment of roads in elevated places). To do this, two commonly used algorithms were studied, and a new procedure for calculating the least cost paths is proposed. Developed through a collaborative interdisciplinary work, initiated in a Franco-Slovenian research program, this procedure offers a solution to take into account the direction of motion (anisotropic calculation), and allows modelling of other types of travel than those resulting from procedures built into the most used Geographic Information Systems commercial software (Zakšek, Fovet, Nuninger *et al.* 2008).

Several models have been produced, using different algorithms and varying the weight of the field of view. The analysis of these models - corridor's tracks, comparison with the roads traditionally regarded as ancient, and suitability for the settlement pattern at different times - let us consider the coexistence of two types of networks: a network of pathways relatively uninfluenced by the topography and rather straight (fast?), which favours the transition into lowlands, and a network which integrates the visual factor that favours elevated places. This second type seems to occupy a separate function from the first: it does not just produce different ways of moving but also seems to serve a specific category of sites. Models of this type appear to connect, at any periods, with a more type of sites - namely those of very short duration -; the phenomenon of reoccupation of the site is also significant in the vicinity of these networks. This may be connected to pastoral practices, but the characteristics of settlements attached to these models should be studied in greater detail before proposing a firm link to this type of path network. The two models most representative of these different types of paths were used to analyze the impact of the principal axes of passage on the evolution of the settlement network.

Such an approach enhances the argument made by the analysis of agronomic traits of the land surrounding the settlements: it shows interesting possibilities for assessing the function of installations in the settlement system by providing information about their position as road-side locales, and characterizing the channels that serve them. In particular, both road network models show a potentially strong relationship between certain settlements (or group of settlements) of the study area and exploitation of the resources of the Bois des Lens. The road network models allow us to consider differently the links the dynamics of land use in the study area and surrounding towns. Some areas appear to be situated along the paths to these major nearby centres, others are along the "alternative" paths (that is to say the corridors which avoid passage through the surrounding towns, and thus avoid the legal constraints associated likely - especially in the case of the sites controlling crossings of rivers).

The confrontation between the road network models and the occupation patterns, however, has provided more questions than answers. At this stage of the research on communication networks, the modelled results give a glimpse into a phenomenon of integration between different levels of roads. The analysis of routes traditionally recognized as antique tracks by regional network modelling shows that some interregional roads are likely formed by connecting regional routes. This is the case of the Way of Ruteni, one of the a major communication roads radiating from the city of Nîmes (Charvet 1873; Clément 1983 (rééd. 2003)); the north of the study area (the southern edge of the Bois des Lens and the basin of Combas) is located in the area where these regional networks connect. This suggests a complexity of the axes of passages in this sector which is, moreover, situated far from regional towns (although part of the population appears well integrated into the Roman social system). The tracks could have swung between the attraction of long distances networks and the logic of local communications, and could well have had a story much more dynamic than indicated by the regression analysis the road network. These probable evolutions might have played an important role in the changing character of local centres of the sector.

Overall, the results of this multi-scalar comparison with the settlement patterns leads to the conclusion that to put the local and regional dynamics into perspective, the intermediate level of the communication network (supra-local) - incorporating the role of large rural settlements, especially from the late Roman Empire - must be taken into account.

At the regional scale, the two types of modelled network can give new perspectives on the changing pattern of towns. The models show a slow construction of the road network from the Iron Age up to early Roman period (first century C.E.). *Oppida* of the second Iron Age (created between the late fourth and early third century B.C.E.) and small towns created during the Roman era (since the end of the first century B.C.E. and especially during the early first century C.E.) fit into the prior communications network: settled in the vicinity of ancient axes of passage, these grouped settlements seem to benefit from pre-established communication structures, and did not have to “build” the road to exchange with other important places. In this sense, the new centres did not really change the structure but completed it. Nevertheless, the models suggest that the introduction of new centres created or reinforced certain roads, which are alternatives to the old towns. Also, it is questionable whether these new centres had the effect of channelling some of the alternate path corridors or weakens the position of the oldest centres in the exchanges network. This approach puts a different perspective on old questions about the evolution of the network of regional centres,

driven by logic of integration and competition (F. Favory, J.-L. Fiches et C. Raynaud *in* Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 99-104; Nuninger 2002, p. 249-260), and reassesses the situation of centres in the trade networks. However the possible impact of changes in the late Roman Empire - characterized by the decline of several originally indigenous towns - on the structure of the communication network are poorly identified by the modelling of recognized roman towns.

The methods developed in this work should be pursued further, to confirm the initial results. The latter, however, show the potential of the proposed approaches, both in terms of agrarian exploitation of the environment by past societies (local factors of change), and in terms of modes of integration of local communities in a broader context (“external” factors). This work has also sought to show the advantages of combining different approaches (thematics, scales) to study the settlement systems - it brings different perspectives that complement and balance each other.

(Translated with the help of Rachel Opitz)

Introduction générale

Cette étude d'archéologie spatiale s'inscrit dans la lignée des recherches consacrées au peuplement ancien du Languedoc oriental, depuis les travaux réalisés dans la région du Beaucairois (Favory, Fiches et Girardot 1987-1988) et celle de l'étang de l'Or et de la plaine de Lunel-Viel pendant l'Antiquité (Favory, Girardot, Raynaud *et al.* 1994 ; Favory, Parodi, Poupet *et al.* 1994), aux études de doctorat plus récentes sur l'Âge du Fer (Nuninger 2002) et l'Antiquité (Ouriachi 2009), en passant par le programme de recherche *Archaeomedes* (Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998 ; Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003 ; Favory, Girardot, Nuninger *et al.* 1999). La contribution spécifique de ce travail réside dans l'analyse plus poussée du rôle du milieu géographique - physique et humain - dans l'évolution de l'occupation du sol durant l'Antiquité romaine. S'appuyant sur un secteur d'étude riche du point de vue de la documentation archéologique, ce travail méthodologique s'intègre dans le programme de recherche *ArchaeDyn* (Collectif *ArchaeDyn* 2008).

La problématique est orientée sur l'analyse des facteurs "environnementaux" influant sur l'évolution du peuplement, appréhendé en tant que système et étudié sur la longue durée. Pour bien mesurer les évolutions qui se sont produites durant l'Antiquité romaine, l'étude débute à l'Âge du Fer, au VIIe s. av. n. è., et s'achève au lendemain de l'Antiquité tardive, au VIIe s. de n. è. - moment où l'utilisation des sources textuelles devient nécessaire. Selon une approche spécifique à l'archéologie spatiale, l'évolution du peuplement est analysée au travers les variations du nombre, de la distribution spatiale et de la forme des établissements humains - des informations essentiellement recueillies dans le cadre de programmes de prospection pédestre (réalisées entre la fin des années 70 et la fin des années 90). Comme dans la plupart des études archéologiques régionales ou micro-régionales, l'environnement est entendu au sens large ; il comprend les divers aspects que recouvre le milieu géographique pour les sociétés. Signalons donc que cette étude ne bénéficie pas de l'apport de données paléo-environnementales utilisables à l'échelle de ce travail.

L'espace délimité pour cette étude s'étend sur 70 km² environ ; il est donc plus restreint que ce qui se fait habituellement pour les études micro-régionales en archéologie. Située dans l'arrière pays languedocien, à une trentaine de kilomètres de Nîmes, chef-lieu de cité dans l'antiquité, la zone d'étude est l'un des espaces les plus densément fournis en sites archéologiques. Le corpus d'établissements présente la particularité de compter plusieurs sites d'artisanat (du fer et de la terre) en milieu rural - ce qui est assez rare dans les données de prospection en Languedoc oriental. Cet espace offre en effet, du point de vue du milieu géographique, des potentialités particulières : il s'agit d'un milieu karstique, longtemps dévolu au pastoralisme, et qui comprend des ressources minières et minérales non négligeables. En premier lieu, la pierre du massif du Bois des Lens, un calcaire de premier choix pour la taille de pierre, qui occupe une place importante dans les constructions des agglomérations de la cité de Nîmes (Bessac 1996). L'artisanat de la terre et du surtout du fer pour les périodes étudiées est également présent dans ce massif calcaire, mais reste encore mal connu - l'étude de l'activité sidérurgique ne fait que commencer (Pagès 2008).

L'étude du système de peuplement de la zone d'étude peut donc être abordée sous de nombreux aspects. Cette étude se concentre sur deux axes de recherches, orientés sur l'analyse croisée des formes d'occupation et des potentialités agronomiques offertes par l'environnement physique d'une part, et les conjonctures produites par l'environnement humain, au travers du réseau de communication, d'autre part.

L'analyse des relations entre trame des établissements et ressources agropastorales s'est articulée sur trois questions méthodologiques : de quelle manière confronter la position des lieux de peuplement et d'activité avec ce type de ressource ? Comment considérer ces ressources (structurer l'information disponible) ? Quelles sources d'information sont adaptées à l'étude du contexte agraire antique ? La confrontation entre l'évolution de la trame de l'occupation et les potentialités agronomiques nécessite en effet l'élaboration d'une banque de données géographiques adaptée aux spécificités archéologiques. En l'absence de données paléo-environnementales, ce sont les données disponibles sur le milieu actuel qui sont mises à contribution, en les rapportant aux traces d'exploitations anciennes. L'analyse de la relation homme/environnement est donc orientée dans le sens des possibilités offertes et contraintes imposées par le milieu, dans le cadre des pratiques agropastorales. Ce type d'approche nécessite néanmoins d'aborder le milieu physique avec précaution. Dans cette étude, la caractérisation des potentialités agronomiques du milieu sera en grande partie menée grâce aux traitements d'images satellitaires.

L'objectif de l'étude du réseau de communication est d'appréhender le poids du contexte régional sur l'évolution d'un système de peuplement étudié à grande échelle ; c'est un moyen d'évaluer les modalités de l'insertion dans la trame du peuplement régional. L'analyse est ici essentiellement basée sur la modélisation des réseaux viaires. L'approche adoptée consiste à reconstituer la structure de ces réseaux, par le calcul des cheminements optimaux entre les établissements archéologiques. La simulation de voies de communication est une méthode assez souvent utilisée en archéologie, mais les aspects dits techniques sont malheureusement trop souvent éludés. Une partie de ce travail a donc été consacrée à l'exploration de ce type de méthode.

La présentation de ces deux axes de recherches sera précédée d'une étude fine de l'évolution de l'occupation du sol dans l'espace d'étude. Cet état des lieux s'attachera tout d'abord à montrer les traits généraux et les particularités du corpus. Ensuite, la distribution spatiale des établissements, les unités qui structurent le peuplement, sera analysée tout au long des quatorze siècles qui nous occupent. Chaque étape de cette analyse sera l'occasion de situer la zone d'étude dans le contexte régional, d'appréhender la place qu'occupe ce secteur dans le peuplement du Languedoc oriental.

Mais dans un premier temps, il convient de présenter plus en détail le contexte géographique et archéologique de l'étude, en commençant par celui de la recherche en Languedoc oriental, une région qui, de longue date, est le lieu d'une intense activité scientifique.

1. CONTEXTE DE LA RECHERCHE ET TRAITEMENT DE L'INFORMATION

1.1 ETAT DE LA QUESTION

Le peuplement ancien du Languedoc oriental est aujourd'hui très bien connu puisque de nombreuses recherches archéologiques ont été effectuées ces dernières décennies, et que les études d'archéologie spatiale ont été précoces dans cette région. Il convient donc de présenter brièvement ces travaux, car ils expliquent en partie le choix de la problématique et des axes de recherches adoptés dans cette étude de doctorat. Bien que la recherche en Languedoc oriental s'inscrive bien évidemment dans le cadre plus général du développement de la recherche archéologique (notamment l'archéologie agraire), ce chapitre traitera uniquement des travaux réalisés dans le cadre restreint de la région qui englobe le secteur d'étude.

1.1.1 Etat des recherches archéologiques en Languedoc oriental

De nombreuses microrégions du Languedoc oriental ont bénéficié très tôt de l'attrait des archéologues pour les vestiges apparents de l'époque préromaine. En effet, et en partie grâce à la proximité de Nîmes où se développa une émulation scientifique précoce, les principaux *oppida* y ont été découverts et explorés dès le XIXe siècle. Ces premiers travaux d'inventaire, parfois enrichis de réflexions typologiques, laissèrent la place, dans les années 1960 à 1990, à la réalisation de tout un ensemble de fouilles programmées sur les grands habitats de l'Age du Fer (Py 1990 ; Fiches 1989). Ces opérations aboutirent à une très bonne connaissance de la culture matérielle de cette période et de l'organisation interne de ce type d'occupation.

Dans le cadre de ces programmes scientifiques, les recherches ne se limitent plus aux vestiges en élévation, elles englobent l'environnement du site, avec la mise en place d'analyses portant sur les paléosols, la circulation des cours d'eau, et le couvert végétal ancien - ce qui nécessite l'intervention d'équipes pluridisciplinaires. Cette conception nouvelle du site a également débouché sur l'étude de son contexte humain par prospection pédestre.

Parallèlement, la Préhistoire récente a également bénéficié d'une recherche systématique depuis les années 1970, tandis que les études concernant les périodes antique et surtout médiévale restaient relativement modestes, se cantonnant à des travaux d'inventaires (découvertes fortuites et textes médiévaux) et de prospections pédestres très localisées ; ils

permirent toutefois d'établir une première approche spatiale et typologique de l'habitat en Vaunage entre la fin de l'antiquité et le haut Moyen Age (Parodi, Raynaud et Roger 1987).

1.1.1.1 Des microrégions parcourues

C'est tout d'abord à l'occasion de l'étude de l'environnement d'*Ambrussum* et de Lunel-Viel qu'a été initié un long programme systématique de reconnaissance des sites par prospection pédestre¹, dans le cadre de la carte archéologique du Languedoc oriental". Ces chantiers pluriannuels ont tout d'abord exploré la plaine littorale de Lunel et Mauguio (de 1987 à 1990) ; ils ont ensuite été consacrés aux vallées du Vidourle, du Rhône et du Vistre (de 1991 à 1992) puis du Vidourle, à la Vaunage et à la basse Vistrenque (de 1994 à 2000). Ces travaux permirent de dépasser le stade de l'inventaire et fournirent sur ces secteurs une documentation archéologique continue sur le plan spatial et chronologique (Favory, Fiches et Raynaud 1985 ; Favory, Girardot, Raynaud *et al.* 1994). Ces opérations permirent de combler les lacunes des recherches thématiques, et ce, même pour les périodes bénéficiant d'une histoire archéologique longue et fournie, comme l'Age du Fer, où les travaux étaient largement orientés sur les habitats groupés, tandis que les établissements dispersés, plus modestes, restaient relativement mal connus.

L'intérêt de cette nouvelle entreprise a résidé d'abord dans la volonté d'homogénéisation des méthodes : désormais, l'ensemble des territoires étudiés est soumis à un système unique d'enquête. Ces investigations, qui ont mobilisé de nombreux habitants des communes concernées ainsi que des étudiants², ont débouché sur la rédaction des travaux de recherches mentionnés ci-dessous.

- M.-Ch. GARRIDO, *Inventaire des sites néolithiques et chalcolithiques dans le Lunellois*, Montpellier, 1990 (mémoire de maîtrise).
- A. PARODI, *La plaine du Languedoc oriental au haut Moyen Age (IV^e-XI^e siècles) : textes et archéologie de l'espace rural*, Paris 1992 (thèse de doctorat).
- J.-M. MALVIS, *Anthropisation de l'espace Lunellois (communes de Lunel et de Marsillargues) : périodes romaine et médiévale*, Besançon, 1988 (mémoire de DEA).

¹ Dirigés par C. Raynaud (UMR 5140 CNRS) et F. Favory (UMR 6249 CNRS).

² Il convient de saluer le travail réalisé par ces prospecteurs bénévoles qui ont beaucoup œuvré, au côté de C. Raynaud, pour faire progresser notre connaissance du peuplement ancien de cette région.

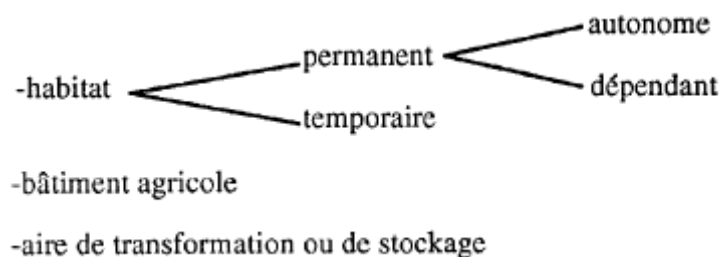
- L. RIPPOLES-BURDENS, *L'eau et l'habitat dans la plaine de Mauguio-Lunel (Hérault), au Néo-Chalcolithique, à l'époque gallo-romaine et au Haut-Moyen Age*, Besançon, 1994 (mémoire de maîtrise).
- L. NUNINGER, *Peuplement et Territoires protohistoriques du VIII^e au I^{er} siècle avant J.-C. en Languedoc oriental (Gard-Hérault)*, Besançon, 2002 (thèse de doctorat).
- O. BOYER, *La structure agraire de la Vaunage dans l'Antiquité. Contribution à l'étude des campagnes nîmoises de la fin du II^e s. av. J.-C. à la fin du VI^e s. ap. J.-C.*, Toulouse, 2004 (thèse de doctorat).
- M.-J. OURIACHI, *Habitat, terroirs et territoire en Languedoc oriental durant l'antiquité. Approche spatio-temporelle d'un système de peuplement*, Besançon, 2009 (thèse de doctorat).

L'efficacité heuristique de la démarche est telle qu'aujourd'hui aucun site d'envergure ne peut être envisagé indépendamment de son environnement. C'est toutefois sur l'approche de l'espace rural que les prospections au sol ont eu un impact décisif, car elles sont à la source d'un renouvellement complet de notre approche du peuplement ancien dans la région.

1.1.1.2 Les études sur le peuplement rural

Le développement des pratiques (prospections, fouilles préventives) a mis en évidence la grande diversité des formes de l'occupation rurale à l'époque antique (Pellecuer 1993 ; Pellecuer 1994 ; Pellecuer 1996 ; Collectif 2002) ; au cotés des *villae*, sont maintenant reconnus des hameaux, des fermes, grandes ou modestes, mais aussi des installations non-habitées (pas de manière permanente tout du moins). Le renouvellement de la documentation archéologique a donc amené à revoir l'image d'une économie agraire reposant principalement sur le système d'exploitation des *villae* - proposé depuis longtemps par M.E. Wightman (Ouzoulias 2006, p.201). Par ailleurs, depuis le déploiement des reconnaissances systématiques par prospection pédestre, les découvertes se rangent massivement dans la catégorie des "petits établissements", couvrant quelques centaines, voir quelques dizaine de mètre carrés. D'éléments négligeables, ces "petits sites" sont devenus majoritaires dans la documentation, du point de vue quantitatif, ce qui pose de manière accrue la question de leurs rôles dans l'organisation de l'occupation du sol, et dans l'exploitation de l'espace rural.

Les résultats des premiers travaux sur l'organisation du territoire de l'agglomération antique de Lunel-Viel suggéraient fortement une complémentarité des différents types d'établissements coexistant au plan local, avec un habitat dispersé partie prenante dans le fonctionnement de l'agglomération antique (Favory, Parodi, Poupet *et al.* 1994). Leur mise en réseau des établissements ne s'arrête cependant pas aux relations ville / campagne. Dans le cadre géographique élargi de la plaine de Lunel-Mauguio, le même type d'approche, utilisant une méthode de classification statistique multicritère des établissements, intégrant un panel étendu de descripteurs comme la chronologie³ et l'environnement paysager⁴, a conforté les chercheurs dans ce raisonnement (Favory, Girardot, Raynaud *et al.* 1994 ; Favory et Raynaud 1999, p. 506-507). Suite à ces analyses, étayées par les fouilles de petites installations techniques, incapables de servir d'habitat, les auteurs proposent une "classification d'attente", qui, d'un point de vue théorique, organise les différents éléments du système de peuplement selon trois niveaux : la fonction générale, le mode d'occupation et la position hiérarchique :



Classes théoriques proposées à l'issue des travaux effectués dans la plaine de Lunel-Mauguio (extrait de Favory, Girardot, Raynaud *et al.* 1994, p. 190).

L'utilisation des termes d'"autonomie" et de "dépendance" a, depuis, fait couler beaucoup d'encre, car elle laisse préjuger de l'octroi d'un statut socio-économique aux établissements. Sans entrer dans le débat, rappelons simplement que ce n'est pas seulement l'idée de dépendance qui fonde la notion de réseau d'établissements, mais aussi (et peut-être surtout) celle de complémentarité. La notion de réseau sous-entend en effet que l'organisation spatiale des sites est envisagée comme un dispositif cohérent, regroupant des établissements aux fonctions diverses, liés entre eux par des relations fonctionnelles et, pour certains chercheurs, hiérarchiques (Favory, Girardot, Raynaud *et al.* 1995, p. 268). Dans ce type d'approche, le rôle d'un établissement n'est pas fixé par une typologie préalable mais relativement à un modèle d'organisation prenant en compte le contexte général d'implantation, particulièrement la situation dans le semi d'établissements.

³ Période et durée d'occupation.

⁴ Unité géomorphologique, type de sol, rapports à la voirie.

Peu à peu, les archéologues se sont appropriés les outils des géographes "spatialistes" pour modéliser ces réseaux, le modèle gravitaire notamment. En découle un mode d'articulation entre les pôles d'initiative agraire, les habitats intermédiaires, et les aires techniques et logis temporaires (C. Raynaud, F. Favory, H. Mathian, L. Sanders *in* Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998 ; Favory et Raynaud 1999, p. 506-507). La durabilité constitue un critère très important dans l'armature des réseaux d'établissements, tels qu'ils sont modélisés par les membres de cette équipe : "la répartition spatiale de ces différents types d'établissements, caractérisés par un semis d'habitats étendus et durables entourés d'habitat de moindre taille, de dépendances techniques et d'abris temporaires, invitait à les regrouper en systèmes hiérarchisés polarisés par un habitat majeur, villa ou village, remarquable par sa capacité à perdurer et à diriger durablement l'organisation et l'exploitation de l'espace rural" (Favory et Raynaud 1999, p. 507). Cette lecture des structures spatiales du peuplement, basée sur la théorie des lieux centraux, est toutefois remise en cause par d'autres chercheurs, notamment P. Ouzoulias, qui invite plutôt à envisager les relations et les échanges selon d'autres modalités, où la proximité avec un établissement plus "important" ne constituerait pas le critère majeur pour définir la fonction d'une occupation (P. Ouzoulias, communication orale dans le cadre du colloque *Des hommes aux champs*, organisé à Caen les 8 et 9 octobre 2008).

Parallèlement, les avancées de la céramologie ont permis, par l'affinement des datations des établissements ruraux, de dépasser les schémas explicatifs calqués sur les découpages chrono-historiques traditionnels, et de mieux cerner la dynamique des campagnes durant l'Antiquité (Fiches 1996a).

Dans le cadre du programme *Archaeomedes*, le regroupement et l'homogénéisation des travaux de plusieurs équipes d'archéologues, œuvrant sur diverses régions de la basse et moyenne vallée du Rhône, permet de dégager les tendances globales et les particularités régionales de l'occupation du sol, durant l'époque romaine dans un premier temps, puis, dans un second temps, de l'Age du Fer jusqu'au bas Moyen Age (Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998 ; Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003 ; Favory, Girardot, Nuninger *et al.* 1999). La synthèse proposée pour le peuplement antique de ce vaste ensemble s'appuie sur le concept de "front pionnier" (Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998 ; Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003). Le concept de front pionnier fournit en effet un modèle explicatif intéressant pour comprendre et interpréter les grandes tendances qui animent le peuplement de la région : dans ce raisonnement, les phases d'occupation majeures correspondent ainsi à des

moments clefs de l'évolution des systèmes de peuplement, qui se caractériserait par un réseau de petites installations éphémères, en cours d'installation ou en difficulté, dont le mode de culture est plutôt vivrier, à la différence de la phase de consolidation du système de peuplement, fonctionnant avec de grandes exploitations stables, pratiquant une culture plus commerciale (Raynaud 2003, p. 289).

Ces auteurs proposent donc une lecture plus pondérée des courbes de fréquence d'établissements archéologiques, où ne s'opposent plus prospérité du Haut Empire et déclin du Bas Empire, mais où transparaît l'évolution des réseaux de peuplement, très dispersés à groupés (Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998 ; Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003). Cette interprétation s'appuie sur l'évolution des superficies occupées et des durées d'occupation. Ils mettent notamment en relation cette dynamique de "front pionnier" avec le développement d'un mode de production spéculatif (notamment viticole) et l'insertion des régions étudiées dans le marché impérial, qui suscitent l'augmentation des installations dans un premier temps, puis la baisse du nombre d'établissements selon un "processus de rationalisation du système de production" dans un second temps (Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 202).

Ce programme de recherche s'est également attelé à l'analyse de la part du facteur "environnemental" dans les évolutions observées. Deux types de méthodes ont été mises en œuvre à cet effet. Tout d'abord, une typologie de l'"environnement" des établissements a été réalisée, afin de caractériser le milieu alentour des sites archéologiques, du point de vue topographique (pente, orientation, ensoleillement et présence d'eau ou de terrains humides), et du point de vue des sols (Tourneux *in* Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 255-275). Ce type d'approche met particulièrement en évidence les caractères homogènes ou hétérogènes des milieux où s'implante les établissements. Parallèlement à l'analyse de l'évolution des contextes environnementaux autour des établissements archéologiques, une analyse factorielle croisant les données "environnementales" et archéologiques a été réalisée⁵ (Favory et Girardot *in* Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 279-299).

Les travaux effectués sur la position géographique des établissements ont permis de caractériser les tendances globales de la perception et/ou des choix des anciens par rapport à leur environnement : les zones de contacts, piedmonts et coteaux, les terroirs aux sols minces

⁵ Cette analyse reposait sur la classification hiérarchique des établissements, les typologies réalisées sur la "topographie" et les sols, ainsi que sur d'autres critères géographiques (distance au cours d'eau, distance au réseau viaire actuel et densité du réseau viaire alentour des sites).

et les finages variés sont particulièrement appréciés par les Hommes de cette époque, tandis que les zones planes semblent présenter un intérêt moindre et que les reliefs très vigoureux apparaissent dissuasifs (Tourneux *in* Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 275). On note certaines tendances évolutives, comme la "colonisation" des zones planes au Ier s. de n. è., accompagnée d'une phase de disparition sur les forts reliefs, et l'intérêt particulier pour les coteaux et piedmonts au IVe s. de n. è. (Favory et Girardot *in* Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 290 ; Tourneux *in* Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 275) ; mais il reste difficile de faire la part des spécificités micro-régionales dans ces résultats. Néanmoins, l'influence du milieu sur l'évolution de la trame de l'occupation paraît très limitée : "si les conditions environnementales ont visiblement joué un rôle dans les choix de localisation des sites, la structure spatiale, une fois mise en place au Ier siècle, s'est érodée de façon inégale, presque indifféremment des conditions d'implantation" (Tourneux *in* Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 275). Aussi, si l'on se place du point de vue des dynamiques d'abandon et de maintien de l'occupation sur les sites, l'influence du milieu "naturel" semble très secondaire : les types de situation géographique ayant subi le plus de défection sont également ceux qui sont les plus occupés et les plus réoccupés, supportant les plus grands établissements autant que les plus petits et précaires (Favory et Girardot *in* Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 299). Selon ces auteurs, les modifications qui affectent la densité de l'occupation du sol aux IIe et IIIe s. de n. è. dans les régions étudiées ne signifient pas un dépeuplement des campagnes, mais témoignent d'une restructuration du réseau des établissements ruraux ; la précarité de certaines installations ne serait pas la conséquence de facteurs environnementaux (changements climatiques, épuisement des sols, etc.), mais plutôt celle de leur trop forte spécialisation économique.

L'intérêt des analyses interrégionales effectuées dans le programme *Archaeomedes* pour la connaissance des relations homme-milieu est indéniable : par leur assise statistique (près de 1000 établissements) et l'échelle des observations, elles permettent d'appréhender les phénomènes globaux qui touchent le peuplement rural. Mais la perception du "milieu" y est inévitablement abrégée, de par la nécessité de travailler sur des informations homogènes à partir des données disponibles sur l'ensemble des microrégions étudiées.

Parallèlement, cette question bénéficie de l'élargissement de la recherche archéologique aux études paléo-environnementales, le plus souvent dirigées sur l'insertion de site archéologique particulier dans leur milieu naturel, au Marduel notamment, *Ambrussum*, et

surtout Lattes. Ce type d'approche reste, en dehors des programmes interdisciplinaires de grande ampleur, comme ce fut le cas dans les Alpilles (PACA), très localisé ; les analyses sur le peuplement se confrontent vite aux différences de résolution et d'échelle entre les données paléo-environnementales et les données archéologiques. Les jalons d'une histoire des écosystèmes sont néanmoins lentement posés, au fur et à mesure des études interdisciplinaires sur les chantiers archéologiques.

Mais l'environnement doit être entendu au sens large, et comprendre les divers aspects que recouvre le milieu géographique pour les sociétés. C'est dans cette optique que se sont inscrites les études de doctorat réalisées sur l'occupation du sol en Vauvage, aux époques protohistorique et antique, lorsqu'elles se sont attachées à l'étude de la structure agraire*, qui définit l'"ensemble de liens durables et profonds entre l'homme et le sol" et "que traduisent les paysages ruraux" (Lebeau 1969 (rééd. 1996), p. 10). L. Nuninger a intégré la question des finages, au travers des épandages agraires, dans son analyse des territoires protohistoriques (Nuninger 2002). O. Boyer a étudié les liens entre le parcellaire et l'"habitat rural" gallo-romain, c'est-à-dire le tissu des établissements (Boyer 2004).

Réseau des établissements, morphologie agraire, modes de bonification des sols, apportent autant d'éléments - disparates - à l'étude des systèmes agraires et plus largement des systèmes de peuplement. Conjointement, la spatialisation des données funéraires (Fiches 1993 ; Fiches 2004) et épigraphiques (Ouriachi 2009) permettent d'approcher la composante sociale du peuplement rural en Languedoc oriental.

1.1.2 Problématique et axes développés dans ce travail

Les précédentes études ont apporté un certain nombre d'acquis sur le peuplement de la région. La contribution spécifique de ce travail de doctorat réside dans une analyse plus poussée du rôle du milieu géographique - physique et humain - dans l'évolution de l'occupation du sol, appréhendée à partir de la trame des établissements ruraux. Par rapport aux travaux précédents, effectués à petite échelle, cette étude se propose d'affiner l'approche que nous avons des conditions d'implantation des occupations humaines, du rapport existant entre les sociétés anciennes et le milieu qu'elles exploitent. La réflexion porte sur la période romaine mais, pour bien mesurer les évolutions qui se sont produites, l'étude opère dans un cadre chronologique élargi : elle débute très en amont, au VIIe s. av. n. è., pour considérer le

contexte antérieur à celui qui nous occupe directement, et s'achève au lendemain de l'Antiquité tardive, au VIIe s. de n. è. afin de percevoir le devenir des structures spatiales mises en place durant l'Antiquité.

Il a été choisi de se concentrer sur deux axes de recherches apportant chacun un éclairage différent pour l'étude du peuplement rural : les potentialités agronomiques offertes par l'environnement physique d'une part, et les conjonctures produites par l'environnement humain d'autre part. Les thématiques développées répondent chacune à une échelle de travail spécifique.

La situation dans le système de peuplement, dans le réseau des habitats, est appréhendée dans un cadre régional, ce qui permet d'approcher les modalités d'intégration d'un secteur situé, géographiquement, en marge des pôles majeurs du peuplement du Languedoc oriental. Jusqu'ici les relations entre les établissements ruraux et les centres de peuplement et d'activité ont surtout été perçues du point de vue du voisinage. Cette étude se propose d'explorer ces relations du point de vue d'un espace non-continu, où les échanges sont structurés par les voies de communication. Les méthodes d'analyses régressives ne permettent souvent pas de saisir les réseaux viaires de manière suffisante pour les périodes considérées. Aussi, l'approche adoptée dans cette étude consiste à reconstituer la structure de ces réseaux, par le calcul des cheminements optimaux entre les établissements archéologiques.

La relation entre les installations humaines et les *terroirs* est appréhendée dans un cadre local, ce qui permet une approche fine du milieu physique. La réflexion méthodologique commencée dans ce travail s'articule sur trois points. Tout d'abord, l'évaluation de changements dans l'occupation des sols est une problématique délicate lorsque l'on se base uniquement sur la localisation des installations humaines - des sites archéologiques. Et l'on peut se demander dans quelle mesure les évolutions de la trame des établissements induisent des changements dans l'occupation du sol, dans l'utilisation des espaces.

Ensuite, la manière de considérer le milieu agraire (de structurer l'information disponible) a un impact décisif sur les interprétations qui peuvent être tirées des analyses. Généralement, les critères choisis pour étudier l'impact du milieu physique sur les choix d'implantation sont considérés séparément ; la situation des établissements par rapport aux contextes pédologique, topographique ou hydrographique fait l'objet d'autant d'analyses distinctes. Dans cette étude, le parti pris est d'appréhender les potentialités du milieu à partir des informations disponibles en s'appuyant sur le concept de *terroir*, défini comme une "*étendue de terrain présentant*

certaines caractères qui l'individualisent au point de vue agronomique. Caractères dus à ses qualités physiques (reliefs, climat, exposition, sols) ou aux aménagements entrepris par l'homme (terroirs irrigués, terroirs drainés, terroirs en terrasses)" (Lebeau 1969 (rééd. 1996), p. 10). Ce point de vue fait envisager les caractéristiques agronomiques d'un terroir - ses potentialités et ses contraintes -, à partir de l'association de plusieurs critères.

Enfin, l'absence de données paléo-environnementales nous invite à aborder le milieu physique avec précaution, et à orienter la relation homme-environnement dans le sens des possibilités offertes et contraintes imposées par le milieu. L'utilisation de sources d'information disponible sur l'environnement actuel doit néanmoins être adaptée à l'étude du contexte agraire antique, afin de caractériser au mieux les relations entre les établissements et leur environnement. Dans cette optique, cette étude s'est proposé de tester les possibilités offertes par la télédétection satellitaire pour caractériser les potentialités agronomiques du secteur étudié. Sans faire ici un historique de l'utilisation de l'imagerie satellitaire en archéologie⁶, il faut néanmoins rappeler les caractéristiques principales de cette source d'information et ses apports à l'archéologie.

L'acquisition d'information depuis une plate-forme satellite permet d'embrasser une grande portion des paysages et d'étudier leur structure. C'est pourquoi ce type d'image est utilisé pour l'analyse de l'organisation parcellaire et la détection de réseaux centuriés, notamment dans les régions du globe peu couvertes par les photographies aériennes verticales. Dans certaines régions, les photographies satellitaires - du type Corona -, qui couvrent les années 60 et 70, fournissent des informations essentielles sur les paysages disparus récemment, sous l'effet des restructurations et de l'urbanisation galopante. Elles ont par exemple permis de découvrir des sites archéologiques en Egypte, des routes reliant les habitats anciens en Syrie, ou des nécropoles dans les montagnes de l'Altaï (cas cités dans Parcak 2009, p. 55-56).

Pourtant, l'intérêt principal de la télédétection satellitaire réside dans la production d'images satellitaires, enregistrant des informations dans les domaines non visibles du spectre électromagnétique : infrarouge, thermique, micro-onde et radio. Ces capacités permettent de percevoir les traces d'aménagements anciens imperceptibles autrement, comme les sites archéologiques, mais aussi les voies de communication, les systèmes de canaux, etc. Dans cette optique, c'est l'imagerie RADAR qui a le plus été mise à contribution pour la recherche archéologique, et qui a fourni les exemples les plus marquants (sur le sujet voir Wiseman et

⁶ Pour une mise au point récente voir Parcak 2009, notamment p. 13-39.

El-Baz 2007, notamment la contribution introductive de D.W. Holcomb et I.L. Shingiray). Ces longueurs d'onde permettent en effet de traverser le couvert végétal dense et le sable fin, et de détecter ainsi des structures archéologiques masquées sous la forêt tropicale ou ensablées dans le désert. Toutefois, dans d'autres types de milieu, la résolution spatiale des images satellitaires (notamment celles couvrant les domaines du spectre électromagnétique les plus particuliers) n'autorise généralement pas la reconnaissance directe des sites archéologiques, comme on peut le faire sur une photographie aérienne prise à basse altitude.

Néanmoins, il est possible de détecter la présence de sites par inférence, en fonction d'autres paramètres. L'extraction de sites potentiels est souvent obtenue par analyse de la végétation, dont les caractéristiques changent en raison de la présence de constructions, et présente une signature spectrale particulière (Rothaus et De Morett 2001 ; Saturno, Sever, Irwin *et al.* 2007). En outre, la résolution effective - correspondant à la dimension à laquelle un capteur enregistre fidèlement la valeur radiométrique d'un objet (Robin 2002, p. 88-89) - intègre également les propriétés spectrales et morphologiques des sujets étudiés, et dépend beaucoup du contraste existant entre les thèmes recherchés et leur environnement (pixels voisins) ; aussi, de "petits" objets peuvent être détectés s'ils se différencient assez nettement du milieu dans lequel ils se situent. C'est ainsi que les *tumuli* des marais de Brière en Poitou - construits en calcaire, roche exogène apportée pour la construction de ces sépultures, dans un environnement composé de granite - ont pu être caractérisées ; ceci permettant de localiser d'autres nécropoles potentielles dans ce marais (Casse, Ménanteau, Thomas *et al.* 2001).

Ces exemples rappellent que l'analyse ne se réduit pas à l'interprétation visuelle des images, mais s'appuie sur des traitements informatiques : filtrages spatiaux, création d'indices, transformations et classifications d'images. Ce sont ces traitements qui permettent d'extraire des informations relatives à l'organisation du parcellaire, la présence de sites archéologiques⁷, mais également l'environnement géologique et géomorphologique de ces derniers.

En raison de ses caractéristiques (résolution et couverture), la télédétection satellitaire est le plus souvent utilisée pour l'étude des paysages, notamment en vue de caractériser le milieu dans lequel s'insèrent les occupations anciennes. Associée à d'autres sources d'information, souvent trop ponctuelles, elle est une aide précieuse à l'étude de l'évolution des paysages. La restitution d'anciennes rivières en milieu désertique (El-Baz 2007), de reliefs masqués par des

⁷ Sur ce point voir les travaux de S.H. Parcak sur la détection de sites archéologiques en Egypte à l'aide de classification d'images de moyenne résolution (Parcak 2009, p. 165-170).

dépôts alluviaux massifs (Nuninger et Ostir 2005), d'anciens traits de rives (Favory et Poupet 1992) et de paléochenaux, permet de restituer certaines composantes des paysages anciens et, parfois, d'expliquer l'absence de vestiges archéologiques en surface ou la présence de sites dans des milieux aujourd'hui très difficiles. Mais la télédétection satellitaire permet également de créer de l'information utile à l'analyse spatiale des données archéologiques. La définition des grands éléments de la morphologie paysagère (géologie, morphopédologie, contexte hydrique, etc.) peut être essentielle à la compréhension de la distribution des sites archéologiques (Parcak 2009, p. 22-23). Même lorsque les espaces étudiés disposent d'une bonne couverture documentaire (cartes géologiques, topographiques, pédologiques, photographies aériennes, etc.), la télédétection satellitaire peut apporter des informations aptes à nous éclairer sur les liens existants entre les conditions géomorphologiques, le contexte hydrologiques et la morphologie agraire actuels d'une part, et les organisations spatiales anciennes d'autre part (Barisano, Bartholomé et Marcolongo 1988 ; Tounsi, Jung, Berger *et al.* 1997 ; Marcolongo, Ninfo et Simone 2006). Signalons que pour élaborer la typologie "topographique" dans le cadre du programme *Archaeomedes*, F.-P. Tourneux a également eu recours aux ressources de la télédétection satellitaires pour déterminer la présence d'eau ou de sols humides dans l'environnement des établissements (Tourneux *in* Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 255-275). Les images sont en effet aptes à fournir une information relativement homogène sur un vaste espace (ici couvrant plusieurs microrégions).

C'est entre ces deux derniers types d'approche que se situe mon travail, dont l'objectif est de replacer les sites archéologiques trouvés en prospection pédestres dans leur contexte géographiques, selon la perspective de l'exploitation agraire et de la mise en valeur du milieu par les sociétés de l'antiquité romaine. Dans cette étude, l'utilisation de la télédétection satellitaire a donc pour but de caractériser au mieux le cadre dans lequel la trame des établissements a évolué. En Languedoc oriental, les premiers essais pour l'étude des structures paysagères anciennes et la reconnaissance des types de sols, dans des secteurs où ce type de données était connu d'avance, ont prouvé l'intérêt de cette source d'information (Favory et Poupet 1992).

1.2 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

La région étudiée se situe dans l'arrière pays languedocien, dans la moyenne vallée du Vidourle, à une vingtaine de kilomètres à l'est de Nîmes - chef lieu de cité dans l'Antiquité. Distante d'une trentaine de kilomètres de la côte, cette microrégion karstique est formée d'une mosaïque de petits bassins et de vallées étroites, séparés par de faibles hauteurs couvertes d'une végétation clairsemée typique des garrigues méditerranéennes (Annexe 1).

Il a été choisi d'appréhender le peuplement de deux bassins versants alimentant le Vidourle, drainés par les ruisseaux de l'Aigalade et du Brié. Encadré par la Vaunage à l'est, le Némausais et le Malgoirès au nord-est, et le Lédignanais au nord-ouest, ce secteur se situe majoritairement en pays Sommiérois, au pied du massif du Bois des Lens.

L'emprise géographique de l'étude a été délimitée en fonction des formes du relief essentiellement (Annexe 2). Un premier ensemble cohérent du point de vue géomorphologique a tout d'abord été circonscrit autour de deux affluents du Vidourle - l'Aigalade et le Brié⁸ ; puis la zone d'étude a été très légèrement étendue en fonction de la qualité de l'état des recherches et de la répartition des établissements : au nord-est sur la commune de Montpezat et au sud-est sur la commune d'Aujargues. Le secteur d'étude s'étend ainsi sur 70 km², et correspond en majeure partie aux territoires des communes de Combas, Fontanès, Souvignargues et Montpezat ; il s'étend au sud sur la commune de Villevieille et dans une faible mesure sur celle d'Aujargues, et ne concerne les communes voisines⁹ que sur des surfaces extrêmement réduites, dans des secteurs boisés. On s'étonnera peut-être du fait que la zone étudiée s'arrête à la limite du plateau supportant l'agglomération de Villevieille et n'englobe pas cette dernière. Il est certain que la zone d'étude se situera en partie dans l'espace vivrier de cet habitat. Toutefois, il a été choisi de préférer une cohérence physique à une délimitation *a priori* des finages. Le rôle qu'a vraisemblablement joué l'agglomération de Villevieille dans l'occupation de cet espace sera pris en compte au moment de l'interprétation.

⁸ En pratique, cette délimitation a été réalisée par modélisation spatiale, à partir du module *watershed* du logiciel IDRISI. Cet algorithme identifie les divers "bassins versants" en fonction du modèle numérique de terrain et du réseau hydrographique. Bien que ce traitement informatique ait été initialement élaboré pour délimiter les lignes de partage des eaux, cette division de l'espace n'a pas la prétention de correspondre au fonctionnement hydrologique de cette micro-région karstique mais, plus simplement, de définir un ensemble cohérent du point de vue de l'orientation de la topographie.

⁹ Calvisson, Saint-Côme-et-Maruéjols, Saint-Mamert-du-Gard, Crespian, Vic-le-Fesq et Salinelles.

Le secteur de cette étude offre du point de vue du milieu géographique des potentialités particulières : il s'agit d'un milieu karstique longtemps dévolu au pastoralisme, et qui comprend des ressources minérales et minières non négligeables.

1.2.1 Un espace contrasté¹⁰

Cet espace est délimité au nord et au nord-ouest par la bordure méridionale du massif calcaire du Bois des Lens, fortement entaillée par des écoulements fluvio-karstiques temporaires (Annexe 3). A l'est, le même type de relief en lanières, découpé dans les calcaires de l'Hauterivien où alternent calcaires et marnes, le sépare de la boutonnière de la Vaunage. Au sud, les collines de molasse calcaréo-gréseuse du Burdigalien inférieur ainsi que les collines calcaires de l'extrémité sud-est présentent, quant à elles, des formes arrondies, serres et puechs culminant à 100 mètres d'altitude environ et encadrant des zones basses très étroites, dégagées dans les marnes.

Les cours des deux rivières sont nettement séparés par un massif oblong formé de calcaire lacustre, qui les domine d'une quarantaine de mètres.

La dépression marneuse parcourue par le Brié présente une forme caractéristique de large combe (que l'on nommera bassin de Combas), dont l'altitude moyenne varie entre 100 et 40 mètres à son embouchure avec le Vidourle. Cet aspect fermé est renforcé par des versants abrupts, découpés à la faveur de l'alternance de roches dures et tendres¹¹, qui enserment la quasi-totalité de la vallée. Seuls d'étroits cols, placés entre les collines ravineées de l'extrémité nord-est du bassin ou découpés dans l'interfluve, ouvrent cet espace à l'est.

Les petits cours d'eau temporaires qui alimentent ce bassin prennent naissance dans les reliefs karstiques septentrionaux qui constituent le massif du Bois des Lens, ou sourdent dans le bassin marneux.

La vallée de l'Aigalade, d'altitudes similaires, présente une configuration bien différente. Elle repose sur un ensemble détritique constitué de marnes, de grès et de lentilles de poudingue (Grès de Célas et Conglomérat de Saint-Drézéry), vaste bassin tertiaire qui s'étend du synclinal de Saint-Mamert-du-Gard jusqu'aux environs de Sommières. Le village de Montpezat, positionné sur une hauteur de molasse calcaréo-gréseuse du Burdigalien, se trouve

¹⁰ D'après : Fabre 1984b et Berger 1974a.

¹¹ Calcaire lacustre/marnes sur les versants est et sud-est, sur lesquels se superposent, sur les versants nord et ouest, les étages d'une formation fluvio-lacustre Paléocène-Eocène inférieur (composé de sables siliceux, grès et marnes rutilantes) et du calcaire cristallin du Barrémien inférieur à faciès urgonien.

à la jonction entre le bassin versant de l'Aigalade dirigé au sud-ouest vers le Vidourle et celui de Saint-Mamert-du-Gard orienté au nord-est, sur le Gardon. La rivière de l'Aigalade fait ainsi partie intégrante d'un axe naturel de communication entre les vallées du Gardon et du Vidourle.

Vallée compartimentée, l'Aigalade comprend plusieurs bassins versants secondaires drainés par de petits ruisseaux, pérennes ou non, situés de part et d'autre du cours d'eau principal, et qui prennent leur source dans diverses formations géologiques : reliefs calcaires crétacés et lacustres, ou plus rarement dans les formations oligocènes (grès et conglomérats), au pied des collines burdigaliennes. Au sud-est, le vallon d'Ezort draine tout un ensemble de ruisselets temporaires illustrant la présence de nombreuses sources dans ce secteur collinaire.

La morphologie de l'espace d'étude est donc très diversifiée. Des petites hauteurs aux fonds de vallons larges ou au contraire très encaissés, en passant par des versants de glacis ou abrupts, ce secteur présente de nombreuses facettes, où le climat nord méditerranéen, très venteux, contribue à susciter des conditions très variées. A cela s'ajoute une complexité géologique et une fréquence des remaniements induisant un développement des sols sur des roches mères* souvent complexes, comprenant des niveaux à caractéristiques agronomiques très variables (CNARBRL 1958b, p. 6). Aussi, les zones homogènes étendues sont rares dans l'ensemble de la microrégion.

1.2.2 Ressources naturelles et contraintes

Le secteur de cette étude ne bénéficiant pas de l'apport de recherches de type paléo-environnemental, les ressources et contraintes de cet espace sont donc abordées à partir des données disponibles sur le milieu actuel.

1.2.2.1 Qualité des sols

La qualité des sols est une information essentielle pour analyser la répartition des installations et aménagements anciens dans le cadre de leurs pratiques agropastorales. Malheureusement, nous ne disposons pas de carte pédologique couvrant l'ensemble de la zone d'étude. Il existe bien sûr la carte pédologique de la France à l'échelle au millionième (INRA¹², 1966), ainsi que la carte des pédopaysages* du Languedoc-Roussillon établie au

¹² Institut National de la Recherche Agronomique

250 000^e (BDSol_LR¹³, INRA). Cependant, ces cartographies ne conviennent pas à l'échelle de notre étude. En effet, la carte pédologique de la France ne propose qu'un seul type de sol pour la zone étudiée ("rendzine typique et lithosol"), et la carte des pédopaysages du Languedoc-Roussillon n'y situe essentiellement que deux unités pédopaysagères : les "plateaux et collines tabulaires calcaires, et leurs versants", sur les secteurs karstiques au nord et du nord-est, et les "collines et bassins sur formation sédimentaire" sur le reste de la zone d'étude - à l'exception des abords immédiats du Vidourle et des parties aval des ruisseaux de l'Aigalade et du Brié où l'on trouve l'ensemble paysager "plaines alluviales récentes". Cette dernière cartographie n'a d'ailleurs pas l'ambition de représenter la très forte variabilité des sols de la région ; aussi, si l'on se réfère à la base de données BDSol-LR qui indique la fréquence et la répartition des "unités typologiques de sols" associées aux ensembles de pédopaysages, 23 types de sol sont susceptibles d'être associés aux 3 ensembles paysagers présents sur le secteur d'étude. Ces unités ne sont malheureusement pas représentées sur les cartes.

Malgré le manque de couverture pédologique exhaustive, j'ai pu avoir accès à deux études inédites procurant des informations plus précises sur les sols de la zone étudiée :

- la prospection pédologique préalable du canton de Saint-Mamert, fournissant une carte pédologique au 25 000^e de la partie nord de la zone d'étude (CNARBRL 1970).
- L'étude pédologique du secteur Vaunage – Haut-Service Lunel-Viel, au cours de laquelle une série de sondages a été effectuée sur une surface comprenant la Vaunage, la moyenne vallée du Vidourle et les Soubergues (CNARBRL 1958b)¹⁴. Cette étude ayant eu pour objectif d'évaluer les potentialités des sols pour la culture irriguée, seuls les zones basses et les versants actuellement mis en culture ont été étudiés. Quatre types de données ont été produits à la suite du travail de terrain : une analyse des profils pédologiques d'une partie des sondages classés par type de sols (CNARBRL 1958b) et une série de cartes papiers au 20 000^e¹⁵ : carte de repérage des sondages ; une *Carte des caractéristiques pédologiques* ; et une *Carte de mise en valeur* (CNARBRL 1958a).

¹³ Il s'agit de l'expression sur internet du Référentiel Pédologique Régional (RPR ; INRA).

¹⁴ Cette documentation a été remise aux membres du collectif travaillant sur le programme *Archaeomedes I*, par J.-M. Laporterie, géologue-pédologue à la BRL, avec l'autorisation du président de la BRL.

¹⁵ L'échelle de lecture des cartes papier est au 20 000^e mais les auteurs signalent que la précision de l'étude est au 50 000^e.

Outre le fait que cette dernière étude ne couvre qu'un type d'espace, il s'est avéré que certains éléments étaient d'utilisation délicate. Si les plages cartographiques de la *Carte des caractéristiques pédologiques* correspondent à différentes classes de texture de sol, elles sont difficilement rattachables à un des types de sol décrits dans le rapport d'étude ; en effet, il est apparu, après géoréférencement des cartes papiers, que des profils appartenant à un même type de sols sont localisés sur des unités cartographiques correspondant à différentes classes de texture¹⁶. Par ailleurs, tous les sondages ne sont pas décrits : seuls 39 types de sols sont mentionnés dans le rapport sur les 195 déterminés à la suite des sondages. Aussi, il n'est pas possible d'utiliser directement ces informations pour localiser l'emprise des types de sols en présence.

En revanche, cette documentation fournit de précieuses informations sur les qualités agronomiques des terres. La *Carte des caractéristiques pédologiques* comprend des éléments cartographiques ponctuels - zones non délimitées - indiquant la présence d'une surcharge en élément grossier (>30 %), d'endohydromorphie* ou d'exohydromorphie*, ainsi que la présence de bancs rocheux, d'encroûtement ou de niveau marneux observés à l'emplacement des sondages (Figure 1). Ce sont principalement ces éléments qui ont dicté l'établissement de la *Carte de mise en valeur* des sols (cf. Annexe 4) : les problèmes d'hydromorphie induisent la nécessité de drainer avant d'irriguer, tandis que la présence d'obstacles limitant le développement des racines réduit la gamme des cultures possibles.

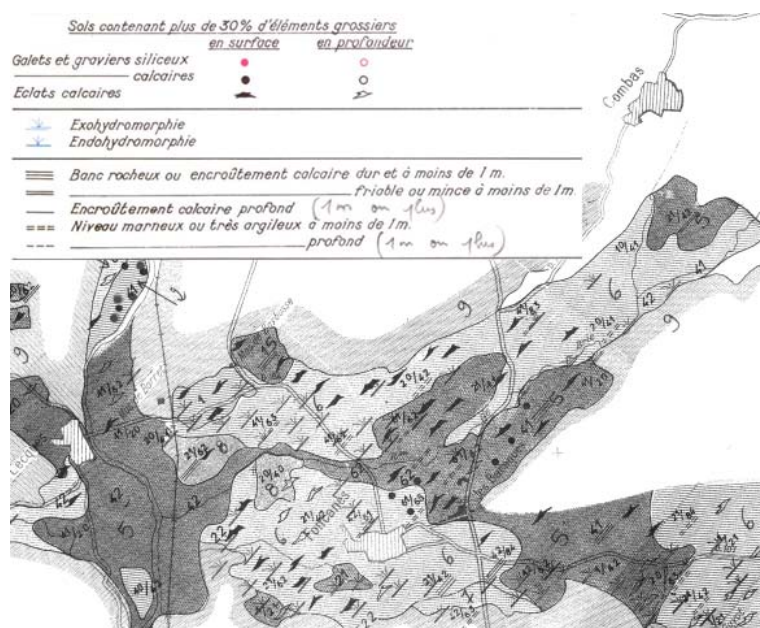


Figure 1. Extrait de la *Carte des caractéristiques pédologiques* (CNARBRL 1958a).

¹⁶ Ces différences pourraient peut-être s'expliquer par le fait que les sols sont regroupés en types en fonction de plusieurs critères, la description des profils reposant sur les caractéristiques moyennes des sols.

L'analyse de l'ensemble de ces informations permet néanmoins de dresser un tableau général du milieu. Si l'on se réfère à la carte pédologique du canton de St-Mamert (CNARBRL 1970), trois catégories principales peuvent être distinguées :

Les reliefs calcaires, plus ou moins karstifiés, portent majoritairement des sols superficiels, de structure* moyenne, et dont la capacité de réserve utile en eau* est très faible (Annexe 4 et Annexe 5 : sols B). A ces sols sont associées quelques zones de sols résiduels (fersiallitiques* ou *terra rossa*) plus ou moins tronqués, piégés dans les failles du karst (CNARBRL 1970) ; les capacités agronomiques de ces lambeaux de sols - non représentés sur la carte pédologique - dépendent de la compacité et de l'épaisseur de l'horizon argileux (CNARBRL 1958b, p. 23). On trouve également dans cet ensemble paysager, répartis sur de plus faibles superficies, des sols d'érosion relativement peu épais, de structure* moyenne, et dont la capacité de réserve utile en eau* est assez faible (Annexe 4 et Annexe 5 : sols C). Ces faibles hauteurs - plateaux et puechs calcaires isolés - portent aujourd'hui une végétation sclérophylle, plus ou moins dense selon les aléas du feu et de l'érosion consécutive. De manière générale, les sols minces sur calcaire dur ont une épaisseur très variable et des cultures peu exigeantes en eau - dont les besoins sont minimes dans les mois de forte évapotranspiration - sont envisageables dans les poches de sols, notamment si l'exposition est bonne et permet des cultures précoces : arboriculture fruitière (olivier, amandier), sylviculture irriguée... (CNARBRL 1958b, p. 23).

L'ensemble paysager des "collines et bassins sur formation sédimentaire" se compose ici de la dépression marneuse de Combas à l'est, et du vaste bassin tertiaire s'étendant à l'est, le long du ruisseau d'Aigalade. Dans cette catégorie de pédopaysage, c'est essentiellement le modelé local qui détermine la distribution des sols (BDSol_LR, INRA).

Les collines de molasse calcaréo-gréseuse ou de formations détritiques oligocènes (grès et conglomérats) portent des sols d'érosion, relativement peu épais, avec une capacité de réserve utile en eau* médiocre et une structure moyenne à mauvaise (Annexe 4 et Annexe 5 : sols C et F). Sur les substrats plus marneux, ces sols sont plus minces et ont, consécutivement, une capacité de réserve utile en eau* plus faible (Annexe 4 et Annexe 5 : sols A). La plupart de ces secteurs ont été éliminés lors de la prospection pédologique de 1958, mais quelques zones situées en limites de secteurs irrigables ont été sondées ("sols bruns calcaires peu profonds de molasse burdigalienne"). Selon ces auteurs, ces terres ne représentent qu'un "faible intérêt agricole" principalement en raison de leur faible épaisseur (jamais plus de 40 cm), et ne "conviendraient qu'aux plantes rustiques ou à enracinement peu profond" (CNARBRL

1958b). Ce type de modelé peut également porter des sols fersiallitiques*, développés sur le cailloutis recouvrant les collines de molasse du Burdigalien (Annexe 4 et Annexe 5 : sols G) ; ces sols caillouteux sont moyennement épais, avec une capacité de réserve utile en eau* médiocre, et la présence d'accumulation argileuse compacte réduit vraisemblablement leurs capacités agronomiques.

Les dépressions drainées par un réseau de petits cours d'eau bénéficient en revanche de sols bruns calcaires profonds, avec une bonne capacité de réserve utile en eau*. Selon l'étude pédologique du canton de St Mamert, ces sols sont généralement légers (bonne structure*) et peuvent être divisés en deux types : les sols d'origine colluviale ou alluvio-colluviale (Annexe 4 et Annexe 5 : sols E), et les sols reposant sur un cailloutis de géli fractes à éclats calcaires, auquel cas, ils sont caillouteux, leur texture est moins fine, et leur capacité de réserve utile en eau* un peu moins bonne (Annexe 4 et Annexe 5 : sols D). Au pied des reliefs, les sols bruns calcaires sur alluvio-colluvions peuvent être localement hydromorphes (Annexe 4).

L'étude pédologique du secteur Vaunage – Haut-Service Lunel-Viel, montre toutefois une plus grande variabilité des sols des dépressions (Annexe 4). Et l'on peut distinguer d'une part les sols sur substrat marneux (bassin de Combas) dont la porosité est assez médiocre et, d'autre part, les sols sur formations oligocènes (vallée d'Aigalade) où le drainage naturel peut être insuffisant (CNARBRL 1958a).

Sur les substrats marneux, il faut distinguer les "sols faiblement évolués à tendance brun calcaire de colluvion" qui gardent les caractéristiques du substrat géologique, ce qui induit ici une faible porosité et un taux important de calcaire actif réduisant la gamme des cultures (CNARBRL 1958b). En outre l'épaisseur de ces sols peut être limitée par un niveau marneux (sur marne de l'Eocène supérieur) ou un banc rocheux (sur marne crétacée) ; ces terres ne conviennent alors qu'aux plantes rustiques ou à enracinement peu profond. Lorsque le colluvium* est plus épais, ces sols peuvent présenter une légère hydromorphie et nécessiter des travaux de drainage pour l'irrigation. De manière générale, les sols minces sur marnes sont des terrains "froids"¹⁷ - ce qui ne favorise pas les cultures précoces - et les plantes y craignent la sécheresse ; ils conviennent donc pour le maraîchage d'été irrigué, les cultures fourragères, les prairies, et l'arboriculture fruitière peu exigeante comme l'olivier ou l'amandier (CNARBRL 1958b, p. 23).

¹⁷ Terres humides, qui se réchauffent lentement au printemps.

En revanche, les sols peu évolués à brun calcaire de colluvium* épais sont favorables à une large gamme de plantes, à l'exception des zones à niveau asphyxiant et/ou de niveaux indurés¹⁸. On trouve dans cette catégorie les "sols bruns calcaires, ou peu évolués à tendance brun calcaire sur matériaux meubles remaniés de l'Eocène supérieur (Bartonian)", bien que les systèmes racinaires y soient peu développés en profondeur (CNARBRL 1958b). Les défauts ponctuels de ce type de sols consistent en des concrétions calcaires - plus ou moins friables - qui limitent l'épaisseur du sol. Ces sols peuvent être également légèrement hydromorphes - généralement en raison d'une position topographique peu favorable au drainage. Les "sols bruns calcaires légèrement décarbonatés, plus ou moins endohydromorphes*, de colluvium* épais" de la vallée de l'Aigalade font également partie de la catégorie des sols peu évolués à brun calcaire de colluvium épais, et sont propices à une large gamme de cultures, bien qu'ils doivent parfois être drainés (CNARBRL 1958b).

Les sondages effectués lors de l'étude pédologique du secteur Vaunage – Haut-Service Lunel-Viel ont mis en évidence la présence de "sols à hydromorphie originelle". La pédogenèse* de ces sols s'est effectuée dans un environnement à engorgement plus ou moins complet et permanent, "jusqu'à une date plus ou moins récente" (CNARBRL 1958b, p. 3). Ces sols témoignant de conditions marécageuses dans des dépressions mal drainées sont disséminés sur l'ensemble de la microrégion ; le plus souvent, le drainage a été amélioré et les alluvions palustres ne sont plus aujourd'hui que des formations fossiles (CNARBRL 1958b, p. 3). Ces sols ont des caractéristiques agronomiques similaires à celles des sols issus de marnes. Comme eux, ils sont assez "froids", et ne favorisent pas les cultures précoces ; toutefois, ces sols sont plus aisés à drainer grâce à leur très bonne structure. Bien assainis, ils peuvent convenir pour le maraîchage tardif, les cultures fourragères et une arboriculture fruitière plus exigeante comme le pommier (CNARBRL 1958b, p. 23).

Enfin, les seuls sols strictement alluviaux du secteur sont les "sols bruts d'alluvions récentes du Vidourle"¹⁹. Ces sols conviennent à une très large gamme de plantes, car l'enracinement y est bon - exploitant tout le profil qui est homogène -, et les éléments grossiers y sont très rares (CNARBRL 1958b, p. 24). Aussi, le seul problème de ces terrains est celui posé par les crues.

¹⁸ De plus, l'excès de calcaire actif peut localement limiter la gamme des cultures, notamment pour l'arboriculture fruitière.

¹⁹ En effet, le Vidourle est le seul cours d'eau déposant des formations alluviales ; les autres cours d'eau déposent, dans les vallées étroites, des matériaux arrachés aux sédiments. Les sols bordant les petits cours d'eau sont donc similaires aux sols des colluvions voisins - la topographie mise à part.

Cette variété de la qualité des terres au sein de la zone étudiée peut expliquer en partie les différences d'utilisation des sols en contexte d'agro-système préindustriel, tel qu'il nous apparaît dans les statistiques du milieu du XIXe siècle (Figure 2).

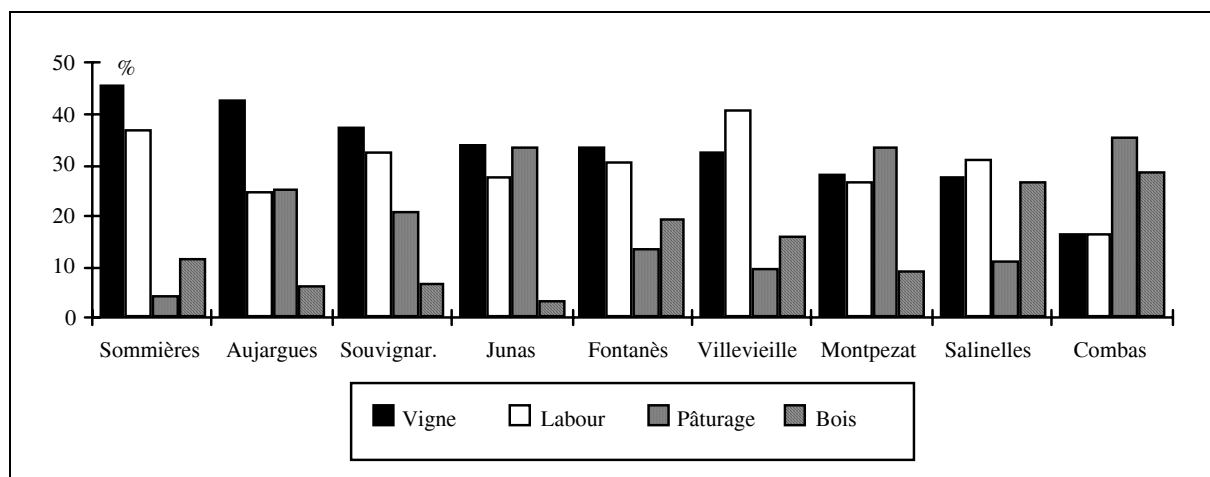


Figure 2. Utilisation des territoires communaux d'après la *statistique* de 1842 (extrait de Bonnaud et Raynaud 1994)

On remarque ainsi que les territoires des communes comprenant une forte proportion de relief calcaire, étaient largement dévolus à l'élevage et/ou aux bois (Combas, Montpezat et dans une plus faible mesure Fontanès). Néanmoins, ces *statistiques* anciennes montrent également que ces reliefs peuvent être propices à d'autres activités puisque, - la commune de Villevieille mis à part - ces terrains représentent des surfaces plus importantes que celles assignées aux bois pour l'ensemble des communes étudiées. Ces dénombrements suggèrent une utilisation de nature pastorale pour ces espaces, mais l'on ne peut envisager que de "vaines pâtures à ovins", probablement saisonnières, sur ces terrains arides. Toutefois, certaines cultures rustiques, telle la vigne, sont (ou ont été) envisageables dans ce type d'environnement, notamment à la faveur des poches de sols.

Par ailleurs, les orientations du système agropastoral du bassin de Combas où vignes et labours n'occupaient qu'une portion congrue, avec moins de 20 % du territoire chacun, peuvent s'expliquer par les caractéristiques géographiques de ce secteur. A la différence de Montpezat - où ces cultures étaient mieux représentées -, le bassin de Combas repose sur un substrat marneux où les sols sont globalement peu évolués et présentent souvent des obstacles limitant l'épaisseur des sols. Si l'on compare les surfaces occupées par les labours dans le

territoire de Combas, on se rend compte que les zones de dépressions étaient forcément orientées sur d'autres types de productions²⁰. On retrouve les mêmes discordances entre les proportions qu'occupent les zones de dépressions dans le territoire de Fontanès et la part dévolue aux labours. Il est vrai que le territoire de cette commune comprend, dans sa partie ouest, les mêmes types de sols que le bassin de Combas, ainsi que des formations palustres fossiles. Toutefois, ces considérations sur la nature des sols n'expliquent pas les discordances également repérées sur la commune de Souvignargues largement recouverte par les formations détritiques oligocènes et présentant des "sols bruns calcaires légèrement décarbonatés, plus ou moins endohydromorphes, de colluvium épais".

Il apparaît donc que les caractéristiques agronomiques évoquées plus haut semblent avoir eu un impact effectif sur les choix opérés avant l'introduction de la monoculture de la vigne. Les comparaisons effectuées restent cependant très générales et devront être approfondies en situant géographiquement ces caractéristiques de manière plus précise, en prenant notamment en compte l'ensemble des paramètres qui forment les *terroirs**. Il s'agira de tenter d'évaluer au mieux les possibilités du milieu, à partir de la documentation disponible.

1.2.2.2 Ressources en eau

Le climat nord méditerranéen, extrêmement contrasté, influe largement sur le régime des cours d'eau. Il se caractérise par des hivers froids, secs et venteux, des étés secs et caniculaires et des demi-saisons plus douces mais particulièrement pluvieuses, qui provoquent des crues énormes, surtout en automne ; le Vidourle en est probablement le meilleur exemple.

Ces conditions climatiques confèrent au problème de l'eau un caractère ambivalent. En effet, si les crues automnales peuvent être soudaines et dévastatrices, les eaux superficielles sont dans l'ensemble peu abondantes et la plupart des sources tarissent en été. Ceci a d'ailleurs posé quelques difficultés lors de la digitalisation des cours d'eau, dues aux variations notables de leur emprise d'une carte à l'autre, la position des sources temporaires s'en trouvant changée. Il est même très probable qu'elles aient évolué au cours du temps.

Dans cette région, les eaux superficielles sont largement prélevées souterrainement (Fabre 1984b, p. 5). Il convient donc d'évaluer les capacités aquifères des terrains. Généralement, les

²⁰ D'après les informations fournies sur les caractéristiques de ces sols, on peut envisager une utilisation de ces terrains en pâturage et/ou en prairies artificielles (cultures de plantes fourragères).

ressources en eaux souterraines se trouvent soit dans les calcaires, soit dans les alluvions²¹ ; celles du Vidourle, en raison de leur bonne perméabilité, peuvent assurer un débit de 50 à 100 m³/h (Berger 1974a, p. 11-12).

Il faut, sur cette question, accorder une attention particulière aux formations karstiques qui constituent le plus important réservoir d'eau. Les manifestations de la structure souterraine de ce type de substrat ne donnent habituellement pas naissance à des écoulements hydriques de surface permanents, mais plutôt à des percolations temporaires (Fabre 1984b, p. 9). Si les sources ne sont asséchées qu'épisodiquement (un à deux mois), les cours d'eau sont plus variables en raison du fort prélèvement hypogé à leur endroit, les dépôts susceptibles de les isoler du substrat étant rares. Les résurgences se situent sur les reliefs (sources internes) ou à la base des versants (sources bordières) et de manière préférentielle sur les failles barrant le karst. Leur débit n'est globalement pas très important mais elles peuvent toutefois charrier de gros volumes lors des fortes précipitations. Elles jouent le rôle de déversoir de trop-plein, fonctionnant comme des puits artésiens naturels, et sont généralement désignées sous le nom de "Boulidou" ou "Puits". Les puits antiques du Roc et de Prouvessa sont situés sur ce type de gisement ; actuellement, le premier a un débit qui varie de 4 m³/h à 60 m³/h en période de crue, le second ne coule pas en été mais conserve un niveau d'étiage à 8 mètres de la surface et 1000 m³/h d'eau en jaillissent lors de la saison humide (Bessac, Blétry-Sébé, Bonnaud *et al.* 1984, p. 191).

Les phénomènes karstiques affectent les calcaires purs du Crétacé inférieur, essentiellement les terrains de l'Hauterivien supérieur et très largement ceux du Barrémien à faciès urgonien (particulièrement ses failles²²) ; les terrains antérieurs et postérieurs ne sont pas ou très peu karstifiés : seules les formations de molasses burdigaliennes présentent de petites cavités susceptibles d'être infiltrées (Fabre s.d., p. 25-32 et 240).

Les formations marno-calcaires du Valanginien et de l'Hauterivien inférieur présentent, quant à elles, des possibilités hydrauliques réduites (quelques m³/h). De même, les calcaires tertiaires, en raison de l'importance de leur phase argileuse, ont des capacités aquifères très médiocres²³ ; cependant, ils peuvent être parcourus par des circulations karstiques ou comprises dans des formations aquifères plus profondes (Berger 1974a, p. 12).

²¹ De nos jours, c'est ce second type de formation géologique qui est principalement exploité (Berger 1974a).

²² Dans le Gard, "75% des phénomènes karstiques souterrains intéressent l'Urgonien et plus de 80% sont 'calés' sur une fracture" (Fabre 1984b).

²³ Les niveaux susceptibles d'être productifs sont les calcaires du Lutétien, ceux du Ludien et le calcaire de Pondres (Berger 1974a).

Il est donc difficile, dans ce type de milieu, d'évaluer et surtout de localiser les potentialités hydriques. Le contexte géomorphologique génère de nombreux points d'eau à caractère secondaire (dont la position n'est pas forcément immuable) et si, au regard des cartes IGN, la réunion de cette multitude de ruisselets finit par donner lieu à quelques cours d'eau pérennes situés dans les dépressions, il semble que c'est en grande partie grâce à la présence de niveau(x) aquifère(s) en profondeur, contenant ou nourri(s) par le réseau karstique.

Les fouilles effectuées sur quatre puits de cette région montrent par ailleurs que le niveau de l'eau a varié au cours des temps (Bessac, Blétry-Sébé, Bonnaud *et al.* 1984, p. 212). L'utilisation à demi-comblé du puits des "Gravenasses" (site n° 10 040) et de celui situé à "l'Armas de Raynaud" (site n° 10 038) durant l'époque médiévale²⁴ prouve que le niveau moyen de l'eau était alors supérieur à celui qui a été observé ces dernières années. De même, le puits antique de Prouvessa (site n° 10 037) a fonctionné régulièrement durant le Bas Empire à 1,50 mètre au-dessus du niveau d'étiage enregistré ces dernières décennies. Il faut également noter que lors de sa fouille, en 1906, le puits du Roc (site n° 10 041) était à sec.

Cependant, si l'on ne doit pas considérer les secteurs à capacité aquifère moindre comme réellement répulsifs, en raison de la possibilité de réaliser des équipements pour s'approvisionner en eau, ceux-ci nécessitent néanmoins quelques efforts d'aménagement qui ne sont pas compatibles avec une utilisation ponctuelle et opportuniste du milieu et des *terroirs*.

1.2.2.3 Ressources en matières premières

Autres facteurs importants pour l'économie locale, les ressources minérales et minières de la zone étudiée présentent des potentialités particulières qu'il convient de présenter.

Les calcaires

Le versant oriental du massif du Bois des Lens se distingue par l'intérêt qu'offrent ses calcaires. Il est formé principalement d'un affleurement de calcaire du Barrémien à faciès urgonien ; sa frange occidentale est constituée d'une étroite bande de calcaire à silex clair du Barrémien inférieur (Berger 1974a) et le reste du versant par une formation du Barrémien

²⁴ Au XIe-XIIE s. pour le premier et XIIE s. pour le second

supérieur. Ce dernier est un calcaire oolithique à structure fine, très cristallin, dense et peu poreux ; ses caractéristiques techniques et l'homogénéité de sa masse autorisent l'emploi en délit et en font un matériau de premier choix pour la taille de pierre (Bessac 1996). Résistant mais facile à travailler, il convient parfaitement pour les réalisations fines : décoration architecturale et sculpture. Sa composition extrêmement pure (99,75 % de carbonate de calcium) lui donne un aspect très blanc et en fait également un matériau particulièrement adapté à la fabrication de chaux.

Cette pierre ornementale, reconnaissable à l'œil nu et dont les qualités techniques et esthétiques n'ont pas d'équivalent dans le sud de la France, a pris le nom de son principal lieu d'affleurement.

L'exploitation et l'utilisation de la pierre des Lens sont bien connues grâce aux recherches de J.-C. Bessac. Les carrières se répartissent en trois groupements, le plus méridional (groupe C) se trouvant dans l'emprise de la zone d'étude (sites n° 30 000, 30 001).

L'activité d'extraction de ce matériau est avérée dès le IIe s. av. J.-C., comme le prouve son usage pour les blocs d'angle de la tour hellénistique de l'oppidum de Maureissip (Bessac 1996, p. 39). Elle fut également utilisée à cette époque pour les ouvrages statuaire de l'*oppidum* de Nîmes et occupa une place de premier choix dans les vastes programmes édilitaires qu'a connus cette ville sous le règne d'Auguste (la Maison Carrée, pour ne citer qu'elle, en fait grand usage).

La pierre des Lens a connu une large diffusion : elle occupe en effet une place importante dans les constructions des agglomérations de la cité de Nîmes, à Murviel-lès-Montpellier, à Beaucaire, mais également à Arles et, plus loin, à Narbonne et à Pourrières (Bouches-du-Rhône) ; sa présence est attestée jusqu'à Fréjus et Nice (Bessac 1996, fig. 21). Il semblerait que son utilisation fut fortement concurrencée au IIe s. de n. è. par l'importation de marbres de qualité, notamment en provenance de Carrare (Bessac 1996, p. 36 et 55). Après le second siècle de notre ère, les constructions romaines délaissent de manière générale l'usage de la pierre massive, appareillée et ornementée.

Au Bas Empire (surtout au Ve et VIe s. de n. è.) et jusqu'à la fin du Moyen Age, l'emploi de la pierre des Lens est orienté vers la confection de récipients de stockage, ronds ou ovoïdes. Cette production ne semble avoir eu qu'un débouché local.

Le secteur d'étude comprend quelques autres affleurements de calcaires utilisables pour la construction : le calcaire de l'Hauterivien supérieur et le calcaire Barutélien (Berger 1974a, p. 13) ; les calcaires lacustres, bien que difficiles à travailler au cause de leur dureté, peuvent également être utilisés. Les gisements de molasse calcaire ou calcaréo-gréseuse, plus connue sous le nom de pierre du Midi, sont souvent exploités pour cet usage ; trois carrières d'extraction positionnées sur cette formation ont été recensées dans l'espace d'étude : site n° 30 003, 30 004 et 30 006. La première a été exploitée entre 150 et 50 av. J.-C. : le matériau extrait aurait en partie été utilisé dans la construction du parement hellénistique de la tour de MaureSSIP (Bessac 1995, p. 396 ; Py 1990, p. 729, n° 43).

Le minerai de fer

E. Dumas, dans sa *Statistique géologique, minéralogique, métallurgique et paléontologique du département du Gard*, cite plusieurs gisements de minerai de fer dans les calcaires à *Requienia Ammonia* (faciès Urgonien), notamment à Combas : ils se présentent sous la forme d'amas de fer hydraté remplissant les fissures ou, plus rarement, de filons très étroits (Dumas 1875, p. 336-340). La présence de gros globules de fer hydraté et pisolithique, dans les crevasses de l'affleurement Barrémien du Bois des Lens, a également été observée par J.-C. Bessac et R. Bonnaud, au cours de leurs prospections (Bessac, Bonnaud et Py 1979, p. 41). Ces concrétions proviennent du faciès sidérolithique de l'Eocène.

Les gisements de ce type n'ont pas fait l'objet d'extraction durant l'époque contemporaine, à l'exception de quelques exploitations précaires au XIXe siècle (Dumas 1875, p. 336-340). En revanche, la production préromaine et antique de ce métal, accessible et facilement exploitable dans le massif du Bois des Lens et alentour est avérée par la présence de nombreuses concentrations de scories lourdes de réduction, interprétées comme des traces de four (sites n° 332, 338, 361, 657, 10 001, 10 008 et 10 009). Toutefois, la chronologie de cet ensemble de sites est souvent mal cernée voire très incertaine. Seuls deux d'entre eux ont fait l'objet de fouille : le Déveneau (n° 657), daté du Ier s. av. n. è. par les assemblage céramiques (Bessac, Bonnaud et Py 1979), et le Gravas (n° 10 009), daté du IVe s. de n. è. par C¹⁴ (Pagès 2008). Mis à part ce dernier site, les données disponibles ne permettent pas d'évaluer le niveau de cette production (techniques utilisées, stades de la chaîne opératoire, quantités générées). Les indices concernant une éventuelle activité d'extraction sont également très minces (cf. sites n° 330 et 30 002).

En outre, la répartition de cette activité, sur de petites surfaces, à proximité des exploitations de calcaire ou des établissements ruraux, laisse présumer qu'elle serait plutôt tournée vers une utilisation locale ou micro-régionale, bien loin du caractère industriel des carrières de pierre.

Cependant, la localisation des vestiges semble assez dépendante des conditions de découverte ; en effet, nombre d'entre eux ont été repérés à la suite d'élargissement récents de chemin (Bessac et Bonnaud 1998). L'activité métallurgique antique du Bois des Lens, si elle est indéniable, est encore mal cernée.

L'argile

On ne dispose pas d'informations précises sur ce type de ressource. Nous savons qu'une couche d'argile calcaire s'intercale entre les strates de marnes et calcaire argileux des formations indifférenciées du Barrémien (Fabre s.d., p. 29), et l'on peut supposer l'existence de nappes d'argile dans les formations de l'Eocène ; toutefois, il reste difficile de localiser les zones susceptibles d'être productives. Les marnes du Miocène pourraient également présenter quelque intérêt en regard de l'utilisation dont ce type de formation a fait l'objet au XIXe (pour la confection de tuiles et briques) (Dumas 1875, p. 376-394), mais il est difficile de se prononcer sur les caractéristiques des marnes burdigaliennes présentes dans la zone d'étude.

Dans le secteur qui nous intéresse, la production de céramique est attestée par les sondages effectués sur l'atelier de potier des Brus (site n° 649), en activité durant les trente dernières années du Ier s. av. J.-C. On ne connaît pas la zone d'extraction de ce petit atelier, positionné sur une hauteur calcaire en limite d'un dépôt éocène (composé de sable siliceux, grès et marnes rutilantes), mais ses productions (majoritairement non tournées, régularisées au tour et peut-être montées à la tournette) sont réalisées dans une argile peu épurée, contenant naturellement des nodules ferrugineux (Bessac, Bonnaud et Py 1979, p. 46). Cette poterie a été identifiée dans un premier temps comme "l'atelier A de Nage" par M. Py, et a connu une certaine diffusion dans la région nîmoise jusqu'au changement d'ère (Py 1978, p. 200).

Pour ma part, et dans l'état actuel des connaissances, je ne considère pas le four isolé du Ier s. de n. è. situé au lieu-dit "la Pignède" (site n° 366) comme un centre de production de tuiles, mais plutôt comme une petite installation mise en place et utilisée pour la construction d'un établissement rural (probablement celui de Bellegarde III, site n° 383).

L'unique site d'extraction connue (site n° 30 005) est, d'après sa proximité avec une tuilerie des XVIIe-XIXe, très probablement moderne ; toutefois, situé sur le même type d'emplacement que l'atelier de Brus, il confirme les potentialités de ce type de formation. La position du second atelier de tuilier moderne connu n'apporte que peu d'information, la localisation des centres de production de cette période étant fortement liée à celle des axes de communication.

1.3 CONTEXTE ARCHEOLOGIQUE

1.3.1 Historique des recherches dans les vallées de l'Aigalade et du Brié

Dans le secteur d'étude, la part des découvertes anciennes est minime : en dehors du mobilier particulier trouvé à la source du Roc (site n° 10 041 ; Mazauric 1906-07), seules quelques sépultures avaient été signalées au début du XXe siècle (Louis et Peyrolles 1932 ; Bauquier 1948) ; ces découvertes ont été reprises dans des travaux plus récents et parfois étoffées par de nouvelles découvertes (Roger 1977; Bessac, Bonnaud et Py 1979; Parodi, Raynaud et Roger 1987 ; Bonnaud, Raynaud, Mercier *et al.* 2001).

La première opération archéologique d'importance concerne l'extrémité septentrionale du secteur d'étude. Il s'agit de la campagne de prospection à caractère systématique menée durant quatre années - de 1974 à 1978 - par J.-C. Bessac et R. Bonnaud dans la partie sud-est du massif du Bois des Lens (Bessac, Bonnaud et Py 1979). Cette étude pionnière permit la découverte de nombreux sites archéologiques - établissements ruraux, sites d'extraction de pierre et sites de production métallurgique et céramique- et de dresser un inventaire assez complet de l'occupation de ce secteur au regard de la difficulté que représente le couvert végétal. En effet, cette zone à végétation permanente a été largement parcourue, notamment après l'incendie de 1976 qui a permis de pénétrer les secteurs auparavant inaccessibles. Cette enquête a également été enrichie par la réalisation de quelques sondages limités.

Cette première campagne fut suivie de dix années de recherches approfondies (de 1978 à 1988), dirigées par J.-C. Bessac, sur les sites d'extraction du calcaire du massif du Bois des Lens (Bessac 1986, Bessac 1996). Si l'utilisation de ces carrières de pierre de taille durant l'Antiquité était reconnue depuis longtemps, les prospections, sondages et fouilles aboutirent à une très bonne connaissance des techniques d'extraction (préromaine, antique et médiévale) et des productions réalisées.

Il faut souligner le travail constant d'observation et d'enregistrement des vestiges archéologiques, réalisé depuis de nombreuses années par R. Bonnaud sur la commune de Combas et, plus sommairement, par J.-C. Bessac sur la commune de Montpezat. Les résultats de ce travail ont été publiés en partie, en 1987, dans la synthèse sur l'occupation du sol de la Vauvage qui incluait également les territoires de ces communes (Parodi, Raynaud et Roger 1987). L'activité de prospection et de surveillance des travaux de mise en culture accompli

par R. Bonnaud fournit une information archéologique remarquable, autant d'un point de vue quantitatif que qualitatif, et donne accès à l'existence de vestiges aussi ténus et spécifiques que des foyers isolés, des sépultures sous tuiles, ou des puits. De plus, ce travail de longue haleine offre une documentation sur les secteurs à végétation permanente, découverte notamment lors de la prospection réalisée à la suite de l'incendie de 1990 (Bonnaud 1991 ; Bonnaud 1992).

Par la suite, la mise en place d'un programme pluriannuel de prospection-inventaire portant sur la moyenne vallée du Vidourle, la Vaunage et la basse Vistrenque, permit la couverture archéologique des trois-quarts du secteur qui nous intéresse. En effet, de 1994 à 2000, ces prospections pédestres systématiques²⁵ ont été pratiquées sur la totalité des zones cultivées, ce qui représente, selon ces prospecteurs, 50 à 75 % des territoires communaux (Bonnaud et Raynaud 1994, p. 7). Ces recherches apportèrent quelques informations nouvelles sur le bassin de Combas et, surtout, constituent la source majeure des données sur l'occupation du sol de la vallée de l'Aigalade. Ce type d'approche, à partir des méthodes d'investigation élaborées dans les années 1980 lors des premiers programmes (Raynaud 1989, p. 64-68), tend à l'exhaustivité d'un point de vue spatial, puisqu'il s'effectue sur l'ensemble des zones accessibles et sur un temps relativement long permettant un retour aux données - ce qui permet de reprendre les collectes lorsque les échantillons de mobilier sont trop faibles, ou lorsque les conditions de lisibilité étaient insuffisantes.

Enfin, l'intégration de cette zone dans le programme *Archaeomedes* entraîna l'homogénéisation de l'ensemble de la documentation archéologique, et notamment une révision de la chronologie des sites effectuée par C. Raynaud. L'information archéologique mise à disposition bénéficie donc des avancées récentes concernant la céramologie, s'appuyant sur les cadres de référence typo-chronologiques d'ampleur régionale élaborés collectivement : le Dictionnaire des céramiques antiques pour les périodes protohistorique et romaine, et l'enquête CATHMA-Languedoc pour l'Antiquité tardive et le haut Moyen Âge (Dicocer : Py 1993a ; C.A.T.H.M.A. 1993).

Ainsi, mis à part le petit secteur situé autours de Montpezat - qui ne bénéficie pas de l'apport de ces prospections systématiques -, la zone d'étude jouit d'une information d'excellente qualité du point de vue chronologique et spatial, avec plus de 170 sites répartis

²⁵ Coordonnées par C. Raynaud et R. Bonnaud pour les communes de Combas, Fontanès et Souvignargues, par C. Raynaud et C. Mercier pour les communes de Villevieille et d'Aujargues.

sur 70 km². Ces données archéologiques sont presque exclusivement issues de prospections pédestres. En effet, seuls 14 sites ont fait l'objet de fouilles ou de sondages. Et encore faut-il relever que les fouilles concernent essentiellement des sites particuliers - carrières d'extraction de calcaire (n° 30 000, 30 001 et 30 007), puits (n° 10 037, 10 038, 10 040, 10 041), nécropole (n° 20 005) -, tandis que les établissements n'ont généralement fait l'objet que de sondages de faible emprise (n° 332, 649, 650, 657, 658 et 986)²⁶.

1.3.2 Enregistrement et traitement de la documentation archéologique

Comme il a été précisé plus haut, les objets de cette étude sont les sites archéologiques. Assertion simple en apparence, il convient néanmoins d'explicitier ce que l'on entendra par "sites archéologiques". Cette notion peut en effet être entendue dans un sens très large et correspondre ainsi à la localisation de toutes structures ou objets liés à une présence humaine, en d'autres termes toutes traces d'occupation et d'aménagement du milieu. Ce point de vue, suscité par le développement de l'archéologie des paysages, a encouragé l'élargissement des champs d'investigation à un panel étendu d'indices archéologiques : traces parcellaires, fosses de plantation, traces de labours, chemins, etc. (Ferdière et Zadora-Rio 1986). Cependant, le terme de "site" sert bien plus souvent à distinguer les différentes manifestations des activités humaines ; aussi, l'on parlera de "vestiges archéologique hors-site" pour différencier l'établissement humain (le "site") d'une part, des fossés, des champs, des parcellaires, des terrasse etc. d'autre part (Leveau 2000, p. 274). Cette distinction apparaît nécessaire dès lors qu'il s'agit d'étudier les relations que les "sites", en tant qu'établissements humains, entretiennent entre eux et avec leur environnement.

Dans la pratique, il n'est pas toujours aisé de différencier les différentes manifestations des activités humaines à partir de l'image de surface. Avec l'affinement des méthodes de prospection pédestre, l'information recueillie s'est étendue de "la plus petite formation anthropique, concentration d'artefacts sur quelques mètres carrés reflétant une activité fugace, jusqu'à la plus grande extension de vestiges, épandage de très faible densité sur plusieurs hectares, en passant par les différents types d'habitat" (Raynaud 2000, note de bas de page n° 2). Dans ce contexte le "site" - tel qu'il apparaît en prospection - peut être défini comme *"un point d'occupation caractérisé par une concentration de matériel archéologique plus ou moins étendue, traduisant la présence d'un établissement qui n'a pas forcément fonction*

²⁶ Un seul petit établissement a fait l'objet de fouilles, au cours d'une opération d'archéologie préventive (n° 986).

d'habitat [...]. Il se distingue des zones d'épandage où les artefacts sont en moindre densité et présentent un aspect roulé et usé, qu'il s'agisse d'épandages autour du site même, à la faveur d'une pente, ou d'épandages agraires qui caractérisent des pratiques culturelles faisant intervenir la fumure" (C. Raynaud, J.-L. Fiches et F. Favory in Durand-Dastes, Favory, Fiches et al. 1998, p. 75). Et c'est dans ce sens que le terme "site" est employé dans cette étude. Nous ne discuterons pas ici de la question de l'interprétation²⁷, ni même des modes de délimitation²⁸ des "épandages" également appelé "semis de fond" ; nous retiendrons surtout que la concentration des artefacts constitue le critère majeur pour la distinction entre "sites" et "hors-site" de type "semis de fond"²⁹. Par ailleurs, la définition ci-dessus introduit la notion d'"établissement" qui se distingue de celle de "site" dans la mesure où elle introduit une délimitation chronologique : il s'agit d'une phase d'occupation. Ainsi, deux établissements peuvent correspondre à un même site (et avoir les mêmes coordonnées géographiques) s'ils correspondent chacun à deux occupations distinctes séparées par un hiatus.

Le site - et l'établissement -, entendus comme concentration de vestiges repérée en surface, n'induit pas d'interprétation sur la fonction du gisement archéologique (fonction d'habitat par exemple ; il peut s'agir d'un lieu que l'on fréquente à l'occasion d'activités sans y résider). La distinction entre les notions de "site" et d'"habitat" est un point important qui doit être pris en compte lors de l'étude du peuplement d'un espace donné. Le lieu habité y est un élément essentiel car il constitue le centre des activités et a des implications en termes de choix d'implantation et d'organisation de l'espace par les communautés. Et si, de ce point de vue, "la relation entre site et habitat paraît fondamentale" (Leveau 2000, p. 274), il faut bien

²⁷ Voir sur ce point la récente synthèse de N. Poirier dans sa thèse de doctorat sur l'interprétation du mobilier hors-site comme vestige des épandages de fumures, un champ d'étude amorcé par les chercheurs anglo-saxons (Poirier 2007, p. 322-332).

²⁸ Le travail collectif effectué dans le cadre du programme ArchaeDyn a été l'occasion de confronter différentes approches du mobilier hors-site, notamment du point de vue de la délimitation de ces entités. En effet, dans les régions méditerranéennes (zones ateliers situées en Provence et en Languedoc), les zones d'enregistrement des épandages correspondent à des surfaces homogènes en termes de densité de mobilier et de topographie, tandis qu'en région Centre (zones atelier situées en Touraine et en Berry) elles correspondaient à des unités de collecte de superficie assez régulière (Poirier, Georges-Leroy, Fovet *et al.* 2008, p. 54). Cette seconde démarche répond à l'objectif de documenter le "continuum spatial" afin de mettre en évidence les espaces exploités par les variations (qualitative et quantitative) du mobilier de surface (Poirier 2007, p. 51-52). Ces différences de méthode pourraient également être expliquées par les dissemblances existantes entre les images de surface dans les différentes zones étudiées (densités et degrés de variation de ces densités), ou bien, dans certains cas, par la sélection chronologique des artefacts recherchés (en Berry et Touraine toutes les périodes sont enregistrées, tandis que dans d'autres zones, comme la Vauvaise ou la vallée de l'Argens, les périodes récentes n'ont pas été considérées).

²⁹ Si cette distinction se fait souvent de manière empirique, il existe des méthodes de terrain visant à identifier de façon objective les concentrations du mobilier de surface. Il faut également mentionner quelques démarches d'analyses quantitatives du mobilier de surface pratiquées à posteriori dans le but d'explicitier la limite entre les concepts de "site" et de "semis de fond" et dans le but d'entamer des référentiels (Nuninger et Raynaud 1998, p. 10-17 ; Raynaud 2000, p. 202-204 ; Poirier 2007, p. 110-114).

convenir qu'en pratique, les limites entre les habitats et les autres éléments du système de peuplement sont très floues. Comme le souligne C. Gandini dans sa thèse de doctorat, "l'emploi de termes génériques, à connotation imprécise – comme sites, structures, établissements -, est le reflet de notre incapacité provisoire à reconnaître la fonction réelle des gisements" (Gandini 2008, p. 94). En effet, le site, tel qu'il apparaît en prospection pédestre notamment, peut correspondre à des établissements de nature très diverse (en particulier les sites de petite superficie). Les fouilles pratiquées - notamment dans le cadre de l'archéologie préventive - sur les établissements prospectés au préalable ont montré l'étendue des réalités que recouvre un site archéologique : villas, fermes mais aussi bâtiments agricoles ou pastoraux, aires de stockage de plein air (fosses à *dolium*, silos...), aires de transformation des productions (surface damée...), etc. Et si les sites peuvent être différenciés des vestiges "hors-site" par des critères de densité (épandage agraire) et de morphologie évidente (chemins, traces parcellaires...), les petits habitats ne peuvent être aisément distingués, à partir des données de prospection pédestre, des traces plus ponctuelles de l'occupation du sol (bâtiment rural et autres structures à but agricole). Les établissements correspondent donc à des installations humaines qui ne sont pas forcément des lieux où l'homme s'est installé durablement, où l'on s'établit, et recouvrent des réalités très diverses en terme d'occupation du sol, c'est-à-dire dans leur relation à l'environnement, et dans leur statut et leur fonction dans le réseau de peuplement.

Dans certain cas, les conditions de prospection mais aussi de formation des sites peuvent produire une image de surface ambiguë et induire des erreurs dans l'interprétation du site, comme sur le site de l'Aube de Servière (Lunel-Viel, Hérault) où la fouille a livré en lieu et place d'une modeste villa présumée, une aire vouée au dépiquage des céréales. Les nombreux fragments d'enduit peint, de *tubuli*, de mosaïque et de pierre taillée observés en surface et qui avaient guidé l'interprétation, provenaient d'un épais remblai comblant une excavation destinée à drainer le sol argileux du site (Favory et Fiches 1994, p. 237 ; Malvis 1990 ; Favory, Girardot, Raynaud *et al.* 1994, p. 183-184). Il faut dès lors envisager que certaines des concentrations de vestiges observées en surface puissent simplement provenir de traces ponctuelles laissées par l'aménagement et la mise en valeur des espaces (comblements de fossés par ex.). Il faut cependant relativiser ce "risque". La confrontation entre les interprétations données à la suite de prospections et celles issues des opérations de fouille, effectuée par Marie-Jeanne Ouriachi dans son étude de doctorat, sur un ensemble certes

réduit³⁰, invitent à considérer que les discordances observées n'affectent pas fondamentalement la perception que nous avons de la nature des occupations repérées en prospection pédestre (Ouriachi 2009, p. 46-50). Ces comparaisons - effectuées sur des sites prospectés dans la même région et par les mêmes acteurs de terrain que ceux de notre corpus - montrent que les discordances concernent plutôt l'interprétation du statut ou fonction des établissements. En effet, si les vestiges de surface regroupés sous la notion d'"annexe agraire" peuvent aussi bien correspondre à la présence d'un bâtiment technique qu'à celle d'autres types d'installation (fosses, silos, surfaces damées...), il s'agit dans tous les cas d'établissements au sens où ce sont des lieux d'activités. La confusion entre installation ponctuelle et traces laissées par les aménagements agraires (fossés de drainage, épandages...) paraît bien plus rare³¹.

La notion d'établissement, par sa neutralité, correspond à une démarche spécifique pour l'identification fonctionnelle et hiérarchique des établissements archéologiques. On connaît bien aujourd'hui les limites des interprétations à partir de concepts prédéfinis, parfois qualifiés "d'obstacle terminologique" (Gandini 2008, p. 89). La détermination "empirique" ou intuitive du statut des occupations à partir des données de surface est délicate et laisse une grande part à l'interprétation, dont les critères sont rarement explicités (durée de l'occupation pour l'interprétation d'habitat pas exemple). Si les "interprétations d'attente" - proposées dans les rapports de prospection par exemple - constituent un apport en soi, car elles intègrent une information qualitative particulière à chacun des sites et qu'il est impossible de systématiser sur l'ensemble du corpus³², elles gagnent à être confrontées à d'autres méthodes de caractérisation des sites. Ouverture nécessaire à de nouvelles possibilités pour l'interprétation fonctionnelle et/ou hiérarchique des établissements, l'objectif de la démarche analytique est de dépasser les typologies classiques, dont l'insuffisance est évidente face à la variété des formes des établissements ruraux³³. Introduite en France à la fin des années 80³⁴, ce type de

³⁰ Seuls 13 sites de son corpus ont été découverts en prospection puis fouillés.

³¹ Elle n'a été relevée que dans un cas : le site de Piol I (Gallargues-le-Montueux, Gard), interprété comme une petite annexe agraire mais où la fouille, conduite par L. Vidal en 2003, n'a révélé qu'un fossé parcellaire comblé au Bas-Empire (Ouriachi 2009, p. 49-50).

³² Topographie, taille et aspect des indices, anomalies paysagères, conditions taphonomiques, valeur qualitative et quantitative des assemblages (variable selon les périodes chronologiques et les types de milieu).

³³ Pour s'en convaincre il suffit de consulter l'atlas des *Formes de l'habitat rural en Gaule Narbonnaise* (Pellecuer 1993 ; Pellecuer 1994 ; Pellecuer 1996).

³⁴ Voir en premier lieu Favory, Fiches et Girardot 1987-1988 ; en dernier lieu Favory et Raynaud 2000 .

démarche est devenu courant en archéologie et repose sur le recours aux méthodes statistiques d'analyse de données, et induit un mode d'enregistrement de l'information particulier.

La méthode analytique de caractérisation des sites nécessite une description la plus homogène possible, et induit de ce fait une sélection des données. La qualité de l'information - et notamment la fiabilité des datations - est essentielle pour aborder l'étude de la dynamique et des réseaux de peuplement. Cette sélection sépare donc les sites bien caractérisés des autres entités archéologiques repérées, alors qualifiées d'"indice de site", d'"indice d'occupation", de "site douteux", etc. Le terme "indice de site" renvoie directement aux conditions de révélation et de conservation des gisements archéologiques : *"un indice de site est un site mal caractérisé car mal visible, donc un site potentiel"* (F. Trément in Bertoncello et Trément 2005, p. 11). Difficiles à appréhender dans leur ensemble, les facteurs influant sur notre connaissance des vestiges archéologiques sont nombreux et varient en fonction des conditions de lisibilité³⁵, des conditions taphonomiques³⁶, mais aussi selon les périodes considérées (Zadora-Rio 1986, p. 12). S'il est de rigueur de mentionner l'existence de ces filtres déformants, il reste que l'impact de ces phénomènes sur la connaissance des gisements archéologiques reste globalement fort méconnu. Dans de nombreux cas, la faiblesse des indices archéologiques sur les sites est de toute évidence due au mode et à la durée de l'occupation ; à l'inverse des occupations temporaires, les habitats permanents produisent une plus forte quantité d'artefacts, et créent ainsi des entités au sol nettement repérables et plus aisément caractérisables³⁷. Cette distinction entre les lieux d'activité relativement importants, les occupations relativement stables et les fréquentations sporadiques laissant des traces fugaces, justifie d'une certaine manière les sélections opérées lors du traitement de la documentation archéologique. Il semble toutefois que dans le cadre d'une étude portant sur une zone géographique restreinte, et dans une démarche visant à appréhender l'utilisation du milieu par les sociétés passées, il importe de considérer tous les indices d'activité et de fréquentation humaine, aussi ténus ou spécifiques soient-ils. En effet, si les traces d'occupation sporadiques ne présentent pas d'intérêt dans le cadre d'une analyse globale de la dynamique du peuplement à l'échelle régionale mais, au contraire, posent des problèmes de

³⁵ Couverture végétale, façons culturales...

³⁶ Erosion et recouvrements sédimentaires d'origine colluviale, alluviale, mais aussi anthropique (mécanisation des pratiques agricoles par exemple) ; conservation différentielle (des tessons notamment)...

³⁷ Deux définitions du "site archéologique" illustrent bien cette idée : "occupation plus ou moins permanente et pas seulement la présence de quelques objets mobiliers isolés" (Gandini 2008, p. 91) ; "indices relativement concentrés sur un espace bien délimité, image d'un impact fort de l'homme, c'est-à-dire lieu où l'homme s'est établi à un moment donné et de manière plus ou moins durable" (Nuninger 2002, p. 42).

fiabilité, notamment chronologique, elles n'en restent pas moins les témoins d'une présence humaine en un lieu donné qui, sans cela, pourrait être considéré comme totalement inoccupé. Elles peuvent également correspondre à une certaine forme d'utilisation de l'espace et de ses ressources. Le corpus de cette étude couvre donc un panel plus large que la plupart des études de peuplement réalisées précédemment en Languedoc oriental, et se divise en plusieurs catégories de sites, traitées de manière spécifique et mises en œuvre à différents moments de l'analyse.

1.3.2.1 Mode d'enregistrement

Lors des prospections réalisées sur le secteur d'étude, seuls les sites archéologiques ont été enregistrés³⁸. Cela signifie que le corpus étudié exclut les "zones à indices ténus et diffus ou 'semis de fond', interprétés comme zones de fumures agraires ou zones d'accumulation colluviale" (Bonnaud et Raynaud 1994, p. 7). La distinction entre "sites archéologiques" et vestiges "hors-site" - laissée à l'appréciation et à l'expérience des prospecteurs - repose essentiellement sur la densité du mobilier de surface, et partiellement sur l'aspect des artefacts et la présence de matériaux de construction. Difficile à analyser à posteriori, il est toutefois certain que ces distinctions prennent en compte les conditions de perception des vestiges (lisibilité du sol, érosion/recouvrement sédimentaire) tout autant que les particularités inhérentes aux différentes périodes chronologiques. L'on sait en effet, que la densité des artefacts affleurant en surface varie selon les périodes ; cet état de fait ressort bien des analyses quantitatives du mobilier de surface, pratiquées le plus souvent dans le but d'explicitier la limite entre les concepts de "site" et de "semis de fond" (voir notamment Raynaud 2000, p. 202-204).

Les observations de terrain ont été enregistrées par les prospecteurs sur un fond cadastral actuel (au 2500^e), la délimitation des surfaces s'effectuant en fonction de la densité des vestiges (matériaux de construction, mobiliers et indices pédologiques le cas échéant). Les données collectées depuis 1994, dans le cadre du programme de prospection "Vaunage, Vidourle et Vistrenque", sont consignées sur des fiches d'enregistrement selon le protocole élaboré lors de la mise en place des premiers programmes de prospection-inventaire (Raynaud 1989, p. 76-78). Les données plus anciennes ont également été soumises au même type d'enregistrement. Ces fiches comprennent :

³⁸ Pour la définition de "site" voir *supra* p. 65.

- L'identification de l'unité archéologique : le numéro d'inventaire et le nom donné à l'unité (celui-ci est généralement celui du tènement cadastral, à l'exception des cas où la tradition orale possède une désignation plus spécifique à la zone concernée).
- La localisation : la commune, la parcelle cadastrale et les coordonnées géographiques (établies selon le système Lambert III).
- La description du site (le lieu) : la situation topographique au sens large, le contexte géologique et pédologique, la distance à l'eau.
- L'insertion dans le paysage actuel : la relation qu'entretient le site avec le réseau de communication (distance à la voirie, nombre de chemins menant au site...) et, le cas échéant, la présence d'anomalie(s) paysagère(s) ou parcellaire(s), la présence d'un édifice, la microtoponymie (mentionnée sur les cartes anciennes ou issue de la tradition orale).
- L'interprétation de l'unité archéologique : reprend fidèlement les catégories de site proposées par les inventeurs.
- La description de l'unité archéologique : la surface des vestiges observés (donnée avec une approximation de plus ou moins 10 %, compte tenu des incertitudes de délimitation et de l'échelle de relevé), les matériaux de construction, le mobilier.
- La datation.
- Les sources de l'information : le(s) inventeur(s) et, le cas échéant, les références bibliographiques relatives à l'unité archéologique.
- Observations diverses : commentaires sur d'éventuels problèmes particuliers et sur la suite à donner à la découverte.

Ces informations ont été vérifiées (localisation, superficie, contexte géologique et pédologique...), et sont synthétisées dans le catalogue des sites présenté en annexe (Annexe 7). Comme on l'a déjà relevé (cf. *supra*, p. 64), les précédentes utilisations de ces données, dans le cadre d'études sur le peuplement, ont eu pour conséquence l'homogénéisation de la documentation. Ainsi, la datation et les caractéristiques - telle la superficie - des établissements découverts "anciennement" ont été revues, autorisant des comparaisons fines entre tous les établissements de la zone d'étude aussi bien qu'avec les établissements des microrégions voisines, prospectées par la même équipe.

En revanche, les méthodes de collectes du mobilier ont varié et ne permettent pas le recours aux analyses quantitatives. Le mobilier céramique recueilli depuis 1994, dans le cadre du programme de prospection "Vaunage, Vidourle et Vistrenque", a fait l'objet d'une collecte systématique : collecte exhaustive des éléments identifiables (bords, anses, fonds, décors) et

échantillon aléatoire des fragments informes³⁹ (Bonnaud et Raynaud 1994, p. 8). Mais seuls les formes céramiques (bords, anses, fonds, décors) et l'outillage lithique "élaboré" ont été collectés lors des prospections antérieures, le reste du mobilier ayant été laissé sur place (Bonnaud et Bessac 1977, Bonnaud 1991).

1.3.2.2 Catégories de site

Le mode d'enregistrement de l'information ne permettant pas de tenter une approche quantitative sur le mobilier, la distinction entre établissement et indices de site repose sur des critères qualitatifs. Les **indices de site** correspondent à des occupations mal cernées, et regroupent différents cas de figures. Il peut s'agir de traces d'occupation perçues ponctuellement en milieu bâti, notamment au cours d'opération de surveillance, où d'"abords d'habitat" masqué par le bâti ou la végétation. En effet, si les "semis de fond" n'ont généralement pas été pris en compte lors des prospections effectuées dans l'espace d'étude, certaines zones à mobilier diffus situées aux voisinages de secteurs masqués par des friches ou du bâti ont tout de même été enregistrées. Ont également été classées en indices de site les phases d'occupation n'étant représentées que par quelques éléments mobiliers, et qui peuvent être le signe d'une simple fréquentation du site avant ou après l'installation d'un établissement. Ces indices ténus pourraient bien sûr correspondre à une phase d'occupation mal perçue en surface, mais aucun élément probant ne permet d'élargir la chronologie de l'établissement de manière assurée. Enfin, certains sites nettement délimités n'ont livré que des traces d'occupation ténues. Dans certains cas, les conditions topographiques semblent clairement expliquer la faiblesse des indices par des conditions taphonomiques défavorables : masque sédimentaire (dépôts alluviaux, colluviaux), érosion, proximité de fours à chaux pouvant entraîner la destruction du site archéologique par une récupération de ces matériaux, etc. Les interprétations proposées par les inventeurs montrent bien les doutes que certains sites suscitent quant à la nature des vestiges observés et leur éventuelle appartenance à d'autres catégories ailleurs mieux distinguées : sites funéraires ; fréquentation et/ou aménagement de source ; épandage de faible superficie.

Dans tous les cas, les indices de site sont des sites mal caractérisés, en particulier du point de vue chronologique ce qui oblige à les considérer dans un cadre chronologique large. Que leur utilisation ait été trop brève ou épisodique - ce qui pourrait expliquer que certains ne présentent que des fragments d'amphore et/ou de *dolium* -, qu'il s'agisse de vestiges qui par

³⁹ La collecte ayant été exhaustive dans le cas de petits sites mal visibles en surface.

nature ne laissent que très peu d'éléments datant - comme les fours à fer isolés par exemple -, ou encore que les conditions de révélation et de conservation nuisent à leur caractérisation, il n'est pas dénué d'intérêt de considérer leur situation géographique, et ce, aussi bien pour l'une ou l'autre de ces possibilités : l'analyse de leur position spatiale permet de tenter de les évaluer.

Outre les établissements et les indices de site, d'autres lieux d'activité dont la nature a pu être distinguée - soit par la fouille, soit par analogie avec des sites similaires fouillés dans le secteur - ont été pris en compte dans cette étude et constituent des catégories à part : les **sites funéraires**, les **puits**, et les **sites d'extraction**. Les puits sont appréhendés comme des sites à part entière, c'est-à-dire déconnectés des établissements voisins. Cela permet de considérer leur utilisation ou réutilisation hors contexte d'habitat. Dans ces cas, cette catégorie de site joue le même rôle que les indices de site en témoignant d'un certain investissement de l'espace environnant. Habituellement rattachées aux établissements sous forme de critères de descriptions, les informations concernant le domaine funéraire ont ici fait l'objet d'un enregistrement en entités archéologiques distinctes.

Sur les 174 sites du corpus on compte 129 établissements, répartis sur 115 sites, 37 indices de site, répartis sur 33 sites, 14 sites funéraires, 5 puits et 7 carrières d'extraction. Lorsque cela est possible, la numérotation utilisée correspond au codage continu de l'ensemble des établissements du Languedoc oriental, employé dans d'autres études comme les programmes *Archaeomedes II* et *ArchaeDyn*. C'est pourquoi les numéros identifiants ne sont pas continus dans notre base de données ; les "trous" correspondent à des établissements qui sortent du cadre spatial ou chronologique de cette étude. En revanche, les autres catégories de sites correspondent à un codage particulier, commençant à 10 000 pour les indices de site et les puits, par 20 000 pour les sites funéraires et par 30 000 pour les sites d'extraction (Annexe 6).

Catégorie	Nombre (enregistrements)	Nombre de sites correspondant	Nombre de réoccupations
établissement	129	115	14 (5)
indice de site	37	33	4 (1)
puits	5	5	
aire funéraire	14	14	
carrière d'extraction	7	7	
Total	192	174	

(-) : réoccupations de sites très anciens (Néolithiques ou Chalcolithiques)

1.3.2.3 Traitement de l'information

Le traitement mis en œuvre reprend la méthode d'enregistrement amorcée pour la typologie des sites gallo-romains du Beaucairois et progressivement développée lors de multiples expériences collectives, et ainsi soumise à de nombreuses discussions (en premier lieu Favory, Fiches et Girardot 1987-1988 ; en dernier lieu Bertoncello et Trément 2008). Les établissements sont décrits à l'aide d'un panel de descripteurs dont la structuration, c'est-à-dire le codage en un nombre de modalités limitées, est rendu nécessaire par l'usage de méthodes d'analyse des correspondances. Initialement concentré sur la période gallo-romaine, le protocole descriptif s'est progressivement amélioré, notamment grâce à l'élargissement progressif du cadre chronologique, de l'Âge du Fer à la fin du Moyen Âge, et à l'augmentation du nombre d'établissement soumis à l'analyse. Les différents travaux ont ainsi permis d'asseoir le protocole par un affinement des modalités des descripteurs et l'amélioration de leur représentativité⁴⁰. Dès le départ cette démarche s'est inscrite dans une volonté d'élargir les descripteurs par rapport aux typologies empiriques "traditionnellement fondées sur les seuls critères de superficie des établissements et de richesse relative des éléments mobiliers, matériaux, vaisselle et objets" (F. Favory, J.-J. Girardot et C. Raynaud *in* Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 204). D'emblée le protocole descriptif a inclus des critères originaux comme la durabilité des établissements et l'environnement paysager. Il se décline en deux grandes catégories de critères : des critères archéologiques et des critères géographiques.

Les critères archéologiques de caractérisation utilisés rendent compte du mode d'investigation principal des études régionales en France méditerranéenne - la prospection pédestre -, et correspondent à l'information livrée par les gisements affleurant au sol. Ils concernent :

La **superficie** du site : renseignée en nombre d'hectares, ce qui permet un codage automatique de ces valeurs. Les modalités de ce descripteur ont été établies sur un grand nombre d'établissements, notamment à la suite des travaux sur l'habitat gallo-romain autour de l'étang de l'Or et lors du programme *Archaeomedes II* (Favory, Girardot, Raynaud *et al.* 1994 ; Favory, Girardot, Nuninger *et al.* 1999).

Les **matériaux de construction** : renseignés par la présence/absence de divers types de matériaux. Cet enregistrement est ensuite soumis à un codage cumulatif automatique dont les

⁴⁰ Pour une synthèse sur l'évolution des descripteurs et de leur structuration voir Favory et Raynaud 2000 ; Favory, Girardot et Raynaud *in* Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 204-205.

modalités ont été particulièrement améliorées à la suite de l'élargissement du cadre chronologique aux périodes du Moyen Age - sur l'agglomération de Lunel-Viel et son environnement - puis des Âges du Fer - lors du programme *Archaeomedes II* - (Favory, Parodi, Poupet *et al.* 1994 ; Favory, Girardot, Nuninger *et al.* 1999). Les modalités suivies ici sont celles adoptées lors de la dernière analyse d'envergure, réalisée lors du programme *ArchaeDyn*, dont l'ampleur du cadre géographique a nécessité l'adaptation de ce critère (Bertoncello et Trément 2008, p. 22-25).

La chronologie : renseignée en claire par deux dates *terminus post quem* et le *terminus ante quem* ; cela ne signifie pas bien sûr que les établissements sont datés à l'année près - la précision chronologique est d'un demi-siècle pour la période romaine, et d'un siècle pour l'Âge du Fer. L'intérêt de ce mode d'enregistrement est qu'il est ensuite possible de coder automatiquement les descripteurs chronologiques de **période d'occupation** et de **durée d'occupation**. Il présente également certains avantages pour la cartographie automatique. Ce mode d'enregistrement a été appliqué aux établissements mais également aux indices de site pour lesquelles ces dates minimum et maximum définissent une période chronologique dans laquelle se situe l'occupation ou la fréquentation du site - l'incertitude chronologique est prise en compte par le fait que ces sites se voient attribuer la catégorie "indices de site", ce qui interdit le calcul automatique de certains descripteurs comme la durée d'occupation.

Le phénomène de réoccupation de site : il s'agit de prendre en compte les conditions d'implantation d'un établissement en considérant l'impact éventuel d'une occupation antérieure suivie d'une interruption. En effet, lorsque la réoccupation n'est pas trop éloignée dans le temps, on peut envisager la réutilisation de structures abandonnées et/ou la récupération de matériaux sur les vestiges d'une ancienne occupation. En outre, on peut estimer que le nouvel établissement a pu soit bénéficier de l'investissement consenti par d'autres exploitations de création plus précoce - dessertes, adduction d'eau ou puits, aménagement de talus et/ou de terrasses, assainissement, défrichements, amendements, etc. -, soit devoir affronter un espace vierge, ou du moins peu fréquenté et peu aménagé (C. Raynaud, F. Favory, H. Mathian, L. Sanders *in* Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 159). En d'autres termes le critère d'**antériorité** - inventé par C. Raynaud - permet d'approcher l'aspect "opportuniste" ou "pionnier" des établissements. De plus, il permet d'appréhender le rapport que noue l'habitat rural avec un site topographique et son environnement. L'enregistrement de l'existence d'une occupation antérieure pour la caractérisation des établissements a été introduit au cours du programme *Archaeomedes I*, et

s'effectue au travers de la *durée du hiatus entre deux occupations successives* ; en effet, ce critère n'est pertinent que dans la mesure où cette ancienne occupation n'est pas trop éloignée dans le temps (Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 205)⁴¹. Par ailleurs, le phénomène de réoccupation peut affecter certains aspects de la caractérisation des établissements et indices de site. Par exemple, la réoccupation d'un site, au même titre qu'une période d'occupation longue, peut entraîner une superficie relativement importante (du fait de la dispersion des artefacts, voire des structures bâties). Comme nous le verrons plus loin, il existe de légères variations dans la taille des établissements au cours du temps, aussi certains peuvent être surévalués à cause de ce critère en raison d'une réoccupation ultérieure du site, et sembler plus "importants" que leur contemporains. Aussi, il m'a semblé intéressant d'enregistrer également l'existence d'une occupation postérieure, séparée par un hiatus, afin d'éclairer rapidement sur d'éventuelles particularités dans la taille ou dans les matériaux de construction sur des établissements ou indices de site à durée d'occupation courte. Il ne s'agit là que d'un critère d'aide à l'interprétation, qui ne sera pas utilisé pour l'analyse typologique. La **réoccupation** est renseignée par son type (aucune, antériorité, ou postériorité) et, dans le cas d'une antériorité, par la **durée du hiatus** renseignée en clair puis codée automatiquement selon les modalités adoptée depuis le programme *Archaeomedes II*.

La **fonction** ou "statut" d'un établissement est le critère de caractérisation qui a subi le plus de remaniements au cours des études successives. Plusieurs descripteurs ont été mis en œuvre : l'"activité" - stockage et/ou traitement des denrées agricoles, artisanat, commerce -, le "mobilier" - conteneur, vaisselle, petit mobilier, épigraphie... -, et le "statut" - avec nécropole, lieu de culte, fortification. Ces descripteurs permettent, dans l'absolu, de pouvoir distinguer différents types d'établissement en fonction des orientations des activités et/ou du niveau socio-économique des occupants ou usagers. Cependant, les expériences menées ont montré les difficultés inhérentes à ce type d'information. En premier lieu, les données relatives à l'"activité" et au "mobilier" sont particulièrement sensibles au mode de collecte - fouille, prospection, etc. En second lieu, si le mobilier céramique renferme potentiellement des informations sur le niveau social et économique des habitants, les analyses réalisées sur ce

⁴¹ Ce descripteur ne rend toutefois que partiellement compte du degré d'anthropisation du milieu puisque qu'il n'évalue l'occupation antérieure qu'au niveau de sa localisation précise (le site). C'est pourquoi, un autre descripteur a également été proposé par C. Raynaud pour apprécier la qualité du legs reçu par les nouveaux occupants : le "legs" qui prend en compte les durées d'occupation de tous les établissements occupés antérieurement à la création de l'établissement considéré dans un espace donnée - qu'il a été proposé de définir par un rayon de 500m autour du site (Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 159 ; Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 205 ; et pour une explication technique du calcul de ce descripteur Nuninger 2002, p. 73-75).

critère ont produit des avis partagés⁴². Dans la région des étangs de Saint-Blaise, les rapports entre les grande catégories de céramique - fine / commune et vaisselle / amphore - ont montré une bonne corrélation avec la typologie des établissements élaborée à partir d'autres descripteurs (Trément 1999, p. 33-35). En revanche, le même type d'exercice appliqué aux établissements du Lunellois n'a pas montré de corrélation apparente entre les assemblages céramiques et les types d'établissements (Raynaud 2000 ; Raynaud 2009). De manière générale, l'utilisation du mobilier céramique pour la hiérarchisation des établissements est délicate et doit être faite avec beaucoup de vigilance. D'une part, parce que "l'information qu'il véhicule s'avère particulièrement sensible au mode de collecte et aux conditions de prospection" (Favory, Girardot, Nuninger *et al.* 1999, p. 19). D'autre part, parce qu'il existe des variations temporelles considérables entre les différentes catégories de céramique, notamment dans les importations (Raynaud 2000). En dernier lieu, l'enregistrement du domaine funéraire comme descripteur des établissements est assez délicat car ce critère ne peut être renseigné de manière équivalente pour tous les établissements. L'appartenance d'un ou plusieurs sites funéraires à un établissement particulier peut être difficile à établir (cf. *infra*, p. 85-87). Par ailleurs, l'évolution des procédés funéraires entraîne une meilleure connaissance des nécropoles et sépultures de l'Antiquité tardive par rapport à ceux des autres périodes. C'est pourquoi il a semblé plus judicieux, à l'échelle de notre étude, d'enregistrer les sites funéraires comme une catégorie à part. Il a donc été choisi d'enregistrer les indices relatifs à la fonction - au sens large - suivant les modalités définies lors du programme *ArchaeDyn*. Il s'agit d'un codage cumulatif des fonctions agricoles, artisanales, politiques et/ou religieuses (Bertoncello et Trément 2008, p. 22-25). Toutefois, si ce mode d'enregistrement est pertinent dans le cadre d'une typologie hiérarchique des établissements, il était intéressant pour moi de distinguer les différentes activités de production afin d'étudier leur répartition par rapport aux ressources. C'est pourquoi la **fonction** a été renseignée à partir de deux descripteurs : "activité" - en distinguant les différents types de production - et "statut"

⁴² Les discussions sur la signification socio-économique des faciès de mobilier lors sur colloque AGER VIII ont encore récemment montré les divergences d'opinions (Trément 2007, p. 5). Mais tout n'a peut-être pas été dit sur la question, et il faut mentionner quelques approches novatrices : l'analyse statistique portant sur les assemblages des établissements de la région de Fréjus - réalisée en fonction des types - et qui a montré qu'outre la valeur chronologique des différents faciès de mobilier, d'autres distinctions apparaissaient entre les sites ; elles semblent pouvoir être attribuées au degré d'occupation des sites - habitat durable vs occupation plus sporadique -, bien que l'accès inégal au marché, voire différentes "affinités culturelles" puissent également être évoqués (Bertoncello 2003). Ce type de démarche a été suivi par C. Gandini qui a intégré un critère de variété des assemblages céramiques dans la classification des établissements du Berry (Gandini 2008, p. 204-215).

défini par la présence d'indices relatifs aux domaines culturel et symbolique (ces deux descripteurs étant ensuite recodés automatiquement pour les besoins de la classification).

Les critères géographiques de caractérisation habituellement utilisés rendent compte de ce qui est observable aux environs immédiats du site, et font partie intégrante du protocole d'enregistrement sur le terrain utilisé par les équipes de prospection (cf. *supra*, p. 71).

Les critères de description de la situation topographique, géologique, pédologique, n'ont toutefois pas fait l'objet d'un enregistrement manuel dans la base de donnée site, mais ont été traités de manière automatique dans un Système d'Information Géographique.

Les critères d'insertion dans le paysage actuel, dont l'application à la classification des établissements a été débattue énergiquement⁴³, caractérisent le degré de pérennité d'un établissement au travers d'éléments ponctuels sur le site d'une part (toponymie, anomalie paysagère, maintien d'habitat...), et de l'insertion dans le réseau de communication d'autre part (Favory, Parodi, Poupet *et al.* 1994 ; Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998 ; Favory, Girardot, Nuninger *et al.* 1999). Il s'agit avant tout de mesurer la capacité qu'ont certains établissements à imprimer leur marque dans le paysage et de chercher à la comprendre par le croisement avec les autres variables de description (techniques, fonctionnelles et chronologiques). Les critères de pérennisation de l'occupation sur le site n'ont cependant pas été intégrés dans la base de donnée site, car ils ne concernent que très rarement les établissements antiques du secteur d'étude, et ne constituent qu'une information bien maigre par rapport aux autres descripteurs. En revanche, l'insertion dans le réseau des chemins actuels a été traitée selon les modalités adoptées par mes prédécesseurs.

⁴³ Voir notamment les discussions dans Collectif 2000, p. 8 et 34 pour les voies de communication, et p. 11 et 47 pour la "mémoire" du site.

2. STRUCTURE ET DYNAMIQUE DU PEUPLEMENT

2.1 STRUCTURE DU PEUPLEMENT

Avant d'étudier la répartition, chronologique et spatiale, des différentes composantes du peuplement, il importe d'en cerner les contours ; ce chapitre est consacré à la présentation du corpus étudié. Dans un premier temps, cet état des lieux s'attachera à montrer les traits généraux et les particularités de ce corpus, en s'intéressant surtout aux lieux de peuplement que sont les établissements et les indices de sites. Dans un second temps, il s'agira d'identifier les différents éléments de la structure du peuplement, par une approche typologique.

2.1.1 Le corpus

2.1.1.1 Caractéristiques générales

Le corpus est composé de 192 enregistrements dont 129 établissements et 37 indices de site (cf. *supra*, p. 73 ; et Annexe 6). Il est en majeure partie constitué par des établissements de l'époque romaine ; on distingue clairement deux phases d'occupation majeures : du Ier s. av. n. è. au IIe s. de n. è. puis du IVe au Ve s. de n. è. (Figure 3). Selon un schéma d'évolution qui suit la progression générale observée en Languedoc et dans plusieurs autres microrégions du sud-est de la France (cf. *infra*, p. 131-133), le Ier s. de n. è. s'individualise avec un nombre d'établissements deux fois supérieur à celui des autres périodes de forte occupation.

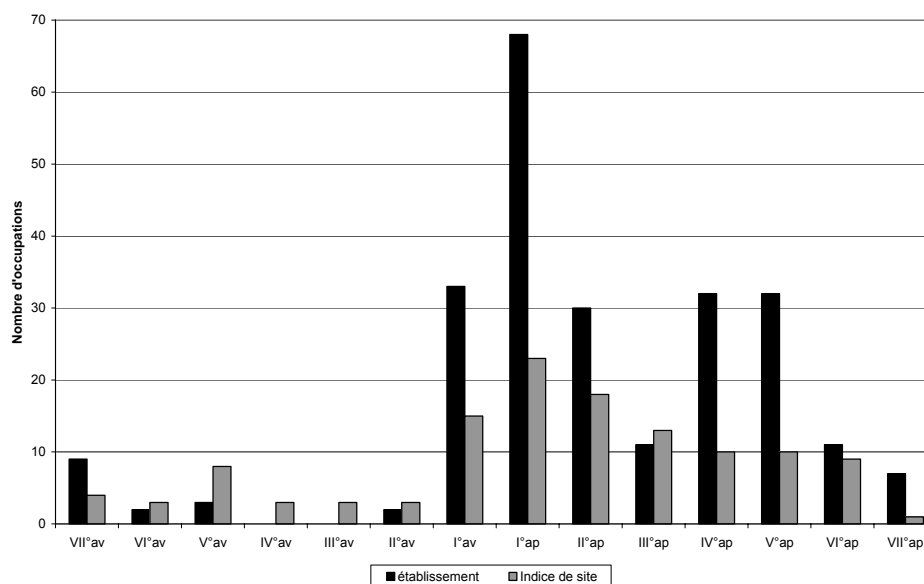


Figure 3. Nombre d'établissements et d'indices de site

L'évolution comparée du nombre d'établissements et d'indices de site par siècle montre que les IV^e et III^e s. av. n. è. ne sont représentés que par trois indices de site (Figure 3). Cette "discontinuité" de l'occupation entre V^e et le II^e s. av. n. è. est conforme au mouvement général de baisse du nombre d'établissements, observé dans le sud de la France, aux IV^e et III^e s. av. n. è. Ce phénomène est attribuable au regroupement de l'habitat dans les agglomérations, puisque l'on observe parallèlement une augmentation des surfaces occupées et une évolution de l'organisation interne des agglomérations à cette période (Py 1990, p. 196-199 ; B. Dedet *in* Provost, Dedet, Fabre *et al.* 1999, p. 71-75 ; Garcia 2004, p. 80-88). Rappelons ici que les indices de site ne sont généralement pas datés précisément (cf. *supra*, p. 72). Il faut donc considérer leur évolution avec précaution. En effet, l'augmentation du nombre des indices de site attribuables au V^e s. av. n. è. est en partie due aux incertitudes chronologiques, ce type d'occupation étant souvent daté soit du premier soit du second Âge du Fer. Pour l'époque romaine, au sous-ensemble des huit sites fréquentés durant la période gallo-romaine sans plus de précision s'ajoutent, entre le I^{er} s. av. n. è. et le II^e s. de n. è., un certain nombre d'indices de site au mobilier homogène mais dont on ne sait s'il s'agit d'annexes agraires, d'épandages denses ou de sites masqués ou détruits. Cette augmentation du nombre d'indices de site s'accorde bien avec la dynamique du peuplement dans son ensemble et pourrait donc être l'indicateur d'une intensification de l'occupation du sol. Mais il faut toutefois rester prudent car l'indigence des éléments de datation entraîne vraisemblablement une surreprésentation du Haut Empire.

Rappelons que les indices de site correspondent de manière générale à des occupations ténues, de très faible emprise au sol (inférieure à 500m²). En outre, aucun matériau de construction n'a pu y être repéré, à l'exception de quelques indices de site d'époque romaine présentant des tuiles⁴⁴.

⁴⁴ Ces remarques ne s'appliquent bien sûr pas aux indices de site correspondant à des traces de fréquentations ou d'occupations antérieures mal perçues sur des sites occupés plus clairement à d'autres périodes.

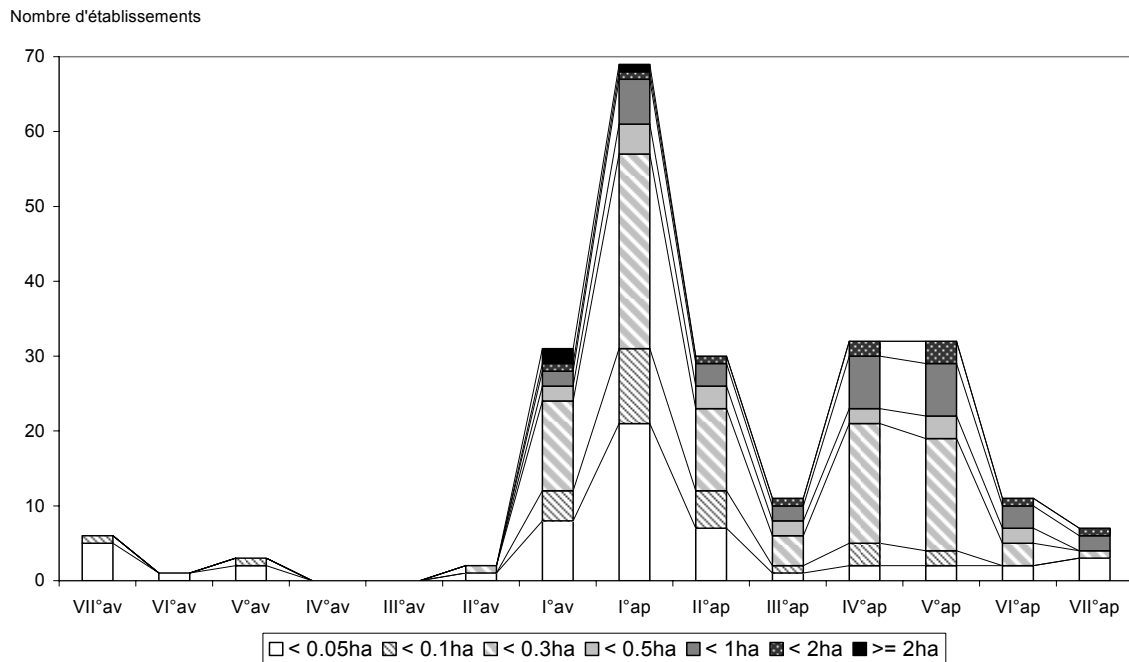


Figure 4. Superficies des établissements

Les établissements protohistoriques se caractérisent par une très faible superficie - inférieure à 500 m² pour la plupart - et par l'absence de matériaux de construction en surface : en effet, seul un établissement semble avoir utilisé la pierre (Figure 4 et Figure 5).

Concernant la période gallo-romaine, la plupart des établissements affichent une faible superficie : plus de 70 % ont une assiette inférieure à 3000 m² et plus de 20 % n'atteignent pas 500 m² (Figure 4). La proportion des très petits sites est particulièrement importante durant la première phase d'occupation - du I^{er} s. av. n. è. au II^e s. de n. è -, tandis que les établissements de taille légèrement supérieure prédominent au cours de la seconde phase d'occupation. En outre, il faut relever que, si l'on exclut les sites qui feront l'objet d'une réoccupation⁴⁵, c'est la moitié de l'effectif des I^{er} et II^e s. de n. è. qui ne dépasse pas 1000 m². Ensuite, du point de vue des matériaux, les établissements antiques de la zone d'étude sont très majoritairement construits en matériaux "ordinaires" : pierre et tuile (Figure 5). Les matériaux confortables ou luxueux sont assez rares, et même l'usage de mortier ou de béton hydraulique dans la construction paraît peu courant.

⁴⁵ Les phénomènes de réoccupation de sites concernent majoritairement les IV^e et V^e s. de n. è. et correspondent à des établissements créés au I^{er} s. av. n. è. ou au I^{er} s. de n. è. A de rares exceptions près, il s'agit d'établissements de facture modeste et de petite taille (entre 0,1 et 0,5 ha).

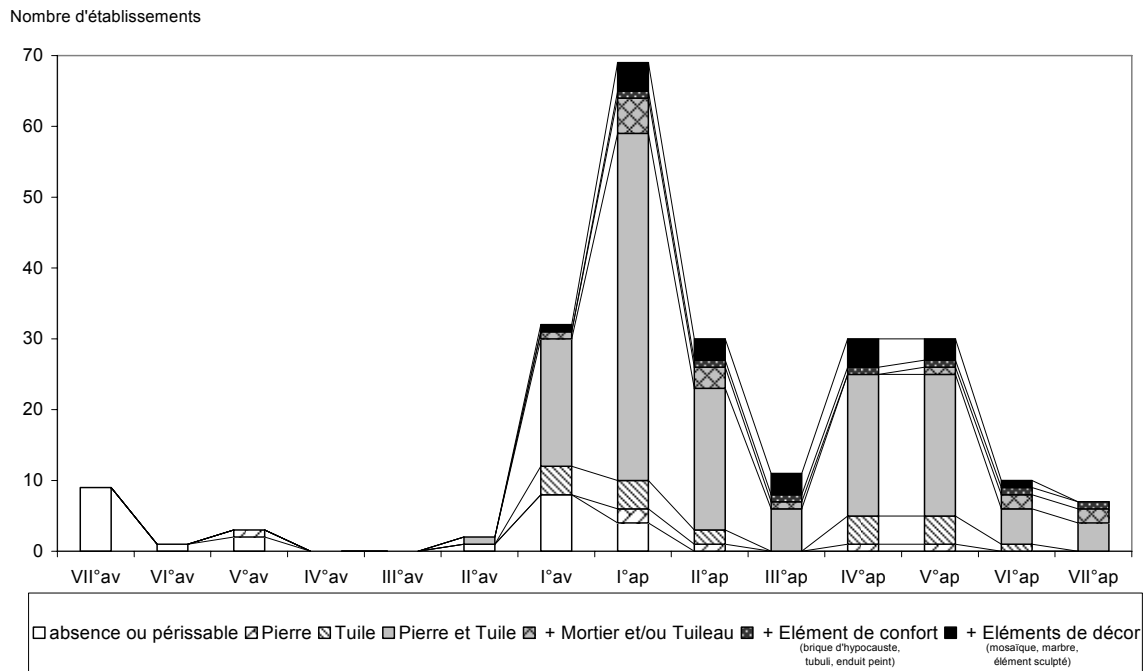


Figure 5. Matériaux de construction des établissements

L'évolution des superficies et des matériaux de construction durant l'Antiquité donne une première indication sur la structure du peuplement de la zone étudiée. Si l'on observe en effet le faible ensemble d'établissements ayant survécu au IIIe et au IVe s. de n. è., c'est-à-dire en dehors des deux phases d'occupation importante, on remarque que la proportion de matériaux confortables et de sites ayant une grande emprise au sol est relativement importante. Ainsi, les établissements modestes, qui forment la majeure partie du corpus, sont globalement peu durables et apparaissent lors des phases d'occupation dense du territoire ; on peut même dire qu'ils créent ces phases.

Les sites présentant des traces d'activité artisanale sont peu nombreux. La production métallurgique ne concerne que sept sites : deux sites d'habitat (Prouvessa n° 332 et Cannac n° 361) et 5 petits groupements de fours à fer ayant fonctionné à l'époque romaine, la datation de ce type de site étant souvent délicate (n° 338, 657, 10 001, 10 008, 10 009). La production de terre cuite n'est attestée que sur deux sites : un four à tuile isolé (n° 366), et l'atelier de potiers de Brus qui a fonctionné très peu de temps (n° 649).

Par ailleurs, les indices relatifs aux domaines cultuel et symbolique sont également rares, et ne sont avérés que sur trois sites. Le premier est un vaste habitat, vraisemblablement groupé, où un petit édifice cultuel a été sondé (Prouvessa n° 332) ; il s'agit d'un petit bâtiment de plan carré auquel étaient associés deux petits autels votifs anépigraphes en pierre des Lens

et des vases votifs en céramique commune à pâte claire. Les deux autres sites sont, selon toute vraisemblance, liés au culte des eaux. Le premier est un bâtiment circulaire associé à deux puits, dont la fonction est révélée par la présence de nombreux vases votifs en céramique à pâte claire récente (Camp de Gilles n° 358) ; ce bâtiment est situé au centre d'un groupement d'établissements que nous appellerons les Gravenasses/GP (cf. *infra*, p. 103-104). La chronologie des vases votifs, entre 50 et 120 ap. J.-C., situe la pratique culturelle au tout début de l'occupation du groupement d'établissements, toutefois, Camp de Gilles n'étant connu que par prospection pédestre, ces vases n'augurent peut-être pas de l'ampleur de cette pratique ; on ignore donc s'il s'agit là d'un acte symbolique lors de la construction du puits ou d'une activité religieuse plus durable. Le second est une source aménagée à l'époque antique, dont le mobilier - comprenant notamment deux autels votifs dédiés à Minerve - témoigne de la fonction symbolique du lieu ; son origine est d'ailleurs très ancienne si l'on se reporte au fragment de statue-menhir qui y fut découvert (Le Roc I, n° 10 041 ; Annexe 9).

Concernant le domaine funéraire, l'excellente qualité de l'information du secteur qui nous occupe offre à notre connaissance la localisation d'une quinzaine de sites. Ce corpus compte quelques découvertes anciennes, reprises et étoffées par des travaux plus récents, mais surtout des aires funéraires repérées lors de prospections au sol ou grâce à une surveillance attentive des travaux agricoles (cf. *supra*, p. 63-64). A une exception près⁴⁶, les sépultures ont été simplement dégagées et étudiées suite à leur découverte ; leur taille et de leur durée d'utilisation ne sont donc pas avérées, mais elles offrent quelques points de repère concernant les pratiques funéraires. Relevons d'emblée que les pratiques funéraires de l'Antiquité tardive, plus aisément repérables puisqu'il s'agit le plus souvent d'inhumations en coffre de tuile, ont induit la découverte d'un nombre conséquent de sites pour cette période (11 entités). On compte également 3 sépultures à incinération - deux sont datées du Ier s. av. n. è., l'autre du Ier s. de n. è. - ainsi que 3 sites funéraires utilisés durant la période médiévale. L'intérêt de ce type de données pour notre étude réside bien sûr dans l'information qu'elles peuvent fournir, de manière indirecte, sur les habitats attenants.

Nous disposons de peu d'indications concernant le début de la période romaine (Annexe 10). Si le site de Prouvessa III (n° 20 001) peut être relié à l'imposant habitat de Prouvessa (n° 332), la situation est moins claire pour le dépôt de vases en fosse du Col de Poligor

⁴⁶ Seule la nécropole à inhumation des Gravenasses II (n° 20 005) a fait l'objet d'une fouille de sauvetage : 8 sépultures ont été mises à jour à cette occasion (Roger 1977).

(n° 20 000) qui semble isolé des établissements contemporains, quoique situé sur la "voie des Rutènes"⁴⁷. Au Ier s. de n. è., le site de Sanguinet (n° 20 008) - un monument funéraire avec sépultures à incinération attenantes - paraît lié, par sa proximité, à un établissement de bord de voie, de petite taille mais disposant de matériaux fastueux : Gravenasses III (n° 336). La présence d'une aire funéraire à proximité de cet établissement semble donc indiquer qu'il s'agit là d'un habitat. L'on remarque toutefois que cet établissement connaît une occupation longue alors qu'aucun indice ne plaide en faveur de la continuité de la nécropole. Par ailleurs, l'argument de la proximité est discutable, notamment dans le cas des monuments funéraires qui peuvent occuper un ou plusieurs endroit(s) stratégique(s) du domaine - celui-ci pouvant d'ailleurs être composé de plusieurs exploitations. Toutefois, le mode de construction du bâtiment de Sanguinet (n° 20 008), utilisant des seuils en remploi, semble exclure que nous ayons affaire à l'aire funéraire de notables. Ce site funéraire occupe néanmoins une position remarquable, le long d'une voie de communication importante, et l'on peut se demander s'il ne pourrait s'agir d'un espace funéraire partagé puisque l'on compte 6 autres établissements dans un rayon de 500 m autour de Sanguinet.

La distribution spatiale des sites funéraires de l'Antiquité tardive renvoie une image assez similaire (Annexe 11). Dans certains cas, la proximité immédiate d'établissements contemporains laisse peu de doute sur le lien entre le lieu des vivants et celui des morts : c'est le cas pour les nécropoles et les habitats de Ramaux (n° 20 013 et 661) et de Cantadu (n° 20 012 et 651), ou encore pour la sépulture et l'habitat de l'Armas de Raynaud (n° 20 006 et 335). Cette relation peut également être supposée lorsque le site funéraire se situe à moins de 300 mètres⁴⁸ d'un établissement, comme pour les sépultures du Petit Cardayre (n° 20 010), des Clapisses (n° 20 002), ou des Devès (n° 20 007). Pour ces deux derniers sites cependant, le lien avec l'établissement voisin reste ambigu. En effet, le site des Devès (n° 20 007) est isolé topographiquement de l'établissement le plus proche, qui pourrait également être mis en relation avec les sépultures de Serre de Salle II (n° 20 009) situées à moins de 500 mètres. Même constat pour l'aire funéraire des Clapisses (n° 20 002) dont la durée de fonctionnement reconnue est sans aucune mesure avec la très longue occupation - plus de 600 ans - de l'établissement de la Jasse d'Etienne (n° 355). De plus, le site des Clapisses (n° 20 002) est également assez proche - moins de 500 mètres - de deux autres établissements, ces derniers se

⁴⁷ Pour des précisions sur cet axe routier antique voir le chapitre "4.1.1 Le réseau viaire ancien : une connaissance lacunaire", ainsi que l'Annexe 66.

⁴⁸ La distance de 300 mètres a été jugée pertinente pour considérer une nécropole comme attribut d'un établissement, puisque ce critère a été intégré comme descripteur de statut lors de la seconde phase du programme *Archaeomedes* (Favory, Girardot, Nuninger *et al.* 1999, p. 19).

situant eux-mêmes à mi-chemin entre cette aire funéraire et la petite nécropole de Cague Renard (n° 20 003). De manière générale, dans ce petit secteur situé le long de la "voie des Rutènes", les sites funéraires occupent une position intercalaire entre les différents établissements ruraux ; ainsi le petit groupe de sépultures de Cague Renard (n° 20 003), tout comme celui de Serre de Salle II (n° 20 009), se tient relativement à distance de tout établissement contemporain. Dans cette configuration, il est difficile de relier avec certitude les secteurs funéraires à des habitats, d'autant qu'aucun de ces établissements ne se distingue clairement des autres. En effet, tous sont de faible emprise au sol, et - doit-on le souligner ? - l'absence de matériaux de confort n'étant pas rédhibitoire pour caractériser un habitat, tous ont pu être en relation directe avec les aires funéraires. Par ailleurs, on retrouve le même schéma spatial au centre de la combe, au lieu-dit les Gravenasses, où la nécropole les Gravenasses II (n° 20 005) et la sépulture - isolée ? - de Pont de Vidal II (n° 20 004) s'intercalent entre les deux établissements occupés depuis le milieu du Ier s. de n. è. (n° 348 et 354) ; leur abandon semble d'ailleurs correspondre à celui de ces établissements - seul le site de Fontnovia (n° 353), situé le plus au sud et créé à la fin du IVe s. de n. è., perdure jusqu'au VIe s. Ces modes de distribution spatiale semblent indiquer que plusieurs habitats "partagent" une ou plusieurs aire(s) funéraire(s) ; à moins que certains établissements n'en utilisent aucune, et d'autres plusieurs. Dans l'état actuel de nos connaissances, il est impossible de trancher, d'autant que tous ces sites funéraires n'ont peut-être pas été contemporains. En l'absence de fouilles extensives, et à fortiori en l'absence de fouilles, la réalité de ces espaces sépulcraux nous échappe. Le mobilier se réduit généralement à une ou deux poterie(s) - le plus souvent en céramique commune -, parfois accompagnée(s) d'élément(s) de parure, d'*instrumentum* divers et/ou d'une monnaie ; dans un certain nombre de cas, aucun mobilier n'a été retrouvé, et c'est le type du coffre qui permet de situer chronologiquement la sépulture. Malgré cela, il apparaît qu'à cette époque les espaces funéraires sont quelque peu déconnectés de l'habitat, et l'on note le maintien du lien étroit entre les sépultures et les voies de communication. C'est ce cas de figure que semble bien illustrer le site funéraire de Piquerol II (n° 20 011), éloigné de tout établissement et situé au croisement de deux chemins potentiellement antiques.

2.1.1.2 Un corpus d'établissements particulier ?

Pour répondre à cette question, il suffit de mettre à profit les travaux antérieurs, en particulier l'analyse des établissements gallo-romains de la vallée du Rhône, réalisée dans le cadre du programme *Archaeomedes*⁴⁹, que les cartes réalisées par S. Alix dans le cadre de son DEA synthétisent très clairement (Alix 2006, p. 41-56 : Annexe 12). L'étude des établissements de la vallée du Rhône montre que dans toutes ces régions les petits établissements constituent la majorité des corpus. De même, la plupart de ces sites ont livré des matériaux de construction "simples" et/ou ont une durée d'occupation courte. Dans le détail, notre "région" - la "Vaunage"⁵⁰ - fait partie du groupe des régions à très forte proportion d'établissements inférieurs à 5000 m². La région des Alpilles mise à part, il s'agit de zones éloignées du Rhône et de la plaine littorale, soit le Haut-Comtat, l'Uzège et la "Vaunage". On remarquera toutefois que cette dernière se distingue par une proportion écrasante d'établissements inférieurs à 3000 m². Comme pour la plupart des régions, le taux d'établissements pourvus d'éléments de confort y est faible (inférieur ou égal à 20 %), et l'on se situe dans un ensemble géographique où la proportion d'établissements construits en "pierre et tuiles" est écrasante - Uzège, "Vaunage" et Lunellois -, à la différence des secteurs marqués par un taux plus important de construction en tuiles - Haut-Comtat, Tricastin et Tave - ou par une forte propension à recourir au mortier de chaux - Alpilles. Dans cet ensemble "sud-ouest", la microrégion "Vaunage" affiche une proportion un peu plus élevée de matériaux confortables qu'en Uzège mais un peu plus faible qu'en Lunellois. Enfin, la "Vaunage" s'individualise assez clairement du point de vue des durées d'occupation, qui y sont globalement très courtes, mais, à la différence du Lunellois, celles-ci ne sont pas contrebalancées par l'existence d'établissements à très longue durée d'occupation.

La réalisation du même type de cartographie à l'échelle du Languedoc oriental permet de visualiser les différenciations géographiques, bien connues des spécialistes mais qu'il n'est peut-être pas inutile de rappeler (Annexe 13). On trouve d'un côté la zone littorale et la vallée du Lez, qui affichent une proportion relativement forte d'établissements de taille moyenne à grande, et d'éléments de construction "luxueux", et de l'autre, le secteur de "la Côte" à très fort taux d'établissements de petite taille, et présentant une majorité écrasante de sites de facture modeste. Entre ces deux extrêmes, on trouve d'une part une zone comprenant la

⁴⁹ Voir notamment l'analyse des caractéristiques des établissements effectuée par F. Favory, J.-J. Girardot et C. Raynaud in Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 208-219.

⁵⁰ Le corpus régional mis en œuvre lors du programme comprend sous l'appellation "Vaunage" les établissements de la Vaunage proprement dite ainsi que ceux du secteur de notre étude.

Vistrenque jusqu'à la basse vallée du Vidourle, où les petits établissements et les matériaux modestes dominant encore, mais sont contrebalancés par une proportion remarquable d'établissement de taille moyenne à grande et/ou de construction soignée ; d'autre part, les secteurs nord-ouest - Vaunage et nord du Sommiérois - assez proches des modalités d'occupation des autres secteurs d'"arrière-pays" mais qui affichent des taux un peu plus importants d'établissements de taille médiane à supérieure et/ou de construction plus élaborée. Cette dernière remarque prend tout son sens si l'on considère la très forte densité d'établissements du secteur nord-ouest par rapport aux autres secteurs, notamment celui de "la Côte"⁵¹. Ce zonage géographique se retrouve partiellement dans les durées d'occupation. L'on trouve d'un côté des secteurs dont le taux d'occupation longue est relativement important, comme dans la vallée du Lez et, de l'autre, des secteurs comportant une majorité écrasante d'occupations n'atteignant pas le siècle d'existence, le long de "la Côte" mais également sur la rive droite du Vidourle. Dans le secteur nord-ouest, les occupations courtes constituent encore la majorité mais tendent plus souvent à dépasser le siècle, à la différence de la moyenne vallée du Vistre où cette seconde catégorie forme la majorité et où les occupations relativement longues sont un peu mieux représentées. Cette seconde série de cartes met également en lumière les similitudes existant entre le peuplement de notre zone d'étude et celui de la Vaunage voisine.

Le programme *ArchaeDyn* a été l'occasion d'évaluer la structure du peuplement dans ces deux secteurs - regroupés en une même zone atelier - à l'aune d'un ensemble encore plus large comprenant des microrégions du Midi méditerranéen et alpin, mais aussi du Centre et du Centre-Est (Bertoncello et Trément 2008 ; Bertoncello, Fovet, Gandini *et al.* 2008). Cette comparaison s'appuie notamment sur une classification hiérarchique globale de l'ensemble des établissements, décrits selon un même protocole descriptif, qui reprend en grande partie la méthode d'enregistrement élaborée par le collectif *Archaeomedes* (cf. *supra*, p. 74-78). La méthode de classification est également celle utilisée lors des précédents travaux portant sur le sud-est de la France ; elle repose sur deux méthodes statistiques d'analyse de données : l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) et la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH). La classification résultante est fortement influencée par les descripteurs "superficie" et "durée d'occupation", complétés par les "matériaux de construction" (F. Bertoncello et L. Nuninger *in* Bertoncello et Trément 2008, p. 29-32).

⁵¹ Pour une illustration des densités d'établissements en Languedoc oriental, voir l'Annexe 31.

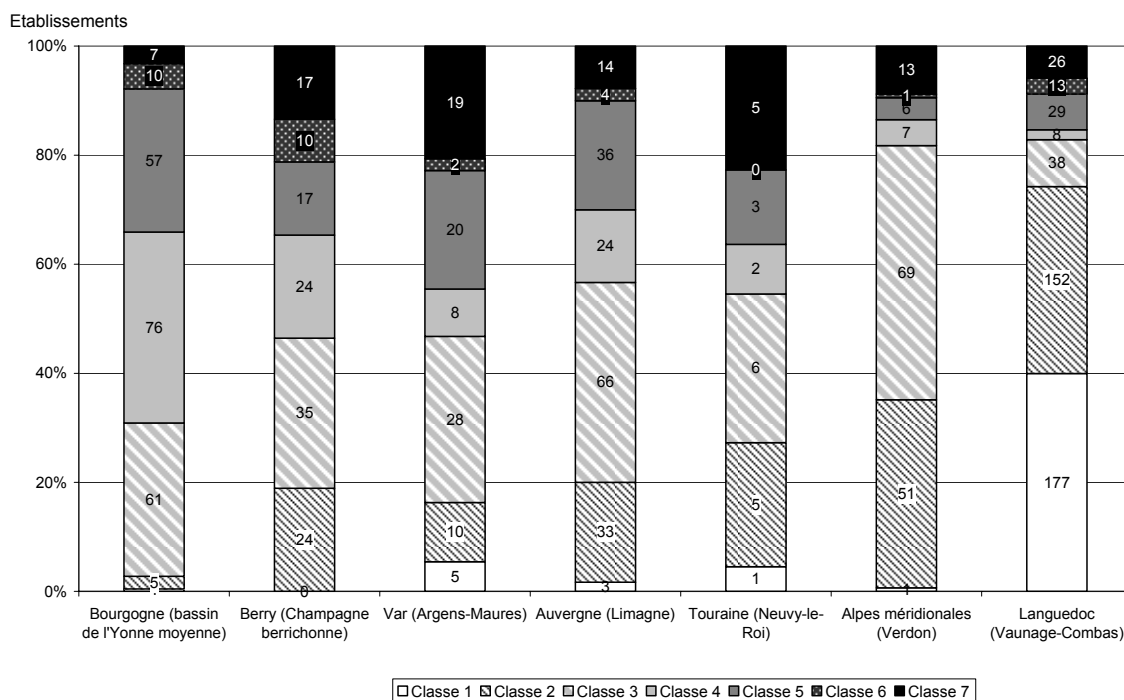


Figure 6. Répartition des classes d'établissements selon les zones-ateliers (d'après les résultats du programme *ArchaeDyn*)

La répartition des classes d'établissements selon les zones-ateliers montre une très nette surreprésentation des petits établissements peu durables et de facture modeste⁵² - classes 1 et 2 - dans la zone-atelier "Languedoc/Vaunage-Combas" par rapport aux autres microrégions (Figure 6). Cette tendance est d'autant plus remarquable que les établissements de cette zone-atelier forment presque à eux seuls la classe 1, qui se distingue par la durée très courte des occupations (moins d'un siècle). Les plus petits établissements des autres microrégions - classe 3 - sont globalement un peu plus grands - entre 0,3 et 0,5 ha exclu - et un peu plus durables ; en outre ils ne présentent le plus souvent que des tuiles en surface. Par ailleurs, les établissements de taille moyenne à grande - entre 0,5 et 2 ha exclu - sont, dans la zone atelier "Languedoc/Vaunage-Combas", le plus souvent très durables - plus de 5 siècles -, et leurs matériaux de construction peuvent être aussi bien très ordinaires qu'élaborés (classe 5). Dans les microrégions du Centre et du Centre-Est s'intercale une autre classe d'établissements de taille moyenne à grande, dont la durée d'occupation est longue mais sans être exceptionnelle - 2 à 4 siècles -, avec des matériaux de construction plus ou moins soignés, mais jamais luxueux (classe 4) ; ce profil est peu représenté dans la zone ateliers "Languedoc/Vaunage-Combas".

⁵² Les établissements de ces classes se caractérisent également par une absence d'indices fonctionnels et un caractère globalement "pionnier" (sans occupation antérieure).

Les comparaisons qui viennent d'être effectuées à diverses échelles permettent de bien situer notre corpus. Si le peuplement du secteur d'étude, et de la microrégion dans son ensemble, paraît très particulier par rapport aux divers échantillons provenant de Gaule méridionale et centrale, par la quantité de petits, voire très petits, établissements de facture modeste et par leur caractère éphémère, il faut cependant considérer que ces caractéristiques sont loin d'être exceptionnelles dans le contexte de la basse vallée du Rhône. Toutefois, nous nous situons dans un secteur où la proportion de ce type d'établissement est importante, et ce, même du point de vue strictement régional (Languedoc oriental). Le secteur d'étude se trouve dans une zone d'arrière-pays, dont le peuplement est caractérisé par un taux important d'établissements modestes et en grande partie éphémères, mais que l'on peut qualifier de "dynamique" par la densité de l'occupation et par la représentativité des autres types de site ; certes celle-ci est moins bonne que dans la plaine littorale ou en Vistrenque, mais elle est non négligeable si on la compare au peuplement de "la Côte".

Aussi, une seconde question émerge de cet état des lieux de la structure du peuplement : que sont ces modestes établissements qui forment la majeure partie du corpus ?

2.1.1.3 La question des petits établissements

La question n'est pas simple car ce type de site ne bénéficie pas d'une histoire de la recherche aussi longue que les établissements d'importance comme les villas. La multiplication des fouilles, tant programmées que préventives, opérées ces deux dernières décennies sur les petits établissements, a surtout fait apparaître la diversité des situations rencontrées en Gaule Narbonnaise⁵³.

Les établissements de très faible emprise au sol sont habituellement dénommés "annexes agraires", ou "annexes agropastorales", considérant qu'il ne s'agit pas de lieux d'habitat - pas permanent tout du moins - mais plutôt de *loci* techniques dont la fonction était essentiellement liée à l'activité agropastorale. Ce terme désigne en effet "*toutes formes d'aménagements, bâties ou non, destinées à abriter temporairement les paysans et bergers, leur outillage, le bétail, les récoltes ou les produits transformés*" (C. Raynaud, F. Favory in Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 157). L'établissement du Picaou est un exemple intéressant

⁵³ Voir notamment la publication de l'enquête HARUR, sur les formes de l'Habitat Rural en Gaule Narbonnaise, un programme ayant abouti à la rédaction d'une soixantaine de notices, sous la direction de C. Pellecuer (Pellecuer 1993 ; Pellecuer 1994 ; Pellecuer 1996) ; voir également celle des opérations d'archéologie préventive menées sur le tracé du TGV Méditerranée (Collectif 2002) et les deux publications récentes consacrées spécifiquement aux petits établissements : Raynaud 2009 ; Bérato 2009.

d'annexe agropastorale (Figure 7). Situé sur la commune de Saint-Côme-et-Maruejols, en Vaunage, ce site a été repéré par prospection pédestre, et se présentait sous la forme d'une concentration de pierres et de tuiles sur une surface de 250 m² (Favory et Raynaud 1995). Deux ramassages ont été effectués ; la densité de céramique était faible, mais indiquait deux phases d'occupation (Raynaud et De Chazelles 1997 ; Raynaud 1998). La fouille a montré que la première phase (Figure 7, A) correspond à un enclos en pierre sèche d'un peu plus de 180 m², comprenant une petite pièce dans l'angle sud-est. L'enclos ne comprend aucune subdivision, et son sol, grossièrement empierré, est fortement convexe - sans doute sous l'effet du piétinement de troupeaux. En outre, le mobilier trouvé dans la petite pièce indique une occupation faible, vraisemblablement temporaire : absence de foyer, rareté des déchets alimentaires, minceur du sol de terre battue. Ces deux éléments donnent à penser que cette structure est un enclos pastoral (Raynaud et De Chazelles 1997 ; Raynaud 1998). Après une courte période d'abandon, les murs de cet établissement sont épierrés et un radier d'assainissement est aménagé, puis couvert d'une couche de graviers soigneusement aplanie (Figure 7, B). En l'absence d'autres éléments, cette seconde structure est interprétée comme une aire liée aux travaux agricoles - battage, dépiquage et vannage des céréales (Raynaud et De Chazelles 1997 ; Raynaud 1998).

Bien que ces interprétations mériteraient d'être renforcées par quelques analyses complémentaires - de sédiments notamment -, on retiendra néanmoins de cet exemple que les établissements dits annexe peuvent recouvrir des situations très variées. En effet, dans le cas du Picaou, deux occupations se succèdent, dans un temps relativement court, et correspondent de toute évidence à des fonctions complètement différentes dans le système agropastoral.

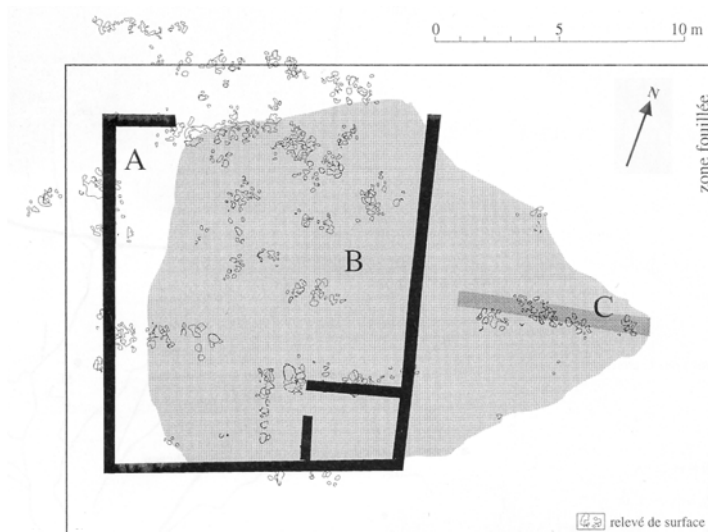


Figure 7. Annexe agraire du Picaou (extrait de Raynaud et De Chazelles 1997, p. 3, fig. 4) : enclos du Ier s. av. n. è. (A) ; aire de dépiquage du Ier s. de n. è. (B) ; tranchée de drainage (C).

Les connaissances sur les annexes agropastorales du Languedoc oriental bénéficient de l'intérêt porté ces dernières années aux installations modestes : enclos de stabulation, aires de dépiquage, aires de stockage de plein air, abris temporaires, etc. ont ainsi été mis au jour, singulièrement dans le Lunellois, puis en Vaunage (voir par exemple Favory, Girardot, Raynaud *et al.* 1994 ; Garnier, Garnotel, Mercier *et al.* 1995 ; Raynaud 2009). Partant de ces exemples, la densité des petits sites peut être entendue, non comme une densification du peuplement, mais comme l'effet d'une dispersion de l'équipement agricole - et pastoral - sur le territoire, notamment durant les deux phases d'occupation majeure qui animent la région. C'est pourquoi les locaux et aires techniques spécialisés, les petites installations occupées de manière temporaire à l'occasion de certaines activités, installés au plus près de l'activité de production, sont considérés, par l'équipe "languedocienne" du programme *Archaeomedes* notamment, comme l'expression concrète de la maîtrise de l'espace agropastoral, autour - ou à partir - de centres d'initiative agraire (Favory et Raynaud 2000, p.230-231).

Il faut toutefois bien avouer que les petits établissements - que l'on suppose occuper une part importante dans le système agraire - restent assez mal connus dans l'ensemble : les fouilles pratiquées sont en effet peu nombreuses en regard de la très grande quantité d'établissements trouvés en prospection. Et l'on ne peut considérer que tous les petits établissements correspondent à de simples structures destinées à stocker et/ou traiter les productions, déconnectées spatialement des bâtiments résidentiels. Certes, l'exiguïté d'un établissement incite, en deçà d'un certain seuil, à écarter toute fonction résidentielle, mais, comme le montrent les exemples présentés plus loin, ce seuil doit être placé très bas (cf. *infra*, p. 110-114 et 123-125). Aussi, il convient de ne pas évacuer trop vite l'interprétation d'habitats pour les modestes installations, et ce d'autant plus que le mobilier recueilli en surface n'apporte que très rarement les informations permettant d'identifier clairement une annexe agraire.

Par delà une détermination, impossible à établir à partir des seules données de prospection, de la nature précise des établissements modestes, c'est la question de leur statut qui se pose. Il faut en effet s'interroger, plus globalement, sur le rôle qu'a pu jouer à l'intérieur du système de peuplement cet ensemble d'installations sommaires et éphémères, correspondant manifestement au contexte agraire de chaque phase d'occupation.

Les enquêtes menées dans plusieurs microrégions du Languedoc oriental ont porté une attention particulière aux interactions, cherchant à définir complémentarités et hiérarchies dans l'occupation des *terroirs**, et mettant ainsi en avant la notion de réseaux locaux. Dans ce

type d'approche, le rôle d'un établissement n'est pas fixé par une typologie préalable mais relativement à un modèle d'organisation prenant en compte le contexte général d'implantation, particulièrement la situation dans le semis d'établissements. S'appuyant sur un mode de répartition spatiale observé dans plusieurs secteurs du Languedoc oriental, et caractérisé par un semis d'habitats étendus et durables entourés d'habitat de moindre taille, de dépendances techniques et d'abris temporaires, les chercheurs du programme *Archaeomedes* proposent un modèle d'organisation regroupant ces différents éléments en systèmes hiérarchisés, polarisés par un habitat majeur, villa ou village (Favory et Raynaud 1999, p. 506-507). Dans ce type de configuration, les établissements modestes occupent une position intercalaire, située "hiérarchiquement" à l'interface entre les centres de peuplement et d'initiative - rôle que l'on assigne plutôt aux agglomérations et domaines - et techniquement entre l'aire de production et l'aire de consommation (Raynaud 2009, p. 142). D'ailleurs, dans d'autres contextes d'implantation, relativement éloignés des centres supposés, on tend généralement à attribuer un rôle intermédiaire à la plupart des modestes établissements : "annexes et habitats dépendants de faible longévité, liés aux étapes de conquête et reconquête de nouveaux terroirs", "instruments d'appropriation et de gestion des territoires éloignés", etc. C'est donc en termes de dépendance, ou de complémentarités fonctionnelles tout au moins, que les installations les plus modestes sont souvent envisagées - qu'il s'agisse de structures annexes rattachées à un autre établissement, plus important, ou de petits habitats occupés de manière épisodique, provisoire ou permanente. Cette conception est d'ailleurs étayée par la fouille de certains établissements ; dans un récent article consacré aux petits établissements de Gaule Narbonnaise, C. Raynaud centre une partie de son analyse sur le niveau d'équipement des installations, qui, dans certains cas, semble n'autoriser aucune transformation ni stockage des denrées, ce qui, selon lui, interdit toute autosubsistance (Raynaud 2009).

Toutefois, d'autres modèles d'organisation sont envisageables, comme le suggèrent les travaux de P. Ouzoulias, qui s'étonne de la faible place laissée aux "fermes exploitées en faire-valoir direct" dans les interprétations économiques et fonctionnelles de la classification du programme *Archaeomedes* (Ouzoulias 2006, p. 205-206). S'appuyant sur un modèle type d'"exploitation familiale", en analysant finement les rouages d'un système agraire inscrit dans le cadre d'une économie de subsistance, et d'un système de culture majoritairement basé sur la céréaliculture, il montre, à partir de quelques exemples fouillés en Picardie, que les petits établissements peuvent avoir une capacité productive suffisante pour être autonomes (Ouzoulias 2006). Il signale par ailleurs que cette autonomie économique est relative, et "ne

préjugé en rien du statut juridique et social de leurs occupants et la médiocrité de leur situation économique devait nécessairement les rendre très dépendants des *possessores* qui détenaient des moyens de production nettement supérieurs" (Ouzoulias 2008, p. 153-154). Quoi qu'il en soit, ses analyses quantitatives, basées sur une évaluation des capacités productives - à travers les aménagements de transformation et surtout de stockage - mises en relation avec les besoins d'une famille, montrent également que les petites exploitations correspondent à des superficies cultivées relativement faibles, qu'il s'agisse de petites propriétés ou de tenures (Ouzoulias 2006, p.167-200). Partant de là, la forte densité des petits établissements, observée dans certains secteurs, peut également être assimilée à un mode de structuration de l'habitat au sein des *terroirs* faisant une large place aux petites exploitations "familiales", relativement autonomes. C'est ce qu'ont mis en évidence les travaux réalisés dans la Plaine de France, densément occupée, et majoritairement mise en valeur par de petites exploitations (Ouzoulias et Van Ossel 2009).

En Languedoc, à la différence des secteurs qui viennent d'être cités, les installations modestes sont caractérisées par une faible durée d'occupation. Si les avis divergent sur les statuts attribués à ces établissements et sur les conditions de leur rapide abandon, l'on s'accorde à envisager que leur fragilité soit liée à une trop forte spécialisation (C. Raynaud, J.-L. Fiches et F. Favory *in* Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 82-84 et 106-108 ; Mauné 1996). Malgré tout, il faut convenir que les activités propres aux petites installations de la région ne sont pas encore clairement perçues.

Après avoir dressé un portrait du corpus dans son ensemble, l'étape suivante de l'étude consiste à réaliser une typologie des établissements, seule à même de préciser les relations entre les différentes caractéristiques évoquées, et de montrer la structure du peuplement.

2.1.2 Typologie des établissements

Comme nous l'avons vu précédemment, la zone d'étude comporte essentiellement de petites unités, un type mal caractérisé par les typologies hiérarchiques pratiquées aux échelles régionales et suprarégionales. En effet, dans les classifications hiérarchiques réalisées lors de précédentes études, les établissements de notre corpus sont très majoritairement rassemblés dans les deux premières classes : à 81 % dans le programme *Archaeomedes II*, à 75 % dans le

programme *ArchaeDyn* et à 79 % dans la thèse de Marie-Jeanne Ouriachi⁵⁴. Aussi, malgré l'intérêt que représente la possibilité d'utiliser une classification dépassant le cadre de notre étude, il apparaît nécessaire de pratiquer une analyse supplémentaire limitée à notre seul corpus, afin de mieux en cerner les spécificités de la zone d'étude. A titre d'exemple, les petits établissements à fonction artisanale - four à fer isolé -, un type qui ne se rencontre pas dans les autres corpus, ont été assignés au groupe des établissements atypiques dans la classification du programme *ArchaeDyn* : ils se trouvent ainsi associés à des sites totalement différents par leur forme et leur fonction.

2.1.2.1 Mise en œuvre

Les classifications qui viennent d'être citées ont toutes été réalisées selon une méthode similaire⁵⁵ et ont également en commun d'être bâties sur le caractère très discriminant des variables "superficies" et "durées d'occupation". Ces classifications hiérarchiques ont surtout pour objectif d'identifier les "pôles" structurants les territoires. Ce type d'approche s'appuie sur la théorie des lieux centraux, et cherche à déterminer les établissements ayant pu fournir et centraliser certains services, à partir notamment de leurs "caractéristiques techniques et fonctionnelles", telles que la taille ou la durée de vie. On part en effet de l'hypothèse qu'un pôle de réseau⁵⁶ est durable (C. Raynaud, F. Favory, H. Mathian, L. Sanders *in* Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 210), et que la qualité et la quantité des services offerts garantissent d'une certaine manière le développement pérenne de l'habitat (Nuninger 2002, p. 106). Les classifications hiérarchiques de ce type ont montré leur valeur heuristique pour la compréhension de l'évolution des systèmes de peuplement, car elles permettent de décrire les différents modes d'organisation de l'habitat rural, et de proposer des modèles de développement des systèmes (voir notamment Favory, Girardot, Raynaud *et al.* 1994 ; C. Raynaud, F. Favory, H. Mathian, L. Sanders *in* Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 217-248 ; Nuninger 2002, p. 187-235). Par ailleurs, l'intégration de la variable "durée d'occupation" dans le classement des établissements facilite l'analyse de l'impact des facteurs

⁵⁴ Ces pourcentages ont été calculés à partir des bases de données établies lors des différentes études incluant ce secteur du Languedoc oriental, et basées sur les travaux de traitement de l'information effectués plus particulièrement par C. Raynaud, F. Favory, L. Nuninger, et M.-J. Ouriachi (C. Raynaud et F. Favory *in* Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 171-176 ; Favory, Girardot, Nuninger *et al.* 1999 ; L. Nuninger, C. Raynaud, E. Fovet, F. Favory *in* Bertonecello et Trément 2008, annexe 1, p. 1-3 ; Ouriachi 2009).

⁵⁵ Cette méthode associe l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC), suivie d'une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH).

⁵⁶ La notion de "réseaux" sous-entend que l'organisation spatiale des sites est envisagée comme un dispositif cohérent, regroupant des établissements aux fonctions diverses, liés entre eux par des relations fonctionnelles et hiérarchiques (Favory, Girardot, Raynaud *et al.* 1995, p. 268).

environnementaux sur l'évolution des trames de peuplement (voir Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003), puisqu'en effet, "la capacité d'un habitat à perdurer sur le temps long est une mesure de la réussite de l'implantation humaine correspondante" (C. Raynaud, F. Favory, H. Mathian, L. Sanders *in* Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 173).

Cependant, l'intégration en amont de la durabilité d'un établissement, comme variable intrinsèque, entraîne une vision à posteriori du statut de ce dernier dans le système de peuplement. On mesure la réussite d'une implantation, mais pas forcément son importance à un moment donné. Par exemple, un habitat ayant eu une fonction organisatrice, un pôle d'initiative agraire par exemple, mais qui décline rapidement suite à un événement particulier, obtiendra un niveau faible dans la classification, ce qui peut entraîner une mauvaise estimation de son statut dans le réseau au moment de son développement optimal. C'est pourquoi, dans le cadre d'une étude à grande échelle, il n'est pas inopportun de croiser l'information fournie par les classifications hiérarchiques antérieures, avec un autre type de classement. Je propose donc de considérer la durée de vie comme un facteur extrinsèque - qui ne rentre pas dans la constitution des classes - afin de mieux l'analyser dans un second temps, quitte à restreindre la démarche aux strictes caractéristiques formelles des sites archéologiques.

La typologie a pour objectif d'identifier des groupes d'établissements susceptibles d'avoir occupé des fonctions analogues dans le système de peuplement. Les vestiges matériels repérés en surface sont, cependant, somme toute limités pour approcher les modalités précises de l'occupation des sites - habitat permanent, temporaire, installation agricole, pastorale ou artisanale, etc. On dispose en réalité d'assez peu d'éléments pour les caractériser : trois critères "techniques et fonctionnels" (superficie, matériaux et fonction), deux critères purement chronologiques (date d'implantation et durée d'occupation), et un critère concernant les conditions d'implantation (antériorité). Cependant, l'utilisation de méthodes statistiques d'analyse de données permet néanmoins d'établir des différenciations au sein du corpus en confrontant les variables ; on cherchera la signification de ces différenciations en étudiant le contexte spatio-temporel.

Pour les raisons évoquées plus haut, la typologie se fonde sur les critères "superficie", "matériaux", "fonction" et "antériorité". L'association des variables "techniques et fonctionnels" est susceptible de renseigner sur le statut socio-économique des occupants ; en

outre, le degré d'investissement consenti pour la construction et la superficie dédiée aux établissements trahissent, dans une certaine mesure, la fonction résidentielle ou non du lieu, bien qu'ils soient également liés au système de valeurs sociales et culturelles. Les variables "chronologiques" ne seront prises en compte que dans un second temps, pour évaluer les effets du facteur temps sur les classes produites. Il importe en effet d'apprécier la capacité de la typologie à susciter des regroupements d'ordre fonctionnel, en dehors de l'impact de la chronologie sur les formes des établissements. Ainsi, il est certain que la durée d'occupation joue sur l'aspect actuel du site puisqu'il résulte de toutes les activités qui s'y sont produites.

La méthode choisie est la classification par centre mobile, appelée également *k-mean*⁵⁷ parce que la détermination des classes se fait à partir des similitudes avec un nombre *k* d'individus-étalons. En pratique, la première étape consiste à déterminer *k* noyau pour la constitution de *k* classes, les autres unités sont ultérieurement assignées à ces classes en fonction de leur ressemblance avec les noyaux (unités-étalon) ; ensuite, les noyaux sont redéfinis - ce sont les barycentres des classes temporaires - et le processus se poursuit jusqu'à ce que le résultat de la classification soit stable (Groupe Chadule 1997, p. 166 ; Tufféry 2007, p. 180-187). Contrairement à la Classification Ascendante Hiérarchique, plus généralement utilisée en archéologie, cet algorithme ne compose pas d'arborescence. Il s'agit donc d'une méthode de classification divise, non hiérarchique, où les unités sont réparties en sous-ensembles et non ordonnées en plusieurs niveaux hiérarchisés (Groupe Chadule 1997, p. 160-161, 164). En d'autres termes, il s'agit plus d'une typologie que d'une classification. Ce type de méthode a été peu appliqué en archéologie, les premiers managements opérés dans les années 70 ne semblent pas avoir fait beaucoup d'émules (Djindjian 1991, p. 3). Il nous est toutefois apparu qu'elle correspondait bien à nos objectifs. Comme pour les méthodes de classification hiérarchique, la constitution de groupes homogènes se fait sur la base de leur description à partir d'un ensemble de variables, dont la structure est donnée par les résultats d'une analyse des correspondances - dans notre cas une Analyse des Correspondances Multiples.

⁵⁷ Les algorithmes de type *k-mean* sont similaires aux "nuées dynamiques". Ils s'en différencient par le mode de détermination du centre des classes : dans le premier cas les classes sont représentées par le barycentre, dans le second il s'agit d'un sous-ensemble de la classe (Tufféry 2007, p. 182).

Il convient tout d'abord de considérer les données en détail, à l'aide de statistiques descriptives (Annexe 17). Ce préalable indispensable permet de mettre en évidence les structures et de vérifier la validité des codages pour la zone étudiée.

Comme cela a déjà été évoqué plus haut, les distributions des descripteurs mis en œuvre sont fortement asymétriques, centrées sur les valeurs faibles (cf. *supra*, p. 81-86). Les **superficies** gravitent autour de 0,1 ha (médiane) et les sites de plus de 1 ha sont rares. La prédominance des petits établissements dans le secteur d'étude laissait à penser qu'un codage fin pouvait être pertinent ; une analyse de la structure de ce descripteur a donc été effectuée. L'utilisation d'une méthode de discrétisation automatique⁵⁸ a permis de vérifier la validité, pour notre corpus, des codages habituellement utilisés par l'équipe depuis les travaux sur l'habitat gallo-romain autour de l'étang de l'Or⁵⁹ (Annexe 15). Toutefois, les seuils de 0,3 et 1 ha n'apparaissent dans les discrétisations automatiques que si l'on exclut du calcul les valeurs extrêmes - supérieures à 2 ha. En revanche, le seuil de 0,05 ha - attendu intuitivement - ne se manifeste pas. En fait, le gros des effectifs des superficies inférieures à 0,1 et 0,5 ha se situe respectivement à moins de 0,05 ha et "entre 0,1 et 0,3 ha exclu". Les ensembles situés dans les tranches "0,05 et 0,1 ha exclu" et "0,3 et 0,5 ha exclu" sont donc relativement faibles quantitativement et ne présentent pas vraiment de spécificités du point de vue des autres caractéristiques (matériaux de construction, fonction, antériorité, durée d'occupation). J'ai toutefois décidé, dans un premier temps, de conserver le codage habituel : "< à 0,1 ha" ; "entre 0,1 et 0,3 ha exclu" ; "entre 0,3 et 0,5 ha exclu" ; "entre 0,5 et 1 ha exclu" ; "entre 1 et 2 ha exclu" ; "2 ha et plus". Les **matériaux de construction** ont une distribution bimodale avec deux modes de construction majoritairement employés : l'association "pierre et tuile" qui représente 75 % du corpus, et "l'absence de matériaux de construction" qui, comme nous l'avons vu, correspond surtout aux établissements des périodes anciennes, où cette modalité est majoritaire. Certaines modalités étant très faiblement représentées, un regroupement s'imposait. Les recodages effectués pour ce descripteur se sont faits selon une logique qualitative : les modalités Mat1 (absence) et Mat2 (matériaux périssables) d'une part, et les modalités Mat7 (brique d'hypocauste, *tubuli*, enduit peint) et Mat8 (mosaïque, marbre, élément sculpté) d'autre part. La présence d'une **occupation antérieure** du site concerne une faible partie des établissements, et se répartit en deux groupes : les hiatus très longs qui

⁵⁸ Le choix s'est porté sur l'algorithme de Fisher (XLSTAT 2009, d'après Fisher 1958). Cette partition optimale d'une population permet également de découvrir le nombre optimal de classes (par regroupement des classes non significativement différentes).

⁵⁹ Favory, Girardot, Raynaud *et al.* 1994.

correspondent à des occupations précédentes au Néolithique, et les hiatus dont la durée s'échelonne entre un demi siècle et 6 siècles. Le test de discrétisation automatique effectué sur ce second groupe a, ici aussi, montré une bonne correspondance avec les codages habituellement utilisés depuis le programme *Archaeomedes* (Annexe 16). Etant donné l'aspect anecdotique de la réoccupation d'un site abandonné un demi-siècle auparavant, la modalité "Ant4" a été associée à la modalité "Ant0". On relèvera que la modalité "Ant1" et "Ant2" ont un très faible niveau de représentativité. Enfin, rappelons que les éléments précisant la **fonction** des établissements font figure d'exceptions ; 95 % des établissements ne présentent aucune trace d'activité artisanale et/ou culturelle. Malgré la faiblesse des effectifs, il a été choisi de n'effectuer aucun regroupement de ce descripteur eu égard aux différences entre les modalités et à leur importance au regard des objectifs fixés pour cette typologie.

Le corpus comprenant beaucoup d'individus mais caractérisés par un nombre de critères relativement réduit, les relations entre les variables peuvent être, dans un premier temps, appréhendées deux à deux, par de simples traitements graphiques (Annexe 18). Plusieurs analyses sur les relations entre certaines variables ayant déjà été réalisées au cours des études précédentes (C. Raynaud, F. Favory, H. Mathian, L. Sanders *in* Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 173-203 ; Ouriachi 2009, p. 236-239), il ne semble pas nécessaire de refaire ce travail sur le corpus étudié : nous nous contenterons donc de vérifier les tendances connues, par de simples visualisations graphiques de notre corpus. C'est sans surprise que l'on observe une certaine adéquation entre la taille des établissements et leur mode de construction. On note cependant que cette relation n'est pas très forte puisque d'une part les deux plus grands établissements de la zone d'étude sont de facture simple (pierres et tuiles) ; d'autre part, les établissements de taille moyenne - et dans une moindre mesure ceux de petite taille - connaissent une grande variabilité des modes de construction - certains pouvant être dotés de matériaux confortables⁶⁰. Les marqueurs fonctionnels - Fon2 ou 3 - ne paraissent pas liés à la taille des gisements, ils concernent les établissements de facture plutôt modestes, et touchent rarement les sites réoccupés. Le phénomène de réoccupation concerne essentiellement des sites de taille petite à moyenne - entre 0,1 et 1 ha exclu. Notons que cet état de fait ne s'accorde pas avec les résultats de l'analyse de contingence, effectuée par M.-J. Ouriachi sur un ensemble plus large - moyenne vallée du Vidourle, Côte et plaine littoral de Lunel-Mauguio -, qui a mis en évidence l'association privilégiée des petites superficies avec

⁶⁰ La présence de matériaux "riches" sur de petits établissements n'est cependant pas une exception ; elle a, par exemple, déjà été relevée lors d'une autre étude sur le peuplement dans le département du Gard (Alix 2006, p. 45-46).

l'absence d'antériorité, le phénomène de réoccupation touchant préférentiellement les établissements de plus de 0,5 ha (Ouriachi 2009, p ; 236-239). Enfin, on observe que les réoccupations de site se rapportent à des établissements de facture variée.

L'algorithme de classification choisi nécessitant l'usage de données quantitatives, une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) a été effectuée au préalable afin de transformer l'information qualitative - et quantitative ordinale - en données continues ; ce traitement permet de mettre en évidence les associations préférentielles entre les différentes modalités (Tufféry 2007, p.182). Il s'agit donc d'une technique de réduction multidimensionnelle où les individus analysés se voient assigner de nouvelles valeurs, correspondant à leur projection sur chacun des axes factoriels ; ce sont ces valeurs qui seront utilisées pour le regroupement en ensembles similaires lors de la classification.

Le codage des variables joue un rôle important dans la capacité d'une analyse de correspondance à faire émerger des structures, car il concède des inerties aux variables (Djindjian 1991, p. 18). Aussi, plusieurs essais ont été réalisés en faisant varier le codage des descripteurs de superficie, de matériaux et d'antériorité - compte tenu des observations faites plus haut sur la distribution des variables. Ces essais ont abouti à une simplification des critères "mode de construction" - regroupement de Mat5 (pierre et tuile) et Mat6 (pierre, tuile et mortier) - et "antériorité" - présence (Ant1-3 : réoccupation après un hiatus de moins de 3 siècles) / "absence" (Anto0 : absence ou antériorité à très long hiatus) -, ainsi qu'au choix des modalités de superficie suivante : "< à 0,1 ha" ; "entre 0,1 et 0,5 ha exclu" ; "entre 0,5 et 1 ha exclu" ; "entre 1 et 2 ha exclu" ; "2 ha et plus".

Les axes factoriels résultants reflètent la structure générale des données, c'est-à-dire la distribution des descripteurs, mais ils révèlent également les différents niveaux d'association entre les modalités (Annexe 19). L'axe 1, fortement influencé par les valeurs exceptionnelles - superficie de plus de 2 ha, fonctions et matériaux soignés (Mat7-8) -, oppose les modalités Sup>2 et Fon2 et 3 au reste du corpus. L'axe 2 est lui construit sur un ensemble de modalités plus disparates et souvent contraires : existence d'antériorité, superficie moyenne (<1 ha), très grande (>2 ha) ou très petite (<0,1), modes de construction les plus simples (Mat1-2 et 3) et les plus élaborés (Mat7-8). Cet axe affine les distinctions précédentes en échelonnant les matériaux de construction et en opposant les petites superficies aux plus grandes. En outre, l'axe 2 isole certaines modalités relativement peu représentées et souvent associées (Sup<1 et

Ant1-3). Si les axes 3 à 5 représentent bien moins l'inertie du nuage de points, c'est qu'ils mettent en évidence les associations et différences "secondaires", c'est-à-dire les relations qui existent en dehors des grandes tendances qui caractérisent l'ensemble du corpus et qui ont été isolées par les deux premiers axes. Par exemple, l'axe 3, influencé par l'ensemble des variables - sauf les plus représentées : Fon1, Ant0, Mat5-6 et Sup<0,1 -, distingue fortement les fonctions cultuelles ou symboliques des fonctions artisanales, ces dernières étant également associées aux petites superficies et aux matériaux modestes.

Le fort déséquilibre de l'axe 1, causé par les très faibles fréquences de certaines des variables pose un problème de validité statistique de l'ACM. Le problème réside dans le fait que les quelques individus présentant ces caractéristiques "rares" contribuent très fortement aux facteurs ; ces derniers ne peuvent donc plus être considérés comme robustes (c'est-à-dire qu'ils changeraient radicalement sans ces individus). La démarche pour améliorer les résultats d'une analyse factorielle consiste à regrouper d'avantage les modalités des variables. Cependant, dans notre cas, un regroupement supplémentaire nuirait très fortement à leur qualité sémantique. Bien que l'usage d'une classification non hiérarchique (de type *k-mean*) rendent les résultats moins sensibles à une différence de densité d'individus dans l'espace qu'une classification de type Classification Ascendante Hiérarchique (avec des regroupements en chaîne à des niveaux toujours élevés dans la zone de faible densité), il faut bien convenir que le nuage produit par cette ACM pose problème.

Toutefois, les tests réalisés avec le retrait des individus particuliers (et donc de la variable Fonction) n'ont pas donné de résultats satisfaisants : c'est alors la variable antériorité qui pose problème. Cette dernière présente une valeur sémantique faible par rapport aux autres ; mais si on la supprime, il ne reste plus que deux variables ce qui rend inutiles toutes analyses multivariées. A l'évidence, les variables mises en œuvre ne conviennent pas vraiment à la classification de l'ensemble d'établissements étudiés. Au vu des travaux effectués dans le cadre du programme *ArchaeDyn*, il semble que seule l'intégration de cet ensemble dans un corpus plus large, comprenant une plus grande quantité d'installations "importantes", permet de disposer d'axes factoriels robustes.

Le profil des classes obtenues avec la classification issue de l'ACM présentée ci-dessus convenant bien à ce qui est recherché pour l'étude, il a été décidé de l'utiliser malgré tout.

L'algorithme de classification choisi (*k-mean*) nécessitant la définition d'un nombre de classes à produire, plusieurs essais ont été réalisés en analysant les variances interclasses et intraclasses des ensembles résultants. La solution optimale a été obtenue sur un classement en 7 groupes.

La typologie obtenue fournit des classes plus ou moins homogènes, où tous les descripteurs prennent part. La superficie des établissements y joue un rôle important mais est fortement concurrencée par les matériaux de construction et les marqueurs fonctionnels :

- Classe 1 (15 établissements) : établissements **sans matériau de construction (ou construits en matériaux périssables)**, de petite taille (inférieure à 0,1 ou 0,5 ha). Ils sont sans fonction spécifique et sans antériorité.
- Classe 2 (35 établissements) : **très petits** établissements (inférieur à 0,1 ha) construits en matériaux simples (pierres et/ou tuiles). Ils sont sans fonction spécifique et sans antériorité.
- Classe 3 (45 établissements) : **petits** établissements (entre 0,1 et 0,5 ha exclu), de facture modeste (tuiles ou pierres et tuiles, parfois avec mortier), sans fonction spécifique, avec ou sans antériorité.
- Classe 4 (13 établissements) : établissements de **taille moyenne** (comprise entre 0,5 et 1 ha exclu), de **facture modeste** (pierres ou pierres et tuiles, parfois avec mortier), sans fonction spécifique ou avec fonction artisanale (1), avec ou sans antériorité. S'y ajoute un très petit établissement (inférieur à 0,1 ha) de construction modeste, avec antériorité.
- Classe 5 (8 établissements) : **soit** établissements **dotés de matériaux élaborés**, de taille variable, **soit grands établissements** (compris entre 1 et 2 ha exclu) de facture modeste ; tous sont dépourvus de fonction spécifique, avec ou sans antériorité.
- Classe 6 (3 établissements) : **petits établissements artisanaux** (inférieur à 0,1 ha). Ils ne présentent pas de matériaux de construction ou sont construits en matériaux modestes (pierres et tuiles), et sont dépourvus d'antériorité.
- Classe 7 (3 établissements) : regroupe les deux très grands établissements de facture modeste mais dotés de fonction artisanale ou symbolique (culturale), et un très petit établissement de facture plutôt modeste, mais doté de fonction culturelle.

Figure 8. Typologie des établissements

Les classes les plus hétérogènes sont les classes 5, 4 et 7. Dans le premier cas, les petits établissements avec matériaux de confort sont regroupés avec les sites de taille conséquente (classe 5). La modalité "construction soignée" (Mat7-8) prime ici sur la superficie, puisque les établissements qui en sont dotés s'échelonnent de moins de 0,1 ha à plus d'1 ha, un tiers des établissements Mat7-8 étant compris entre 0,1 et 0,5 ha exclu. On relèvera toutefois que le très petit établissement de la classe 5, Jasse d'Etienne, est mal cerné puisque partiellement détruit par les labours (cf. Annexe 7, n° 355) ; sa position dans la classe 5 semble donc légitimée. La classe 4 présente une forte variance intraclasse du fait de la présence de l'établissement de Camp de Gilles IIB (n° 360), de très faible superficie et de construction plutôt modeste mais réoccupant un site ; il semble que ce soit l'association préférentielle entre le phénomène de réoccupation de site et les établissements de taille moyenne qui induisent le "surclassement" de cet établissement (cf. Annexe 19). De même, c'est surtout la présence de l'établissement de Camp de Gilles I (n° 358), très singulier par sa fonction cultuelle et sa petite taille, qui produit la forte variance de la classe 7.

Ces dernières remarques amènent à se pencher sur ces établissements particuliers et à reconsidérer la manière dont les sites ont été définis. Il est en effet notable que les établissements Camp de Gilles IIB (n° 360) et Camp de Gilles I (n° 358) appartiennent à un même groupement d'établissements, situé au lieu-dit les Gravenasses. Il s'agit d'un ensemble de quelques sites rassemblés autour d'une source aménagée, à vocation cultuelle (Annexe 8, B). La finesse des datations permet d'entrevoir l'évolution des Gravenasses : après deux occupations ponctuelles, à la fin du VI^e s. av. n. è. (n° 349) et entre la fin du II^e et le milieu du I^{er} s. av. n. è. (n° 359), le centre de la combe est investi durablement dès début du I^{er} s. de n. è., avec l'installation d'un petit établissement de classe 2 tout d'abord (Vigne Herme I, n° 375 : COM064). Très vite, à partir du milieu du I^{er} s. de n. è., l'occupation devient marquante avec l'installation de plusieurs établissements et l'aménagement des sources. En dehors du site de Camp de Gilles II B (n° 360 : COM044B), surclassé en classe 4 (cf. ci-dessus), on compte deux établissements de classe 3 (Gravenasses IV, n° 348 : COM031, et Pont de Vidal II, n° 354 : COM038), et la première phase d'occupation d'un site de classe 5, mais dont le niveau fonctionnel pourrait bien être lié à l'évolution ultérieure du site (Fontnovia A, n° 352 : COM037A). Cette période comprend également le petit édifice cultuel de Camp de Gilles I (n° 358 : COM043), situé en classe 7 comme nous venons de le voir. A partir du II^e s. de n. è., l'occupation se "replie" sur les deux établissements de classe 3. A la fin de cette seconde phase, une petite nécropole (n° 20 005) et une sépulture - isolée ? -

(n° 20 004) s'intercalent entre les deux établissements (cf. *supra*, p. 87). Enfin, durant le dernier quart du IV^e s. de n. è., l'occupation se "déplace" sur Fontnovia B (n° 353 : COM037B), établissement de classe 5. Les deux premières phases majeures d'occupation correspondent donc à une nébuleuse assez lâche d'établissements modestes, distants de 100 à 300 m selon les périodes.

Il est peu vraisemblable que nous soyons en présence d'une villa mal identifiée. En effet, l'aspect des bâtiments ne correspond pas vraiment à ce que l'on peut s'attendre à trouver sur une villa couvrant 14 ha. En outre, les conditions de prospection sont optimales sur ce site, qui bénéficie d'une surveillance attentive et prolongée⁶¹, et d'une situation topographique propice à la lisibilité des vestiges. De plus, la distribution spatiale des unités - le long d'un chemin -, et la présence d'au moins deux aires funéraires tardo-antiques de faible ampleur, plaident en faveur d'un petit groupement d'établissements, et non de diverses installations appartenant à une exploitation unique. La notion de site *polynucléaire* se prête bien à ce type de gisement qui doit être distingué des agglomérations, où le bâti est beaucoup plus dense, même si ces dernières peuvent être de faible emprise au sol, comme à Peyre Plantade à Clermont-l'Hérault, Lunel-Viel dans l'Hérault, ou encore la Condamine⁶² dans le Gard (Annexe 20). En outre, les habitats agglomérés présentent bien souvent une organisation en îlot bâti, où l'on perçoit parfois une spécialisation sectorielle, alors qu'ici la trame se présente plutôt sous la forme d'un agrégat un peu lâche d'unités (domestiques ?).

Ce type d'"organisation atypique" - selon la formule utilisée à propos des sites de la vallée du Berbian dans le Lunellois - se placerait "*entre le véritable habitat dispersé et l'habitat groupé*" (Favory, Parodi, Poupet *et al.* 1994, p. 232). Le qualificatif le plus souvent utilisé est celui de "*polynucléaire*", expression descriptive servant à désigner cette forme originale d'habitat, dont la nature et la fonction exacte sont difficiles à définir. Pour F. Trément, l'exemple des sites du vallon de Magrignane à St-Mitre-les-Remparts dans les Bouches du Rhône, habitat "de type 'polynucléaire' ou 'semi-aggloméré'", témoigne d'une organisation sociale communautaire (Trément 1999, p. 168-172 et 224-225). Si S. Mauné, à propos de certains sites du Biterrois, s'interroge sur le statut de ces "établissements ruraux de structure polynucléaire" - grands établissements ou hameaux ? -, il n'hésite toutefois pas à parler de "village de plaine" dans certains cas (Mauné 1998, p. 27-32 et 38). Selon F. Bertoncello, c'est notamment le caractère identique de ces concentrations de vestiges

⁶¹ En effet, le principal prospecteur, R. Bonnaud, réside dans le village de Combas, situé à 1 km du site.

⁶² Bien que la limite septentrionale de cet établissement n'ait pu être déterminée précisément en raison du bâti actuel, la Condamine peut être considérée comme une agglomération de petite taille.

nettement individualisées qui incite à y voir des habitats groupés, plutôt que des habitats dispersés accompagné de bâtiments annexes ; ces sites varois sont alors interprétés comme des "habitats groupés de type polynucléaire" (Bertoncello 2002, p. 46-47). C'est de toute évidence un raisonnement identique qui incite à parler de "hameaux", voire de "hameau étalé", pour ce type de sites complexes observés dans d'autres régions du sud-est de la France, comme par exemple dans la vallée du Calavon dans le Vaucluse (Bérard 1997). On trouve des similitudes certaines entre "notre" groupement d'établissements des Gravenasses et bien d'autres sites *polynucléaires*, autant dans le module - nébuleuse assez lâche d'établissements modestes - que dans la trajectoire - concentration, plus ou moins progressive, des traces d'occupation (Annexe 21 A et B⁶³).

Précisons que ces exemples ne constituent pas une règle, d'autres ensembles d'établissements, également considérés comme des groupements, adoptent des modules - et des trajectoires - bien différents. Citons les exemples du vallon de Magrignane ou de Tour d'Aix dans les Bouches-du-Rhône, qui comprennent des établissements pouvant atteindre de plus grandes superficies, disséminés sur de plus grands espaces, et dont l'évolution globale, associant abandons et réoccupations sur une longue période, est très complexe (Trément 1999, p. 168-175). C'est peut-être dans ce cas de figure que se situe la Cabane, à Aimargues dans le Gard, qui se caractérise également par un ensemble de lieux d'occupation assez mouvants, qui créent, au cours des siècles, un "écheveau complexe, difficile à démêler" (Raynaud 2002a). Les sites *polynucléaires* du plateau des Peyres et du vallon des Déguiers, au Muy, dans le Var, constituent peut-être un troisième cas de figure (Annexe 22). En effet, les différentes unités y sont, à l'inverse des exemples précédents, plus rapprochées que dans notre cas d'étude ; ce qui permet de les associer plus facilement au modèle des habitats groupés.

Pour ce type de configuration, on utilise souvent les notions de hameau, ou de village, pour désigner ces groupements de constructions, dont les "unités s'apparentent individuellement à de modestes fermes présentant une organisation et des équipements empreints de rusticité et relevant de la sphère agricole" (Raynaud 2009, p. 158). Et c'est bien ce cas de figure qu'illustre la fouille de deux petites fermes du groupement de sept établissements de Barresse, également au Muy (Bérato 2009, p. 134-137). L'Ormeau, à Taradeau dans le Var, constitue un cas limite (Annexe 23). Ce site se compose de deux fermes adjacentes, séparées par un mur et un petit espace vacant, et dont l'indépendance

⁶³ Afin d'en faciliter la lecture, j'ai adopté une échelle identique pour les différents plans présentés en annexes, à l'exception des cas nécessitant une lecture plus détaillée, comme pour l'Annexe 20 par exemple - l'échelle est alors multipliée par deux.

fonctionnelle a pu être démontrée par la fouille (Brun, Congès et Pasqualini 1993). Par exemple, les deux fermes comprenaient leur propre équipement de production, disposant chacune d'une petite huilerie - pressoir, cuve de décantation, etc. La modestie des capacités de production, tout autant que les techniques de construction et les aménagements internes des bâtiments, donnent l'image d'exploitations de type familial, et invitent à qualifier ces "fermes agglomérées" de "hameau" (par exemple dans : Bérato 2009, p. 134 ; Raynaud 2009, p. 150 ; Bertoncetto 2002, p. 45). L'exemple des fermes de l'Ormeau reste toutefois un cas particulier, et, si l'on considère l'image que peut renvoyer cette forme d'habitat - à partir des vestiges de surface notamment -, ce type d'organisation peut également relever d'une vaste ferme comprenant plusieurs corps de bâtiments (voir Annexe 24 pour exemple). Dans la grande majorité des cas, les sites *polynucléaires* ne sont connus que par des prospections de surface ; leur nature et leur fonction restent donc indéterminées.

Nous ne disposons malheureusement pas de l'apport des fouilles pour le groupement qui nous occupe. En l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas possible de trancher entre l'interprétation de hameau, et celle de vaste ferme composée de plusieurs unités disséminées sur un espace relativement vaste. Quoi qu'il en soit, l'ensemble des Gravenasses/GP manifeste une association fonctionnelle évidente et peut être perçu comme un seul site.

Il semble important de revenir également sur les établissements situés au Mas du Fort, car il pourrait s'agir d'un habitat unique mais incomplètement cerné du fait de la végétation et du bâti (Annexe 8, C). Dans l'état actuel des connaissances, les vestiges ont été enregistrés en deux entités distinctes, ce qui peut entraîner une sous-estimation de cet ensemble dans la typologie. Or, l'étude préliminaire de l'occupation du sol dans la zone d'étude avait mis en lumière le rôle important qu'a vraisemblablement joué ce site dans le secteur (Fovet 2004). Aussi, il paraît opportun de tester l'hypothèse d'un grand habitat perché au Mas du Fort pour les analyses suivantes. C'est pourquoi une "typologie alternative" a été réalisée, en considérant ces deux sites comme la somme des établissements repérés.

Trois nouveaux enregistrements ont donc été intégrés à la base de données : Mas du Fort/GP (n° 9 005) ; Gravenasses/GP A (n° 9 000), qui représente la première phase d'occupation marquante (durant le Ier s. de n. è.) ; Gravenasses/GP B (n° 9 001), du début du IIe à la fin du IVe s. de n. è. - la troisième phase d'occupation de cet ensemble étant représentée par l'établissement Fontnovia B (n° 353), occupé de la fin du IVe à la fin du VIe s. de n. è. Pour déterminer leur position dans la classification, ces regroupements ont été introduits dans l'ACM en tant que données supplémentaires. Cela signifie qu'ils n'ont pas

contribué à la constitution des axes factoriels, mais que leur projection a permis de définir leurs coordonnées et donc leur intégration dans la seconde classification automatique. Cette seconde typologie est donc similaire à la première. Mas du Fort/GP (n° 9 005), formé par deux établissements de classe 4 - Côte de Carenton (n° 416 : FON009) et Tour de Pintard (n° 417 : FON014) -, se situe dans la classe 5. La phase la plus étendue des Gravenasses, "Gravenasses/GP A" (n° 9 000), se situe également dans la classe 5 ; elle est formée d'établissements de niveau très varié (classes 2, 3, 4, 5 et 7). La seconde phase des Gravenasses, "Gravenasses/GP B" (n° 9 001), se situe quant à elle dans la classe 4 ; elle est formée de deux établissements de classe 3. La dernière phase de cet ensemble correspond à l'établissement de Fontnovia B (n° 353 : COM037B), situé en classe 5.

Pour finir, mentionnons qu'une dizaine d'établissements n'a pas été prise en compte dans la classification automatique car un de leurs descripteurs n'était pas renseigné. La structure assez simple de la typologie obtenue a cependant permis d'attribuer manuellement ces établissements à des classes (par exemple, les établissements ne présentant aucun matériau de construction ont été assignés à la classe 1). Nous garderons toutefois à l'esprit que ces assignations manuelles restent des hypothèses de travail.

L'examen des périodes et des durées d'occupation des établissements pour chaque classe, permet de poser la question du "déterminisme chronologique" sur la typologie (Annexe 25 et Annexe 26). La question est ici de savoir si les classes obtenues ne correspondent pas à une période particulière, et si la durée d'occupation ne joue pas un rôle trop important : en d'autres termes, une taille importante, voire des matériaux de construction soignés, résultent-ils uniquement d'une longue utilisation de l'établissement ?

Certes la répartition chronologique des classes synthétise ce que nous avons constaté à propos des matériaux de construction et des superficies, notamment la forte proportion d'établissements de petite taille aux deux périodes de forte occupation, avec une surreprésentation des très petits établissements au Ier s. de n. è. et au début du IIe (cf. *supra*, p. 81-84). Néanmoins, les classes d'établissement ne semblent pas relever d'une période particulière puisqu'elles sont représentées à toutes les périodes - exception faite des classes 1, 6 et 7. En effet, la classe 1, qui regroupe les sites sans matériaux de construction apparents, n'est présente qu'aux périodes les plus anciennes (du VIIe s. av. n. è. au Ier s. de n. è.), ce qui pourrait correspondre à la généralisation de l'usage de la pierre à la période romaine. Pour les

premiers siècles de la période antique, on peut toutefois s'interroger sur la signification réelle de l'usage ou du "non usage" des matériaux en dur : s'agit-il uniquement du reflet d'une lente évolution des modes de construction ou de différences dans la fonction des établissements ? Il faut en effet relever que les créations d'établissements de classe 1 augmentent simultanément avec le nombre des occupations tout au long du Ier s. av. n. è., et qu'elles se poursuivent durant la seconde moitié du Ier s. de n. è. En ce qui concerne les classes 6 et 7, le fait que les établissements présentant des marqueurs fonctionnels n'apparaissent qu'au début de la période romaine, est de toute évidence lié à l'évolution du peuplement dans le secteur plutôt qu'à une évolution d'ordre général.

Ensuite, si le groupe des établissements de grande taille et/ou de matériaux "riches" (classe 5) présente une légère tendance à être occupé durablement, il reste qu'une part non négligeable de ces sites n'ont été occupés que très brièvement. De même, les plus grandes superficies ne peuvent s'expliquer par une durée de vie importante (classe 7). En outre, les occupations courtes sont également bien représentées chez les établissements "moyens" (classe 4). A l'inverse, si les établissements de classe 1 à 3 ont une durée d'occupation généralement courte, on note qu'un certain nombre a toutefois été utilisé durablement. En définitive, seule la classe 1 pourrait être liée à la durée de vie de ses établissements, ce qui pourrait éventuellement expliquer l'absence de matériaux de construction en dur.

2.1.2.2 Confrontation avec des sites fouillés

Si, dans l'ensemble, la typologie proposée n'a pas de signification proprement chronologique, on ne peut pour autant en déduire qu'elle produit directement des regroupements et des différenciations d'ordre fonctionnel. Les classes résultantes restent inévitablement très générales, et peuvent paraître quelque peu abstraites. Il importe donc de donner un ordre d'idée des formes que peuvent prendre les établissements pour les différentes classes, afin d'éclairer les analyses futures. Comme je l'ai déjà mentionné, la quasi totalité des établissements de la zone d'étude ne sont connus que par leur image de surface (cf. *supra*, p. 63-64) ; dans ces conditions, il n'est pas possible d'"illustrer" la typologie par des exemples fouillés issus du corpus. Je vais néanmoins tenter de poser quelques jalons, en mettant à profit les résultats des travaux menés dans le sud-est de la France dans le courant des années 90, notamment l'enquête HARUR, sur les formes de l'Habitat rural en Gaule Narbonnaise, et les opérations d'archéologie préventive conduites sur le tracé du TGV Méditerranée (Pellecuer 1993 ; Pellecuer 1994 ; Pellecuer 1996 ; Collectif 2002). Ces travaux de grande envergure ne

concernent la région du Languedoc oriental qu'"à la marge", mais complètent les fouilles et sondages effectués de concert avec les programmes micro-régionaux de prospection-inventaire réalisés dans la région. Il est pourtant clair que le choix des exemples présentés par classe est forcément subjectif, ne serait-ce qu'en raison du problème posé par les correspondances entre les superficies des établissements fouillés et celles déterminées à partir des images de surface. Il n'y a pas lieu ici de développer cette question, et je me bornerai simplement à rappeler que, bien que l'on trouve des exemples montrant des différences très importantes, les travaux de comparaisons effectués çà et là concluent fréquemment à une assez bonne corrélation entre les deux images, avec toutefois une forte tendance à la surévaluation des superficies "au sol" (voir en premier lieu Ferdière et Rialland 1995 ; Bertonecello 1999, p. 210 ; et en dernier lieu Buffat 2009). La lecture des plusieurs notices de sites prospectés puis fouillés suggère également que l'ampleur des différences observées est largement tributaire du mode de détermination des superficies par les prospecteurs. Je me suis donc basée sur quelques exemples de sites fouillés et prospectés au préalable par l'équipe qui a travaillé sur le secteur d'étude pour établir les correspondances entre les surfaces.

Les établissements de la classe 1, caractérisés par l'absence de matériaux de construction en surface, peuvent correspondre aux indices fugaces laissés par des occupations de faible emprise, vraisemblablement temporaires, comme les traces de foyers associées à du mobilier de l'Âge du Fer trouvées sur le site de Chemin d'Alès I (n° 365). Les éléments retrouvés sur l'établissement de faciès suspendien de l'Arriasse (n° 1116), morceaux de foyer, fosses-silos et structure en fosse, plaident en revanche pour l'interprétation d'habitat en matériaux périssables. Les "cabanes en construction légère" de l'Âge du Fer, regroupées en "village" saisonnier sur le pourtour de l'étang de l'Or, fournissent un bon exemple de ce type de gisement (Dedet et Py 1985). Pour le début de la période romaine, le bâtiment à sablières et trous de poteau formant le niveau pré-augustéen de la villa des Près-Bas à Loupian, dans l'Hérault, illustre le cas des petites unités en matériaux périssables (Figure 9). Son environnement immédiat n'étant pas très bien cerné, il est difficile de savoir s'il s'agit d'un habitat élémentaire ou d'un bâtiment annexe (Pellecuer 2000 ; Raynaud 2009, p. 145). Le site de Blagnat, à Montmeyran dans la Drôme, constitue en revanche un exemple de construction isolée, entourée de fossés, et située à proximité d'un puits (Figure 9). Malheureusement, la faiblesse du mobilier, piégé dans les structures, ne permet pas de cerner la fonction exacte de ce bâtiment, vraisemblablement daté de la période augustéenne (Saintot 2002, p. 654). L'image que renvoie ce bâtiment sur poteaux pourrait bien concorder avec certains de nos

établissements, tel que celui du Fesc I (n° 347) où plusieurs clous de charpente ont été retrouvés. Il faut relever ici que, dans le corpus étudié, les éléments permettant d'apprécier la présence d'un habitat, ou plus simplement d'un bâtiment en matériaux périssables ne sont mis en évidence qu'à la suite de travaux agricoles - labours profonds, arrachages de la vigne, etc. - dans les autres cas, seule une concentration importante de mobilier signale la présence des établissements de classe 1.

Les établissements de la classe 2, caractérisés par leur faible emprise au sol et l'usage de matériaux "en dur", sont très souvent interprétés comme des annexes agraires. C'est tout d'abord l'exiguïté des bâtiments qui milite en défaveur d'une fonction résidentielle, comme au Cros des Anèdes à Lunel (Figure 9). Ce modeste bâtiment de la fin du Ier s. de n. è., probablement un auvent, se compose d'un mur de pierre, d'un sol constitué d'un radier de pierre, de tuiles et de *dolium*, et d'au moins un trou de poteau (Malvis 1989 ; Roger 1993b). Il s'agit donc d'un simple local technique, dépourvu de toute structure d'habitat (Favory, Girardot, Raynaud *et al.* 1994, p. 185 ; Raynaud 2009, p. 143). De même, l'établissement tardo-antique de Dassargues II, à Lunel, ne renvoie pas vraiment l'image d'un logement (Figure 9). Ce petit bâtiment du VIe s. de n. è., de construction mixte - associant mur en pierre et mur en terre sur armature de bois -, ne comprenait aucune division interne apparente (Mercier 1994, p. 8-9 ; Raynaud 2009, p. 143). Tout au plus, la présence d'un foyer et de quelques rejets de poterie culinaire y font envisager un abri temporaire, peut-être saisonnier, situé à proximité de zones d'ensilage contemporaines, et à 500 m de l'établissement de Dassargues I, dont la fonction résidentielle est plus évidente (Mercier 1994).

La superficie globale des petits bâtiments enclos est un peu plus importante, de l'ordre d'une centaine de mètres carrés, mais, là encore, la partie dévolue au bâtiment reste exiguë, comme sur le site des Espéirau, à Nages (Figure 9). Ce petit bâtiment de pierre sèche et brique crue comprend une petite cour au sol en terre battue, jonché de fragments de poterie et de dépotoirs ponctuels (Raynaud 1996, p. 7). La faiblesse des aménagements domestiques - quelques déchets de poterie mais aucun foyer -, l'absence de structure de transformation ou de stockage, l'absence de communication entre le bâtiment et la cour, ainsi que la présence d'un puisard dans un angle, militent en faveur d'une étable, accompagnée d'une pièce d'accueil (Raynaud 1996 ; Raynaud 2009, p. 147). Abandonné vers le milieu du Ier s. de n. è., cet établissement sera réoccupé à la fin du IVe s. de n. è., avec quelques réaménagements : subdivision interne du bâtiment par un refend et l'ajout d'une pièce accolée à l'extérieur, et reconstruction partielle de la façade sud en *opus caementicium* (Raynaud 1996 ; Raynaud 2009, p. 147).

Les aspects fonctionnels de ce dernier établissement sont très similaires à ceux de la première occupation du site du Picaou, également interprété comme un enclos pastoral (cf. *supra*, p. 92-93). C'est également le rôle de bergerie qu'évoque la morphologie de l'établissement de La Cordenade, à Salles-la-Source dans l'Aveyron : un édifice allongé, inscrit dans un ensemble d'enclos constitués de murs en pierre sèche (Figure 9). Le bâtiment, d'un appareillage régulier lié au mortier, et présentant un sol de terre battue, comprend également une petite pièce annexe, construite dans un second temps (Roger 1993d)⁶⁴. Un petit secteur d'"habitat" se distingue à l'extrémité ouest du grand bâtiment - foyer et déchets de cuisine -, tandis que divers éléments mobiliers ont été trouvés à l'extrémité est (Roger 1993d ; Raynaud 2009, p. 145).

En revanche, l'établissement enclos de Dassargues I, s'apparente plus aisément à une petite ferme (Figure 9). Le corps de bâtiments, composé de trois pièces - chacune pourvue d'un foyer -, est encore de faible emprise : 60, puis 100 m² lors de l'adjonction de pièces hors de l'enclos initial. Le mode de construction est mixte - murs en pierre et murs sur poteaux de bois. Le stockage des denrées est ici signalé par les nombreuses graines carbonisées retrouvées dans l'espace contigu au puits. En outre, la présence d'un petit groupe sépulcral vient appuyer l'interprétation d'habitat pour cet établissement tardo-antique (Mercier 1994 ; Raynaud 2009, p. 150). Pour ajouter d'autres exemples à ce cas de figure, on peut aussi mentionner deux petites unités d'habitat du Haut Empire : le Cros Haut, à Chanac en Lozère, et les Masses, à Bagnols-sur-Cèze dans le Gard. L'établissement enclos du Cros Haut présente une configuration assez similaire à celui des Espérirau ; mais le bâtiment arbore ici un plan régulier, avec trois petites pièces couvrant une cinquantaine de mètres carrés, et ouvrant sur la cour par une galerie couverte abritant un four. Les pièces étaient aménagées soigneusement : sol cimenté, certains murs recouverts d'un enduit peint polychrome (Roger 1993a)⁶⁵. L'établissement des Masses, de plan rectangulaire quant à lui, se divise en deux parties, reliées entre-elles par un couloir central. Couvrant moins de 500 m², ce bâtiment comprenait deux foyers, dont un construit en brique, et les revêtements muraux, polychromes, étaient ornés de motifs géométriques en certains endroits (Goury 1994). Les équipements de transformation retrouvés se réduisent à de l'outillage agricole (serpes, faux, pierre à aiguiser) et artisanal (pesons). Ces deux établissements s'apparentent donc à de simples unités résidentielles, confortables, pourvues d'un équipement technique qui ne dépasse pas la sphère domestique et le petit outillage agricole ; il semblerait donc que le gros de l'équipement

⁶⁴ Fouilles : L. Dausse 1986-1988.

⁶⁵ Fouilles : MM. De Marnhac et de Chambrun 1955.

agraire en soit bien séparé (C. Raynaud, F. Favory et J.-J. Girardot *in* Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 226-227). Ces établissements se différencient toutefois de ceux du corpus étudié, par l'usage de matériaux de construction soignés : mortier de chaux et enduit peint.

La fonction agraire n'est cependant pas la seule qui puisse être évoquée pour cette classe d'établissement. C'est le cas du site de Plan de Lavol à Boucoiran-et-Nozières, dans le Gard, construit directement au contact d'une voie de communication (Figure 9). L'analyse de phosphate indique une occupation plutôt intensive pour ce petit bâtiment, assez mal conservé, occupé de la fin du I^{er} au II^e s. de n. è., et constitué de deux pièces et d'un réduit sous appentis (Sauvage, Dufлот et Lelièvre 1996). Une activité agricole est toutefois suggérée par les aménagements extérieurs - aires de circulation empierrées, aire "circulaire" empierrée -, et par la mise en valeur de l'espace environnant - mur de terrasse, aménagements drainants, fosses et fossés. Dans un tout autre ordre d'idée, le site de Pont de Pierre I, à Bollène dans le Vaucluse, peut également être évoqué, bien qu'il soit difficile de dire si les structures, mises au jour lors des opérations du TGV Méditerranée, étaient isolées ou faisaient partie intégrante d'un ensemble beaucoup plus important. Il s'agit ici d'un ensemble funéraire, implanté à proximité d'un *cardo* du cadastre B d'Orange, et comprenant deux tombes à incinération, un puits et une petite structure construite - enclos ou édifice ? - munie de pilastres aux angles et sur deux façades (Alfonso 2002). Le site se situe au croisement de deux voies, également fouillées.

Enfin, cet état des lieux serait incomplet si l'on n'évoquait pas le cas de la détection de "simples" artefacts laissés par l'aménagement de l'espace agraire. Nous prendrons l'exemple du site des Plantiers III à Mudaison dans l'Hérault, où la fouille a révélé que l'abondante quantité de matériaux de construction et de céramiques remontée à la surface à l'occasion d'un défonçage, provenait du comblement de structures d'aménagement agraire : fosse à *dolium*, fosses peu profondes (à compost ou à ensilage), saignées de cultures, fossé circulaire et fossé parcellaire (Mercier 1993).

Les établissements de la classe 3 sont caractérisés par une taille encore modeste, de l'ordre de 1000 à un peu plus de 3000 m², et des matériaux de construction assez simples. Quelques uns sont pourvus d'aire(s) funéraire(s) - durant l'antiquité tardive tout du moins⁶⁶ (cf. *supra*, p. 87). Les premiers exemples proposés sont de faible emprise au sol - superficie dégagée de 500 m² environ - ; ils se situent donc en limite des classes 2 et 3. Il s'agit tout

⁶⁶ L'établissement de l'Armas de Raynaud (n° 335), et peut-être ceux du Grand Baure IB (n° 373) et de Faisse de Bourguet IB (n° 370).

d'abord de l'établissement des Olivettes, à Mudaison dans l'Hérault, créé au milieu du Ier s. de n. è. (Figure 10). Cette phase d'occupation correspond à un bâtiment établi au sein d'un enclos maçonné, à l'intérieur duquel des murs de refends en matériaux périssables - ou très arasés - délimitent plusieurs espaces (Vial 2003 ; Raynaud 2009, p. 147)⁶⁷. Cet établissement est pourvu d'un puits, et deux *dolia* témoignent de ce mode de stockage ; en outre, une activité de pressage de faible intensité est suggérée par la présence d'une cuve, installée à l'extérieur de l'enclos. Abandonné dès le début du IIe s. de n. è., l'établissement sera réoccupé à la fin du IVe s. de n. è., avec quelques réaménagements, notamment la construction, à l'extérieur de l'enclos, d'un bâtiment annexe sur poteaux à sol excavé. Quelques déchets artisanaux attestent d'une activité de chaudronnerie pour cette seconde phase d'occupation. Par ailleurs, une dizaine de sépultures a été repérée à proximité de l'annexe. On retrouve une configuration similaire sur le site des Sausses à Séguret, dans le Vaucluse, bien que le bâti y soit bien plus régulier. Il s'agit également d'un petit bâtiment, rectangulaire, avec enclos, comprenant deux pièces d'habitation - fonction attestée par les foyers et les résidus domestiques -, une étable et une resserre (Meffre 1993 ; Raynaud 2009, p. 150). L'équipement de transformation et de stockage y est également sommaire : une fosse (à *dolium*?), et un petit bassin parementé (réserve d'eau?).

La discrétion de l'équipement est encore plus marquée sur l'établissement augustéen du Gouffre des Bouchers à Nîmes (Figure 10) ; les fragments de *dolium* y sont même très faiblement représentés (Compan, Pomarèdes et Pellecuer 1993). L'absence d'infrastructure oléicole et vinicole y a fait envisager une économie centrée sur l'élevage ou la céréaliculture (Raynaud 2009, p.152-155). Le plan de ce bâtiment, construit en brique crue sur arase de pierre, et présentant des sols de terre battue, est néanmoins remarquablement régulier : il comprend au moins sept pièces, organisées autour d'une cour centrale bordée d'une galerie en L (Compan, Pomarèdes et Pellecuer 1993). Par ailleurs, certains éléments permettent de proposer l'existence d'un étage à ce bâtiment, dont le mobilier sort un peu de l'ordinaire - peson en plomb, fragment de cadran solaire... (Compan, Pomarèdes et Pellecuer 1993). Toutefois, si la présence de ce type d'établissement - dont la morphologie renvoie plutôt à un modèle diffusé dans le cadre de la colonisation de l'espace rural⁶⁸ - se conçoit aisément dans la plaine du Vistre, au voisinage directe de Nîmes, elle semble *a priori* moins plausible dans le bassin de Combas et la vallée de l'Aigalade.

⁶⁷ Fouilles : E. Henry 2003.

⁶⁸ Selon M. Compan, H. Pomarèdes et C. Pellecuer *in* Pellecuer 1993.

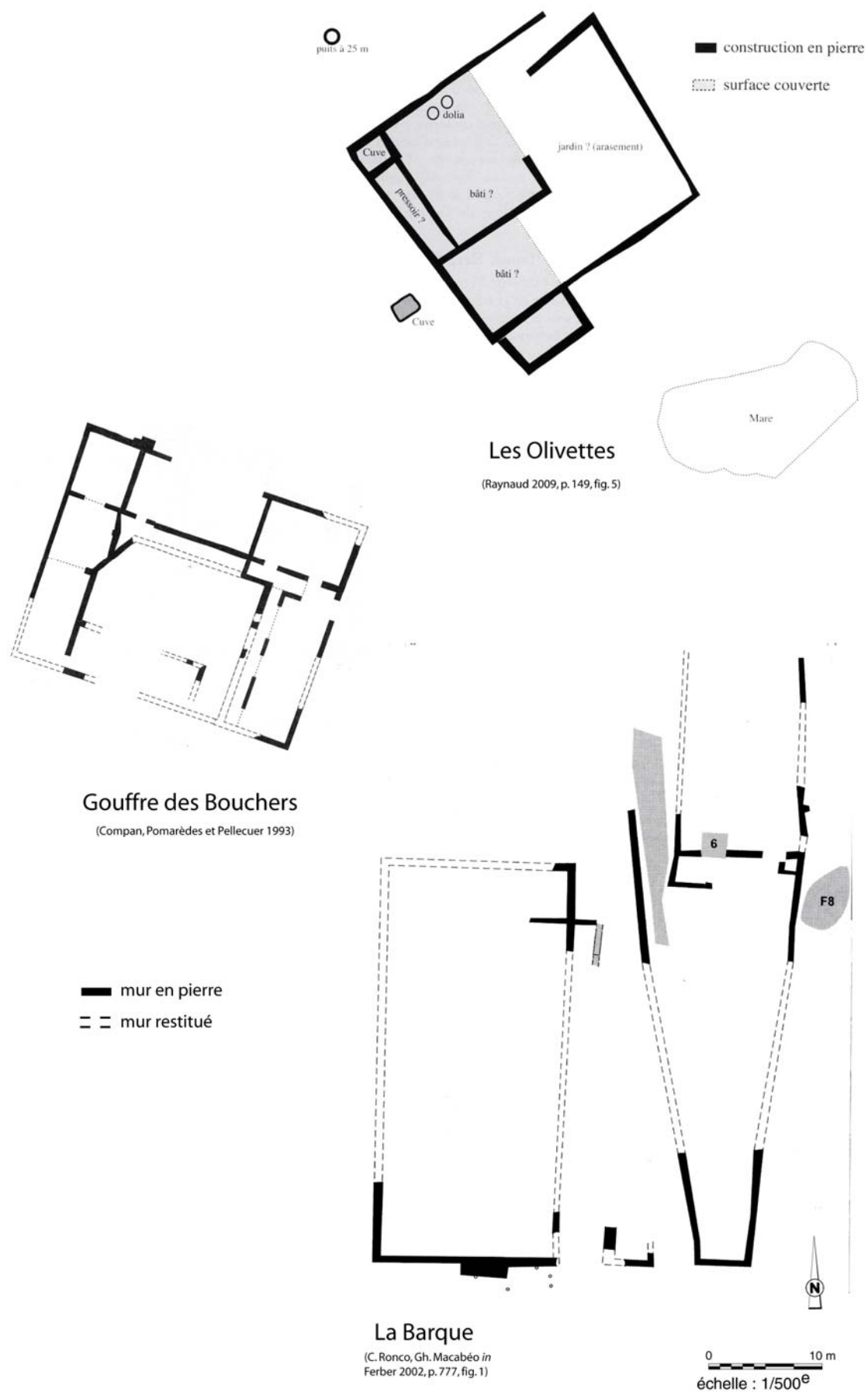


Figure 10. Plans d'établissements illustrant la classe 3 (1)

Le site de La Barque à Allan, dans la Drôme, présente un calibre correspondant plus clairement à la classe 3 (Figure 10). Le premier état, daté de la seconde moitié du Ier s. de n. è., comprend un bâtiment d'environ 200 m², construit en grès et galets rhodaniens liés à la terre (Ferber 2002). Dans le courant du IIe s. de n. è., trois autres constructions viennent compléter cet ensemble : un bâtiment rectangulaire, partiellement fouillé, une cour trapézoïdale épousant la déclivité naturelle du terrain et dont le sol est constitué de galet rhodaniens, et, entre ces deux structures, un petit bâtiment annexe. L'érosion du site ne permet malheureusement pas de déterminer la fonction de cet établissement, qualifié de "bâtiment rural" (Ferber 2002) ; seule la présence de scories de fer atteste d'une activité métallurgique, mais cette dernière ne constitue qu'une activité secondaire de l'établissement (Ferber 2002, p. 779). Mieux cerné, le second état du site de La Ramière à Roquemaure, dans le Gard, présente une configuration similaire : le bâtiment principal ne couvre qu'une portion assez réduite d'un ensemble laissant une large part à un ou plusieurs enclos (Figure 11). Le plan de cet établissement du deuxième quart du Ier s. de n. è. se décompose en trois parties. Au centre, se trouve un bâtiment - le logement ? - à petite cour centrale constituant vraisemblablement un puits de lumière ; l'espace intérieur y est délimité par des cloisons en terre, enduites de mortier, reposant sur des arases de fragments de *tegulae* (Barberan, Fabre, Maufras *et al.* 2002, p. 893-895). À l'ouest, se trouve un petit ensemble de production : entrepôt de petite taille et deux petits bassins séparés d'une chaudière par un couloir (Barberan, Fabre, Maufras *et al.* 2002 ; Raynaud 2009, p. 155). La partie orientale est composée d'une cour - ou enclos pastoral - sur laquelle s'appuie un bâtiment annexe.

L'établissement de Combe de Fignols, à Péret dans l'Hérault, occupé aux Ier et IIe s. de n. è., permet d'évoquer le cas des petites exploitations orientées sur l'agriculture arbustive (Figure 11). Ce bâtiment d'environ 1500 m² comprend plusieurs pièces, réparties en trois ailes bordées d'une galerie, et ouvrant sur une petite cour (Olive 1993). Le mode de construction est relativement sommaire : blocs calcaires bâtis à la terre, avec parfois des jetées de mortier de chaux, parements intérieur enduits de mortier laissé blanc, et sols de terre battue⁶⁹. Les parties dégagées lors de la fouille concernent essentiellement les communs : au moins trois pièces sont liées aux activités de cuisine⁷⁰, et les équipements de production - installations de pressurage⁷¹ - occupent un tiers de la surface totale (Olive 1993 ; Raynaud 2009, p. 152). La capacité du cellier a été évaluée à 32 000 L, soit une vingtaine de *dolia*. Ainsi, le site de

⁶⁹ Seule la salle de presse repose sur un hérisson.

⁷⁰ Ces pièces renferment des banquettes de pierre recouvertes de *tegulae*.

⁷¹ Bassins, fouloir, pressoirs.

Combe de Fignols présente les caractéristiques d'une exploitation spécialisée, arborant une organisation cohérente des équipements de production⁷². Il faut cependant relever que les exploitations rurales dévoilant des indices d'agriculture arbustive n'obéissent pas forcément à une conception rigoureuse de la production, dans un cadre architectural calibré, comme sur ce site⁷³. On retiendra des trois derniers exemples qu'il s'agit d'établissements "dominés par la fonction agraire" - représentée par des installations de pressurage et de stockage d'huile et/ou de vin, ainsi que par des locaux pouvant accueillir du bétail -, tandis que les parties affectées au logement sont réduites au strict nécessaire - tant du point de vue de la superficie que du niveau de confort (C. Raynaud, F. Favory et J.-J. Girardot *in* Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 226).

Si la fonction agraire est vraisemblablement prédominante parmi "nos" établissements de classe 3, l'on peut également évoquer le cas du site de La Brune, à Arles (Figure 11). Bâti en galets liés à la terre et surmontés d'une élévation en pisé, cet établissement de la première moitié du Ier s. de n. è. se compose de huit pièces disposées en enfilade à l'intérieur d'un enclos, et d'un auvent longeant le mur nord-est (Badan, Brun et Congès 2000 ; Raynaud 2009, p. 150). Dans cet ensemble, deux pièces sont dévolues aux activités culinaires - ce dont témoignent les petits aménagements, la présence de foyers et d'une importante couche de cendre -, et les pièces situées dans la partie nord-ouest semblent constituer un espace de stockage (Badan, Brun et Congès 2000). La proximité d'une voie antique et l'abondance des monnaies évoquent fortement une auberge (Badan, Brun et Congès 2000 ; Raynaud 2009, p. 150).

Enfin, il faut également rappeler le cas, toujours possible, d'un aménagement de l'espace agraire, comme sur le site de Mougère de Vauguière, à Mauguio. Il s'agit d'une aire de stockage de plein air - comprenant 57 fosses à *dolium* -, associée à une petite construction rectangulaire de 8 m² environ, creusée dans le substrat - un bassin ? (Roger 1993e). Cette installation agricole, occupée au Ier-IIe s. de n. è., est associée à une zone de culture, matérialisée par des saignées de plantation - vignes ou arbres fruitiers.

⁷² Bien qu'une activité d'élevage soit également suggérée par l'outillage : force, peson, aiguille (Olive 1993).

⁷³ Voir notamment : Brun, Congès et Pasqualini 1993 ; Pomarèdes, Compan, Ginouvez *et al.* 2008.

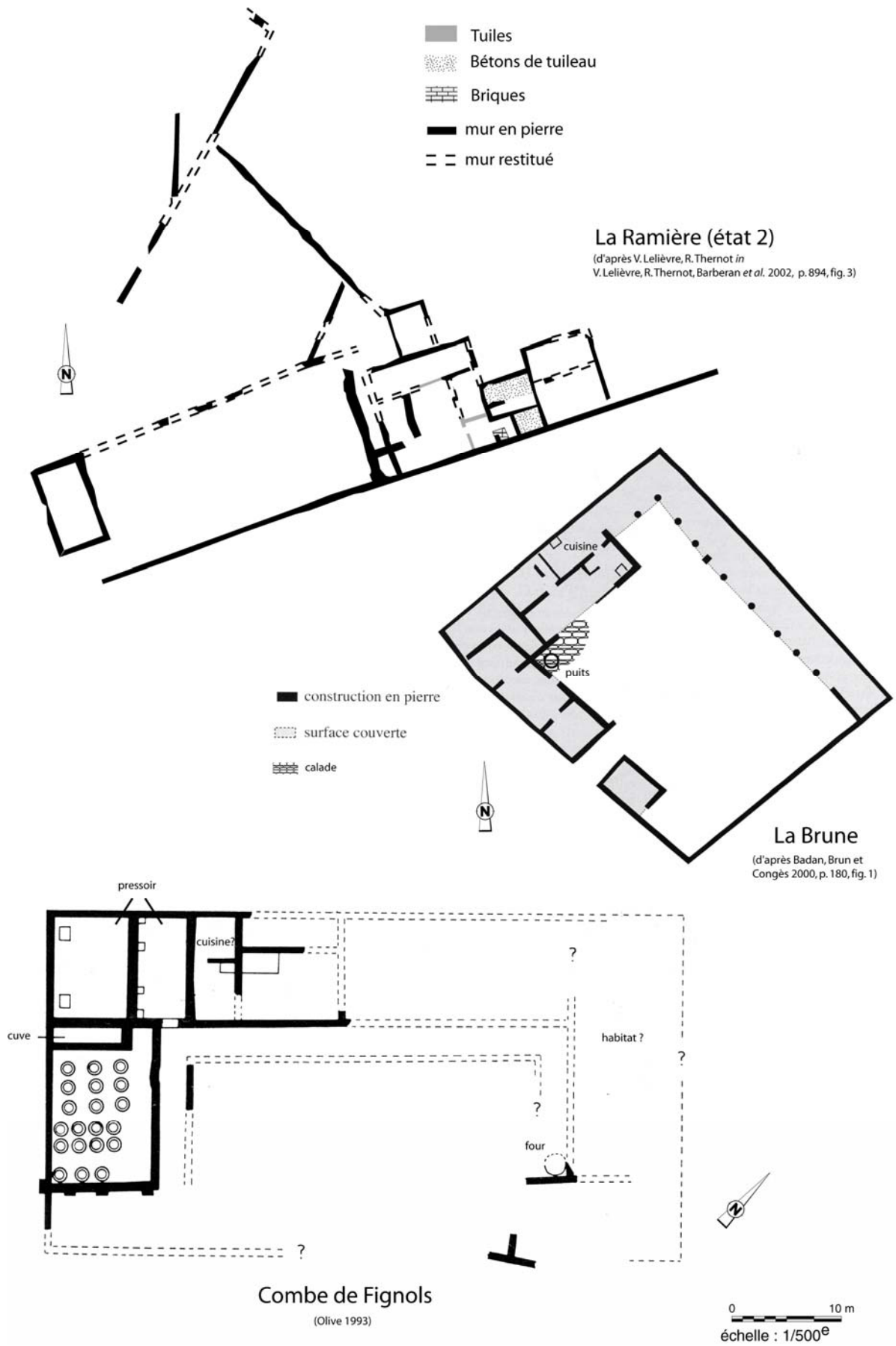


Figure 11. Plans d'établissements illustrant la classe 3 (2)

Les établissements de la classe 4 se caractérisent par l'usage de matériaux plutôt modestes, et par une superficie située autour de 5000 m² le plus souvent - aucun cas n'atteignant l'hectare. Le cas des deux fermes agglomérées de l'Ormeau, à Taradeau dans le Var, se situerait donc en limite des classes 3 et 4 (voir *supra*, p. 104-105 et Annexe 23). L'établissement de Claveysonnes, à Montélier dans la Drôme, constitue un exemple intéressant d'exploitation rurale de taille moyenne, puisque les fouilles ont permis d'en cerner l'évolution (Figure 12). Il s'agit d'un bâtiment enclos, de près de 2500 m², aux murs associant galets et mortier de chaux soigneusement agencés, et aux sols constitués de limon damé (Réthoré 2002). Le premier état de construction, daté de la fin du II^e au début du III^e s. de n. è., comprend six à sept pièces dont la fonction reste indéterminée, ainsi qu'une fosse à *dolium* utilisée comme citerne (état 2). Le bâtiment était peut-être muni d'un auvent, et probablement d'un étage, au dessus des deux grandes pièces centrales (Réthoré 2002, p. 634).

Après un épisode marqué par une inondation, sept pièces sont ajoutées au milieu du IV^e s. de n. è. (état 3). Les salles du secteur nord-est comprennent un enduit de mortier de tuileau à leur base, et forment la partie dédiée à la production ; il s'agit de deux petites pièces aménagées de manière à assurer une bonne étanchéité - la fosse à *dolium* est comblée par un remblai caractéristique des drains -, d'une pièce de stockage, et d'une forge domestique attestée par la présence de scories, de deux fosses aux parois rubéfiées, et d'une fosse-dépotoir comblée de métal ferreux (Réthoré 2002, p. 634-635). Cette activité de forge, qui perdurera jusqu'à l'abandon du site, était complétée par une activité de chaudronnerie (Réthoré 2002, p. 635). Il est à noter à ce propos qu'aucune conduite d'eau n'a été mise au jour sur le site. Le dernier état d'occupation, daté de la seconde moitié du IV^e s. de n. è., correspond à la reconstruction de nombreux murs détruits à la suite d'un incendie (état 4 ; Réthoré 2002, p. 635). A la différence des périodes antérieures, l'usage de la terre domine dans la composition des murs, et de nombreux sols construits sont mis en place (Réthoré 2002, p. 635). Quelques éléments plaident en faveur de l'aménagement d'un pressoir ou d'une cuve dans la partie sud-est : remblai stabilisant et drainant, radier partiel de galets et chape de mortier avec béton de tuileau, et présence d'une excavation pouvant correspondre à la récupération de ce type d'équipement (Réthoré 2002, p. 635). L'abandon de l'établissement se situe à la fin du IV^e s. de n. è., à la suite d'une nouvelle inondation.

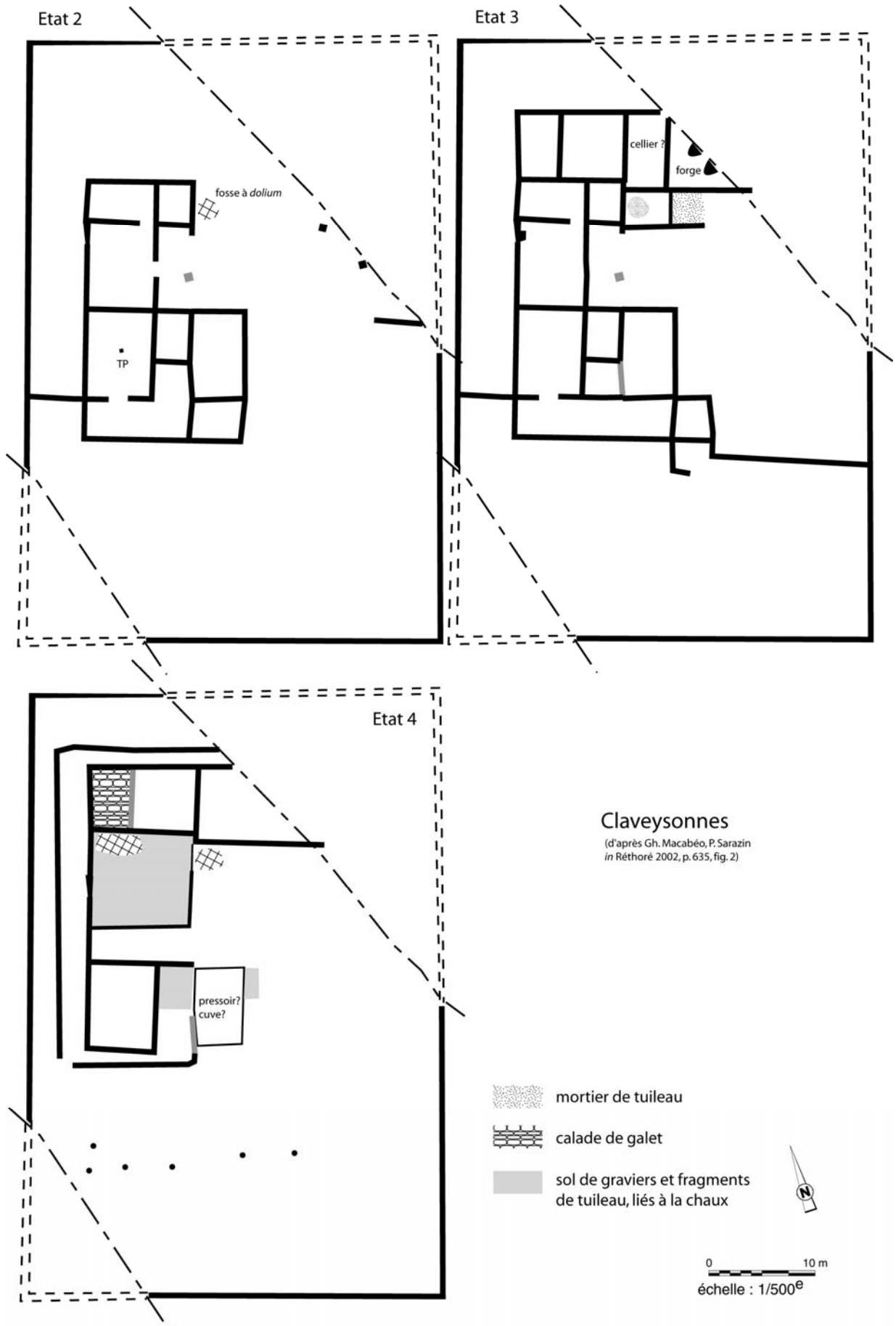


Figure 12. Plans d'établissement illustrant la classe 4 (1)

La série de sondages réalisés sur l'habitat de Cambroux (n° 650), aménagé sur un terrain en pente, a permis de dégager une petite partie de ce vaste ensemble de constructions réparties sur 8000 m² environ (Figure 13). Quelques constructions de pierres sèches, distribuées sur deux niveaux d'une terrasse soutenue par un mur, ont ainsi pu être observées ; elles comprennent notamment plusieurs fosses, un silo construit, ainsi qu'un étroit caniveau permettant l'écoulement des eaux recueillies dans un petit bassin (Bessac, Bonnaud et Py 1979, p. 51-52). Tous ces éléments invitent à aborder le cas d'une organisation du bâti un peu différente de ce que nous avons pu voir à travers tous les exemples présentés précédemment. Aussi, bien que le site des Présidentes, à Aubignosc dans les Alpes-de-Haute-Provence, soit éloigné géographiquement, il n'en constitue pas moins un exemple d'établissement d'envergure et de facture similaires à celles des établissements de classe 4 (Figure 13). Il s'agit d'un ensemble de trois bâtiments à pièces multiples, s'étendant sur 3500 m² environ (Bérard 1997, p. 79-80 ; Raynaud 2009, p. 152). La majeure partie de ces bâtiments, au mur de pierres liées à la terre et au mortier, est constituée de grandes pièces allongées évoquant des dépendances ; toutefois, la présence d'une cuisine et de latrines suggèrent une aile résidentielle dans cet ensemble (Raynaud 2009, p. 152).

Enfin, pour cette classe également, il faut évoquer le cas des annexes agraires, comme le rappelle le site de La Plaine I à Villevieille (n° 986). La grande quantité d'amphores et de *dolium* parmi le mobilier invite en effet à interpréter cet établissement comme un entrepôt (Mercier et Raynaud 1999). Les fouilles réalisées par M. Piskorz, à l'occasion de travaux de contournement routier, y ont également mis au jour une tombe gallo-romaine - ce qui ne s'oppose toutefois pas fondamentalement à l'interprétation d'annexe pour cet établissement. Le site des Pelets à Lunel-Viel, occupé au Ier s. de n. è., puis aux V-VIe s. de n. è., constitue un autre exemple de structure de stockage, peut-être associée à un habitat temporaire. Les fouilles ont permis de dégager un ensemble de silos et de fonds de fosses - pour l'ensilage ? -, ainsi qu'un fossé (Malvis 1990). Aucun vestige d'habitat n'a été repéré sur ce lieu de stockage en plein air, mais la présence de nombreux déchets domestiques sur l'ensemble décapé permet d'envisager l'existence d'un habitat léger - appentis agricole ? Habitat temporaire ? - n'ayant pas été atteint par la fouille (Favory, Girardot, Raynaud *et al.* 1994, p. 185-186). La possibilité d'une absence de bâtiment a par ailleurs été évoquée pour un des établissements de la classe 4 : le Mas d'Aubas I (n° 411-412). En effet, la forme très allongée de l'épandage des vestiges laisse à penser qu'il pourrait s'agir d'un "simple" remplissage de structure fossoyée - drain - ou d'un remblai de chemin (Bonnaud et Raynaud 1994).

La classe 5 est la plus hétérogène, elle comprend de grands établissements aux matériaux communs, et des établissements dotés d'éléments de confort, mais de taille très variable - de quelques centaines de mètres carré jusqu'à l'hectare.

Signalons que le cas des vastes établissements sans matériaux de construction très élaborés concerne trois cas : le Mas du Fort/GP ainsi que les créations tardo-antiques de Veyrunnes (n° 654) et Ramaux (n° 661) - cette dernière disposant d'une vaste nécropole. Ces établissements peuvent aussi bien correspondre à de vastes fermes qu'à de petites agglomérations, de type hameau par exemple.

Concernant les autres établissements, il faut également mentionner, en préalable, que la présence de matériaux élaborés ne permet pas d'évacuer la fonction d'annexe agricole, comme le rappelle le site d'Aube de Servièrre à Lunel-Viel, une vaste aire empierrée, vouée aux travaux de préparation des récoltes - probablement le dépiquage des céréales -, aménagée avec des matériaux rapportés : enduit peint, tubulure, mosaïque... (Malvis 1990 ; Favory, Girardot, Raynaud *et al.* 1994, p. 183-184).

Mais on n'oubliera pas que l'exiguïté d'un établissement n'interdit pas non plus la fonction d'habitat, comme sur le site de Saint-Clément, à Saint-Martin-de-Lansuscle en Lozère (Figure 13). Il s'agit d'un petit bâtiment résidentiel du début du Haut Empire, pourvu d'une partie thermale et d'une terrasse dallée (Roger 1993c). Le mode de construction de cet établissement est soigné : les murs sont construits en appareil régulier recouvert d'un enduit très épais, et les sols sont constitués d'un pavage de brique sur un radier de plaquettes de schiste recouvertes d'un mortier de chaux (Roger 1993c). Entouré d'un muret délimitant sur trois côtés une zone de dépotoir, l'édifice comprend de nombreuses petites pièces, toutes munies d'un système de chauffage ; un grand foyer a pu être mis en évidence dans la pièce 3, ainsi qu'un évier en brique dans la pièce 1 (Roger 1993c). Comme pour les exemples de petits habitats proposés pour classe 2, cet établissement s'apparente à une unité résidentielle isolée - ici très confortable, avec une partie thermale occupant une grande partie de l'emprise des bâtiments.

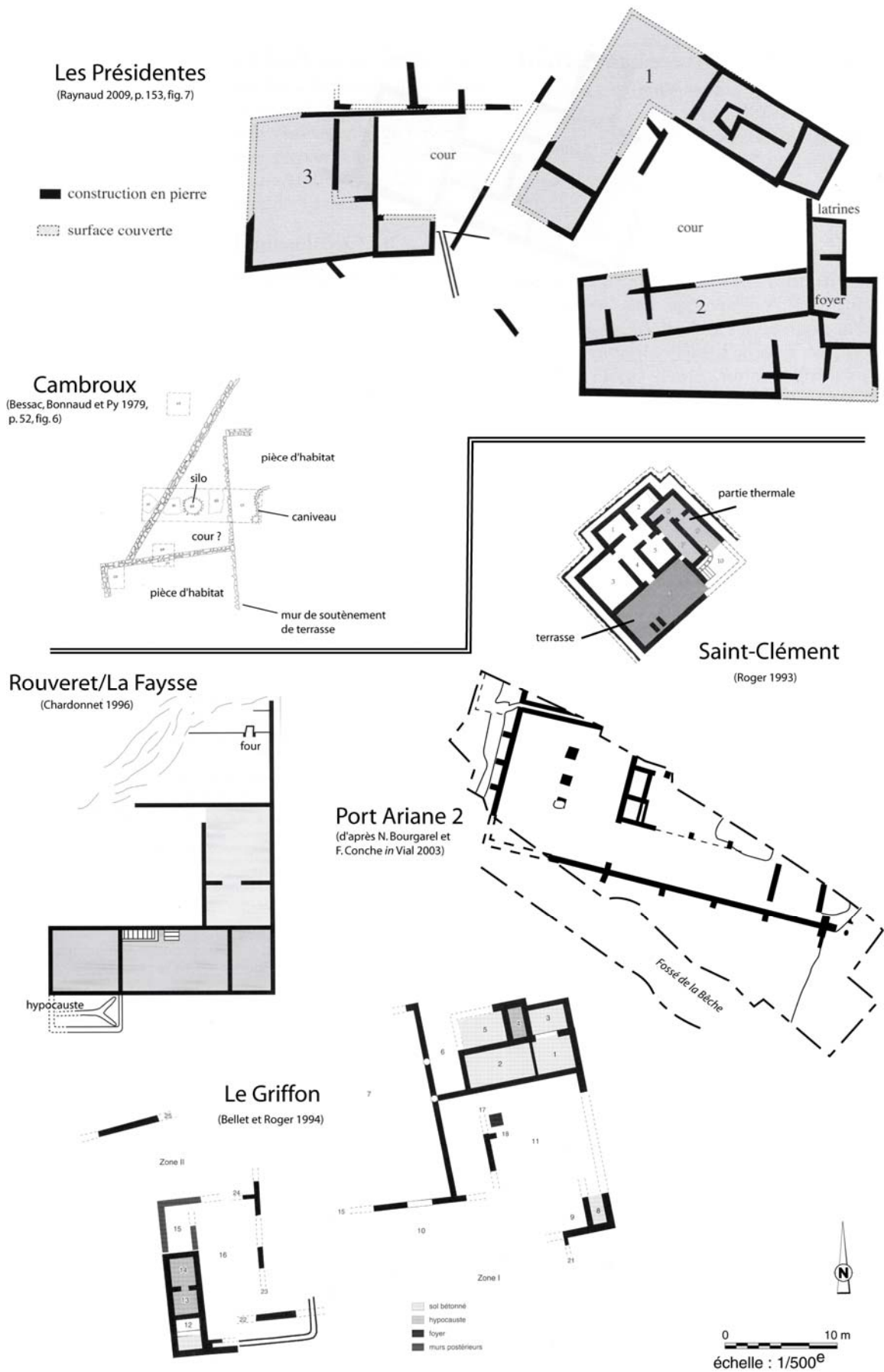


Figure 13. Plans d'établissements illustrant les classes 4 (2) et 5 (1)

Le cas des établissements de taille encore relativement modeste, mais dotés de matériaux témoignant d'un système de chauffage et parfois d'un décor luxueux - marbre et/ou éléments architectoniques -, peut être illustré par deux exemples très différents, en commençant par l'établissement de Rouveret/La Faysse, à La Malène en Lozère (Figure 13). Succédant à un petit habitat léger du tout début du Ier s. de n. è., cet établissement tripartite comporte deux bâtiments, l'un perpendiculaire à l'autre, et une aire de travail enclose munie d'un four en tuiles. A cet ensemble, progressivement édifié entre la fin de la première moitié du Ier s. de n. è. et la fin de ce même siècle, s'ajoute, dans le troisième quart du IIe s. de n. è., une pièce chauffée par hypocauste à canaux (Chardonnet 1996). La partie sud, munie d'un étage et subdivisée en trois pièces, est constituée de murs en appareillage régulier et soigné, et de sols formés de petits galets calibrés liés au mortier de chaux et disposés sur un radier de pierres posées de chant ; elle semble constituer la partie résidentielle (Chardonnet 1996). Le mode de construction du bâtiment de l'aile nord est plus rudimentaire : les murs ne sont pas recouverts d'enduit, et les sols sont aménagés avec des éclats de tuiles et de calcaire tassés (Chardonnet 1996). Cet établissement a accueilli une activité, propre au secteur, de récupération de matière(s) issue(s) de la combustion de pins (poix ou essences diverses), comme l'indiquent les détritiques et nombreuses urnes à résines, trouvés dans la cour ainsi que dans le dépotoir du four (Chardonnet 1996). Ce site témoigne du déploiement de cette activité économique⁷⁴ hors du cadre très spécifique des établissements dits "de résiniers" (Chardonnet 1996). Le site de Rouveret/La Faysse est abandonné à la fin du IIe, ou au tout début du IIIe s. de n. è., et connaît une réoccupation à la fin du IIIe s. de n. è., sous la forme d'une cabane dont les vestiges se compose de trous de poteau, et des restes des murs de l'aile nord (Chardonnet 1996).

Le second exemple a été choisi dans la région ; il s'agit de l'établissement de Port Ariane II, situé sur la commune de Lattes. Ce grand édifice à cour centrale, partiellement dégagé, a été occupé de la fin du IIe à la fin du IIIe s. de n. è. (Figure 13). L'ensemble, limité par un mur de façade à contrefort externe, comprend à l'ouest une vaste salle couverte - destinée au stockage ?-, peut-être pourvue d'un étage, et traversée par un caniveau couvert (Daveau 2007 ; Vial 2003)⁷⁵. La cour est bordée à l'ouest par un portique et au sud par une galerie offrant un accès abrité entre la grande salle et l'entrée, à l'est, signalée par un mur d'ante et un contrefort interne - cette large entrée est oblitérée dans un second temps par la construction d'une pièce (Daveau 2007 ; Vial 2003). Les matériaux ont été largement récupérés, ce qui ne

⁷⁴ Probablement développée en parallèle d'une activité vivrière.

⁷⁵ Fouilles sous la direction de I. Daveau 1999-2004.

facilite pas la connaissance des modes de construction : si les fondations sont constituées de parements de moellons calcaire équarris, bloqués avec des pierres et des *tegulae* liées au mortier, il semble que la plupart des élévations soient en matériaux légers - adobe ou pisé - sur solin de pierre ; la seule élévation maçonnée observée est celle du portique, en *opus mixtum* (Daveau 2007 ; Vial 2003). Les imposantes bases de support alignées sur l'axe central de la grande salle, ainsi que la colonnade de la galerie, montrent un usage important du remploi d'éléments architectoniques (Daveau 2007 ; Vial 2003). Enfin, des pans d'enduit peint polychrome ont été trouvés dans les couches de démolition de la pièce est (Daveau 2007 ; Vial 2003). Un puits, un dépotoir, et une fosse à mortier ont pu être repérés alentour. L'activité économique de cet établissement pourrait être liée à l'exploitation des ressources du milieu lagunaire - si l'on se réfère à la proximité du chenal et la bordure de berge repérée par C. Jorda lors des premières investigations sur le site (Daveau 2007 ; Vial 2003).

Le site du Griffon, à Vitrolles dans les Bouches-du-Rhône, constitue un exemple de petite villa dotée de thermes (Figure 13). Cet établissement n'a été que partiellement dégagé, et reste donc mal cerné. La partie résidentielle se trouve vraisemblablement au nord de la zone I : elle comporte un ensemble de cinq pièces pourvues de sols bétonnés, ouvert sur une cour en terre battue (7) ; les pièces 1 et 2, recouvertes d'enduits peints, étaient séparées par une cloison en argile (Bellet et Roger 1994)⁷⁶. L'abondance des fragments de *dolium* retrouvés dans l'espace 10 suggère qu'il s'agit d'un lieu de stockage (Bellet et Roger 1994). Mis à part cet espace, l'équipement repéré se réduit à un bassin (8) et un foyer carré construit de galets, situé dans le secteur 11 (Bellet et Roger 1994). La zone II correspond à l'ensemble thermal, aux murs maçonnés en petit appareil et recouverts d'un enduit, et comprenant une canalisation d'évacuation des eaux (Bellet et Roger 1994). Erigé au Ier s. de n. è., l'établissement du Griffon connaît un abandon de la zone I au IIe s. de n. è. Le site est partiellement réoccupé au IVe s. de n. è. (Bellet et Roger 1994).

C'est vers la villa de Saint-André de Codols, à Nîmes, dans son état du Haut Empire que l'on peut éventuellement se tourner pour illustrer le cas des plus grands établissements dotés de matériaux luxueux (Figure 14). Situé à la périphérie de Nîmes, cet établissement, occupé du deuxième quart du IIe au milieu du IIIe s. de n. è., couvre un demi-hectare et fait suite à un premier état d'occupation, constitué d'un petit bâtiment à exèdre, à vocation probablement thermale (Pomarèdes, Barberan, Maufras *et al.* 1996). Ce dernier est conservé dans le second état de Saint-André de Codols qui voit se développer un ensemble de bâtiments, organisé

⁷⁶ Fouilles : M.-E. Bellet 1976-1981.

selon une trame orthonormée, d'orientation différente à la période précédente. Outre un bassin de rétention et une aire de dépiquage, trois secteurs ont été mis au jour : le secteur nord-ouest, comprenant de nombreuses pièces de surface réduite desservies par une galerie extérieure et un couloir intérieur ; le secteur méridional, formant l'extrémité sud-est d'un bâtiment, est occupé par quelques pièces - équipées de soles de foyer -, et ouvre sur une cour vraisemblablement munie d'une galerie ; enfin, le secteur oriental, composé de trois corps de bâtiments séparés par des aires de passages - marquées de nombreuses recharges carrossables - se déployant à l'extérieur de l'habitat, au contact de la route de Nîmes à Générac (Pomarèdes, Barberan, Maufras *et al.* 1996). Dans ce dernier secteur, l'unité septentrionale est formée de deux zones mitoyennes - un espace ouvert sommairement aménagé, et un espace couvert équipé d'une hypothétique structure de combustion -, l'unité centrale comprend trois pièces desservies par un couloir, et l'unité méridionale constitue la partie thermique de l'établissement (Pomarèdes, Barberan, Maufras *et al.* 1996).

Les modes de construction sont assez mal documentés pour l'état du Haut Empire ; les fondations semblent construites pour supporter des élévations munies d'étages, les constructions d'adobes ou de terres banchées, sur arases de blocs calcaires, sont fréquentes, et la présence d'enduits peints, de placages ou de pavement est rare (Pomarèdes, Barberan, Maufras *et al.* 1996). Mis à part l'unité thermique, comportant une pièce équipée d'installation de chauffage, les sols de l'établissement sont en terre battue (Pomarèdes, Barberan, Maufras *et al.* 1996). C'est avant tout le module et le type d'organisation qu'il est intéressant de noter pour cet état de l'établissement, qui sera arasé avant l'installation d'une villa monumentale des III^e-IV^e s. de n. è., comprenant plusieurs installations de production.

Saint-André de Codols (état 1 et 2)

(d'après H. Pomarède, A. reclin et O. Maufas
in Pomarède, Barberan, Maufas et al. 1996)

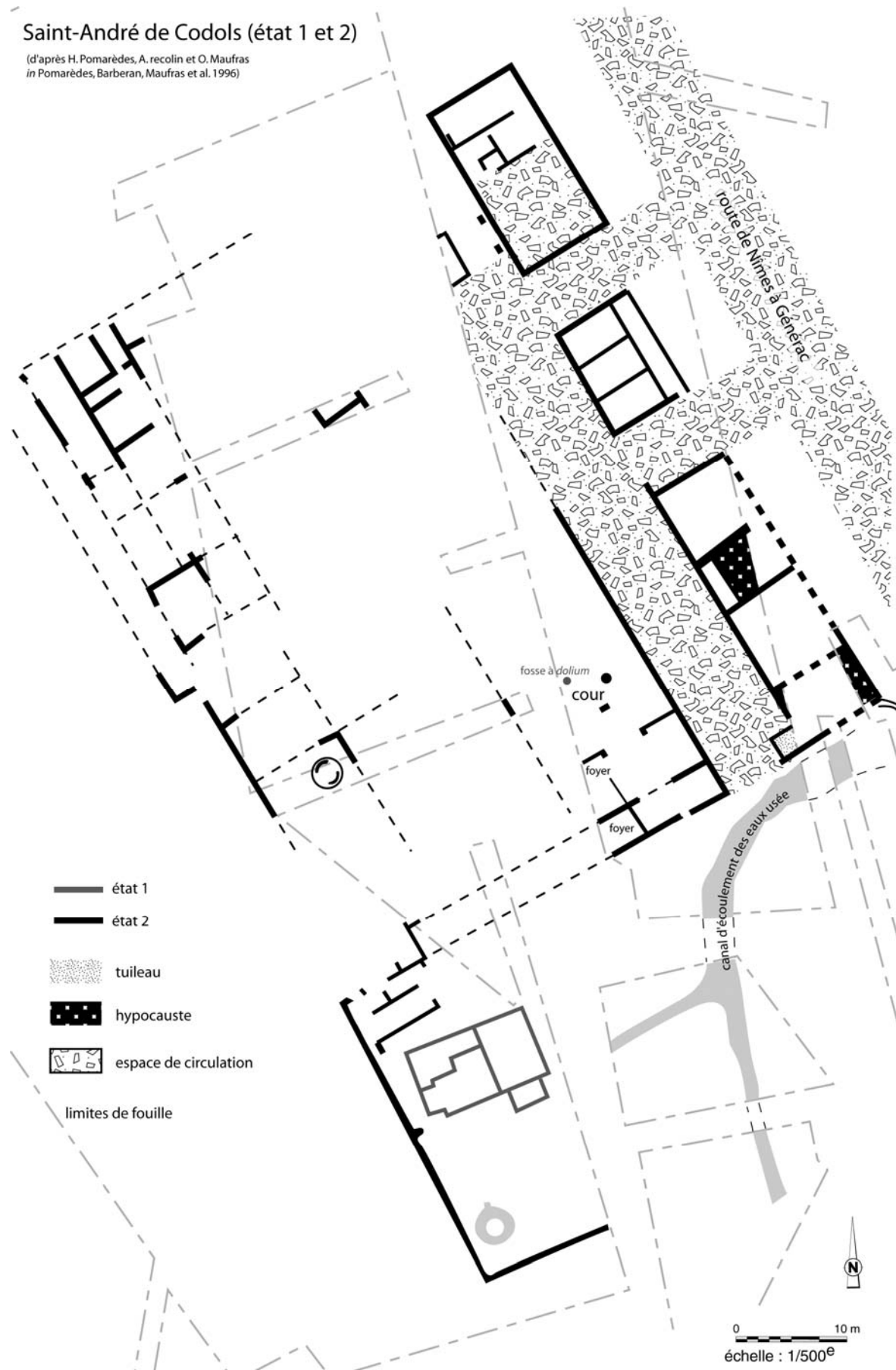


Figure 14. Plan d'établissement illustrant la classe 5 (2)

Les petits établissements artisanaux de la classe 6 correspondent à de très petites unités de production isolées : four à tuiles, ou fours à fer - ces derniers se présentant souvent sous la forme de petits groupements. Le four à fer dégagé lors d'un sondage sur le site de Déveneau (n° 657) constitue un bon exemple de ce type de structure (Figure 15).

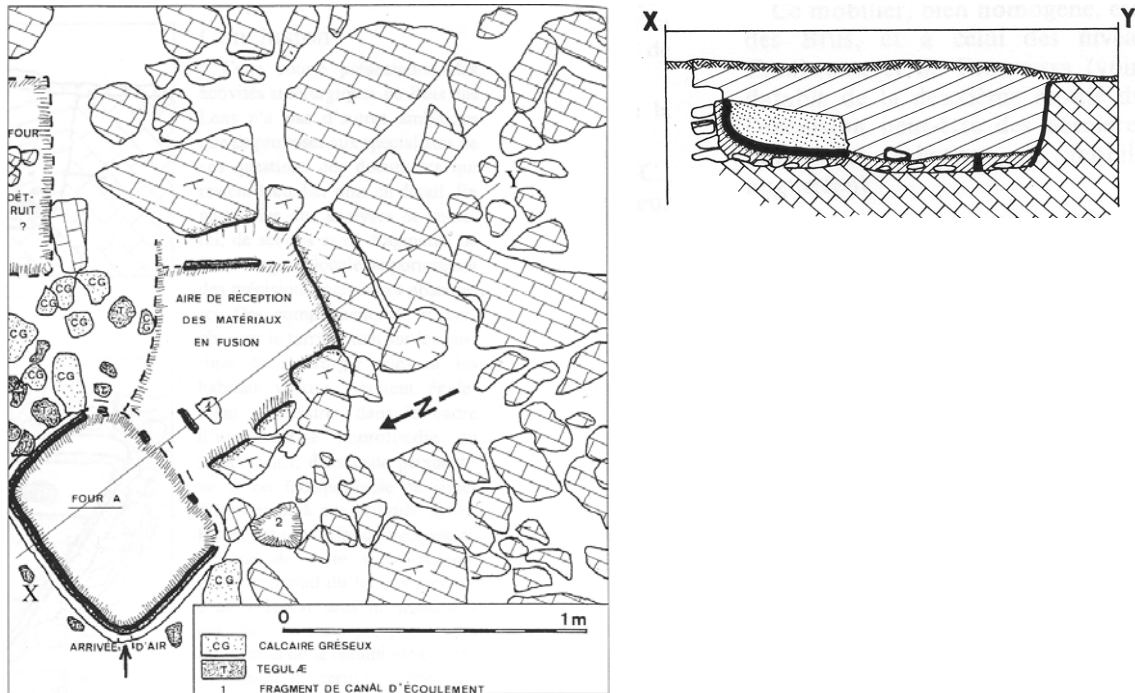


Figure 15. Plan d'un des fours à fer du site de Déveneau (extrait de Bessac, Bonnaud et Py 1979, p. 49, fig. 5 ; Bessac et Bonnaud 1998, p. 146, fig.2)

Enfin, si l'on excepte une petite unité constitutive du groupement des Gravenasses/GP, le contenu de la classe 7 se réduit à deux établissements de grande taille : l'atelier de potier des Brus (n° 649) et le "hameau" de Prouvessa (n° 332 et Annexe 8). Il est donc plus simple de renvoyer directement aux notices de ces sites.

Ce tour d'horizon des formes d'établissements n'avait pas pour objectif de tendre à l'exhaustivité, mais plutôt de proposer une exploration du champ des possibles, en montrant la diversité des cas. Je me suis donc attachée à présenter la variété des types d'organisation autant que celle des modes de construction. On a aussi pu observer que certains établissements présentent des plans très réguliers, voire calibrés, évoquant parfois des installations exogènes, tandis que d'autres dévoilent une évolution progressive du bâti. Mais c'est surtout la diversité des aspects fonctionnels qui a été recherchée : des modes

d'occupation aux orientations économiques. Ce parti pris m'a amenée à élargir l'enquête - peut-être un peu trop ? -, autant du point de vue géographique que du point de vue des modes de production. Il importe donc de rappeler ici qu'il existe des aires de spécialisation en Narbonnaise, et que le secteur étudié ne se situe pas dans le même contexte que les établissements oléicoles de basse Provence, ni même que les établissements viticoles de la vallée du Rhône ou de la basse vallée de l'Hérault⁷⁷. Et si les vestiges de production vinicole se rencontre fréquemment dans la cité de Nîmes, il faut rappeler qu'ils se distribuent préférentiellement sur la façade rhodanienne (Buffat 2004). Ceci étant dit, une proximité géographique relative n'est pas pour autant garante d'une similitude du contexte agraire, et une restriction des exemples au seul Languedoc oriental pourrait être tout autant source d'erreurs. Peut-on se contenter de ne mentionner que les nombreuses annexes du Lunellois, qui militent en faveur d'une céréaliculture développée, et les deux établissements enclos, vraisemblablement à vocation pastorale, de Vaunage ? De même, le choix d'exemples régionaux, mais situés dans la périphérie de Nîmes, est également soumis à caution du point de vue du statut socio-économique que suggèrent certaines architectures (ex. le Gouffre des Bouchers).

Face à la diversité des possibles pour la plupart des classes d'établissements, et en l'état des connaissances, cette étude cherchera à trouver quelques éléments de compréhension pour le système de peuplement local dans l'analyse des modalités d'occupation du sol et de sa dynamique.

⁷⁷ Notamment le Biterrois et sud de la cité de Lodève (voir respectivement Mauné 1998 et Pomarèdes, Compan, Ginouvez *et al.* 2008).

2.2 DYNAMIQUE DU PEUPLEMENT

Ce chapitre est consacré à l'étude de la distribution spatiale du corpus et de son évolution au cours des quatorze siècles étudiés. Cette analyse sera l'occasion de situer la zone d'étude dans le contexte régional, d'appréhender la place qu'occupe ce secteur dans le peuplement du Languedoc oriental.

2.2.1 Une dynamique particulière ?

L'évolution quantitative du peuplement du secteur d'étude a déjà été rapidement abordée dans la section précédente, mais rappelons, en guise d'introduction, que le nombre des établissements se caractérise par une faible représentation de l'Âge du Fer par rapport à l'occupation antique, elle-même partagée en deux phases distinctes : du Ier s. av. n. è. au IIe s. de n. è., et du IVe au Ve s. de n. è. (Figure 16). Le graphique ci-dessous met également bien en évidence que la très forte participation, en nombre d'établissements, du Ier s. de n. è. se singularise une forte sous-représentation de la superficie globale occupée, notamment au regard des Ve à VIIe s. de n. è., mais aussi du Ier s. av. n. è. Apparaît ici également, la très faible emprise au sol des phases protohistoriques.

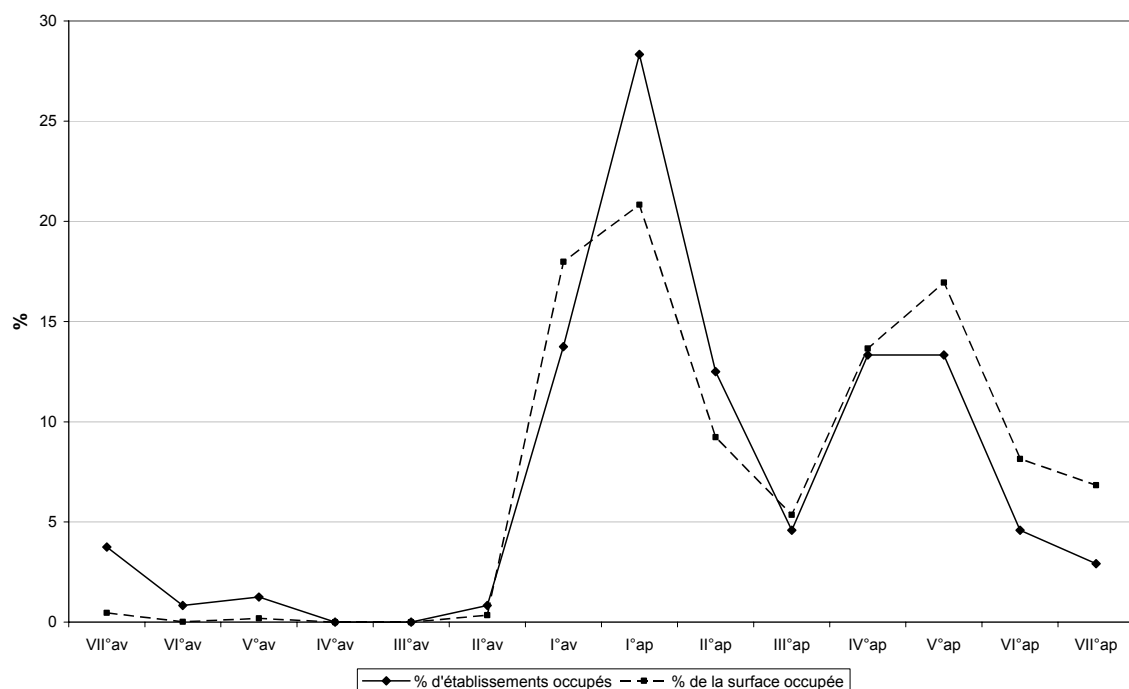


Figure 16. Evolution relative du nombre d'établissements, et de la surface occupée correspondante, du VIIe s. av. n. è. au VIIe s. de n. è.

La dynamique de la zone d'étude, telle qu'on peut la percevoir à travers l'évolution du nombre d'établissements, présente un profil globalement très proche de la progression générale observée en Languedoc oriental et, de manière plus générale, dans d'autres microrégions du sud-est de la France. Les similitudes sont particulièrement fortes avec le schéma d'évolution de la microrégion qui l'englobe (Vaunage et Vidourlenque) ; et ce, en dépit d'une échelle d'analyse différente - c'est-à-dire un corpus restreint (Annexe 28).

La période protohistorique y est également faiblement représentée ; le léger pic d'occupation du Ve s. av. n. è. paraît suivre un mouvement plus général, en Vaunage, Vidourlenque et Vistrenque, tandis que la zone de notre étude semble se singulariser par une augmentation du nombre d'établissements au VIIe s. av. n. è. Toutefois, ce phénomène s'inscrirait dans une dynamique plus spécifique à la vallée du Vidourle, comme L. Nuninger l'a mis en évidence dans le cadre de sa thèse de doctorat, portant sur le peuplement protohistorique en Languedoc oriental (Nuninger 2002, p. 94-100, notamment fig. 17, p. 97).

L'Antiquité marque, ici comme ailleurs, une très forte croissance du nombre de sites, connaissant son apogée au Ier s. de n. è., qui voit doubler le taux d'établissements. Comme dans l'ensemble de la vallée du Rhône, ce cycle s'amorce au IIe s. av. n. è., mais apparaît de manière plus claire au Ier s. av. n. è. L'occupation du sol se réalise surtout au début du Ier s. av. n. è., et prend ainsi part à la dynamique relativement précoce qui anime plus spécifiquement la basse vallée du Rhône - relativement à la moyenne vallée du Rhône (C. Raynaud, J.-L. Fiches et F. Favory *in* Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 88-89, fig. 10). Ensuite, sous l'effet d'une baisse des créations et d'un nombre relativement important d'abandons, le taux d'établissements connaît une certaine accalmie, jusqu'au milieu du Ier s. de n. è. (Annexe 29). Ce ralentissement est également ressenti dans d'autres secteurs du Languedoc oriental, et plus particulièrement dans le Lunellois (C. Raynaud, J.-L. Fiches et F. Favory *in* Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 99-100 ; Ouriachi 2009, p. 218-229, fig. 51). Une croissance donc un peu décalée par rapport aux autres microrégions de la vallée du Rhône, mais d'autant plus fulgurante puisque le taux d'établissements atteint son niveau maximal dès la seconde moitié du Ier s. de n. è.

Selon le schéma classique dans la vallée du Rhône, cet état est très passager : le nombre d'établissements décroît dès le IIe s. de n. è. - ce phénomène étant plus tardif dans les régions septentrionales, voire plus orientales comme la vallée de l'Argens (Annexe 28 et Annexe 29). Les établissements gallo-romains situés dans la zone d'étude suivent les mêmes tendances qu'en Vaunage, Vidourlenque et Lunellois : corollairement à un arrêt quasi total des créations

associé au fort taux d'abandon, la courbe des occupations décroît très rapidement, alors que le processus d'"érosion" est plus régulier dans les autres microrégions (Annexe 29). Après cette forte chute, le IIIe s. de n. è. affiche une forte stabilité du nombre d'établissements.

Les IVe et Ve s. de n. è. montrent une nette reprise de l'occupation, selon un profil caractéristique en Vaunage, Vidourlenque et Vistrenque ; cette phase tardive n'est pas absente des autres microrégions, mais peut se produire à d'autres moments : au Ve, VIe, voire VIIe s. de n. è. (Annexe 28). Les microrégions environnant le secteur d'étude, Vaunage, Vidourlenque et Lunellois, se distinguent clairement par une seconde phase de croissance en milieu de période, bien mise en évidence par la forte décrue du IIe s. de n. è. (Annexe 29 ; C. Raynaud, J.-L. Fiches et F. Favory *in* Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 110-112, fig. 18). On remarque toutefois que le Lunellois observe une évolution plus progressive, moins accidentée.

La fin de l'Antiquité marque un nouveau temps d'abandon. Perceptible dès la fin du Ve s. de n. è., la baisse du nombre d'établissements devient manifeste au début du VIe, et se poursuivra lentement jusqu'au VIIIe s. de n. è. Tout comme pour la microrégion qui l'englobe - Vaunage et Vidourlenque -, le taux d'occupation du secteur qui nous concerne ne connaîtra qu'une molle animation au cours des Xe-XIIe siècles (Annexe 28).

La dynamique qui anime la zone étudiée est donc en grande partie corrélée avec les évolutions observées à plus petite échelle, et l'on est en droit de penser qu'elle suit les évolutions structurelles et/ou conjoncturelles qui touchent tout ou partie du Languedoc oriental, et parfois au-delà. Il n'en reste pas moins qu'une comparaison plus fine de l'évolution du nombre d'établissements entre la zone d'étude et les microrégions qui l'englobent (la Vaunage et la moyenne vallée du Vidourle), montre quelques différences et amène à relativiser les premières observations. En effet, à la lecture détaillée des graphiques, les changements apparaissent plus drastiques dans le secteur d'étude. Tout d'abord, le taux d'occupations du VIIe s. av. n. è. fait preuve de surreprésentation, même comparé à l'ensemble de la moyenne vallée du Vidourle (Fovet 2004, p. 70). Ensuite, le ralentissement passager de l'accroissement du nombre d'établissements, situé autour du changement d'ère, est plus marqué (Annexe 29). Les très nombreux établissements créés au Ier s. de n. è. sont délaissés plus rapidement, et le taux de sites occupés revient, dès la première moitié du IIe s. de n. è., au niveau précédant cette phase d'expansion. Puis, le peuplement du IVe s. de n. è.

démarre un peu plus lentement, et s'accélère promptement durant la seconde moitié de ce siècle. Enfin, la zone d'étude semble connaître un meilleur maintien du nombre d'établissements durant la première moitié du Ve s. de n. è. Par ailleurs, le profil des taux d'occupation fait apparaître une sous-représentation durant les IIe et IIIe s. de n. è., tandis que la fin du IVe et le début du Ve s. de n. è. font preuve d'une participation relativement forte.

L'évolution de l'occupation durant l'Antiquité s'effectue donc sur des temps plus courts et de manière plus abrupte que dans la zone dans son ensemble (Vaunage et moyenne vallée du Vidourle). L'allure très marquée des courbes durant la période antique n'est vraisemblablement pas attribuable à une surreprésentation des petites installations agraires - généralement éphémères - puisqu'il existe de forte similitude dans la structure du peuplement de ces secteurs limitrophes, notamment entre la Vaunage et la zone d'étude (cf. *supra*, p. 88 et Annexe 13). En revanche, il est possible que ces différences soient liées à des participations plus ou moins fortes des effectifs de la zone d'étude dans les décomptes des microrégions telles qu'elles ont été délimitées lors des différentes études (le corpus étudié a tantôt été comptabilisé dans les effectifs de Vidourlenque, comme dans la thèse de L. Nuninger et le programme *Archaeomedes II*, tantôt dans ceux de la Vaunage, comme dans le programme *Archaeomedes I* ou *ArchaeDyn*). Ainsi, certaines tendances pourraient être spécifiques à la zone d'étude mais influencer les taux d'occupation des microrégions dans lesquelles elle est parfois incluse.

Afin de situer plus précisément la place qu'occupe la zone d'étude par rapport au reste de la région, j'ai effectué une analyse spatio-temporelle à l'échelle du Languedoc oriental, à l'aide de la cartographie des densités d'établissements (Annexe 31). Ce mode de visualisation présente l'avantage de cerner au mieux l'emprise spatiale des phénomènes de création ou d'abandon d'établissements. La mise en évidence de zones de concentration - et le niveau de ces concentrations - permet également de présenter certaines des interprétations proposées sur la dynamique du peuplement à l'échelle régionale ; ce type de distribution laisse en effet supposer l'action de processus dominant(s) ayant engendré des regroupements géographiques, et influencé leur évolution dans le temps (Pumain et Saint-Julien 2004, p. 69-71). Signalons d'emblée que la mention des sites majeurs sur les cartes a surtout pour but de faciliter la description des cartes en offrant des points de repère géographiques. La restitution graphique des densités implique un certain nombre de choix, qui doivent être explicités pour la bonne

compréhension des résultats ; pour la clarté du propos, le détail de l'élaboration des cartes de densités a été placé en annexe (Annexe 30).

Les densités d'établissements au VIIe s. av. n. è. se répartissent en deux pôles distincts : le littoral lagunaire et l'arrière-pays. Cette répartition bipolaire sur des terroirs très diversifiés a fait envisager un système de peuplement relativement mobile, exploitant la complémentarité de ces espaces en fonction des saisons - selon diverses modalités (Py 1990, p. 28-30 ; Py 1993b, p. 77-80 ; Nuninger 2002, p. 189-196). On explique généralement la mobilité apparente des occupations de cette période - manifestée par des stratigraphies courtes et discontinues - par une activité pastorale dominante (mais non exclusive) en Languedoc oriental. (Py 1990 ; Py 1993b, p. 78). D'autres proposent néanmoins une fixation plus forte de l'habitat à cette période (Bagan 2007) ; mais peut-être selon des modes peu pérennes, comme le système de culture sur abattis-brûlis proposé par D. Garcia (Garcia 2004, p. 34-39).

Quoi qu'il en soit, les calculs de densité font très clairement apparaître que le taux d'occupation relativement important en Vidourlenque au VIIe s. av. n. è. correspond essentiellement aux établissements situés dans la zone d'étude - ce qui explique la surreprésentation observés sur les graphiques pour cette période. Les raisons d'une présence de petits établissements éphémères plus forte dans notre secteur que dans le reste de l'arrière-pays est difficile à expliquer, mais pourrait être en partie liées aux conditions de recherche⁷⁸. En effet, la moitié de ces sites ont été repérés à l'occasion de la surveillance de travaux agricoles ou à la suite de feux de forêt découvrant les collines boisées.

Au VIe s. av. n. è., la zone de forte densité se "déplace" en Vaunage, autour de deux habitats groupés perchés, ainsi que dans une moindre mesure le long du Vistre ; ceci illustre l'évolution des modes d'occupation du territoire, allant vers une stabilisation de l'habitat tandis que la part des petits établissements saisonniers diminue sensiblement (Nuninger 2002, p. 197). A cette époque, si les installations se poursuivent sur le littoral lagunaire, on remarque que ce n'est pas le cas de la zone d'étude. Cette dernière connaît ensuite un léger regain, dans sa moitié sud, au Ve s. av. n. è., moment où l'on enregistre une extension de l'occupation du sol dans tout le quart nord-est de l'espace considéré. Parallèlement, le littoral lagunaire perd ses installations, tandis qu'une agglomération s'installe sur le site de Lattes. L'installation de plusieurs petits établissements entre les habitats perchés de l'arrière-pays est interprétée comme témoignant de la diffusion spatiale de petits habitats, d'une atomisation du

⁷⁸Relevons ici que, dans la plaine du Vistre, certains éléments laissent envisager un biais occasionné par le recouvrement de dépôts récents pour cette période (Nuninger 2002, p. 187)

territoire cultivé en petites zones plus ou moins autonomes - peut-être sous l'effet d'une croissance démographique invitant probablement les communautés à "éclater" en petits groupes (Nuninger 2002, p. 200). Ce phénomène intervenant dans un contexte de mutation de la société indigène, caractérisé par les débuts d'une économie d'échanges, une plus forte structuration de l'habitat et une proto-urbanisation amorcée dès la fin du VI^e s. av. n. è. (Py 1990 ; Garcia 2004).

Le IV^e s. av. n. è. marque un fort reflux de l'occupation compensés à l'extrême fin du IV^e s. av. n. è. ou au tout début du III^e s. av. n. è. par la création d'agglomérations tels *Ambrussum* et Nages. La très forte baisse du nombre d'établissements ruraux aux IV^e-III^e s. av. n. è. est attribuable, comme dans l'ensemble du sud de la France, au regroupement de l'habitat dans les agglomérations (Garcia 2003, p. 58). Augmentation des surfaces occupées, mise en valeur sans précédent des habitats groupés (construction d'enceintes fortifiées, rationalisation de l'espace selon un urbanisme structuré en îlots), ont conduit à qualifier cette période de phase de développement des "oppidums-cités" du second Âge du Fer dans le Languedoc oriental (Py 1990, p. 196-199). Tandis que ça et là de petites taches de densité se forment autour des habitats groupés (MaureSSIP, Nîmes, puis Nages), le territoire que j'étudie (bassin de Combas et vallée de l'Aigalade) semble être totalement vidée.

Au II^e s. av. n. è., le léger décollage des courbes d'occupation traduit, en Languedoc oriental, une expansion des points d'occupation, sous la forme d'un semis peu dense de modestes établissements, dans les parties du territoire jusque-là inoccupées. Cette étape se réalise en deux temps : il s'agit tout d'abord de l'installation de petites unités autour des *oppida* de MaureSSIP et Nages, et du comptoir commercial du Cailar ; puis, de celle de petits établissements assez isolés et éloignés des agglomérations, dans les secteurs septentrionaux d'une part et sur le littoral lagunaire et la Côte lunelloise, d'autre part. Ces cartes confirment, sur un plus large espace, ce qu'avaient mis en évidence les analyses géostatistiques du semis d'établissements, réalisées par M.-J. Ouriachi, sur une zone comprenant la moyenne vallée du Vidourle, le piedmont et la plaine littorale : à savoir un déploiement de l'espace occupé, associé à une concentration, aboutissant à la formation de "grappes" (Ouriachi 2009, p. 269-271). Cette double dynamique se poursuit au début du I^{er} s. av. n. è. et aboutit à l'intensification de l'occupation de la moitié orientale de la région, notamment la Vaunage et la vallée du Vidourle. Cette époque constitue une étape marquante de l'occupation du secteur d'étude, qui compte parmi les zones les plus denses.

Les grandes agglomérations d'origine indigène du Languedoc oriental se situant souvent aux épices des zones de densités, et les établissements créés étant essentiellement de modestes installations, l'intensification de l'occupation aux II^e et I^{er} s. av. n. è. est attribuée en grande partie au développement d'un "réseau de relais agraires, fermes ou simples aires liées aux travaux ou au stockage, éléments d'un système agricole que l'on suppose encore dominé par une gestion communautaire" (C. Raynaud, F. Favory, H. Mathian, L. Sanders *in* Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 169). Ainsi, les auteurs proposent de voir, en Vaunage notamment, une "diffusion" des établissements, opérée à l'initiative des *oppida* ; l'emprise de ces petites installations correspondraient ainsi aux limites de leur territoire vivrier (C. Raynaud, F. Favory, H. Mathian, L. Sanders *in* Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 220-221 ; Nuninger 2002, p. 123-224). L'habitat serait donc toujours très majoritairement concentré dans les grandes agglomérations (Ouriachi 2009, p. 289-290).

Néanmoins, dans les secteurs plus éloignés des agglomérations, comme la plaine de Lunel-Mauguio, le semis lâche de petits sites est plutôt interprété comme marqueur de la première étape des systèmes de peuplement locaux. On estime donc que ces occupations se situent dans un contexte de construction des terroirs agricoles - repérage des ressources, déboisement, construction de l'habitat, aménagement des communications, drainage, etc. (Raynaud 2003, p. 289) : un "*premier front pionnier*" (Favory, Girardot, Raynaud *et al.* 1994 ; C. Raynaud, J.-L. Fiches et F. Favory *in* Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998 ; C. Raynaud et F. Favory *in* Collectif 2000, p. 52 ; Ouriachi 2009, p. 294 et fig. 80, p. 307). Le concept de front pionnier s'accorde bien en effet à la Plaine de Lunel-Mauguio, occupée par de nombreux établissements éphémères en position apparemment marginale dans le réseau de communication (Favory, Girardot, Raynaud *et al.* 1994, p. 156), et profondément mise en valeur après la conquête romaine, comme en témoignent le déploiement d'une première trame centuriée par l'administration romaine (Favory, Parodi, Poupet *et al.* 1994 ; Ouriachi 2009).

Le secteur d'étude se situe entre plusieurs *oppida* : Villevieille, Mauressip et la Jouffe (installé plus au nord, en bordure occidentale du massif des Lens). Dans ce cadre, doit-on attribuer l'initiative à l'un de ces centres, ou s'agit-il d'une dynamique autonome d'occupation d'un secteur en marge ? En tout cas, la zone d'étude se singularise par la densité de l'occupation, et par la présence d'un habitat, sans aucune mesure avec les *oppida*, mais vraisemblablement groupé : Prouvessa (voir Annexe 7, n° 332). On peut donc également se demander si la densification de l'occupation doit être associée directement à l'installation du

hameau de Prouvessa, ou si ce dernier fait partie d'une dynamique plus générale d'occupation de cet espace : un type d'habitat parmi d'autres.

L'accalmie que connaissent ensuite les taux d'occupation des microrégions du Languedoc oriental, entre le milieu du Ier s. av. n. è. et le milieu du Ier s. de n. è., ne correspond pas à un reflux généralisé de l'occupation du sol, qui continue à s'étendre, notamment dans la plaine littorale jusqu'à atteindre la rive gauche du Lez au milieu du Ier s. de n. è., couvrant ainsi l'ensemble du territoire observé. On observe en revanche des dynamiques opposées, densification vs diminution de l'occupation, qui varient dans l'espace et dans le temps.

Durant la seconde moitié du Ier s. av. n. è., on enregistre un élargissement des densités dans le quart nord-est de l'espace considéré. Très homogène au nord des agglomérations de Nages et Villevieille, l'intensification de l'occupation prend un aspect plus morcelé dans le centre et le nord-est, et forme des noyaux qui se répartissent en chapelets depuis le nord de Nîmes jusqu'à l'ouest d'*Ambrussum*. Les légers reflux enregistrés dans les zones interstitielles et périphériques n'affectent que peu les densités, et de manière plus ou moins marquante selon les secteurs : par exemple, si la zone située au sud de Nages reste encore très densément occupée, celle située à l'est de Villevieille connaît une forte décrue. Aussi, de ce que nous pouvons ici percevoir de l'espace environnant cette dernière agglomération, la partie sud du secteur d'étude constitue donc la seule zone marquée par la création d'établissements pour cette période. Parallèlement, à l'extrémité nord de la zone étudiée, le nombre d'établissements continue de croître, tandis que l'occupation au pied de l'*oppidum* de MaureSSIP s'intensifie fortement.

Durant la première moitié du Ier s. de n. è., l'accalmie très marquée que connaît le secteur d'étude, clairement visible sur les courbes d'occupation (cf. Annexe 29), correspond à un mouvement de densification dans la partie sud, auquel s'oppose un mouvement de reflux de l'occupation dans la partie nord.

A cette époque, les autres secteurs touchés par la baisse de densité sont peut-être la Vistrenque⁷⁹ et, plus sûrement, le Lunellois qui connaît également une forte accalmie de son taux d'occupation (cf. *supra*). Dans cette dernière microrégion, cette tendance apparaissait déjà à partir du milieu du Ier s. av. n. è., particulièrement sur le littoral lagunaire, mais s'accroît au début de notre ère avec une interruption de l'occupation à l'extrémité orientale

⁷⁹ La baisse du nombre d'établissements en Vistrenque n'est pas assurée et pourrait n'être qu'un effet de l'état d'avancement de la base de données régionale. La dernière mise à jour pour ce secteur a été faite lors de l'étude de doctorat de L. Nuninger : elle concernait les établissements du VIIIe s. av. n. è. au Ier s. av. n. è.

de la plaine littorale - signalée par une petite zone blanche exprimant les limites du rayon d'analyse de densité. Ce phénomène a été interprété comme témoignant de l'échec d'une première tentative de "colonisation agraire", accompagnée du déploiement d'une première trame centuriée (cf. *supra*), suivie d'un reflux de l'occupation durant la période augustéenne et jusqu'au milieu du Ier s. de n. è. (C. Raynaud, F. Favory in Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 169).

Contrairement à la période précédente, la zone d'intensification de l'occupation de la partie sud du secteur d'étude trouve ici un écho dans la zone située au sud-est de Villevieille. Cette dernière devient d'ailleurs intensément occupée et correspond à l'une des trois plus importantes zones de densification.

Au final, l'évolution que connaît la zone d'étude entre le milieu du Ier s. av. n. è. et le milieu du Ier s. de n. è. aboutit à un déplacement de l'épicentre de densité - ce dernier coïncide avec l'emplacement du futur établissement *polynucléaire* des Gravenasses/GP, aménagé à partir du milieu du Ier s. de n. è. (cf. *supra*, p. 103-104 et Annexe 8, B). Cette situation trouve un parallèle avec le groupement de sites de Rouvignargues (cf. Annexe 21), qui occupe le centre de la zone de densité située au nord-est d'*Ambrussum*. L'apparition de ces formes d'occupation atypiques dans la trame du peuplement est une question encore peu traitée car, s'ils ont été repérés dans plusieurs régions du sud-est de la France, les sites *polynucléaires* restent assez mal connus (cf. *supra*, p. 103-104). Aussi, il est difficile d'interpréter l'analogie entre la localisation des Gravenasses/GP et celle du groupe de Rouvignargues, d'autant que ce dernier bénéficie peut-être d'une situation géographique particulière avec le passage de la voie Domitienne un peu plus au sud. M.-J. Ouriachi propose d'ailleurs que l'aménagement de la *via Domitia* - dont témoigne la création de la station routière du Sablas au pied d'*Ambrussum*⁸⁰ - a constitué un facteur de stimulation de l'espace environnant (Ouriachi 2009, p. 295). Toutefois, si cette proposition me semble bien fonctionner pour les établissements formant la partie sud de la zone de densité, où les établissements se distribuent le long de cette voie d'importance, l'ensemble de sites de Rouvignargues est plutôt isolé topographiquement de la voie Domitienne, et paraît donc relever d'une autre logique.

⁸⁰ Si pour A. Roth-Congès la création de la station routière du Sablas correspond à une extension de la ville haute, J.-L. Fiches y voit plutôt le résultat d'une volonté d'aménagement de la voie Domitienne, initié par Agrippa, et ne résultant donc pas nécessairement d'une dynamique propre à la population implantée sur l'*oppidum*, le Sablas se structurant de façon autonome en relais routier (Fiches 1996b, p. 182).

L'insertion des établissements du début du Ier s. de n. è. en Vaunage a été étudiée finement. Dans cette microrégion, le secteur le plus dynamique se situe au nord-est de cette vaste dépression, à l'écart des agglomérations. Les nouvelles installations investissent des coteaux peu exploités auparavant, ce qui, selon C. Raynaud et F. Favory, "marque l'expansion du système de peuplement en direction du chef-lieu de la cité" dans une zone dont il est séparé par les reliefs (C. Raynaud, F. Favory, H. Mathian, L. Sanders *in* Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 223-224). Cette orientation se manifesterait par la "fréquence des inscriptions funéraires mentionnant de hauts personnages de l'aristocratie urbaine" (C. Raynaud, F. Favory, H. Mathian, L. Sanders *in* Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 223-224).

Cet exemple rappelle que nous nous situons ici dans un contexte politique d'intégration marqué, dans un premier temps, par l'octroi du droit latin aux 25 communautés Arécomiques autour de 50 av. J.-C. (dont Nîmes) et, dans un second temps, par leur attribution à Nîmes sous Auguste (C. Raynaud, J.-L. Fiches et F. Favory *in* Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 100-101). Cette intégration politique s'accompagne d'une assimilation du système social romain par les communautés indigènes - ce qui a peut-être bouleversé ou renforcé les différenciations sociales à l'intérieur de la société indigène. C'est ce phénomène que J.-L. Fiches a cherché à cerner par ces travaux sur la spatialisation des traces laissées par les élites dans l'espace rural (monuments funéraires notamment), en proposant entre autres d'établir un lien avec le développement d'une économie de type domanial (Fiches 1993 ; Fiches 2004).

Il convient donc de signaler que des personnages importants ont marqué leur présence dans l'agglomération voisine du secteur d'étude : Villevieille. Les inscriptions mentionnant ces dignitaires sont toutefois relativement tardives : datées de l'époque antonine pour le sévir *Titus Oppius Isochrysus* (*C.I.L.*, XII, 4168 ; *H.G.L.*, XV, 351) et du IIe s. de n. è. pour le flamine *Publius* (*H.G.L.*, XV, 1818 ; *I.L.G.N.*, 517 ; Espérandieu 1907-38, III : 444, n° 2707) (Ouriachi 2009, annexe 2.3.2). La plupart des épitaphes rattachables à cette agglomération ne sont d'ailleurs pas précoces : elles se situent dans le courant du IIe s. de n. è. (Ouriachi 2009, annexe 2.3.2). Néanmoins, les découvertes faites à Villevieille témoignent de l'importance de cette ville dès le Ier s. av. n. è. Aussi, la présence d'exploitations tournées vers la culture commerciale, tout autant que celle de demeures de villégiature (de type *villae*) doivent être envisagées.

Quoi qu'il en soit, l'évolution de l'occupation du sol entre le milieu du Ier s. av. n. è. et le milieu du Ier s. de n. è. dans la zone d'étude reproduit à son échelle les tendances complexes

de cette phase de transition (Ier s. av. n. è. / Ier s. de n. è.). On y retrouve les deux dynamiques opposées, dont les modalités seront vues en détails *infra* (cf. 2.2.2 Structure spatiale).

Le pic du nombre d'établissements de la seconde moitié du Ier s. de n. è. correspond, lui, à une densification générale de l'occupation de la région, de la Vaunage à la vallée du Lez. La stagnation du secteur nîmois pourrait être un effet de l'état d'avancement de la base de données régionale - mais peut-être peut-on relever dans ce secteur une extension de l'occupation le long du Vistre, autour de la petite agglomération de la Condamine, fraîchement établie (Favory et Raynaud 2002). Si, dans le quart nord-est de l'espace étudié, la configuration des densités change peu, la plaine littorale enregistre une forte intensification de l'occupation, du littoral aux piedmonts ; deux noyaux s'individualisent, le plus important se situant au sud de l'agglomération de Lunel-Viel, créée à cette époque (Raynaud 1990 ; Raynaud 2007). Les zones les plus denses se situent encore dans la vallée du Vidourle et surtout en Vaunage, où le maximum des créations se rassemble autour d'une agglomération nouvellement créée : Plaisance (Raynaud et Favory 2002). Viennent ensuite le secteur situé au nord-est d'*Ambrussum*, puis le bassin de Combas.

Par ailleurs, ces cartes rappellent que si la "phase de latence" coïncide avec le développement des agglomérations d'origine indigène, la seconde moitié du Ier s. de n. è. voit l'émergence de petites agglomérations gallo-romaines créées *ex nihilo*. Parallèlement, les créations de la seconde moitié du Ier s. de n. è. comprennent une plus grande proportion d'établissements de taille moyenne à grande, et/ou munis de matériaux de confort que durant la phase précédente, singulièrement dans la plaine littorale, du Lunellois à la vallée du Lez. De sorte que la répartition des catégories de sites à la fin du Ier s. de n. è. correspond bien avec ce qui a été mis en évidence dans le chapitre précédent, à savoir une prédominance des grands établissements présentant des matériaux luxueux dans la vallée du Lez, leur forte représentation le long de la Viredonne - au sud-ouest de Lunel-Viel -, et leur proportion non négligeable dans la basse vallée du Vidourle (cf. *supra* p. 88-89 ; Annexe 13).

Il reste délicat de confronter les effets spatiaux des dynamiques de création avec les formes d'établissements. Les cartes de densité, et de différences de densité, invitent à s'interroger sur la relation entre les petits habitats groupés gallo-romains et la distribution des établissements ruraux - c'est-à-dire sur l'éventualité d'une nécessité de ce type d'établissement dans un contexte où l'occupation du sol couvre une large partie du territoire régional et où le mode d'occupation du sol est globalement plus dispersé qu'auparavant (nécessité de petits centres civiques ou commerciaux par exemple). Toutefois, le secteur

d'étude présente un cas particulier : l'épicentre de densité se situe dans le bassin de Combas, autour de l'établissement polynucléaire les Gravenasses/GP. Difficile d'interpréter la localisation des épicentres de densité dans ce cas - comme dans celui de la zone située au nord-est d'*Ambrussum* - dans la mesure où la forme même des établissements polynucléaires joue fortement sur le calcul de densité.

Au II^e s. de n. è., la forte baisse du nombre d'établissements en Languedoc oriental est un phénomène plutôt général, qui touche tous les secteurs mais, de manière plus marquée, les zones les plus densément occupées au cours de la phase précédente, à savoir la Vaunage, la moyenne vallée du Vidourle, et le secteur d'étude. Il apparaît ainsi que plus les zones sont densément occupées, plus elles sont atteintes par ce reflux. Dans le détail, il existe des variations dans les modalités de la décrue. Certaines zones de densité décroissent très rapidement, tandis que d'autres se caractérisent par un maintien relatif au début du II^e s. de n. è., comme la zone localisée à l'est de la station routière d'*Ambrussum* ou, un peu plus à l'ouest, dans les Soubergues, où un ensemble de petits établissements occupant la rive droite du Vidourle résistent jusqu'au milieu du II^e s. de n. è. C'est également le cas du secteur situé au sud de Lunel-Viel - ce qui explique que la baisse des courbes d'occupation est plus régulière en Lunellois (Annexe 29). Il faut relever à ce propos qu'à la différence des autres agglomérations, Lunel-Viel ne décline pas dès le début du II^e s. de n. è., mais connaît même une intensification de l'habitat (Raynaud 1990 ; Raynaud 2007).

Peut-être doit-on faire le parallèle et envisager un effet consécutif à l'abandon du hameau de Prouvessa vers la fin du I^{er} s. de n. è sur l'évolution globale du secteur d'étude, qui expliquerait la baisse très rapide du nombre de sites clairement visible sur les courbes d'occupation (cf. Annexe 29). Toutefois les alentours de Villevieille et une bonne partie de la Vaunage connaissent également une décrue très rapide, ce qui invite à envisager le phénomène dans un cadre plus global.

Les installations dispersées abandonnées à cette époque en Languedoc oriental sont le plus souvent de petites unités, généralement de facture modeste. Ce phénomène aboutit à une augmentation de la superficie moyenne des établissements de la région, bien mise en évidence par les analyses effectuées par M.-J. Ouriachi sur son secteur d'étude (Ouriachi 2009, p. 223, fig. 9). Cette auteure propose d'y voir une "déconcentration" du peuplement, c'est-à-dire une inversion des tendances par rapport au début de l'Antiquité où un petit nombre d'établissements concentraient la majeure partie de la surface habitée (Ouriachi 2009, p. 257-261). En outre, les analyses géostatistiques qu'elle a effectuées montrent une augmentation de

la distance au plus proche voisin, particulièrement significative au II^e s. de n. è., entre les établissements relativement importants - grandes fermes, *villae* ou petites agglomérations (Ouriachi 2009, p. 269-275). Des défections de sites résulte donc une trame mieux répartie, ne compromettant pas, *a priori*, la maîtrise des *terroirs* (C. Raynaud, F. Favory, H. Mathian, L. Sanders in Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 109 ; Raynaud 2007, p. 208).

Toutefois, comme le soulignaient déjà les analyses de M.-J. Ouriachi, la dispersion du semis d'établissements s'accompagne également d'une rétraction de l'espace occupé (Ouriachi 2009, p. 269-271). Dans la zone d'étude, la rétraction de l'occupation du sol par les établissements engendre un espace vide, qui isole le territoire étudié des secteurs voisins, notamment de la Vaunage.

Après la stabilité du III^e s. de n. è., l'augmentation du nombre d'établissements au IV^e s. de n. è. débute dans la partie centrale de l'espace considéré ; deux secteurs se démarquent : la Vaunage et la section nord de la moyenne vallée du Vidourle d'une part, et la partie aval de ce même fleuve d'autre part. Ensuite, on assiste à une extension de l'occupation du sol durant la seconde moitié du IV^e s. de n. è., qui parvient au comblement des espaces interstitiels. On remarque que la densification de l'occupation de cette période reprend en grande partie celle de la seconde moitié du I^{er} s. de n. è., et que la configuration des zones de densités se conforme moins bien avec le réseau des agglomérations recensées pour cette époque.

Parallèlement, le secteur situé au nord-est de Lunel-Viel enregistre une baisse de densité, alors que le centre de cette agglomération connaît un lent déclin, depuis le milieu du III^e s. de n. è. (Raynaud 1990 ; Raynaud 2007). La lenteur de la croissance du taux d'occupation du Lunellois - par rapport à celui enregistré en Vaunage et Vidourlenque (cf. Annexe 29) - correspond donc à une dynamique opposée d'avancée et de reflux de l'occupation ; cette situation aboutit au déplacement de l'épicentre de densité en direction de la corne de l'Etang de l'Or.

Différemment, la dynamique du secteur d'étude durant le IV^e s. de n. è., caractérisée par un démarrage un peu lent et une prompte accélération, traduit une situation tout d'abord périphérique par rapport aux zones d'intensification. Dans un premier temps, l'accroissement du nombre de site touche plus fortement la partie orientale de la zone d'étude. Dans un second temps, ce secteur correspond à l'une des zones les plus densément aménagées de la région - une situation également mise en évidence par la participation relativement forte des occupations du milieu du IV^e au milieu du V^e s. de n. è. dans le profil des taux d'occupation

entre la conquête et la fin de l'Antiquité (cf. Annexe 29). Au final, l'augmentation du nombre d'établissements produit un léger déplacement de l'épicentre de densité, sur le cours moyen de l'Aigalade, dès le début du IV^e s. de n. è.

De manière générale, il semblerait que dans certaines microrégions du Languedoc oriental la phase du Bas Empire, très marquée, corresponde à une dynamique inscrite dans une entreprise de remise en état et/ou de restructuration des *terroirs* (C. Raynaud, J.-L. Fiches et F. Favory in Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 114). En effet, les créations correspondent majoritairement à de très modestes installations, et l'on observe l'augmentation des volumes d'épandages dans les secteurs prospectés finement (C. Raynaud, J.-L. Fiches et F. Favory in Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 114). En outre, cet épisode est très marqué par le phénomène de réoccupation de sites abandonnés précédemment. Cet "héritage" peut d'ailleurs se limiter à la réutilisation d'un emplacement par une installation sans rapport avec le statut ou la fonction de l'occupation antérieure (cf. exemple du site du Picaou, *supra*, p. 91 ; Trément 1999, p. 242).

Au début du Ve s. de n. è., les différences entre la courbe du Lunellois qui continue sa croissance et celle des microrégions de l'"arrière-pays" qui décroissent, traduisent en fait deux tendances : la continuité de l'extension de l'occupation dans la plaine, du littoral au piedmont, d'une part ; et la décrue dans le reste de l'espace considéré, d'autre part. Le maintien relatif de la zone d'étude correspond, lui, à une baisse "normale" de densité, à la différence du secteur autour de Plaisance, également intensément occupé, mais connaissant une décrue proportionnelle. La "mise à niveau" de la zone d'étude ne s'effectue que durant le Ve s. de n. è., une période où les défections d'établissements s'observent surtout dans ce secteur et celui de la Vaunage voisine.

Au VI^e s. de n. è., la décrue se poursuit mais touche plus fortement les secteurs voisins : la zone située à l'est de Villevieille et deux petits espaces en Vaunage. Ces évolutions concourent à la formation d'une nouvelle configuration des densités d'établissements, moins différenciée et qui s'étend du littoral lagunaire au centre de la zone d'étude, en passant par la basse vallée du Vidourle et la boutonnière de la Vaunage.

Ce rapide panorama des dynamiques de l'occupation en Languedoc oriental montre qu'à partir du I^{er} s. av. n. è., le secteur d'étude participe à la dynamique qui anime la moyenne vallée du Vidourle et la Vaunage... mais pas toujours complètement. La zone étudiée connaît

des différenciations internes, particulièrement visibles durant les phases de transition comme au début du Ier s. de n. è. et au début du IVe s. de n. è. Par ailleurs, le secteur d'étude s'individualise du point de vue de la trame du peuplement, avec des densités assez bien délimitées jusqu'au début du Ve s. de n. è. Ceci est dû en grande partie à la faible occupation des reliefs, plus ou moins marqués, qui le séparent de la Vaunage à l'est et des Soubergues au sud. Néanmoins, il apparaît qu'à l'intérieur de l'espace environnant l'agglomération de Villevieille, la partie incluse dans le secteur étudié présente des dynamiques différentes de celle située plus au sud - notamment entre le milieu du Ier s. av. n. è. et le milieu du Ier s. de n. è., ou au VIe s. de n. è.

Les rapports entretenus avec les espaces limitrophes sont loin d'être évidents. Le rôle des agglomérations voisines ne doit pas être négligé : nous nous situons très certainement en partie dans l'espace d'approvisionnement de Villevieille, mais peut-être également de Mauressip⁸¹, Plaisance ou La Jouffe. Aussi, il est possible que la dynamique interne au secteur d'étude soit en partie liée au fonctionnement de grands centres d'initiative (agraire ou autre) situés alentour. Plusieurs expériences ont cherché à identifier les pôles de développement en Languedoc oriental, initiant la mise en valeur des espaces, par modélisation des réseaux d'établissements (C. Raynaud, F. Favory, H. Mathian, L. Sanders *in* Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998 ; Nuninger 2002 ; Ouriachi 2009). Mais les différentes modélisations n'ont pas utilisé les mêmes jeux de données : les établissements qui occupent la zone sud-est du secteur d'étude n'étaient pas encore intégrés dans la base de données du programme *Archaeomedes I*⁸², les travaux de M.-J. Ouriachi ne concernent pas la Vaunage, et L. Nuninger s'est surtout intéressée au peuplement protohistorique.

Le Ier s. av. n. è. constitue le seul point de comparaison entre les deux dernières études : deux réseaux différents sont proposés pour cette période. Dans le modèle produit par L. Nuninger, qui prend en compte le poids du relief, les établissements du sud-est de la zone d'étude sont majoritairement "autonomes" - sauf celui situé le plus à l'est (Puech Mouriers, n° 905), relié à un pôle situé au pied de Mauressip, et un autre relié à Villevieille (Nuninger 2002, fig. 59, p. 229). Dans le modèle produit par M.-J. Ouriachi, ce dernier petit établissement est également relié à l'agglomération de Villevieille, mais les autres montrent

⁸¹ En témoignent peut-être l'établissement et la carrière d'extraction de Puech Mouriers (n° 905 et 30 003) dont le matériau a vraisemblablement été employé pour la construction de la tour de Mauressip (information J.-C. Bessac *in* Bonnaud et Raynaud 1995).

⁸² Les établissements de ce secteur ont en effet été découverts lors des prospections pédestres systématiques réalisées entre 1994 et 1997 (cf. *supra*, p. 63-64).

une faible relation avec cette dernière et se trouvent plutôt associés aux établissements situés en bordure du Bois des Lens (Ouriachi 2009, fig. 75, p. 287).

Les analyses réalisées par M.-J. Ouriachi sur l'ensemble de la période antique décrivent l'espace étudié ici comme "structuré en fonction de la topographie", avec des "pôles" positionnés sur le rebord des plateaux et puechs. Au Ier s. de n. è., on y trouve une juxtaposition de deux réseaux d'ampleur inégale : le principal est organisé autour de Villevieille - il comprend des sous-réseaux situés le long du Vidourle -, et le réseau secondaire articule le bassin de Combas et semble "dominé" par le "hameau" de Prouvessa (Ouriachi 2009, p. 299-302). En outre, "le lien en revanche avec la tête du second réseau est ténue, de sorte qu'il semble que la petite agglomération de Prouvessa pourrait disposer d'une certaine autonomie" (Ouriachi 2009, p. 302). Les périodes suivantes semblent correspondre à une lente restructuration des réseaux, où les plus "petites structures, de même que les plus vastes, semblent s'effacer, au profit d'établissements de taille moyenne, grosses fermes, *villae* ou villages, qui succèdent aux grandes agglomérations à la tête de réseaux de moins grande ampleur" (Ouriachi 2009, p. 305 ; un constat similaire avait été dressé par C. Raynaud, F. Favory, H. Mathian, L. Sanders in Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 217-229).

Ces travaux, ainsi que la cartographie des densités, ont permis de situer globalement la zone d'étude dans le système de peuplement régional - une partie tout du moins -, et d'identifier quelques facteurs ayant potentiellement joué dans le processus d'évolution. Pour s'en faire une idée plus précise, il convient maintenant d'observer plus en détail l'évolution du peuplement dans la zone d'étude.

2.2.2 Structure spatiale

Des différents éléments du système de peuplement, la structure spatiale, c'est-à-dire l'organisation des différents lieux d'occupation dans l'espace, est la plus apparente. L'évolution de la structure du peuplement résulte de trois phénomènes concomitants : créations, abandons, et maintiens. L'ordonnancement des établissements selon leur période d'occupation met en évidence sept séquences majeures (Annexe 32 ; Annexe 33) : le VIIe s. av. n. è., le Ve s. av. n. è., la seconde moitié du Ier s. av. n. è., la seconde moitié du Ier s. de n. è., la seconde moitié du IIIe s. de n. è., la première moitié du Ve s. de n. è., le VIIe s. de n. è.

Les VIIe et Ve s. av. n. è. constituent deux étapes bien distinctes, courtes et déconnectées l'une de l'autre. Les établissements de ces deux périodes sont essentiellement de classe 1.

La seconde moitié du Ier s. av. n. è. ne comprend que des établissements créés au cours de ce siècle. A la différence des périodes suivantes, le Ier s. av. n. è. connaît encore un certain nombre de créations d'établissement de classe 1, bien que la majorité des créations de cette phase soient de classe 3. On remarque également que c'est à cette séquence que se rattachent préférentiellement les établissements de classes 6 et 7. À une exception près, cette génération ne perdurera pas : 71 % de ces établissements ne "passeront" d'ailleurs pas le milieu du siècle suivant. La fin du Ier s. av. n. è. marque ainsi l'abandon d'une grande partie de cet ensemble, et touche 60 % des établissements créés au début de ce siècle.

La seconde moitié du Ier s. de n. è. affirme ensuite un renouveau de l'occupation, mais cette génération d'établissements s'étiolle également rapidement : la moitié disparaît à la fin du siècle, et plus de 70 % ne perdurent pas après le milieu du siècle suivant. Le Ier s. de n. è. se caractérise par une majorité de créations de classe 2, et un grand nombre de classe 3. Les classes 4 et 5 y sont un peu mieux représentées que dans la phase précédente, et sont plutôt établies durant la seconde moitié du Ier s. de n. è.

Durant la seconde moitié du IIIe s. de n. è., ce sont les classes 3 et 5 qui sont les mieux représentées. La structure de l'occupation est essentiellement héritée ; elle comprend surtout des créations de la seconde moitié du Ier s. de n. è. - on ne compte en effet qu'un seul petit établissement créé au début du siècle.

La première moitié du Ve s. de n. è. conserve cet héritage en majeure partie mais arbore une structure renouvelée, grâce aux nombreux établissements occupés à partir du IVe s. de n. è. - et particulièrement durant la seconde moitié du IVe. Cependant, 30 % des établissements de cette séquence sont des réoccupations de sites - initialement aménagés au Ier s. av. n. è. ou au Ier s. de n. è. Le milieu du Ve s. de n. è. marque la fin de la séquence, avec notamment la défection de 43 % des établissements de la génération du IVe s. de n. è. - les abandons touchent dans un premier temps les établissements occupés à partir du milieu du IVe s. de n. è., puis ceux occupés dès le début du IVe. En revanche, les occupations entreprises au début du Ve s. de n. è. se prolongent plus volontiers. La période tardo-antique se caractérise par une meilleure représentativité des créations de classes 4 et 5, bien que les établissements de classe 3 fassent encore la majorité ; les établissements de classe 2 sont des créations du début et, dans une moindre mesure, du milieu de la période.

Durant le VIIe s. de n. è., les classes 4 et 5 sont les plus courantes. La structure de l'occupation de cette séquence est en grande partie héritée de la période tardo-antique ; on ne compte en effet qu'un seul établissement créé dès le Ier s. de n. è.

Par delà la tendance à trouver une forte proportion d'établissements de petite taille durant les périodes de forte densité d'occupation en regard des périodes à faible nombre de sites, on note une évolution au cours du temps, marquée par l'augmentation de la taille des établissements : pour les phases denses, on passe d'une majorité d'établissements de classe 2 au Ier s. de n. è. à une majorité d'établissements de classe 3 au Ve s. de n. è. ; pour les phases de peuplement peu dense, on passe d'une association des établissements de classes 3 et 5 au IIIe s. de n. è. à une association des établissements de classes 4 et 5 au VIIe s. de n. è. Ces évolutions ne semblent pas liées à un phénomène de "sélection" dans la mesure où l'on ne trouve pas de filiation directe entre ces différentes séquences : il n'y a quasiment pas d'héritages entre le IIIe et le VIIe s. de n. è., et le legs des petits établissements entre les Ier et le Ve s. de n. è. est uniquement lié aux phénomènes de réoccupation de sites.

De ce point de vue, le Ier s. av. n. è. s'individualise nettement : la majorité des établissements se situent en classe 3, ce qui induit une taille moyenne un peu plus importante qu'au Ier s. de n. è. En outre, le Ier s. av. n. è. correspond à une génération d'établissements spécifique - distincte de la période suivante -, et voit l'occupation de sites particuliers (classe 1 et surtout 6 et 7).

Par ailleurs, la matrice ordonnée des établissements met en évidence deux étapes de transformations majeures de la structure du peuplement antique : le début du Ier s. de n. è. et le IVe s. de n. è. - des périodes qui montrent également des différenciations géographiques marquées (cf. Annexe 31). On peut donc se demander si ces changements traduisent des ruptures dans le système de peuplement ou des évolutions internes au système, comme il l'a été proposé pour le peuplement du Languedoc oriental dans son ensemble. Ces évolutions tradiraient des phases d'"avancée territoriale", de mise en valeur de nouveaux espaces, supportées par l'installation d'établissements annexes ou temporaires, suivies de restructuration de la trame du peuplement (C. Raynaud, J.-L. Fiches et F. Favory *in* Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998).

La première étape de l'occupation antique pourrait relever des deux phénomènes. Le début du Ier s. de n. è. marque l'abandon d'établissements dont la fonction est très

spécifique : religieuse et/ou artisanale (classes 6 et 7), ce qui semble indiquer que nous avons affaire à une phase de peuplement larvée. Néanmoins, cette phase est également marquée par des dynamiques opposées de densification et de diminution de l'occupation qui varient dans l'espace (cf. *supra*, p. 138-139), ce qui pourrait témoigner d'une réorganisation spatiale du peuplement.

La période des IV^e-V^e s. de n. è. semble, *a priori*, mieux convenir à la thèse d'une "avancée territoriale" en raison du décalage spatio-temporel qu'elle arbore entre le début et la fin du IV^e s. de n. è. Cette phase de peuplement semble s'articuler en trois temps : un temps d'installation généralement peu durable - un siècle environ -, formant une zone de densification à l'est de la zone d'étude (première moitié du IV^e s. de n. è.), un second temps d'installation, généralisé dans l'espace mais éphémère, où se situe la majorité des réoccupations de sites (seconde moitié du IV^e s. de n. è.), et un temps où les créations d'établissements, généralement durables, côtoient l'abandon d'occupations anciennes (première moitié du V^e s. de n. è.).

Pour cerner ces questions d'un peu plus près, les différentes structures vont maintenant être abordées sous l'angle de leur répartition spatiale. Deux séries de cartes ont donc été réalisées : l'une montrant la distribution des classes d'établissement à chacune des sept séquences mises en évidence par la matrice (Annexe 34), l'autre montrant l'évolution entre ces séquences (Annexe 36).

- Au **VII^e s. av. n. è.**, la plupart des installations sont positionnées au nord et à l'ouest du bassin de Combas (Annexe 34). Il s'agit d'occupations de pente ou de piedmont, souvent implantées dans le prolongement des ruisseaux temporaires (à proximité des sources non pérennes).

- Les établissements du **V^e s. av. n. è.**, quant à eux, se situent plutôt dans le secteur centre ouest de la zone d'étude. L'extrémité sud-ouest du massif calcaire est encore occupée par des établissements, mais ces derniers s'installent alors au piedmont des dernières collines, face au ruisseau du Brié. La zone de confluence du Brié avec le Vidourle semble privilégiée à cette époque puisque l'on y trouve également deux indices de sites (Annexe 35) : des traces d'occupation du V^e s. av. n. è., au Mas de Barret I (n° 10 010) et peut-être également à l'emplacement de l'actuel village de Fontanès (n° 10 013).

Comme le montraient déjà les cartes de densité, on ne distingue pas de continuité dans l'occupation des sites entre les VIIe et Ve s. av. n. è.⁸³. Cependant, les établissements et indices de sites de l'Âge du Fer manifestent une certaine similitude dans les choix d'implantation, et privilégient les occupations de piedmont ou de pente, et/ou la proximité de sources temporaires - les installations de sommet ou de rebord de plateau sont plus rares. Ces situations semblent donc corroborer la thèse d'une activité pastorale pour la majorité des petites installations de ces périodes.

Si ce mode d'occupation s'intégrerait bien dans le système de peuplement à déplacements saisonniers proposé pour le VIIe s. av. n. è. (Py 1990 ; Nuninger 2002), il semble plus décalé dans celui proposé pour le Ve s. av. n. è., à savoir, une diffusion spatiale de petits habitats entre les habitats perchés de l'arrière-pays, sous l'effet d'une croissance démographique invitant les communautés à "éclater" en petits groupes (Nuninger 2002, p. 200).

Les établissements du Ve s. av. n. è. du secteur d'étude ne sont cependant pas plus "importants" que ceux du VIIe. D'ailleurs, l'habitat protohistorique dont le caractère résidentiel est le plus marqué est rattaché au VIIe s. de n. è. : il s'agit de l'établissement de faciès suspendien de l'Arriasse (n° 1116) où un sondage a permis de mettre en évidence les éléments d'un habitat en matériaux périssables (morceaux de foyer, fosses-silos et structure en fosse)⁸⁴. Le site de Camp-des-Près III (n° 10 022) pourrait néanmoins marquer l'emplacement d'un habitat du Ve s. av. n. è. masqué. Mais en l'absence d'information solide sur ce dernier site, il semble que la zone d'étude reste un peu en marge des mutations du peuplement protohistorique entre le premier et le second Âge du Fer. Elle apparaît constituer une zone spécialisée, notamment à partir du VIe s. av. n. è.

Ce mode d'occupation se retrouve au IIe s. av. n. è., avec notamment l'établissement de Puech Mouriès I (n° 905) sans doute lié à l'extraction de pierre tendre, dans une carrière toute proche (n° 30 003) : il s'agit donc d'une aire d'emploi éloignée, liée à un centre important, vraisemblablement Maressip, puisque cette pierre semble avoir été employée pour la construction de la tour sommitale de cet *oppidum* - édifée à cette époque, par une main-

⁸³ Mis à part peut-être les alentours du village de Souvignargues, puisque des indices d'occupation de la fin de l'Âge du Fer ont été perçus sur le site de Camp-des-Près III (n° 10 022), situé à proximité de l'établissement du premier Âge du Fer de Camp-des-Près II (n° 911).

⁸⁴ On peut également citer les établissements du VIIe s. de n. è. de Jasse de Roque (n° 329), vraisemblablement construit en matériaux périssable, et de Camp Bouvier (n° 346) qui a fourni une quantité de mobilier relativement importante.

d'œuvre d'origine ou d'école grecque (information J.-C. Bessac *in* Bonnaud et Raynaud 1995 ; Bessac 1995).

- Trois secteurs se distinguent pour la **seconde moitié du Ier s. av. n. è.** (Annexe 34) : le nord-est de la zone d'étude, en limite du massif calcaire, où se concentrent de nombreux établissements ; au sud-est, dans le secteur des collines de grès et conglomérat oligocène drainé par le vallon d'Ezort ; et la partie aval de la vallée de l'Aigalade, jusqu'à sa confluence avec le Vidourle.

Le secteur nord-est peut être divisé en deux ensembles. D'une part, le sud-est du massif du Bois des Lens, qui accueille des installations importantes et des établissements artisanaux : le hameau de Prouvessa (n° 332) et, à l'est en vis-à-vis, sur le décrochement du massif, l'atelier de potier de Brus (n° 649) d'un côté, et de l'autre, l'exploitation sidérurgique du Déveneau (n° 657), l'habitat en terrasses de Cambroux (n° 650) et deux autres installations de classes 1 et 3. Tous ces établissements se situent sur des épaulements plus ou moins abrupts. D'autre part, on trouve, en limite du bassin de Combas, un ensemble de modestes unités, regroupées autour de la source du Roc (n° 10 041 ; Figure 17). Mis à part deux petits établissements de classe 1 et 2, situés sur les hauteurs, cet ensemble comprend des établissements de classe 3, d'envergure identique et localisés en pente ou aménagés sur les terrasses au bas des versants (Figure 17). La zone basse ne comprend qu'un établissement de classe 1, à proximité d'un cours d'eau. Le reste du territoire de l'actuel village de Combas est occupé de manière plus ponctuelle, par un établissement à vocation métallurgique (n° 338), situé à l'ouest de Combas et installé sur le versant sud-est d'une formation urgonienne (Annexe 34).

Le secteur sud-est comprend de petits établissements, majoritairement de classe 1 ou 2, formant un tissu lâche, et installés au fond des vallons plus ou moins étriqués ou sur les versants des petites collines arrondies. Notons que, contrairement à ce qui apparaît sur les cartes, la superficie occupée sur le site le plus vaste - Coste Sourrières I-II A (n° 903) - est encore restreinte à l'époque considérée⁸⁵. On peut également ajouter l'occupation tenue au Combes I (n° 10 021 ; Annexe 35), rattachable à cette période, à la formation de cette trame clairsemée.

⁸⁵ La superficie occupée durant la période républicaine est restreinte à la zone II (0.06 ha), puis se développe dans la zone I à partir de la seconde moitié du Ier s. ap. (cf. Annexe 7).

La section aval de la vallée de l'Aigalade semble être occupée par deux "couples" d'établissements : dans chaque cas on trouve un établissement installé le long de la rivière, et un autre positionné en retrait, en bas de versant. Un cas comprend deux installations de classe 1, l'autre l'association apparente d'un établissement de classe 3 et d'un établissement de classe 5. Enfin, à l'extrémité sud de la zone d'étude, on trouve deux établissements - dont la vaste annexe de stockage de la Plaine I (n° 986) - sise le long du Vidourle, à proximité du plateau de Villevieille.

A ces modes d'occupation distincts entre les parties sud et nord du secteur d'étude, correspondent également des rythmes d'implantation différents (Annexe 36). En effet, la dissémination des établissements de la vallée de l'Aigalade et du vallon d'Ezort s'est opérée de manière assez progressive, tandis que la bordure sud-est du massif du Bois des Lens a connu l'apparition soudaine d'une concentration d'établissements dès la première moitié du Ier s. av. n. è., conjointement à l'installation du hameau de Prouvessa (n° 332). Dans ce dernier secteur, les créations d'établissements de la seconde moitié du Ier s. av. n. è. concernent essentiellement le décrochement oriental du massif, ainsi que le plateau nord-est (sillon Montpezat-St-Mamert). Aussi, c'est le mode d'occupation du secteur situé en limite du bassin de Combas qui explique qu'au début du Ier s. av. n. è. - époque où l'on observe l'expansion d'un semis clairsemé d'établissements dans les parties du Languedoc oriental jusque-là inoccupées -, le secteur d'étude compte parmi les zones les plus densément fournies en établissements (Annexe 31).

Si l'arrivée brusque d'un ensemble d'établissements sur la bordure méridionale du massif du Bois des Lens durant la première moitié du Ier s. de n. è. paraît bien original du point de vue de l'espace étudié, il faut relever que la bordure occidentale du massif du Bois des Lens fait également l'objet de l'installation d'établissements à cette période (Bonnaud 1991 ; Pomarède 2002). D'emblée, l'éventualité d'un rapport avec l'industrie d'extraction de pierre de taille s'impose, mais nous y reviendrons plus loin (cf. *infra*, p. 165-167).

Pour le secteur sud-ouest, c'est la question du rapport avec l'agglomération Villevieille qui se pose. Si un lien paraît évident pour les établissements situés immédiatement au pied de l'*oppidum*, la question est plus délicate pour les établissements de l'Aigalade. Peut-être doit-on voir dans le site archéologique le plus imposant, la Plaine des Jas, localisé à une distance relativement faible de la colline de Villevieille, une villa suburbaine - demeure de villégiature ou entreprise d'exploitation liée à cette agglomération. Pour l'heure, on ne peut que se borner à constater que la seconde moitié du Ier s. av. n. è. est aussi le moment où l'espace situé au

sud-est de cette agglomération connaît la défection de plusieurs établissements de facture modeste (Annexe 31).

- La **seconde moitié du Ier s. de n. è.** est marquée par l'occupation de nouveaux espaces, notamment des zones basses (Annexe 34) : le bassin de Combas, avec l'établissement polynucléaire les Gravenasses/GP (cf. *supra*, p. 103-104), ainsi que le cours de l'Aigalade, où apparaît un réseau d'installations dispersées, généralement modestes. Deux établissements importants complètent le dispositif, et rendent l'image d'une occupation de la majeure partie du territoire : Cantadu I (n° 651), sur le plateau nord-est et, sur le sommet du massif du Bois de la Paillade, Côte de Carenton I (n° 416) ; ce dernier établissement correspond à la première phase de Mas du Fort/GP, positionné en classe 5 (cf. *supra*, p. 107-108).

Dans l'ensemble, cette occupation de l'espace par l'installation de nombreux établissements s'est effectuée selon un processus d'extension suivi d'une densification de l'occupation (Annexe 36). Ce phénomène s'est accompagné d'un mouvement d'abandons de sites, que les cartographies de densité ont plus particulièrement mis en évidence dans le secteur nord. Cette séquence présente en effet une structure renouvelée par rapport à la phase précédente, comprenant assez peu d'anciens sites dans le lot des établissements. Cet état de fait entraîne par conséquent quelques changements dans la structure spatiale du peuplement de la zone d'étude.

Le secteur nord semble connaître un processus de déplacement progressif des installations vers le bassin, qui s'achèvera à la fin du Ier s. de n. è. avec la défection des derniers sites localisés sur le massif du Bois des Lens : Prouvessa (n° 332), Cambroux (n° 650) et Clauzel (n° 659). On remarque par ailleurs que la défection des installations à vocation artisanale intervient assez tôt dans le processus : l'atelier de potier de Brus (n° 649), l'exploitation sidérurgique du Déveneau (n° 657) et le four à fer de Cinq Pins I (n° 338). Mais on n'oubliera pas que l'évolution de l'activité métallurgique reste difficile à cerner puisque les installations dédiées au traitement du minerai de fer, situées plus profondément dans le Bois des Lens, à proximité des carrières de pierre, sont de chronologie incertaine (n° 10 001, 10 008 ; Annexe 35). Dans le détail, l'ensemble des unités du Ier s. av. n. è. situé en limite du bassin de Combas a cédé la place, dans le bassin, à l'établissement polynucléaire les Gravenasses/GP ainsi qu'à de nouvelles installations de piedmonts également aménagées sur les basses

terrasses, mais situées soit un peu plus à l'ouest que précédemment, soit plus à l'est (Figure 17).

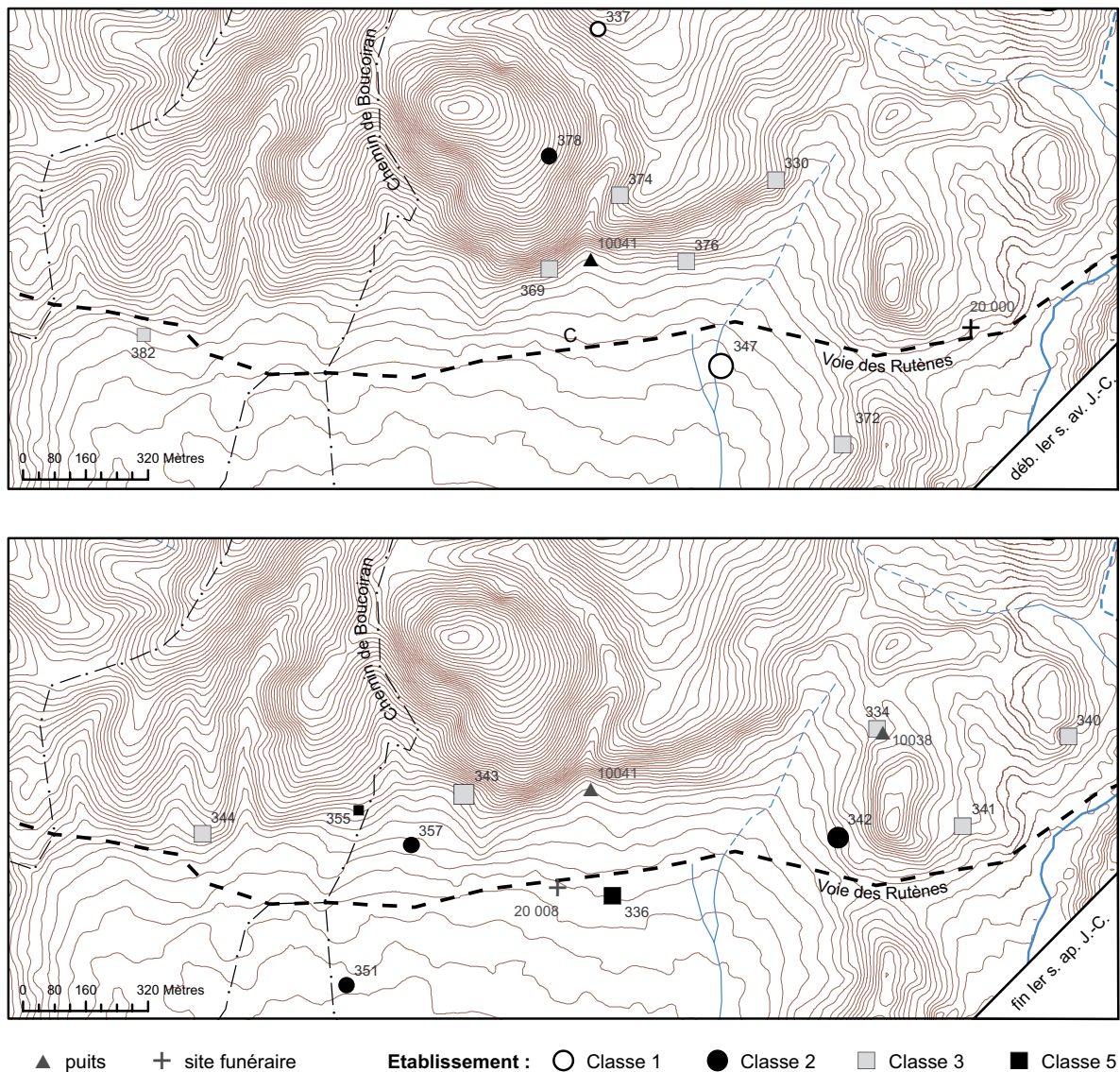


Figure 17. L'occupation en limite nord du bassin de Combas : 1er s. av. n. è. et 1er s. de n. è.

Le reste du bassin n'accueille que quelques installations de classe 2, en piedmont, le long du massif du Bois de la Paillade (Annexe 34). On retrouve le même type d'occupation à la confluence du ruisseau du Brié avec le Vidourle, occupé par un chapelet d'établissements plutôt modestes, lotis au pied des collines calcaires et s'étalant jusqu'à la jonction du ruisseau du Brié avec le Vidourle. En observant le déroulement des opérations (Annexe 36), on remarque que le déplacement de l'épicentre de densité - mis en évidence par les cartes d'intensité de l'occupation - résulte autant de l'abandon des sites du massif du Bois des Lens que de la création des petits établissements situés sur le pourtour du bassin, l'installation de

l'établissement polynucléaire des Gravenasses/GP ne venant que fortifier cette configuration dans la seconde moitié du Ier s. de n. è. Il n'en reste pas moins que les installations d'établissement en contexte plat (milieu de bassin et fond de vallée) n'interviennent pas avant le milieu du Ier s. de n. è.

Parallèlement, le secteur des collines de grès et conglomérat oligocène drainées par le vallon d'Ezort, au sud-est, a subi un mouvement alterné d'abandon et de création d'établissements, et comporte surtout de nouvelles installations (Annexe 36). Cette évolution n'est probablement pas sans lien avec la dynamique qui anime, à partir du changement d'ère, le peuplement au sud de l'espace d'étude, entre Villevieille et Plaisance. L'extrémité sud-est de la zone d'étude semble connaître une forte animation à cette période, à laquelle il faut peut-être rattacher la présence d'une grande quantité d'indices de site du Haut Empire (Annexe 35). Du point de vue de l'organisation spatiale, on note que si les types et les situations topographiques des établissements de la seconde moitié du Ier s. de n. è. sont similaires à ceux de la séquence précédente, les relations de voisinage suggèrent, pour cette phase, une organisation sous la forme de fermes associées à des annexes⁸⁶ (Annexe 34).

Les nouvelles constructions de la moyenne vallée de l'Aigalade s'installent de part et d'autre de la rivière, en vis-à-vis des zones occupées durant la période précédente, sur les rives opposées. Il s'agit surtout d'établissements de classe 2 ou 3 (Annexe 34). Remarquons que les deux sites de classe 4 font l'objet d'une réoccupation à la fin du Bas Empire (n° 411 et 409); on peut donc se demander si ces derniers constituaient réellement les lieux d'occupation les plus importants au Ier s. de n. è., ou s'il ne s'agissait pas de petites installations parmi d'autres, mais dont la superficie serait surévaluée en raison des aménagements postérieures. On trouve encore quelques établissements situés un peu plus au nord, dans une zone de confluence de petits ruisseaux : il s'agit également de petites unités, de classes 2 et 3, installés sur le bord du ruisseau et sur le flanc sud du massif de la Paillade, un glacis en pente douce. Les secteurs nouvellement investis de la vallée de l'Aigalade comprennent également plusieurs indices de site daté du Haut Empire (Annexe 35).

Dans l'ensemble, il apparaît que l'évolution de la structure spatiale du peuplement, entre le Ier s. av. n. è. et le Ier s. de n. è., correspond à deux phénomènes distincts. D'une part, l'installation dans des secteurs jusque-là dépourvus d'établissements : la moyenne vallée de

⁸⁶ Il faut cependant relever ici que l'emprise au sol de l'établissement de Puech-Dévès I A (n° 914) au Ier s. de n. è. reste incertaine dans la mesure où ce site fait par la suite l'objet d'une longue réoccupation, de l'Antiquité tardive au Moyen Âge (Puech-Dévès I B, n° 915).

l'Aigalade et la zone de confluence du Brié avec le Vidourle. D'autre part, la restructuration de la trame du peuplement dans les secteurs du vallon d'Ezort et du nord du bassin de Combas. On y trouve de nouvelles occupations, relativement proches de celle du Ier s. av. n. è. ; ce cas est particulièrement évident au nord du bassin de Combas.

Dans ce dernier secteur, l'évolution marquée des choix d'implantation invite à proposer une réorientation de l'économie, d'autant que le pan artisanal semble s'effondrer. Doit-on également envisager une évolution des formes d'organisation sociale ? Rien n'est moins sûr, car on observe une certaine continuité dans les formes d'occupation, relevant en partie de celles de l'habitat rural. Les établissements se répartissent toujours en groupement de petites unités, bien que certaines aient pu se distinguer par l'adoption d'éléments de confort dès cette époque (classe 5). Il faut également relever que l'organisation interne de l'habitat de Prouvessa (n° 332), actuellement situé dans la garrigue, se compose de nombreux murs en pierres sèches et de gros pierriers dont le plan n'a été dressé que récemment (par M. Scrinzi, dans le cadre de son Master). Aussi, il ne faut pas opposer trop vite cet habitat au site polynucléaire les Gravenasses/GP, une association située dans la classe 5 (cf. *supra*, p. 107-108).

De même, peut-on noter une similitude entre la disposition des aires funéraires de ce secteur entre le Ier s. av. n. è. et le Ier s. de n. è. (cf. *supra*, p. 85-86 ; Annexe 10) : le dépôt de vases en fosse du Ier s. av. n. è. au Col de Poligor (n° 20 000), et le monument funéraire avec sépultures à incinération attenantes du Ier s. de n. è. à Sanguinet (n° 20 008), sont tous deux situés le long de la "voie des Rutènes"⁸⁷, le premier en amont de l'Aigalade et le second dans le bassin de Combas. Si l'on suppose que ces aires funéraires marquent l'accès à cette voie de communication importante depuis un habitat, le déplacement de l'espace funéraire le long de cette voie pourrait signaler le déplacement de l'aire d'habitat, peut-être de Prouvessa aux Gravenasses/GP. Il apparaît en tout cas que les aires funéraires sont assez bien centrées par rapport aux différents lieux d'occupation de chacune des deux périodes.

• La distribution des établissements toujours occupés à la **fin du IIIe s. de n. è.** est bien plus clairsemée que durant les deux séquences précédentes ; le quart sud-est de la zone d'étude est alors dépourvu d'établissements (Annexe 34).

⁸⁷ Pour des précisions sur cet axe routier antique voir le chapitre "4.1.1 Le réseau viaire ancien : une connaissance lacunaire", ainsi que l'Annexe 66.

Dans la vallée de l'Aigalade, il ne reste que les deux établissements les plus importants, situés respectivement en amont et en aval du cours d'eau (Cantadu I, n° 651, et La Plaine des Jas, n° 1 042). Autre position stratégique, l'occupation du sommet du Bois de la Paillade se maintient également ; il s'agit de la première phase de Mas du Fort/GP : Côte de Carenton I, n° 416). C'est au pied de ce dernier que s'installe la seule création du III^e s. de n. è. : un petit établissement de classe 2 (n° 434).

Dans la vallée du Brié en revanche, quelques modestes établissements se maintiennent dans une trame relativement serrée. Il s'agit des deux unités restantes des Gravenasses/GP - qui forment ensemble un établissement de classe 4 (cf. *supra*, p. 107-108) -, accompagnées de trois établissements situés entre l'établissement polynucléaire et le massif du Bois des Lens. L'occupation de la zone de confluence avec le Vidourle se maintient grâce à un unique établissement : Saint-Gély (n° 413), une installation modeste mais très durable.

Le processus d'abandon d'établissements se déroule différemment selon les secteurs (Annexe 36). Dans le bassin de Combas, les abandons sont plus progressifs et aboutissent à la rétraction de l'occupation sur quelques lieux de peuplement. Dans le quart sud-est de la zone d'étude, les défections ont débuté par les installations localisées le long de l'Aigalade, puis se sont étendues à celles situées au pied des collines de grès et conglomérat oligocène. Dans la zone de confluence de l'Aigalade avec le Vidourle, les défections touchent dans un premier temps les installations au pied de Villevieille puis, dans un second temps, la partie aval du ruisseau d'Aigalade - parallèlement aux occupations situées à l'est de l'agglomération (dans le vallon du ruisseau des Corbières).

La rapidité de la décrue du nombre d'établissements ne semble donc pas devoir être mise au crédit de l'abandon du hameau de Prouvessa, comme on l'a envisagé lors de l'analyse des cartes de densités. Certes, l'abandon des établissements de la moyenne vallée de l'Aigalade pourrait éventuellement être lié à celui des centres locaux que constituaient vraisemblablement Prouvessa (n° 332) et Cambroux (n° 650), car les deux phénomènes sont concomitants ; on peut en effet envisager que le domaine d'activité d'au moins l'un de ces deux habitats ait été tourné vers ce secteur, bien qu'assez éloigné. Mais il semble plus probable que nous ayons affaire à un processus général de regroupement de l'occupation sur un nombre plus restreint d'établissements qui, selon l'équipe "languedocienne" du programme *Archaeomedes*, "concentrent le peuplement et les activités de production et de stockage" (C. Raynaud, F. Favory, H. Mathian, L. Sanders in Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 224). Il reste néanmoins délicat de faire la part entre une décrue quantitative

essentiellement liée à la concentration spatiale de l'équipement agricole et/ou pastoral, et les effets d'une réorganisation des lieux de peuplement, des unités de résidence - éventuellement associée à un phénomène de concentration foncière.

Quoi qu'il en soit, la baisse du nombre d'établissements se poursuit jusque dans le courant du III^e s. de n. è., à tel point que l'on peut se demander si ces évolutions ne compromettent pas la pleine maîtrise des *terroirs* dans certains secteurs. Dans le vallat d'Ezort par exemple, les terrains sont désormais situés à distance des sites occupés, ce qui laisse envisager une modification des modalités d'exploitation, voire un changement de types de productions.

- La **première moitié du Ve s. de n. è.** est marquée par la réoccupation de plusieurs secteurs délaissés durant la séquence précédente.

Le secteur sud-est, drainé par le vallat d'Ezort, est densément réinvesti jusqu'à son rattachement à l'Aigalade, en partie par la réoccupation de sites (n° 915, 904 et 412), en partie par des établissements créés *ex nihilo* - ces derniers se situant plutôt à l'est de cet espace, en limite des reliefs calcaires. Sur les quatre installations situées dans la partie aval de l'Aigalade et dans le secteur de confluence avec le Vidourle, on trouve deux réoccupations de sites (n° 1 112 et 410). La zone de confluence entre le Vidourle et le Brié connaît également une nouvelle densification des établissements, mais par l'occupation de nouveaux lieux. Si le secteur nord-est du bassin de Combas n'est réinvesti que par des réoccupations de sites (n° 370, 335 et 373), l'occupation de la partie amont de la vallée de l'Aigalade s'effectue uniquement en de nouveaux lieux.

Il apparaît donc que les espaces nouvellement occupés sont rares pour cette séquence chronologique ; il s'agit surtout du secteur nord-est, autour de la colline de Montpezat⁸⁸ (située à l'est de l'Aigalade).

Néanmoins, ces nouveaux lieux de peuplement parviennent à modifier, d'une certaine manière, la configuration de l'occupation du sol puisque, comme les cartes d'intensité de l'occupation l'ont montré, ils entraînent un léger déplacement de l'épicentre de densité, amorcé au début du IV^e s. de n. è. La première étape d'installation - au début du IV^e s. de n. è. - concernait en effet la moitié sud-est de la zone d'étude, essentiellement par des créations

⁸⁸ Seules quelques traces d'occupation - dans le village de Montpezat - ont été perçues pour le Haut Empire (cf. Annexe 7, n° 10 017)

*ex nihilo*⁸⁹ (Annexe 36). Durant la seconde étape - dans la seconde moitié du IV^e s. de n. è. -, créations nouvelles et installations opportunistes ont étoffé le corpus d'établissements sur l'ensemble de l'espace d'étude. Puis, les quelques créations de la première moitié du V^e s. de n. è. se sont insérées dans les zones interstitielles, laissées libres dans la trame dense des établissements. Parallèlement, on enregistrerait l'abandon de quelques sites - essentiellement dans le secteur des Gravenasses.

Dans la partie méridionale du secteur d'étude, la structure spatiale de cette séquence diffère assez peu de celle observée aux I^{er} s. av. n. è. et au I^{er} s. de n. è. (Annexe 34). On retrouve, dans la zone de confluence du Brié avec le Vidourle, de petites installations de classe 2 ou 3. L'occupation de la partie aval de l'Aigalade et le secteur de confluence avec le Vidourle comprend des installations modestes - de classe 2 ou 3 - dans la vallée, sur les premières terrasses, tandis que les établissements de classe 4 ou 5 se situent en retrait, au pied des collines. Dans le vallon Ezort, on retrouve, comme au I^{er} s. av. n. è., un ensemble homogène de modestes unités - de classe 3 ou 4 pour cette période -, également situées au piedmont des collines, avec une préférence pour la proximité des petits cours d'eau temporaires.

Dans le secteur nord-est en revanche, si l'on trouve encore de modestes installations - de classe 2 ou 3 - établies le long de la rivière et sur les versants en pente douce, un alignement d'établissements de classe 5 constitue une nouveauté de la période. A côté du site de Cantadu I (n° 651) - qui connaît à cette époque sa phase d'occupation maximale -, s'installent deux autres grands habitats : Ramaux (n° 661) et Veyrunnes (n° 654).

Mais le changement le plus marquant de la séquence chronologique concerne le bassin de Combas. A partir du IV^e s. de n. è., le nord-est du bassin semble essuyer un phénomène d'éclatement de l'ancienne structure. En effet, parallèlement à la réoccupation des anciens sites de piedmonts, en périphérie du bassin, le groupement initial disparaît et laisse place à une trame plus lâche. L'occupation du site polynucléaire des Gravenasses/GP se restreint à un unique établissement doté de thermes (Fontnovia, n° 353), tandis qu'un autre habitat, Cannac (n° 361), se révèle à l'ouest du bassin - dans un secteur n'ayant livré jusque-là que des faibles indices d'occupation : deux indices de sites, l'un sur le site même (n° 10 003) et l'autre à proximité (n° 10 002), et un four à fer isolé du I^{er} s. av. n. è. (Cinq Pins, n° 338)⁹⁰. Outre,

⁸⁹ Toutes sauf l'établissement des Tuileries I (n° 1 112).

⁹⁰ Notons à ce propos que le site de Cannac a également livré des vestiges très épars d'activité métallurgique (cf. Annexe 7, n° 361).

l'établissement de classe 5 de Jasse d'Etienne (n° 355), partiellement détruit par les labours, les pourtours septentrionaux et orientaux du bassin sont occupés par des établissements modestes, de classe 3, mais dotés d'aires funéraires - bien que les relations entre les deux types de sites apparaissent complexes (cf. *supra*, p. 85-87).

- Les établissements encore occupés au **VIIIe s. de n. è.** se distribuent de façon très clairsemée, mais plus régulière qu'au IIIe s. de n. è.

La vallée de l'Aigalade, progressivement abandonnée depuis les installations du cours moyen jusqu'à celles situées en amont et en aval (Annexe 36), offre une configuration assez similaire à celle du IIIe s. de n. è. : seuls subsistent l'établissement de Ramaux (n° 661), au nord-est, et celui de Mas de Mestre I B (n° 1 110), au pied de la colline de Villevieille. De même, l'occupation de Mas du Fort/GP, sur le sommet du relief central, se maintient, sous la forme de l'établissement de Tour de Pintard (n° 417).

Dans le bassin de Combas, après l'abandon des établissements de piedmonts, suivi de celui de l'ultime installation des Gravenasses/GP, l'occupation se can tonne à deux établissements de classe 4 et 5 : Cannac (n° 361) et Jasse d'Etienne (n° 355).

Le secteur sud-est est encore occupé par un petit établissement retiré, de classe 3. De la même manière, l'occupation de la zone de confluence du Brié avec le Vidourle est pérennisée par un petit établissement isolé, de classe 2.

Après cette étude cartographique diachronique, plusieurs constats peuvent être établis.

Le premier constat est celui d'une forte dissemblance dans les modes d'occupation entre le bassin de Combas et la vallée de l'Aigalade. Dans le premier secteur, le mode de répartition dominant s'apparente à des groupements d'établissements, tandis que dans le second montre plutôt des installations dispersées. Sensible dès le Ier s. av. n. è., cette distinction apparaît le plus clairement après la vague d'abandon du IIe s. de n. è. D'un côté, l'occupation se maintient sous la forme d'une trame relativement serrée de quelques établissements modestes, de l'autre, on ne trouve plus que trois grands établissements éloignés les uns des autres et occupant des positions stratégiques. Les occupations temporaires se situent, dans le premier cas, autour du groupement, au piedmont des reliefs délimitant le bassin de Combas, dans le second cas, entre les grands établissements, le long de la vallée de l'Aigalade. Malgré tout, les

phases de réorganisation de la distribution des lieux d'occupation s'effectuent dans les mêmes temps. Ces différences s'estompent entre la fin du IV^e et le début du V^e s. de n. è., avec notamment l'abandon de la forme d'occupation polynucléaire aux Gravenasses.

Le second constat est celui de nettes disparités dans les modalités d'occupation et d'évolution de l'espace d'étude. Si certains secteurs ont pu fixer les installations humaines, d'autres semblent n'avoir pu maintenir de lieux de peuplement durable et semblent n'avoir nécessité la présence d'établissements que temporairement. A cela s'ajoute le phénomène de réoccupation de site ou, plus globalement, le réinvestissement de certains secteurs par des établissements. Si l'on schématise ces différentes tendances, cinq modes d'évolution différents peuvent être distingués pour la période antique (Figure 18).

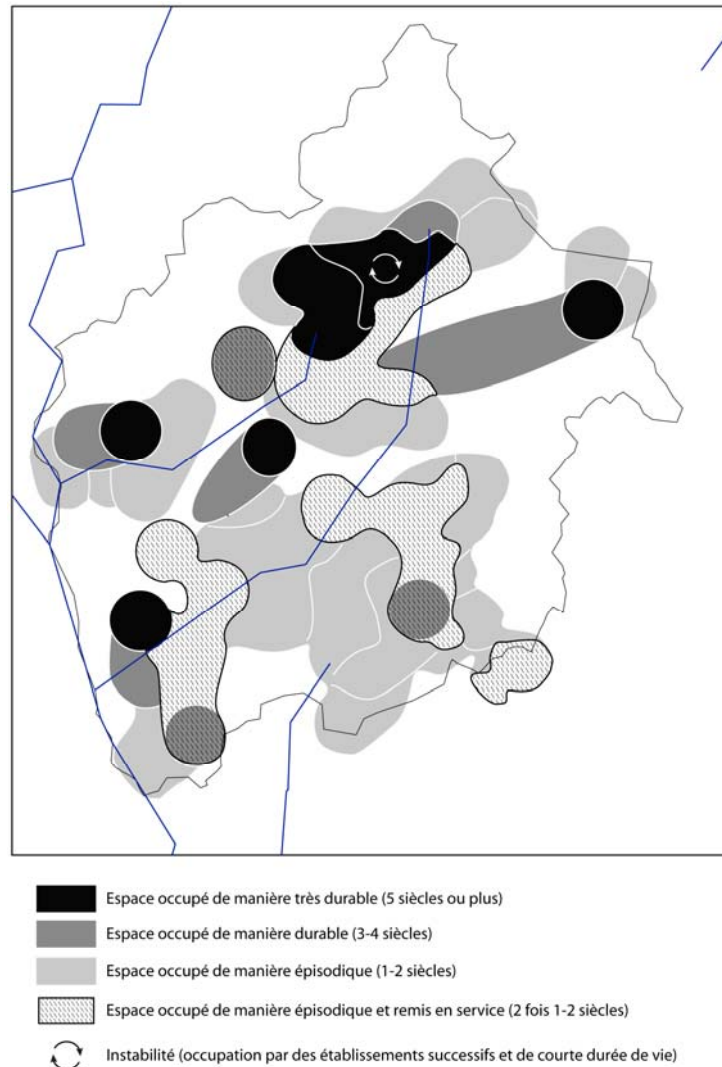


Figure 18. Schéma des différents modes d'évolution de l'occupation du sol durant l'Antiquité

Pour la réalisation de ce schéma la position des puits et des indices de site relativement bien datés⁹¹ a été prise en compte. Néanmoins, les zones laissées en blanc sur le schéma n'ont livré aucune trace de fréquentation à l'époque antique à l'exception de la pointe septentrionale du secteur d'étude où se situent trois sites d'extraction et trois sites de traitement du fer, de chronologie peu assurée dans l'ensemble.

Outre les secteurs n'ayant pas fait l'objet d'installation de site durant la période antique, apparaissent des espaces supports d'installations durables, soit sous la forme d'un établissement unique, soit sous la forme d'un ensemble d'installations. Les secteurs occupés très durablement - plus de quatre siècles - correspondent à des établissements en usage durant la majeure partie de l'époque romaine, tandis que les secteurs occupés durablement - trois à quatre siècles - marquent l'emplacement d'établissements de la période romaine ou d'occupations tardo-antiques se prolongeant dans le Moyen Âge (jusqu'au XIe ou XIIe s. de n. è.). La zone située à la limite entre le bassin de Combas et le massif du Bois des Lens se distingue par une occupation antique durable mais instable : si ce secteur comprend sans cesse des installations humaines, ces dernières ne perdurent qu'un à deux siècles chacune ; il en résulte une réorganisation continue de l'occupation.

A l'inverse, d'autres secteurs n'ont accueilli des installations que temporairement, à une période donnée. Il s'agit surtout d'espaces occupés uniquement durant le Ier s. av. n. è. et/ou le Ier s. de n. è. - par des installations durant moins de trois siècles, le plus souvent moins d'un siècle. On trouve également des secteurs dotés d'installations tardo-antiques, utilisées moins d'un siècle et demi. Dans certains cas, on note une "remise en service" (réactivation) des espaces occupés épisodiquement : après avoir supporté des installations précaires durant les premières séquences du peuplement antique, ils font l'objet d'une réoccupation durant la phase tardo-antique. Il peut s'agir de la réutilisation d'un site, ou de nouvelles installations implantées à proximité d'anciens points d'occupation. Ces deux situations peuvent être considérées comme comparables dans la mesure où l'on envisage les sites non seulement comme des points d'occupation, mais également comme les marqueurs d'une forme d'utilisation spécifique de l'espace environnant.

Les secteurs "remis en service", ou réactivés, me semblent devoir être distingués des autres espaces-supports temporaires puisqu'ils signalent soit des situations géographiques attractives, plus particulièrement prisées par les unités d'exploitation - peut-être dans le cadre

⁹¹ Il s'agit des indices de site datés du Ier s. de n. è., des Ier et/ou IIe s. de n. è., ou de la transition du Ier s. av. au Ier s. ap. J.-C.

d'une expansion du peuplement -, soit des zones n'ayant pas incitées beaucoup d'investissements. La réoccupation d'un site ne nécessite en effet pas beaucoup d'investissement dans la mesure où la seconde installation réutilise vraisemblablement les constructions précédemment abandonnées. De même, on peut estimer que les nouvelles installations ont pu bénéficier des efforts consentis par les exploitations précédentes - construction de dessertes, d'adduction d'eau ou puits, d'aménagement de talus et/ou de terrasses, d'assainissement, de défrichements, d'amendements, etc. (C. Raynaud, F. Favory, H. Mathian, L. Sanders *in* Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 159). Cette proposition doit toutefois être nuancée car il s'agit ici de hiatus de près de trois siècles ce qui compromet la capacité de résilience des aménagements. Notons par ailleurs que, dans trois zones, la réoccupation débouche sur un établissement tardo-antique durable ; il s'agit pour ces trois cas de réoccupation de site.

Il faut signaler que les espaces qui ne semblent occupés que de manière épisodique, à une période donnée ou "remis en service", comprennent bien souvent des indices de site dont la chronologie est très mal cernée (qui n'ont donc pas été pris en compte dans la délimitation des zones sur le schéma). Ces indices de sites se situent surtout dans le secteur situé entre l'Aigalade et le vallon d'Ezort (Annexe 35). Il me semble néanmoins que la présence de ces sites mal caractérisés ne remet pas fondamentalement en question le mode d'évolution de l'occupation de ces secteurs. Il s'agit en effet de traces d'occupation ténues, repérées par la présence de mobilier - souvent accompagné de tuiles -, et dont on ne sait s'il s'agit de petits habitats temporaires, d'annexes agraires, d'épandages denses ou de sites masqués ou détruits. La faiblesse du mobilier, notamment de la vaisselle - qui précise la datation -, laisse supposer une utilisation très brève et/ou épisodique de ces sites. Les indices de sites témoignent donc soit d'une plus forte intensité de l'occupation, si l'on considère que ces traces de fréquentation sont plus ou moins contemporaines des établissements alentour - mieux caractérisés -, soit d'une occupation de ces espaces plus longue que ne le laisse supposer la distribution des établissements, mais très discrète pour certaines périodes où seuls quelques lieux de fréquentation ont pu être repérés.

Pour ma part, je penche plutôt pour la première interprétation, tablant sur la concordance spatio-temporelle des indices de sites avec les établissements alentour, d'autant que les assemblages mobiliers ne contiennent aucun élément probant d'une occupation au II^e ou III^e s. de n. è. De plus, on note que les indices de site au mobilier peu abondant mais homogène, attribuable à la période républicaine et/ou au Haut Empire, se situent dans les zones occupées

uniquement durant le Ier s. av. n. è. et/ou le Ier s. de n. è. et non dans celles occupées durant les IVE-Ve s. de n. è., tandis que les indices de site rattachés à la période romaine, sans plus de précision, se situent soit à l'intérieur, soit en bordure des secteurs de réoccupation. Il s'agit d'occupations probablement très brèves n'ayant généralement livré que des fragments d'amphore et/ou de *dolium*. Deux sites, situés dans le vallat d'Ezort, présentent en revanche un large spectre chronologique et correspondent plus vraisemblablement à des occupations épisodiques ; ces indices de sites, de datation très large, nous invitent tout au plus à étendre un peu l'emprise de la zone de réoccupation du vallat d'Ezort.

Enfin, notons que les espaces occupés durablement ne correspondent à aucun type d'établissement particulier. Ils peuvent en effet supporter tous types d'installations, des établissements de classe 5 aux établissements de classe 2 même isolés car, comme nous l'avons vu, la durée de vie des établissements n'est pas liée de manière univoque avec leur classe (cf. *supra*, p. 108-109 et Annexe 26). En revanche, on note certaines tendances dans les modes d'occupation des espaces n'ayant supporté des installations que de manière épisodique. On trouve, d'un côté, le secteur du Bois des Lens, qui correspond à un mode d'occupation spécifique (cf. *supra*), et dont le seul élément de stabilité se résume à la fréquentation du puits (n° 10 037), de l'autre, des espaces occupés par les plus modestes établissements de chaque séquence. Durant le Ier s. av. n. è. et le Ier s. de n. è., ces espaces sont essentiellement occupés par des installations de classes 1, 2 ou 3 - on ne compte en effet que quelques établissements de classe 4 : l'un correspond à une annexe (La Plaine I, n° 986), les deux autres à des sites qui seront réoccupés au Bas Empire. Durant les IVE-Ve s. de n. è., on y trouve des établissements de classe 2 à 4 - ainsi qu'un unique établissement de classe 5 (Veyrunnes, n° 654).

A quoi sont dues ces différenciations géographiques ? Bien qu'elles se produisent parfois sur de très courtes distances, les évolutions observées témoignent vraisemblablement de changements importants dans le système du peuplement local. En effet, "l'inertie inhérente au système d'habitat (permanence du bâti et des réseaux viaires) tend à maintenir certaines formes de l'organisation du peuplement dans l'espace" (C. Raynaud, F. Favory, H. Mathian, L. Sanders *in* Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 173). On peut donc se demander si les modes d'occupation et les modalités d'évolution sont le fait d'une évolution des formes d'organisation sociale, ou s'ils témoignent surtout des formes d'adaptation au milieu environnant : dans ce cas, les changements se situent plutôt dans la sphère des modes d'exploitation (techniques de production, système de culture, ou plus globalement orientations

économiques des exploitations rurales). L'analyse de la distribution des ressources agro-pastorale et de l'évolution du réseau des échanges, pourra peut-être fournir des éléments de réponse.

Les questions relatives aux ressources agro-pastorales et au réseau de communication seront vues plus en détail dans les parties 3 et 4. Pour l'heure, il n'est pas dénué d'intérêt d'examiner les indices concernant le contexte social et économique du peuplement local.

2.2.3 Contexte socio-économique

Cette section présente certains aspects du système de peuplement local, qui n'ont pas été traités directement dans cette étude, mais dont la connaissance permet d'éclairer le propos général. Il s'agit tout d'abord d'évoquer les autres pans de l'économie rurale, et plus particulièrement l'activité d'extraction de la pierre des Lens, en se basant sur les travaux de J.-C. Bessac (Bessac 1996). Ensuite, nous aborderons la composante sociale, telle qu'elle peut être entraperçue grâce aux travaux de recherche sur la documentation épigraphique ; la courte présentation faite des documents découverts dans le secteur d'étude reprend la récente étude de M.-J. Ouriachi sur le sujet (Ouriachi 2009).

2.2.1 L'extraction du calcaire des Lens : quelle influence ?

La relative proximité des carrières du Bois des Lens laisse envisager l'activité d'extraction de cette pierre ornementale comme un facteur potentiellement important pour l'économie locale.

Si l'on s'en réfère aux importants travaux de J.-C. Bessac sur l'économie de la pierre des Lens, nous disposons de quelques éléments pour aborder cette question. D'une part, il est établi qu'il n'y a pas eu de centre de production permanent sur l'affleurement du Bois des Lens ; les études réalisées sur les techniques d'extraction ont mis en évidence que ce massif calcaire faisait l'objet de différentes campagnes, probablement pour répondre à des commandes spécifiques. D'autre part, l'existence d'habitat temporaire à l'intérieur des aires d'extraction, ainsi que l'assemblage du mobilier retrouvé lors de la fouille de l'habitat de carrier du gisement de Mathieu (Bessac 1996, p. 131) tend à prouver que l'activité d'extraction de la pierre des Lens a fait appel à une population étrangère. Selon cet auteur, le fonctionnement des sites d'extraction durant les périodes postérieures à l'abandon de la majorité des établissements du massifs du Bois des Lens démontre qu'aucun lien d'activité

n'existait entre ces populations et les gisements de pierre de taille (Bessac 1996, p. 47-50). Ce point de vue est renforcé par le fait que l'on ne retrouve pas l'utilisation de cette pierre dans les constructions voisines ; son utilisation par les populations locales semble se restreindre aux petits autels votifs, et parfois aux seuils de porte - cet élément clef de la maçonnerie ayant peut-être également une valeur symbolique (Van Gennep 1977 (réimp. 2004), p. 20-21 ; Dragan 1999, p. 46-47).

Toutefois, si l'on considère que le gisement de calcaire Urgonien du Bois des Lens n'a pas été le lieu d'une entreprise fixée à demeure mais plutôt une aire d'emploi éloignée, l'aide de main d'œuvre locale ne peut être exclu, surtout que cette pierre a connu une certaine vogue sur une période plutôt courte. En effet, si l'extraction de blocs architecturaux nécessite un savoir faire confirmé, ce n'est pas le cas de toutes les activités qui peuvent être liées à cette production. Dans cette perspective, on peut envisager que les changements de procédure dans les techniques d'extraction de la carrière des Pielles⁹², distante de deux kilomètres environ, entre la fin du Ier s. av. n. è. et le IIe s. de n. è., aient également pu concerner d'autres aspects de cette activité et qu'ils aient pu avoir une forte influence sur les établissements du secteur d'étude.

Le lien avec l'activité de réduction du minerai de fer est délicat, car la chronologie de la plupart de ces établissements n'est pas déterminée. Si l'on a proposé de voir dans les concentrations observées autour du probable site d'extraction des Garrigues (n° 30 002) un complexe sidérurgique de Haut-Empire, assignée aux besoins des carriers (Bessac et Bonnaud 1998), de récents travaux laissent envisager un district du Bas Empire pour ce groupement précis (Pagès 2008, p. 77).

Quoi qu'il en soit, les importantes évolutions qui touchent l'ensemble des établissements du secteur d'étude, en particulier les installations artisanales rattachables au Ier s. av. n. è., amènent à considérer l'influence d'un contexte économique plus global. D'une part, l'atelier de potier de Brus (n° 649) n'est pas le seul atelier de céramique du secteur à n'avoir connu qu'une durée d'existence très courte : l'officine de l'*oppidum* de Maressip - qui elle ne

⁹² Sur les cinq carrières d'extraction calcaire situées dans l'espace d'étude, trois ont fait l'objet d'exploitation à l'époque antique. La carrière des Pielles (n° 30 000) est la mieux connue puisqu'elle a fait l'objet de fouilles, qui ont pu mettre en évidence que ce site d'extraction a été densément exploité au début de l'Antiquité, puis de manière plus sporadique jusqu'à la fin du Moyen Age (Bessac 1996, p. 169-193). La première exploitation de la carrière des Pielles est datée de la fin du Ier s. av. n. è., et la seconde campagne d'extraction du gisement se situe entre cette période et le IIe s. de n. è. Si la datation d'une carrière de pierre n'est pas des plus évidentes, ces diverses campagnes sont ici nettement individualisées par les différences dans les techniques d'extraction. Par la suite, la carrière des Pielles a connu trois autres phases d'utilisation dont une à la fin du Bas Empire, une durant le Moyen Age médian et une à la fin de la période médiévale.

s'inscrit plus dans les modes de fabrications indigènes (avec notamment la production précoce d'amphores, ainsi que de la vaisselle de table) - n'a également fonctionné que quelques années sous le règne d'Auguste (Laubenheimer 1985, p. 149-152, 218-219). D'autre part, même si l'on considère que la production de fer dans cette partie du Bois des Lens est "totalement assignée aux besoins des carriers" (Bessac et Bonnaud 1998), elle ne fut peut-être pas leur activité propre, comme le laisserait supposer la position éloignée de l'établissement métallurgique des Cinq Pins I (n° 338) (cf. Annexe 34). Il est en effet remarquable que l'abandon des établissements révélant des traces d'activité métallurgique ou céramique soit contemporain de la création des premiers établissements à s'installer en fond de combe.

Ce dernier secteur présente, par ailleurs, une forme d'habitat atypique (*polynucléaire*), située entre l'habitat dispersé et l'habitat groupé : Gravenasses/GP (cf. *supra*, p. 103-104 et Annexe 8, B). Ainsi, malgré la réorganisation de l'occupation du sol caractéristique du Ier s. de n. è., le secteur situé au sud du massif du Bois des Lens, semble conserver le mode de répartition qu'il arborait au Ier s. av. n. è. - à savoir celui d'une trame relativement serrée de quelques modestes installations. A l'intérieur de la zone d'étude, ce secteur est le plus éloigné des pôles de peuplement régionaux, on peut donc se demander si l'on a affaire à une population en marge.

2.2.2 Le bassin de Combas : une population en marge ?

La présence d'inscriptions latines dans le secteur d'étude ne donne pas à proprement parler l'image d'une population en marge. La zone d'étude est relativement bien dotée en inscriptions funéraires et votives comme le montre l'étude effectuée par M.-J. Ouriachi sur les inscriptions se rapportant à l'espace compris entre la moyenne vallée du Vidourle et la vallée du Lez (Figure 19).

Du point de vue chronologique, les témoignages épigraphiques les plus anciens appartiennent au Ier s. de n. è. Il s'agit, d'une part, de la stèle funéraire mentionnant deux pèlerins, *Quartio* et *Uppiritio* (*H.G.L.*, XV, 1788 ; *I.L.G.N.*, 388), découverte sur la commune de Combas, et datée du Ier s. de n. è. (Ouriachi 2009, annexe 2.3.2). D'autre part, la stèle retrouvée dans le Quartier Cougoussac, à Combas, comprenant une inscription surmontée d'un buste drapé (Bonnaud, Raynaud, Mercier *et al.* 2001, p. 4) est également à situer au Ier s. de n. è., car la mention aux mânes du défunt y est gravée en toutes lettres et non abrégée sous la forme *DM* (Ouriachi 2009, p. 34).

Avant de discuter plus avant les informations relatives au statut et au niveau social des personnages mentionnés par ces inscriptions, il faut aborder la question de la localisation. Les documents épigraphiques utilisés ont soit été retrouvés en remploi dans les villages de Combas et Montpezat, soit trouvés sur le territoire de Combas ; les lieux de découverte sont toujours mentionnés, et il n'y a *a priori* pas de problèmes liés au déplacement des documents pour prendre place dans des collections anciennes. Nous sommes donc en droit de supposer que les épitaphes retrouvées sur le territoire des communes de Combas et Montpezat peuvent être rapportées aux résidents de ces secteurs. De même, les deux autels votifs dédiés à Minerve - retrouvés dans le puits du Roc - proviennent très vraisemblablement des femmes vivant dans le bassin de Combas, puisqu'aucun élément ne permet de supposer qu'il s'agit d'un lieu de pèlerinage - induisant la présence des vœux de personnes éloignées.

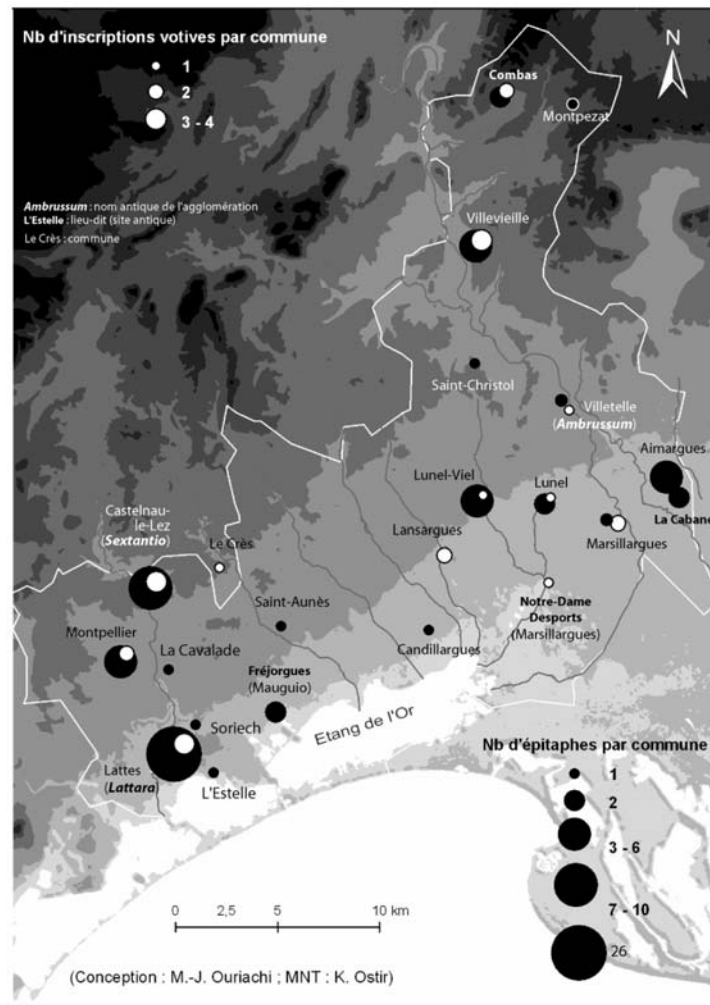


Figure 19. Répartition des épitaphes et des inscriptions votives en Languedoc oriental (M.-C. Ouriachi, extrait de Ouriachi 2009 : fig. 2, p. 27)

M.-J. Ouriachi a relevé les traces d'au moins six citoyens dans le secteur d'étude : sur l'autel votif dédié par *Eppia Jullina* (*I.L.G.N.*, n°386), sur la stèle funéraire de *Marcia Messiarina*, fille de *Marcus* et/ou *Marcus* (*C.I.L.*, XII, 3019 ; *H.G.L.*, XV, n° 1516)⁹³ et sur la stèle funéraire mentionnant *Lucius Trexius Valerianus*, ses parents *Lucius Trexius Epagathus* et *Antonia Severa*, ainsi que le père de cette dernière *Virilis* (*C.I.L.*, XII, n°3413; *H.G.L.*, XV, n° 1789)⁹⁴.

Le statut civique des membres de cette dernière famille est sujet à discussion : si pour M. Christol *Lucius Trexius Valerianus* est un affranchi probable (Bonnaud et Roger 2002, p. 665-666), pour M.-J. Ouriachi il s'agit plutôt d'un ingénu (Ouriachi 2009, p. 56-58). Si l'on suit la proposition de M.-J. Ouriachi, cette stèle datée de la fin du Ier s. de n. è. ou du début du IIe s. de n. è. donne à connaître une famille de pérégrins devenus citoyens, un statut obtenu soit par le couple, soit par leur fils - le père d'*Antonia Severa* étant présumé pérégrin, porteur d'un nom unique (Ouriachi 2009, p. 56-58 et 121).

Suivant l'étude des caractéristiques linguistiques réalisée par M.-J. Ouriachi, les noms mentionnés sur toutes les inscriptions retrouvées dans le secteur d'étude - soit six citoyens et trois pérégrins - indiquent un contexte indigène : ils sont très majoritairement celtes ou latins indigènes⁹⁵. Seule *Antonia Severa* porte un nom homogène, présentant l'association de deux noms latins italiens - mais ce n'est pas le cas des autres membres de sa famille : son mari et son fils portent un gentilice celte, *Trexius*, associé à un surnom soit grec *Epagathus* soit latin ou latin indigène *Valerianus* (Ouriachi 2009, annexe n° 3). Il convient cependant de rappeler ici que ces caractéristiques linguistiques sont un cas général en Languedoc oriental ; les migrants sans être absents semblent très minoritaires dans cette cité de droit latin (Fiches 2004, p. 416 ; Ouriachi 2009).

Nous sommes donc en présence d'une population indigène, mais dont une partie a acquis la citoyenneté romaine et qui d'autre part est acculturée sur le plan religieux. En effet, les deux petits autels votifs trouvés dans le puits du Roc (n° 10 041) témoignent de la présence d'une population familiarisée avec la culture romaine : ils sont dédiés par des femmes à Minerve, une divinité du panthéon romain. La découverte d'un fragment de statue-menhir

⁹³ Trouvée en remploi dans l'église de Montpezat et datée du IIe s. de n. è. (Ouriachi 2009).

⁹⁴ Trouvée sur la commune de Combas, peut-être au lieu dit Camp de Gilles - c'est-à-dire près du site polynucléaire des Gravenasses/GP - et datée de la fin du Ier s. de n. è. ou du début du IIe s. de n. è. (Ouriachi 2009).

⁹⁵ Cette catégorie utilisée par M.-J. Ouriachi correspond aux noms de traduction (transcription d'un nom celtique en langue latine) et assonants (nom qui existe en latin mais qui rappelle un nom indigène) ; ils se distinguent des noms "latins italiens" attestés dans la péninsule ou portés ailleurs par des italiens (Ouriachi 2009, p. 65-66).

laisse entrevoir la source du Roc comme pouvant être porteuse d'une fonction symbolique dont l'origine est très ancienne ; peut-être faut-il y envisager un lieu de culte des eaux fonctionnant bien avant le dépôt de ces autels. Toutefois, aucune trace de pratique cultuelle avant la période romaine n'a été perçue et le long hiatus que connaît le peuplement durant l'Âge du Bronze ne porte pas à envisager une continuité entre le fragment de statue-menhir et les autels - cette concordance pourrait être liée aux particularités du lieu, car ce dernier se présente comme un élément remarquable dans le paysage (Annexe 9). Néanmoins, le Roc montre une situation particulière dans la trame du peuplement dès le début du Ier s. de n. è. puisque les établissements se sont implantées tout autour de cette source (cf. *supra*, p. 153-154).

Les documents retrouvés dans la partie septentrionale de l'espace d'étude permettent également d'entrevoir le niveau de richesse des personnes rattachées à ces secteurs. Outre le fait que ces personnages ont eu les moyens financiers nécessaire pour commander des stèles et des autels inscrits, les dimensions des documents donnent quelques indications supplémentaires.

La stèle d'*Antonia Severa* et de sa famille est de grandes dimensions⁹⁶, avec un grand nombre de lettres - une soixantaine - tout comme celle de *Marcia Messiarina* à Montpezat, ce qui la place parmi les plus grands documents épigraphiques recensés par M.-J. Ouriachi sur son espace d'étude (Ouriachi 2009, p. 197-201). Toutefois, il s'agit d'une stèle familiale et ses dimensions ne sont donc pas tout à fait comparables à celle d'une stèle érigée pour une seule personne. La stèle du pérégrin *Quartio*, un peu plus ancienne, est de taille relativement modeste⁹⁷ si on la compare aux autres documents étudiés par M.-J. Ouriachi - nous nous situons dans le groupe B de la classification proposée par M.-J. Ouriachi ; elle semble donc témoigner d'un niveau social plutôt modeste (Ouriachi 2009, p. 199). Toutefois, ses dimensions sont un peu plus importantes qu'une grande partie des stèles de la nécropole Filiès à Lattes, datée du milieu du Ier s. av. n. è. au milieu du Ier s. de n. è. (Ouriachi 2009, p. 33-39). Ces documents se rattachent donc à des personnages qui, sans être pauvres, ne paraissent pas particulièrement favorisés.

⁹⁶ Dimensions de la stèle (en m.) : L : 1,4 / l : 0,7. Double fronton triangulaire ; antéfixes aux sommets et aux angles ; chaque inscription est dans un encadrement de moulures sauf la dernière ligne.

⁹⁷ Dimensions de la stèle (en m.) : L : 0,96 / l : 0,45 / Ep. : 0,11. Cadre de moulures : H : 0,45.

En revanche, le fragment de cippe à rinceaux découvert sur la commune de Combas (Bonnaud, Raynaud, Mercier *et al.* 2001, p. 4) signale la présence d'un notable dans le secteur. G. Sauron a en effet montré que les cippes funéraires à décor de rinceaux étaient tout particulièrement appréciés par l'élite romanisée de Nîmes (Sauron 1983, p. 62 et 66). S'agissait-il d'un résident du bassin de Combas ou d'un propriétaire implanté à Nîmes mais désireux de marquer sa présence sur les terres dont il tire ses revenus ?

Cependant, nous sommes confrontés à la difficulté suivante : dans ce secteur aucune trace indiquant la présence d'une *villa* importante n'a été repérée ; il existe des établissements présentant des matériaux de confort mais tous sont de dimensions restreintes. Ajoutons que pour cette période, le monument funéraire de Sanguinet (n° 20 008) est le seul reconnu dans le secteur d'étude ; il occupe une position remarquable, le long d'une voie de communication importante. Toutefois, son mode de construction, utilisant des seuils en remploi, semble exclure que nous ayons affaire à l'aire funéraire de notables. Ainsi, aucun autre élément ne vient confirmer la présence d'un grand domaine dans l'espace étudié.

Cette incursion dans la documentation épigraphique a donc révélé l'existence, dans ce secteur *a priori* en marge, d'une population indigène au moins partiellement intégrée dans le monde romain. Cependant, il faut rappeler que cette documentation ne donne à voir - comme dans d'autres régions - qu'une infime partie de la population.

3. PEUPEMENT ET RESSOURCES AGROPASTORALES

3.1 UNE APPROCHE DES TERROIRS PERDUS

L'analyse des ressources agropastorales est l'un des deux axes de recherche choisis dans cette étude pour essayer de répondre aux questions soulevées par la distribution des établissements et l'évolution de l'occupation du sol dans le secteur étudié. La qualité des sols est une information essentielle pour comprendre la répartition des installations et aménagements anciens en milieu rural. Malheureusement, nous ne disposons que d'informations partielles sur les sols de la zone d'étude (cf. 1.2.2.1 Qualité des sols). L'échelle de travail impose néanmoins une certaine finesse d'analyse, d'autant qu'elle est propice aux questionnements sur les interactions hommes/environnement.

Le parti pris a donc été de tenter d'appréhender les potentialités du milieu à partir des informations disponibles, notamment la télédétection satellitaire, en s'appuyant sur le concept de *terroir*, défini comme une "*étendue de terrain présentant certains caractères qui l'individualisent au point de vue agronomique. Caractères dus à ses qualités physiques (reliefs, climat, exposition, sols) ou aux aménagements entrepris par l'homme (terroirs irrigués, terroirs drainés, terroirs en terrasses)*" (Lebeau 1969 (rééd. 1996), p. 10). La reconnaissance et la reconstitution d'unités naturelles définies par leurs aptitudes agronomiques ont conduit à une réflexion sur le bon usage de la documentation disponible. C'est ce travail méthodologique qui va être développé dans ce chapitre.

3.1.1 Caractérisation des terroirs

Il convient dans un premier temps de s'interroger sur la manière dont les *terroirs* doivent être appréhendés dans le cadre d'une étude d'archéologie : quelles sont les caractéristiques agronomiques à retenir pour analyser des modes d'occupation du sol inscrits dans un contexte d'agriculture ancienne ? Comment organiser les informations disponibles ?

3.1.1.1 Qualités des sols et archéologie

L'approche qualitative des formations superficielles bénéficie de l'apport de nombreuses recherches archéologiques, en particulier grâce aux différents programmes de recherche sur l'occupation du sol qui se sont succédé depuis le début des années 80 en France

méditerranéenne⁹⁸, suscitant la réunion de nombreux spécialistes. Plusieurs études micro-régionales mêlant sciences du sol, archéologie et études textuelles ont permis de poser un certain nombre d'acquis, notamment celui des spécificités de la perception antique des qualités agronomiques des sols par rapport à la nôtre. La conception de la qualité des sols dans le contexte des techniques agraires anciennes telle qu'elle transparaît au travers des témoignages des agronomes latins du Ier s. ap. J.-C. a nourri un certain nombre de questionnements. Citons pour exemple la classification de Columelle, qui décrit un sol selon sa richesse (gras ou pauvre), sa texture (léger ou compact) et son comportement à l'humidité (humide ou sec), et qui introduit un concept qui est aujourd'hui beaucoup moins important : celui d'une distinction des sols selon le rapport entre l'effort de mise en valeur et la rentabilité (Odiot 1994, p. 97-98, d'après Columelle, L II.II.4-7). Cette remarque peut concerner l'établissement de systèmes coûteux d'irrigation et/ou de drainage, voire les pratiques d'amendement - fumure ou rééquilibrage chimique -, plus effectifs sur certains sols que sur d'autres, mais elle peut également se référer plus simplement au travail du sol en lui-même. Il faut en effet avoir à l'esprit que les techniques antiques d'ameublissement de la terre représentaient un travail long et pénible - qui pouvait nécessiter un grand nombre de personnes - puisque le passage de l'araire par traction animale seule ne suffit pas et doit être associé à des labours manuels (Mazoyer et Roudart 1997, p. 237-238).

Aussi, "la représentation que les agriculteurs se font des potentialités des sols est une question importante quand on étudie des sociétés rurales où l'agriculture dispose de peu de moyens pour améliorer artificiellement la qualité agrologique des sols disponibles" (Favory 2004, p. 95). Les travaux réalisés sur les sources textuelles du Ier s. de n. è., et notamment l'analyse des caractéristiques écologiques des plantes citées par Pline l'Ancien dans l'*Histoire naturelle* ont bien mis en évidence les différences entre les appréciations agronomiques antique et moderne (Berger, Favory, Odiot *et al.* 1997, p. 131-133).

⁹⁸ On citera surtout le projet collectif "Occupation du sol à l'époque romaine" lancé en 1981 par J.-L. Fiches et M. Passelac, suivi à partir de 1989 d'un programme interrégional coordonné par F. Favory et C. Raynaud, et, de 1992 à 2000, les deux phases du programme *Archaeomedes*, coordonnées par S. Van Der Leeuw.

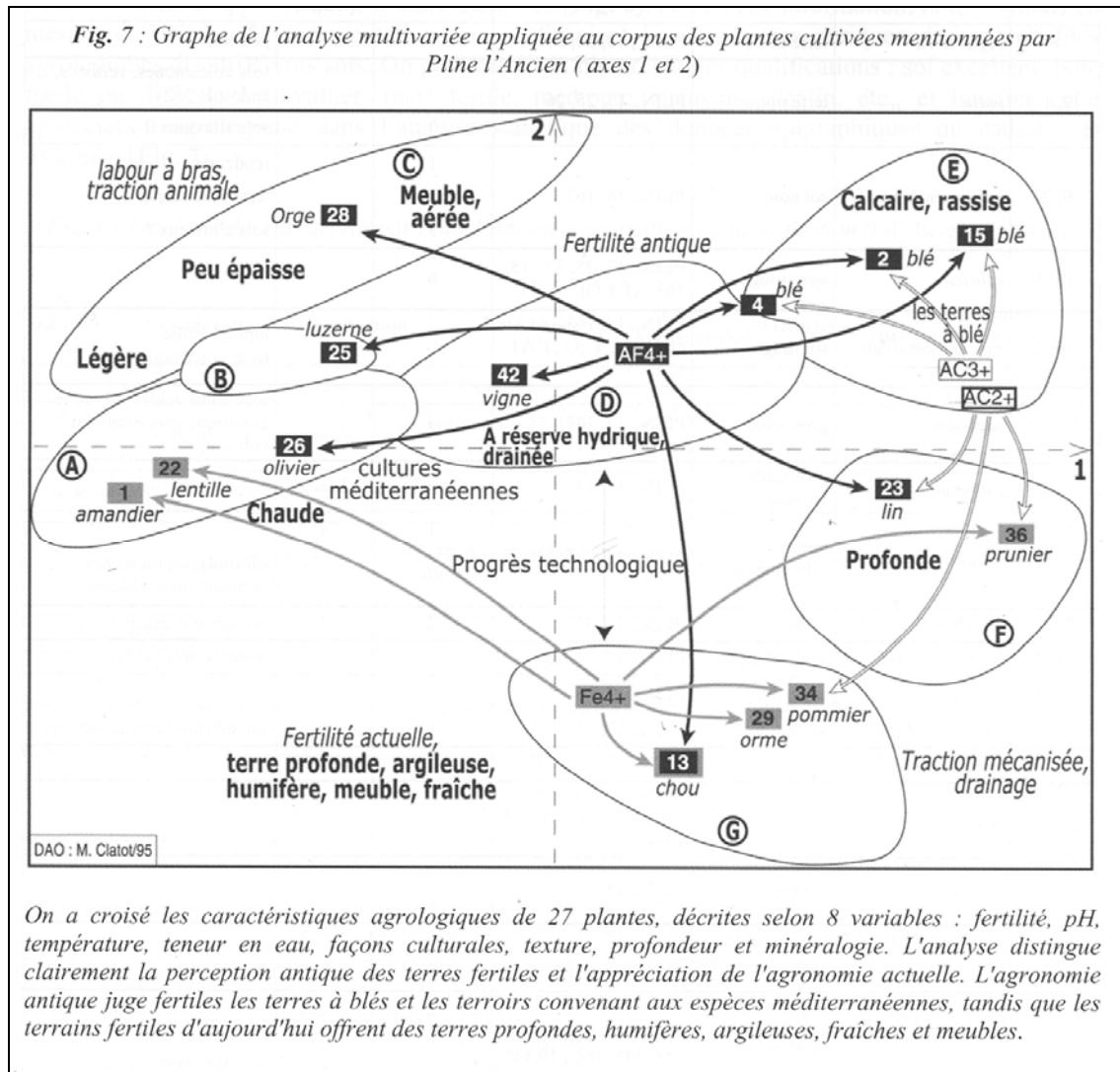


Figure 20. Graphe de l'analyse multivariée du corpus des plantes mentionnées par Pline l'Ancien (extrait de Berger, Favory, Odier *et al.* 1997).

Il ressort de cette analyse que les terres légères, naturellement bien aérées et peu épaisses, semblaient être préférées aux terres profondes et argileuses (Figure 20). Si aujourd'hui la profondeur exploitable d'un sol est un critère agronomique primordial, on peut raisonnablement penser que ce facteur était beaucoup moins discriminant aux périodes qui nous occupent, étant donné que les techniques anciennes n'imposent pas de profondeur pour l'utilisation et la préservation des engins aratoires (de type araire ou araire amélioré). Certes, la profondeur exploitable par les racines est un facteur important qui conditionne également les capacités de réserve utile en eau, toutefois, le seuil d'épaisseur acceptable pour un sol est un critère relatif qui dépend grandement du type de plantation (et du niveau de rendement attendu). Nombre de plantes peuvent se satisfaire d'un sol très mince (le principal restant une bonne adéquation entre les moments de croissance et le microclimat). Les travaux menés sur

le territoire d'*Ambrussum*, associant notamment prospection pédologique et analyse du parcellaire, invitent à ne pas considérer les terres peu profondes comme fondamentalement répulsives. Cette étude a en effet montré que le plateau autour de l'*oppidum*, aux sols minces aujourd'hui non exploités et recouverts de garrigues, avait été mis en culture aux périodes préromaine et romaine (P. Poupet et F. Favory in Fiches 1989, p. 242-243 et 265-266).

Ces deux exemples montrent qu'il est nécessaire - dans le cadre de l'étude du peuplement ancien - d'appréhender les caractéristiques agronomiques des terres avec une certaine ouverture d'esprit, et en tentant de s'affranchir des conceptions actuelles sur la qualité des *terroirs*. L'idéal serait de disposer d'un mode de caractérisation des sols qui puisse être - autant que possible - rattachable à des pratiques agropastorales, dans le respect des techniques anciennes, et qui fasse sens (soit intelligible pour l'archéologue). C'est beaucoup demander. Les travaux sur l'occupation du sol durant les époques anciennes s'attachent néanmoins à établir, avec plus ou moins de bonheur, une classification des sols adaptée à l'étude des sociétés étudiées, à partir de la documentation disponible. Pour ce faire, quatre points importants doivent être pris en considération.

En premier lieu, la finesse de caractérisation des sols dépend des sources d'information à disposition : cartes géologiques, pédologiques, etc. D'autant que l'exercice de transcription pour une typologie agrologique s'avère difficile pour un non spécialiste - même lorsque l'on dispose de cartes pédologiques, car le système français de classification ne s'y prête pas (P. Verhagen, F. Favory et S. Van der Leeuw in Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 242). Les classifications pédologiques font en effet référence au degré d'évolution pédogénétique des profils : elles ont bien sûr un rapport avec les valeurs agronomiques des sols, mais ce rapport est indirect (D. Boutin in Zadora-Rio 2008, p. 207). Signalons qu'à petite échelle l'exercice est encore plus délicat car on se confronte à la diversité des sources d'information (Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003). Il faut mentionner à ce propos deux programmes de recherche relativement récents qui se sont attachés à cette question avec l'aide de spécialistes des sciences du sol : PCR Berry⁹⁹ (Batardy, Buchsenschutz et Dumasy 2001) et le programme sur les paroisses de Touraine (Zadora-Rio 2008).

En second lieu, les principes qui guident la "classification" - ou plutôt la reclassification puisqu'il s'agit en fait de regrouper les unités de base du document initial. Dans le cadre du programme *Archaeomedes*, la diversité de la documentation a incité les chercheurs à effectuer un regroupement à partir d'un nombre restreint de critères ; le choix s'est porté sur les

⁹⁹ Projet collectif de recherches lancé en 1998 par O. Buchsenschutz et F. Dumasy.

caractéristiques physionomiques des sols, considérées "comme plus déterminantes que les qualités physico-chimiques pour l'utilisation des sols dans le contexte des pratiques aratoires antiques et médiévales" (Favory, Girardot, Nuninger *et al.* 1999, p. 28). Dans le cadre des programmes de recherches en Berry et en Touraine, les chercheurs ont élaboré une hiérarchisation des sols - de défavorable à très favorable (Batardy, Buchsenschutz et Dumasy 2001 ; Zadora-Rio 2008). Ce type de classification permet une lecture plus directe des choix d'implantation, et d'accéder rapidement à l'évaluation de l'impact de la qualité agronomique des sols sur le peuplement. Néanmoins, au regard des études réalisées dans le cadre de ces programmes, il apparaît que l'on juge souvent plus pertinent d'analyser la distribution des sites archéologiques en fonction des types de contraintes imposées par les sols : sols à fortes contraintes, sols à fortes contraintes liées à l'eau, sols à textures argileuses lourdes, sols légers (Maussion 2003, p. 316-320 ; Gandini 2008, p. 343-345). Il me semble en effet qu'une approche selon les types de contraintes est un moyen d'aborder des questions essentielles pour la compréhension des modes d'occupation du sol. Ignorant beaucoup des systèmes de cultures¹⁰⁰ mis en œuvre dans les espaces étudiés aux époques considérées, appréhender les *terroirs* sous l'angle des usages possibles et des travaux à réaliser pour améliorer artificiellement la qualité agrolologique des sols est un moyen d'approcher un peu l'organisation des écosystèmes exploités.

Ces dernières remarques rappellent que si l'adaptation du mode de classification des sols aux contextes agropastoraux anciens est un aspect important, les principes de classification sont également dictés par la ou les question(s) posée(s). Sur ce point, rappelons le travail que T. Odier a réalisé sur les sols du Tricastin. Dans l'optique de l'analyse des tarifications de location de terres de la colonie d'Orange - telles qu'elles sont affichées sur le cadastre B -, T. Odier a pu établir une classification des sols suivant les termes énoncés par Columelle (Odier 1994, p. 96-102 ; Berger, Favory, Odier *et al.* 1997, p. 133-139). Se référant aux qualificatifs utilisés par Columelle - gras, pauvre, léger, compact, humide et sec (cf. *supra* ; Odier 1994, p. 97-98, d'après Columelle, L II.II.4-7) -, cette typologie associe "richesse" (niveau trophique) et lourdeur relative des terres¹⁰¹, et permet de distinguer les sols autant en fonction de leur niveau de rendement qu'en fonction des travaux qu'ils nécessitent (Odier 1994, p. 98).

¹⁰⁰ Selon la définition de R. Lebeau, le système de culture comprend l'association de plantes choisies par une société rurale pour tirer parti de ses terres, autant que l'assolement et les techniques qui sont liées à la culture de ces plantes (Lebeau 1969 (rééd. 1996)).

¹⁰¹ Cette classification a été établie à partir des cartes pédologiques actuelles, et tient compte des critères de lourdeur relative des sols - au travers de leur capacité de réserve en eau et de leur pouvoir de drainage naturel -, de densité en éléments grossiers et de teneur en argile (Odier 1994, p. 74-75).

Ce mode de classification est donc adapté à l'étude des contrats de location (tarifs, superficies, localisations), car elle permet l'analyse de la gestion des terres par les colons, en s'appuyant - autant que faire se peut - sur les conceptions romaines des potentialités des sols.

En troisième lieu, le problème posé par l'échelle de la documentation. Les spécialistes des sciences du sol ayant participé aux classifications élaborées pour des programmes de recherche sur le peuplement ancien à l'échelle régionale, prennent soin de relever que les classes agronomiques de sols définis se réfèrent aux conditions générales des sols et que, localement, d'autres paramètres environnementaux influent sur les capacités agronomiques des sols : variabilité temporelle et spatiale du climat, géomorphologie, les pratiques et le système cultural (B. Vannière *in* Batardy, Buchsenschutz et Dumasy 2001, p. 46). Les caractéristiques des sols ayant un rapport direct avec les valeurs agronomiques (productivité ou fertilité) sont beaucoup plus variables dans l'espace que les critères édaphiques¹⁰². Aussi, les cartes à petite échelle - comme les cartes pédologiques au 50 000^e - ne retiennent que les valeurs moyennes de ces variables (D. Boutin *in* Zadora-Rio 2008, p. 207).

En dernier lieu, il convient de rappeler un écueil incontournable : la question de l'évolution du milieu physique et de l'adéquation entre les conditions actuelles et passées. Les remarques faites par les spécialistes des sciences du sol citées ci-dessus ne s'appliquent pas uniquement au problème de l'échelle de la documentation, mais évoquent également les conditions dans lesquelles les sols ont évolué. Au regard de l'échelle de temps considérée, ce ne sont bien sûr pas les processus de formation des sols qui sont en cause, mais les actions anthropiques passées, provoquant une érosion des formations superficielles de manière directe ou indirecte. Il s'agit donc surtout de l'impact des défrichements passés et des techniques de mises en valeur des sols qui "entraînent des phénomènes d'érosion, mais aussi des modifications pédologiques rapides et des changements d'ordre structural, qui influent sur le relief" (Poupet 1999, p. 131 ; voir également Revel 1991, p. 339-343).

Le problème de l'évolution des sols se pose à toute étude archéologique régionale ou micro-régionale, sans que l'on ait encore les moyens de pallier ces difficultés. Les phénomènes qui viennent d'être évoqués font l'objet d'études spécifiques mais, malheureusement, les résultats des études paléo-environnementales ne sont généralement transposables que sur des secteurs relativement restreints, ce qui pose problème lorsque - et c'est souvent le cas - les études sont rares et inégalement réparties (Nuninger 2002, p. 151-

¹⁰² En raison de l'histoire géologique des faciès latéraux, des modes de dépôt, et de l'évolution géomorphologique (D. Boutin *in* Zadora-Rio 2008, p. 207).

152). Aussi, l'on s'appuie généralement sur quelques grands principes relatifs à l'intensité et l'ampleur spatiale des phénomènes morpho-sédimentaires pour déterminer la part d'inconnu (les zones potentiellement sujettes aux changements). Pour les périodes qui nous occupent, les formes générales du relief sont restées globalement stables, et il est possible de définir de grandes unités physiographiques comme base de travail (Revel 1991, p. 326). Certaines études d'archéologie régionale incluent les sols alluviaux dans une catégorie à part, considérant qu'il s'agit de formations superficielles remaniées depuis l'Antiquité (Batardy, Buchsenschutz et Dumasy 2001, p. 44). Mais, à moins d'un changement de lit des rivières, il y a de très fortes chances que les secteurs alluviaux se composaient déjà de sols alluviaux à la période antique.

3.1.1.2 Méthode pour une détermination des terroirs

Pour répondre aux questions soulevées par la distribution des établissements et l'évolution de l'occupation du sol dans la zone d'étude, le parti pris a été de mettre au point une méthode permettant de relier les caractéristiques agronomiques des espaces avec les différents modes d'occupation et leur évolution. Plutôt que de chercher une distinction entre les "bonnes" et les "mauvaises" terres - qui ne correspond en rien à la réalité des *terroirs** -, il me semble préférable de travailler à partir d'une structure décrivant des différents terrains en présence, et autorisant la discussion sur les pratiques, les techniques et les usages anciens. Ainsi, nous ne poserons pas d'*a priori* sur la qualité des sols pour les agriculteurs de l'Antiquité. Les études présentées ci-dessus nous invitent en effet à considérer que les terres fertiles ne se situent pas uniquement dans les bassins et plaines alluviales, et que les mauvaises terres ne sont pas uniquement les reliefs accidentés - d'autant que nous devons tenir compte des efforts que les communautés ont pu déployer pour étendre l'espace productif, à l'aide de systèmes de terrasses par exemple (Poupet 1999, p. 104). La question des aménagements anciens ouvre par ailleurs sur celle de l'évolution du milieu - une inconnue en l'absence d'études paléo-environnementales. Pour toutes ces raisons, il a été choisi de considérer des entités géographiques ayant une cohérence du point de vue des possibilités offertes et des contraintes imposées pour leur utilisation - en d'autres termes des *terroirs*. Il s'agit en pratique de constituer des unités spatiales répondant à des conditions géographiques constantes du point de vue agronomique, à partir des informations disponibles. Ce type de démarche a rarement été suivi en archéologie, on peut néanmoins citer le travail de J.-C. Meffre qui s'est également appuyé sur une division de son aire d'étude en "espaces

élémentaires", des "modèles de terroirs potentiels" selon sa formule, pour analyser l'occupation du sol à l'époque romaine (Meffre 1994) ; sa méthode d'analyse s'appuie ensuite sur une classification en cinq types.

La lecture de la littérature spécialisée dans les sciences du sol offre un panel de critères à retenir en vue de la caractérisation des qualités agronomiques des *terroirs*. Il s'agit principalement de la profondeur exploitable, de la pierrosité, de l'hydromorphie, de la texture, de la structure, de la capacité de réserve en eau, ainsi que des propriétés chimiques¹⁰³ (F. Favory et A. Ferdière, document de travail écrit dans le cadre du programme *ArchaeDyn*, atelier "Aires d'approvisionnement" du 20 avril 2006 : Baize et Jabiol 1995 ; Boulaine 1975 ; Clément 1981). Néanmoins, au moment de l'élaboration d'une base de données géographiques destinée à être confrontée aux données archéologiques, le choix des critères retenus repose malheureusement plus souvent sur les informations disponibles que sur une sélection de principes.

D'emblée, la marge de manœuvre s'avère restreinte puisque la carte géologique constitue la seule information continue et homogène sur le secteur étudié (cf. *supra*, p. 49-52). Comme nous l'avons vu dans la première partie, les informations fournies par les deux études pédologiques inédites - couvrant respectivement la partie nord et la partie sud de l'espace d'étude - n'ont pu être exploitées directement. D'une part, parce que l'étude pédologique du secteur "Haut-service Lunel-Viel et Vaunage" (CNARBRL 1958a) ne couvre que les zones basses et les versants actuellement mis en culture. D'autre part, parce que la correspondance entre ces deux sources documentaires est délicate dans la mesure où la description des profils pédologiques effectués en 1958 (CNARBRL 1958b) répond à des normes antérieures à celles qui ont présidé à la réalisation de la cartographie préliminaire à une étude pédologique du canton de Saint-Mamert-du-Gard en 1970 (CNARBRL 1970). Aussi, les précieuses informations fournies par ces documents n'ont pu être utilisées comme documentation source pour la modélisation des *terroirs* - elles ont toutefois présidé à la caractérisation des autres sources cartographiques mises en œuvre.

D'après les informations fournies par les deux études pédologiques inédites, nous avons pu voir que les qualités agronomiques des sols sont très fortement liées au contexte géologique et topographique (cf. *supra*, p. 52-54). Aussi, il semble possible d'obtenir une image globale de la qualité des terres à partir de ces composantes géographiques essentielles. Mais il convient tout d'abord de faire une analyse critique de cette documentation. La

¹⁰³ Sol acide, calcaire...

comparaison entre la carte des sols effectuée par F.-P. Tourneux par extrapolation des données géologiques dans le cadre du programme *Archaeomedes*¹⁰⁴ et la carte pédologique du canton de Saint-Mamert-du-Gard (CNARBRL 1970) montre les insuffisances d'une représentation des caractéristiques des *terroirs* basée uniquement sur les formations géologiques. Cette carte comprend quatre catégories de sol : "sols alluviaux" (sur les alluvions), "sols peu épais" (sur les molasses du Burdigalien et les marnes et les calcaires de l'Eocène), "sols épais" (sur les colluvions) et "sols d'érosion et sols associés" (sur l'ensemble des autres formations). Si elle correspond bien aux caractéristiques générales des sols sur ces substrats géologiques, cette carte ne peut cependant pas distinguer les zones présentant des charges caillouteuses importantes ou de l'hydromorphie permanente ou saisonnière, ni différencier les sols alluviaux des sols sur alluvions (tels que l'on peut les trouver autour des cours d'eau non pérennes). Ainsi, si la catégorie des "sols épais" se superpose bien à des sols profonds sur la carte pédologique de la CNARBRL, elle regroupe des sols de pentes encombrés d'éléments grossiers avec des sols de piedmont karstique à engorgement temporaire. Et si les sols développés sur les marnes de l'Eocène correspondent bien à des sols minces, dans la majorité des cas il s'agit de dépressions qui bénéficient, de par leur situation topographique, de sols d'origine alluvio-colluviale dont les caractéristiques sont fort différentes. Aussi, il apparaît essentiel d'intégrer le facteur topographique dans la délimitation des *terroirs*. Ces éléments ne remplaceront pas bien sûr une carte pédologique, mais ce qui nous importe surtout est de réunir, sous forme de classes, des espaces "*cohérents au plan de l'agrogologie, même s'ils sont hétérogènes au plan de la composition des sols*" (F. Favory et A. Ferdière, document de travail élaboré dans le cadre du programme *ArchaeDyn*, atelier "Aires d'approvisionnement" du 20 avril 2006).

La méthode que j'ai adoptée pour aborder les contraintes agronomiques repose sur le principe d'interaction entre les différents éléments qui composent l'espace d'étude. En ceci, elle s'inspire de la démarche *morphopédologique* développée par J. Tricart dans une perspective d'aménagement et de gestion des espaces ruraux (Tricart 1994, p. 66) - bien que, pour des raisons de formation scientifique, cet essai n'atteint pas la qualité et la finesse de la démarche initiale. Plus modestement, je me suis contentée de délimiter des unités en croisant un ensemble de critères ; ces unités répondent ainsi à une homogénéité du point de vue de ces

¹⁰⁴ Pour les besoins de ce programme de recherche, certains secteurs - dont celui qui nous concerne - les caractéristiques des formations superficielles ont dû être extrapolées à partir des cartes géologiques en raison du manque de couverture pédologique (P. Verhagen, F. Favory et S. Van der Leeuw *in* Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 241-245).

critères, et sont définies par leur combinaison - il s'agit donc d'une structure statique¹⁰⁵. Cette base de données géographiques peut ensuite être soumise à classification, ou utilisée directement comme c'est le cas dans cette étude. L'avantage de ne pas passer par une classification préalable est de pouvoir explorer chacun des critères séparément et d'étudier les associations préférentielles.

Partant des sources d'information disponibles, j'ai sélectionné un ensemble de quatre premiers descripteurs interagissant entre eux à divers degrés : la nature des substrats géologiques, la pente, l'ensoleillement et les zones inondables. Nous avons vu que, sur les reliefs, les sols sont plus ou moins minces selon la nature du substrat - calcaires, marnes, collines de molasses calcaréo-gréseuses ou de formations détritiques oligocènes (cf. *supra*, p. 52-54 ; CNARBRL 1970). De même, si les zones de dépressions portent généralement des sols profonds, bien structurés, à bonne capacité de réserve utile en eau, on note des différences dans les qualités agronomiques entre les sols formés sur substrat marneux et ceux formés sur molasses et conglomérats oligocènes par exemple (cf. *supra*, p. 52-54 ; CNARBRL 1958b). Le degré de pente constitue en lui-même un facteur d'organisation du système pédologique* (Poupet 1999, p. 95-98 ; Arnal 1984). En outre, l'influence de la géologie et de l'épaisseur des sols sur les capacités de réserve utile en eau des terrains sera, par ailleurs, plus ou moins accrue par l'exposition au rayonnement solaire qui induit une évapotranspiration plus ou moins forte. Par ailleurs, les paramètres de pente et d'ensoleillement affectent également d'autres aspects des *terroirs* : des besoins en rayonnement solaire des plantes (luminosité pour la photosynthèse, température, ...) aux difficultés que pose la déclivité du terrain pour les pratiques agricoles (accès, aménagements destinés à retenir la terre, etc.). Enfin, les terrains inondables présentent un risque pour l'agriculture : les crues risquent d'asphyxier les cultures levées. Mais il s'agit également de secteurs portant des sols dont le développement est soumis à des apports plus ou moins fréquents, et qui présentent donc vraisemblablement des potentialités différentes des sols voisins.

Malgré cela, il faut convenir que la solution consistant à reconstituer les *terroirs* en utilisant seulement les composantes géologiques, topographiques et "climatiques" du milieu et en évacuant les facteurs végétal, temporel et anthropique, manque considérablement de précision, et risque fort de regrouper des sols de qualité fort différente. D'autant que l'échelle

¹⁰⁵ A la différence du système élaboré par J. Tricart qui repose sur les mécanismes de morphogénèse et de pédogénèse (Tricart 1994).

de la documentation utilisée n'est pas adaptée à celle de la zone d'étude. La carte géologique est une source d'information très imprécise pour une cartographie des *terroirs* à l'échelle qui nous occupe ; les formations géologiques ne sont pas toujours le substrat sur lequel les sols se sont développés, particulièrement dans les zones à forte accumulation colluviale. Il faut également convenir que la pente n'est pas le meilleur paramètre pour rendre compte du facteur géomorphologique : le critère de courbure du terrain est mieux adapté pour la localisation des phénomènes d'érosion et d'accumulation. De plus, les cartographies au 20 000^e établies lors de l'étude pédologique du secteur Vaunage – Haut-Service Lunel-Viel enseignent qu'il existe des variations très localisées dans un même contexte géologique et topographique, et qui changent fortement les caractéristiques agronomiques des terrains : tendances à l'hydromorphie, obstacles limitant l'épaisseur des sols (cf. *supra*, p. 49-51 ; CNARBRL 1958a).

C'est pourquoi je me suis tournée vers la télédétection satellitaire comme moyen d'affiner la perception que nous avons des capacités agronomiques des terres. Comme l'ont relevé les chercheurs du programme *Archaeomedes*, une bonne caractérisation des sols d'un point de vue agronomique nécessiterait une étude de terrain spécifique (P. Verhagen, F. Favory et S. Van der Leeuw *in* Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 242). La télédétection apparaît donc être un moyen économique pour affiner et enrichir l'information concernant les sols. Elle permet en effet d'enregistrer certaines variations de la surface, qui constituent autant de données pour déduire les caractéristiques importantes des formations superficielles, telles les capacités de rétention d'eau et de drainage des sols, voire leur pierrosité ou leur texture. Partant de sources d'information très hétéroclites, la télédétection offre des possibilités intéressantes dans la mesure où le traitement d'une image satellite permet d'une part d'identifier la nature des surfaces en les comparant avec la documentation disponible, et d'autre part d'étendre ce type d'information sur l'ensemble de l'image.

3.1.2 La télédétection satellitaire pour une caractérisation des sols

Dans le cadre de cette étude, l'utilisation de la télédétection satellitaire a pour but d'extraire des informations complémentaires sur les sols, de tenter de pallier les difficultés posées par le manque de couverture des cartes pédologiques (cf. *supra*).

Le signal enregistré par les satellites d'observation terrestre est influencé par certaines caractéristiques essentielles des sols comme l'humidité des sols, les teneurs en matière

organique, en calcaire, en oxydes de fer, la composition minéralogique, ou la texture (Robin 2002, p. 44-48 ; Girard 1995 ; Dobos 2002). Ces caractéristiques sont potentiellement bien capturées par les systèmes optiques (qui enregistrent les ondes visibles et infrarouges du spectre électromagnétique), bien que la rugosité des surfaces - en partie liée à la granulométrie des sols, en partie liée à sa pierrosité - soit plutôt le domaine des capteurs à hyperfréquences (micro-ondes). Signalons que la détection de certaines caractéristiques chimiques comme le PH, l'azote, le phosphore, ou le carbone, peut se faire à partir de capteurs hyperspectraux¹⁰⁶ (Dobos 2002). Dans le cadre de cette étude, ce sont des images Landsat qui ont été mises à contribution afin d'extraire des informations relatives aux capacités agronomiques des sols. Le système satellitaire Landsat convient bien à la thématique recherchée car il propose une échelle de perception - spectrale, spatiale et temporelle - adaptée.

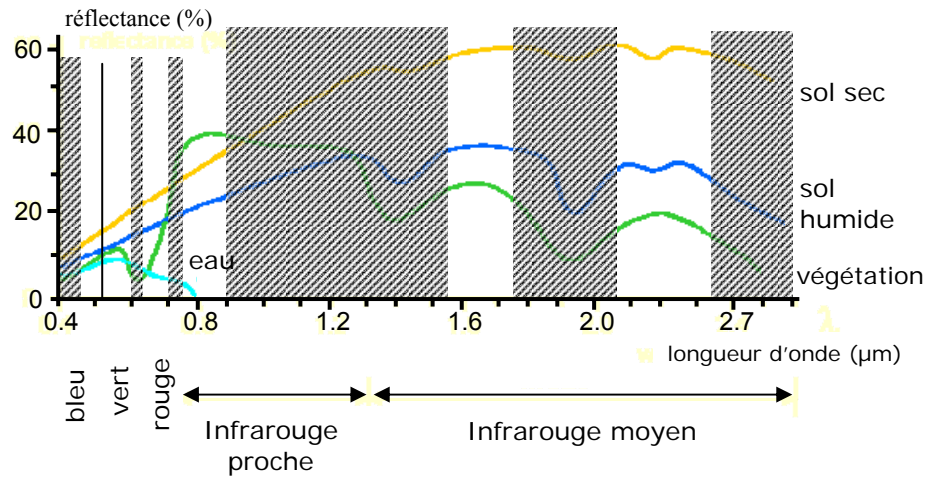
La résolution spatiale* des images Landsat n'est certes pas aussi précise que celle des images acquises par les satellites "nouvelle génération", mais elle est suffisante pour l'étude des *terroirs* (Figure 21). Pour cette thématique, une résolution relativement faible s'avère être un avantage dans la mesure où elle permet d'extraire une information assez générale sur les surfaces : l'information extraite est moins sensible au "bruit" introduit par toutes les petites variations de l'occupation du sol, d'autant que les parcelles sont petites dans la région étudiée.

Les images acquises par les capteurs Thematic Mapper (TM) du satellite Landsat possèdent une grande résolution spectrale*, et enregistrent sept mesures d'intensité différentes (Figure 22). Ces combinaisons d'intensité dans différentes bandes spectrales constituent le profil des objets géographiques : leur signature spectrale (Figure 21). A la différence des systèmes à très haute résolution, les capteurs Landsat TM enregistrent des mesures dans l'infrarouge moyen, ce qui donne des informations sur l'humidité et la minéralogie : le TM5 est sensible à l'eau contenue dans les sols et les plantes, le TM7 est sensible à l'eau dans les plantes et permet de différencier les minéraux et les types de roches (CCT 2004). Signalons que les deux dernières générations de capteurs Spot (Spot4 et Spot5) fournissent également une bande spectrale dans l'infrarouge moyen, similaire au TM5. Outre la bande spectrale TM7, les capteurs Landsat TM se distinguent par l'enregistrement d'une mesure dans l'infrarouge thermique (TM6). Notons que la bande thermique du système Landsat a une résolution spatiale bien inférieure à celle des autres bandes : 60 à 120 mètres pour TM6 et 30 mètres pour les autres.

¹⁰⁶ Les capteurs hyperspectraux sont des instruments de télédétection capables de détecter plusieurs centaines de bandes spectrales très fines, le plus souvent dans la portion du spectre des ondes électromagnétiques réunissant le visible, le proche infrarouge et l'infrarouge moyen.

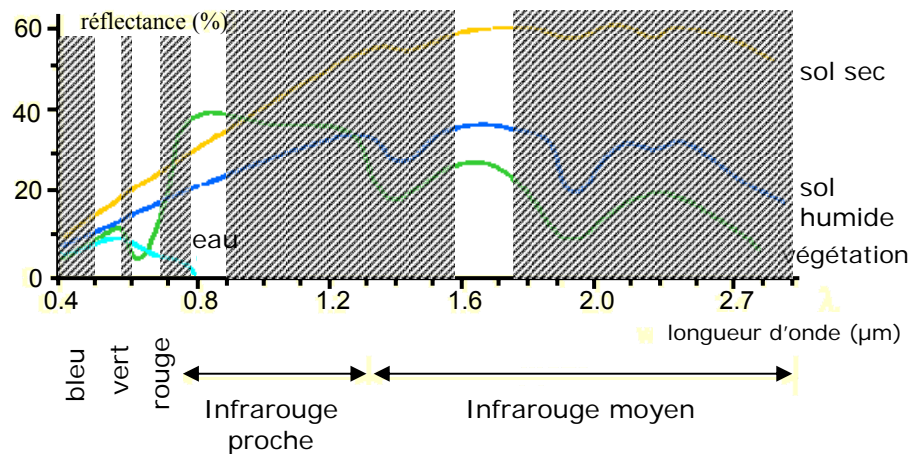
Landsat TM

résolution : 30 m
 sauf thermique à 120 m (ou 60 m pour EMT+)
 + panchromatique à 15m (ETM+)
 taille de l'image : 185/172 km
 périodicité : 16 jrs



Spot 5 (HRG)

résolution : 10 m
 (sauf IRm à 20 m)
 + panchromatique à 2,5 / 5 m
 taille de l'image : 60/60 km
 périodicité : 26 jrs



Ikonos

résolution : 4 m
 + panchromatique à 1 m
 taille de l'image : 13/13 km

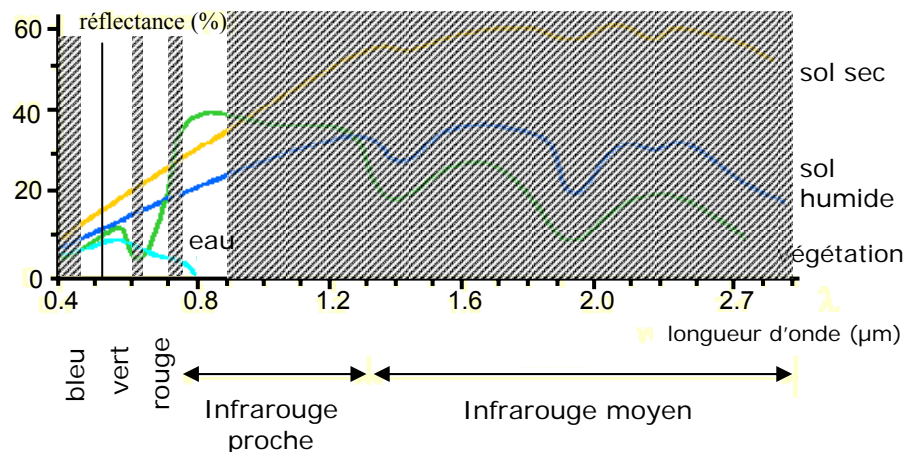


Figure 21. Quelques exemples de système satellitaire : résolutions spatiale et spectrale (dans les domaines du visible et de l'infrarouge réfléchi) : les parties non hachurées correspondent aux zones d'enregistrement des différentes bandes.

Les propriétés des sols perçues par télédétection correspondent bien évidemment aux caractéristiques de surface (qui sont souvent liées à la couleur du sol, comme l'humidité et la teneur en matière organique). Les propriétés des horizons profonds sont plus susceptibles d'être détectées de manière indirecte, par le type et l'état de la végétation par exemple. De nombreuses études réalisées en laboratoire ont néanmoins montré l'influence de certaines propriétés physiques et chimiques essentielles des sols sur la réflectance (pour une mise au point récente, voir Dobos 2002).

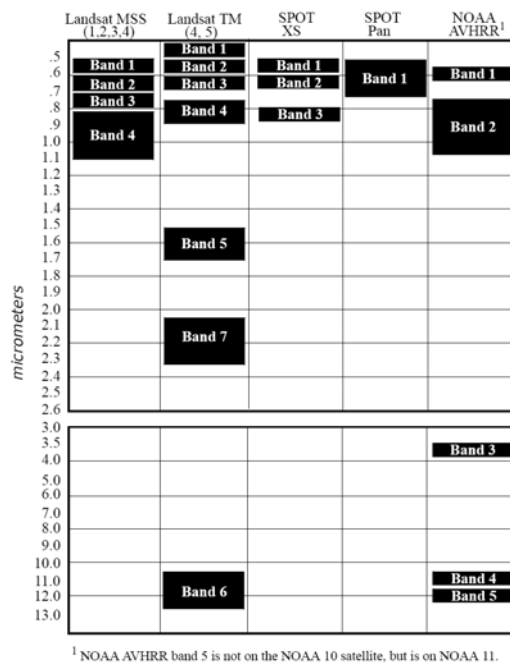


Figure 22. Résolution spectrale de quelques capteurs satellitaires (extrait de Erdas Field Guide 2008, vol 1, p. 63)

Les études de laboratoire sur les propriétés spectrales des sols ouvrent un champ d'applications dans l'étude des phénomènes liés au processus d'érosion. Les effets conjugués de la matière organique - dont l'augmentation fait décroître la réflectance des sols, particulièrement dans les domaines du rouge et de l'infrarouge proche -, et des oxydes de fer - qui provoquent une absorption de la réflectance dans le domaine du rouge -, permettent d'identifier les sols érodés contenant peu de matières organiques et une quantité d'oxydes de fer relativement plus importante (pour exemple, voir Palacios-Orueta et Ustin 1998). Ces caractéristiques laissent entrevoir les possibilités qu'offrent les systèmes satellitaires couvrant les domaines du visible et de l'infrarouge proche pour la détection des sols érodés. Le système Landsat TM semble offrir une meilleure capacité de discrimination puisque l'absorption de

réflectance provoquée par les oxydes de fer est bien plus caractéristique dans les longueurs d'onde du bleu - enregistrées par les capteurs Landsat TM mais non par les systèmes Spot par exemple. De même, l'étude du rapport entre matière organique et argiles, modifié par l'exposition des horizons inférieurs des sols, nécessite la prise en compte de la bande TM7, car les argiles y sont bien reconnaissables à ces longueurs d'onde (Galvão, Vitorello et Formaggio 1997). En milieu méditerranéen, le rapport entre matière organique et carbonate de calcium présente un intérêt certain pour l'étude des sols et de leur dégradation (Leone et Sommer 2000). Signalons donc que le carbonate de calcium a pour effet d'augmenter la réflectance des sols, mais produit une forte absorption de la réflexion dans le domaine de la bande TM7 (Leone et Sommer 2000).

Pour étudier les effets de certaines propriétés des sols sur le comportement spectral, les analyses réalisées en laboratoire isolent quelques propriétés spécifiques alors que, dans la réalité, les sols sont constitués d'une combinaison de toutes ces composantes, qui jouent chacune un rôle dans le profil spectral du sol (Campbell 1996, p. 512). La texture est un bon exemple de la complexité des sols. Les analyses de laboratoire ont montré que, pour un minéral donné, l'augmentation de la taille des particules a pour conséquence la baisse de la réflectance, mais la texture et la composition minéralogique des sols ont des tendances antinomiques, et les sols sableux - dominés par les quartz - sont plus réfléchissants que les sols argileux (Galvão, Vitorello et Formaggio 1997 ; Leone et Sommer 2000). Sur le terrain, cette distinction est d'autant plus difficile que les sols à textures fines sont souvent associés à une forte quantité de matière organique et tendent à mieux retenir l'eau (Campbell 1996, p. 511). L'imbrication des propriétés caractérisant les sols complique considérablement la reconnaissance directe de la qualité des sols par télédétection. De surcroît, beaucoup d'autres paramètres limitent la capacité de l'analyse d'image à identifier directement les caractéristiques des sols : le masque créé par la végétation, les variations dues à l'angle d'illumination par le soleil et les effets des pratiques culturales (Campbell 1996, p. 512).

C'est pourquoi l'extraction d'information sur les sols par télédétection adopte plus volontiers une approche indirecte. Par exemple, K. Dewidar et O. Frihy parviennent à déterminer, par inférence, plusieurs classes texturales pour les sédiments d'une plaine côtière du Sinaï en se basant sur les informations relatives à l'humidité et à la composition minéralogique des surfaces extraites d'une image Landsat TM (Dewidar et Frihy 2003).

L'état de la végétation permet également de déduire des informations sur les formations superficielles. La santé de la végétation est un paramètre très bien appréhendé en

télédétection, grâce au phénomène de synthèse chlorophyllienne - à la différence des autres surfaces, la structure interne des feuilles en santé réfléchit très fortement les longueurs d'onde de l'infrarouge proche. F. Seyler, M. Bernoux et C. Cerri ont ainsi pu mettre en évidence des disparités dans les réserves en eau des sols en milieu forestier dense et homogène par l'analyse des variations de la bande de l'infrarouge proche d'une image Landsat TM (Seyler, Bernoux et Cerri 1998). Cependant, lorsque le couvert forestier est peu dense, le recouvrement par la végétation n'est que partiel, et la signature des surfaces contient une portion variable de sol ou d'autres types de surface. La contribution du sol au profil de la végétation brouille les cartes, et réciproquement.

Néanmoins, le degré de couverture végétale peut être utilisé en tant que variable pour extraire une information sur les sols. C'est la méthode qu'ont employée S. Vincente-Serrano, X. Pons-Fernández et J. Cuadrat-Prats pour évaluer l'humidité des sols sur une vaste région située dans la vallée de l'Ebre à partir du rayonnement infrarouge thermique (qui peut être obtenu "indifféremment" avec le système Landsat TM ou AVHRR). Cette étude se base sur la relation existant entre la teneur en eau des différentes surfaces et leur température¹⁰⁷ : cette relation étant variable selon les surfaces, les auteurs ont extrait l'information recherchée en croisant la température des surfaces avec un indice de végétation (Vincente-Serrano, Pons-Fernández et Cuadrat-Prats 2004).

Pour la cartographie pédologique - regroupant les sols en classes -, l'utilisation de la télédétection se limite bien souvent à fournir un fond cartographique apportant des informations indirectes mais utiles à la délimitation des sols : topographie, végétation, formes des réseaux de drainage, etc. (Campbell 1996, p. 508). Les images satellitaires ou aériennes peuvent également être mises à contribution pour sectoriser l'espace d'étude afin de préparer les prospections pédologiques (Girard 1995, p. 9). Les aptitudes des images satellitaires ou aéroportées à caractériser les sols peuvent néanmoins être exploitées pour produire une carte pédologique de synthèse visant à unifier différentes cartes pédologiques, qui sont alors utilisées comme référence pour le traitement des données de télédétection (Girard 1995, p. 9 ; pour exemple voir Dobos, Micheli, Baumgardner *et al.* 2000).

Une utilisation effective des images pour la cartographie des classes de sol induit une approche plus globale que pour l'identification d'une propriété spécifique, et nécessite

¹⁰⁷ L'humidité fait baisser la température des sols nus et de la végétation en raison du phénomène d'évapotranspiration qui consume l'énergie émise (Vincente-Serrano, Pons-Fernández et Cuadrat-Prats 2004).

d'intégrer les différents aspects du milieu. Puisque les données de télédétection reflètent une image de l'écosystème - un assemblage complexe du sol, de la géomorphologie, de la végétation et de l'atmosphère -, il est plus efficace de caractériser les géosystèmes* dans leur ensemble que de chercher à identifier séparément toutes les propriétés des sols. Chaque unité forme une réponse spectrale particulière et constitue l'élément majeur de la formation des sols, influence ses caractéristiques physiques, chimiques et biologiques (Dobos 2002, p. 224). Cette approche trouve un parallèle dans le concept de *pédopaysage* : "*ensemble des horizons pédologiques et des éléments paysagiques (végétation, effets des activités humaines, géomorphologie, hydrologie, substrat ou roche-mère), dont l'organisation spatiale permet de définir dans son ensemble une - ou une partie d'une - couverture pédologique*" (Girard et Girard 1999). Ainsi, les paysages - au sens écologique du terme - rendent compte de l'organisation des sols.

Le premier exemple de ce type d'approche est la méthode de *land system mapping*¹⁰⁸, basée sur la délimitation d'ensembles paysagers, par analyse visuelle des images, qui sont ensuite ordonnées dans un système hiérarchisé (Campbell 1996, p. 512-514). Cette démarche intègre souvent des informations auxiliaires, et peut s'appuyer sur une description très précise des unités paysagères qui peuvent ainsi faire l'objet d'une classification statistique (pour exemple voir Girard 1995 ; Girard et Girard 1999).

Un autre type de méthode consiste à extrapoler une information sur les sols par classification supervisée. Le principe consiste à définir des zones échantillons représentatives des classes de sols recherchées, et à partir desquelles tous les autres pixels de l'image seront classés en fonction de leur similarité avec les échantillons du point de vue spectral¹⁰⁹. C'est la démarche qui a été adoptée par E. Dobos et ses collègues pour la cartographie régionale des sols en Hongrie à partir d'images AVHRR (Dobos, Micheli, Baumgardner *et al.* 2000). Sans entrer dans le détail de ces travaux, mentionnons néanmoins trois points importants de la méthode que ces chercheurs ont adoptée. Premièrement, l'utilisation d'un ensemble d'images, acquises à différentes saisons, est primordiale, car cela permet d'appréhender les variations dans les réponses des surfaces aux différentes conditions météorologiques, et à différents moments des stades phénologiques. Deuxièmement, l'accentuation du rôle de la végétation dans les changements - par l'ajout d'indices de végétation aux données de base - peut être

¹⁰⁸ Ou méthode des "levés de terres" mise en œuvre dès les années 40 en Australie (Tricart 1994, p. 11-13 ; Campbell 1996, p. 512-514).

¹⁰⁹ Ce type de méthode nécessite donc l'usage d'images - et non de photographies - dotées de bandes spectrales adaptées à la thématique recherchée.

décisive pour la classification. Et troisièmement, l'intégration d'indicateurs topographiques (pente, courbure des profils, etc.) aux données de télédétection apporte une amélioration non négligeable à la délimitation des classes de sol, car elle permet de renforcer les variations dues au contexte géomorphologique.

C'est tout d'abord l'approche par classification supervisée qui a été mise en œuvre. Plusieurs classifications ont été pratiquées pour extrapoler l'information fournie par la carte pédologique du canton de Saint-Mamert-du-Gard (CNARBRL 1970), à partir d'une combinaison de cinq images Landsat TM¹¹⁰. Les résultats n'ayant pas été entièrement satisfaisants, les travaux se sont ensuite orientés sur une autre méthode - ils ont été publiés très succinctement (Fovet et Poirier 2008). La présentation détaillée de cet essai a été placée en annexe (Annexe 37 à Annexe 40).

Relevons ici simplement que si la méthode s'est directement inspirée des travaux E. Dobos et ses collègues (voir ci-dessus), elle en diffère sur un certain nombre de points. Tout d'abord, le système de classification pédologique sur lequel se sont basées les classifications est différent. Ensuite, les données en entrée n'étaient pas les mêmes. D'une part, il avait été décidé de commencer les traitements en se basant uniquement sur les données satellitaires : les indices topographiques et de végétation n'ont donc pas été utilisés. D'autre part, le système satellitaire Landsat TM offre une plus grande capacité de distinction dans le domaine du visible que le système satellitaire AVHRR et fournit des informations dans le domaine du bleu et de l'infrarouge moyen (Figure 22). De plus, l'échelle de travail étant tout autre, la bande thermique Landsat a été exclue des traitements car cette dernière possède une résolution spatiale deux à quatre fois moindre que les six autres bandes - nous avons donc choisi, peut-être à tort, de privilégier l'échelle cartographique. Enfin, la méthode de classification utilisée (*Maximum likelihood classification*) est plus simple que celle employée par E. Dobos.

Il est possible que les résultats puissent être améliorés - en travaillant sur les données en entrée notamment. Mais il est également possible que ce type de traitement ne soit pas vraiment adapté à l'échelle de la zone d'étude, et/ou que ses capacités soient limitées dans le type d'environnement où nous nous situons. Il n'est pas encore possible de le dire à partir des

¹¹⁰ Cet ensemble d'images se composait de quatre images acquises durant la période estivale (l'une que le laboratoire possédait depuis quelques années, les trois autres téléchargées gratuitement sur Internet) et d'une image acquise durant l'hiver, au mois de février (achetée par le laboratoire au mois d'octobre 2006).

quelques essais effectués. Dans le doute, il a été décidé de ne pas porter plus avant les travaux de classification et de changer de stratégie. Il a en effet semblé préférable de se tourner vers une procédure permettant de relier plus facilement les résultats avec les caractéristiques du milieu, de se concentrer sur l'identification d'une propriété spécifique : l'humidité.

Au travers de l'humidité et de la sécheresse des surfaces, on vise l'évaluation des capacités de réserve utile en eau et de drainage des sols : des caractéristiques agronomiques décisives dans un milieu où les variations pluviométriques sont importantes. Elles permettent également de situer les zones où des efforts d'aménagement doivent être réalisés pour améliorer les rendements. En outre, l'humidité des surfaces renseigne sur d'autres caractéristiques des sols comme la texture, qui est fortement liée aux capacités de rétention d'eau et drainage. Il ne s'agit donc plus d'extrapoler une information donnée par une documentation, mais d'utiliser l'imagerie satellitaire Landsat comme indicateur du comportement des sols face aux conditions d'humidité et de sécheresse.

La comparaison des surfaces dans différentes conditions a été opérée à partir d'un jeu de deux images sélectionnées en fonction des conditions météorologiques au moment de l'acquisition. Le laboratoire possédait déjà une image d'été, acquise le 13 août 2001, après une longue période sans pluie ; une image d'hiver, acquise le 8 février 2003, quelques jours après un épisode pluvieux, a été achetée par le laboratoire. L'analyse croisée de plusieurs images nécessite la réalisation d'un certain nombre de traitements préalables.

Prétraitements

Les prétraitements qui ont été appliqués aux images Landsat sont de deux types : géométriques et radiométriques. Pour être en mesure de comparer deux images, ces dernières doivent être alignées précisément l'une par rapport à l'autre afin d'assurer une superposition parfaite des pixels de chaque grille¹¹¹. Par ailleurs, pour pouvoir confronter les images avec d'autres sources d'information géographiques, les images doivent être correctement localisées dans l'espace étudié - quelques imprécisions pouvant en effet apparaître selon la position de la zone d'étude dans l'image, c'est-à-dire par rapport à l'angle de prise de vue. Enfin, l'analyse croisée d'images acquises à différentes dates impose la conversion des valeurs radiométriques en grandeurs physiques. En effet, les valeurs de chaque pixel d'une image correspondent au codage de 0 à 255 du signal reçu par le capteur satellitaire. Ce signal subit des altérations dues aux effets de pente et d'orientation, d'ombrage, d'atténuation ou d'émission atmosphériques, dérive des

¹¹¹ Cette opération a été réalisée à l'aide du module *AutoSync* du logiciel *Erdas Imagine 9.0*.

instruments de mesure, etc. (Caloz et Collet 2001, p. 40). La comparaison de plusieurs images satellitaires acquises à différentes dates sera donc meilleure si l'on procède à des transformations radiométriques.

Bien qu'il existe une relation linéaire entre les luminances* en entrée et les valeurs radiométriques en sortie, l'enregistrement (détecteurs, amplification du signal, numérisation du signal...) produit une légère altération et du bruit (c'est-à-dire un signal parasite qui s'ajoute au signal utile). Ces altérations du signal évoluent dans le temps, avec le vieillissement de l'instrument (Robin 2002, p. 178). La comparaison de plusieurs images satellitaires acquises à différentes dates sera donc meilleure si l'on convertit les valeurs radiométriques en luminances (valeurs correspondant aux grandeurs physiques). Cette conversion est rendue possible par les coefficients d'étalonnage des capteurs fournis par les producteurs de données qui analysent régulièrement les variations des signaux.

Les effets des conditions atmosphériques sont plus difficiles à prendre en compte. Il existe diverses méthodes pour transformer les luminances* en réflectance* (rapport entre le flux réfléchi et le flux incident) : des ajustements empiriques (basés sur les minima et maxima de chaque bande ou sur des invariants, c'est-à-dire des surfaces supposées stables) aux modélisations des effets atmosphériques dans les différentes longueurs d'ondes (Caloz et Collet 2001, p.57-62). Toutefois, sans disposer d'informations précises sur les conditions atmosphériques locales pour paramétrer le modèle de transfert radiatif de manière appropriée, il a été décidé de travailler soit directement sur les luminances, soit sur les réflectances exo-atmosphériques* qui prennent en compte les différences d'ensoleillement entre les différentes dates d'acquisition (angle zénithal, distance terre-soleil). Pour de nombreuses applications, la correction des effets atmosphériques n'est d'ailleurs pas vraiment nécessaire¹¹² (Song, Wookcock, Seto *et al.* 2001, p. 230-233).

La correction des effets de la variation de l'illumination selon l'exposition des surfaces (ombres et ombres portées) a posé quelques problèmes. Différents modèles de correction des effets topographiques ont été testés : modèle lambertien (généralement intégré dans les logiciels commerciaux), anisotrope (proposé par C. Minnaert en 1961 et qui fonctionne sur la base d'une régression linéaire à partir de petites zones-tests) et *c-factor* (méthode de correction fonctionnant sur la base d'une régression linéaire à partir d'un modèle d'illumination, et souvent utilisé pour les comparaisons multidates : Currit 2005, p. 238 ; Law et Nichol 2004, p. 2-3). A la suite de ces

¹¹² Et ce, même dans le cas du type de transformation que nous allons utiliser plus loin (transformation *Tasseled cap*), et dont les résultats sont pourtant communément reconnus comme étant sensibles aux conditions atmosphériques et à l'angle d'illumination. Des tests réalisés sur différents types de correction ont en effet montré que les méthodes de corrections atmosphériques habituellement mise en œuvre ne changeaient aucunement les résultats de la transformation (travaux cités dans Song, Wookcock, Seto *et al.* 2001, p. 233).

essais effectués - et des discussions avec T. Veljanovski¹¹³ sur le sujet - il semble que tout traitement de correction des effets topographiques engendre du bruit dans l'image traitée¹¹⁴. Ne cherchant pas à effectuer des mesures précises, mais plus simplement à distinguer les *terroirs* selon le comportement de leur surface, il a donc semblé préférable de ne pas opérer ce type de transformation radiométrique.

Les zones sujettes aux variations des conditions d'illumination dues à la topographie peuvent néanmoins être situées en partant de la topographie et des conditions d'ensoleillement au moment de l'acquisition (azimut et angle d'élévation solaire). Elles peuvent donc être utilisées en tant qu'information complémentaire, une aide à l'interprétation des analyses (cf. *infra*).

Méthodologie

Le même traitement a été effectué sur chacune des deux images sélectionnées pour produire (Figure 23) : un indice du niveau d'humidité des surfaces, réalisé à partir de l'image acquise au mois de février - afin de repérer les éventuels problèmes de drainage des sols -, et un indice du niveau de sécheresse des surfaces, réalisé à partir de l'image acquise au mois d'août - destiné à mettre en évidence les secteurs montrant un fort problème de réserve utile en eau. Pour simplifier le propos, on utilisera par la suite une appellation commune pour ces deux indices : l'*indice d'humidité relative* - car ils sont issus du même type de traitement d'image, mettant en évidence les variations du niveau d'humidité dans une image. La signification réelle, en termes d'humidité ou de sécheresse, dépend des conditions au moment de l'acquisition de l'image traitée. Le croisement des deux *indices d'humidité relative* fournit une information globale : l'indicateur du comportement des surfaces face aux conditions d'humidité et de sécheresse.

L'analyse croisée de deux ou plusieurs images est riche d'enseignements mais nécessite quelques traitements préliminaires. Il faut en effet être en mesure de distinguer les changements recherchés (comportement des sols) des changements dus à l'évolution de l'utilisation des terres, et de ceux dus aux variations des conditions d'illumination (effet de la topographie). L'occupation actuelle du sol constitue un biais important pour l'extraction de l'information recherchée car l'humidité ne s'exprime pas de la même manière selon les types de surfaces (sols nus, cultures émergentes, végétation boisée, etc.). Aussi, ce paramètre a été pris en compte pour l'analyse des résultats et a orienté les choix méthodologiques pour l'extraction des *indices d'humidité relative*. Ceci a nécessité une caractérisation préalable de l'espace d'étude. Afin de déterminer les différents éléments de l'occupation actuelle du sol avec assez de précision, il a été choisi de ne pas

¹¹³ Alors doctorante au IASS/ZRC SAZU (Slovénie).

¹¹⁴ Ces traitements entraînent des sur-corrrections - bien visibles sur l'image d'hiver. En outre, les corrélations se sont révélées faibles, ce qui compromet les résultats des corrections basées sur des modèles de régressions.

utiliser les cartographies de l'occupation du sol existantes¹¹⁵, mais d'effectuer un traitement spécifique à partir des deux images Landsat traitées. Cette étape préparatoire a consisté, d'une part, à extraire les grands types de couvert¹¹⁶ (couvert végétal permanent - boisé ou herbacé - et cultures, ainsi que les surfaces masquant l'information : le bâti, l'eau, les carrières de pierre) et, d'autre part, à sélectionner quelques échantillons¹¹⁷ pour une caractérisation plus fine des zones cultivées (vigne, cultures émergentes, sol nu) et de la végétation (structure, dense ou clairsemée, et peuplement végétal). En outre, les zones ombragées ont été modélisées¹¹⁸, car l'ombre constitue un biais important dans la perception de l'intensité du rayonnement électromagnétique, notamment sur les images acquises en hiver.

L'élaboration de l'indicateur du comportement des surfaces face aux conditions d'humidité et de sécheresse, s'est fortement appuyée sur les autres sources d'information disponibles : cartographies pédologiques, géologie et topographie (Figure 23). Ces données auxiliaires ont été utilisées aux différentes étapes du traitement, autant pour la validation des résultats que comme base de connaissances préalable guidant les opérations. La *Carte des caractéristiques pédologiques* de la CNARBRL (CNARBRL 1958a) a joué un rôle essentiel dans le processus, car ce document - qui ne couvre qu'une petite partie de l'espace étudié - rend compte des variations très localisées des caractéristiques agronomiques recherchées : tendances à l'hydromorphie, obstacles limitant l'épaisseur des sols, etc. (cf. *supra*, p. 49-51 et Figure 1). Les données cartographiques auxiliaires ont été complétées par une enquête de terrain limitée qui avait pour but de vérifier que les zonages obtenus ne correspondent pas à d'autres caractéristiques des sols, non directement recherchées et pouvant influencer les *indices d'humidité relative* en raison de leur impact sur l'intensité globale du réfléchissement : la "couleur" (claire, foncé) et la pierrosité des sols (cf. Annexe 41).

¹¹⁵ Sur les cartographies de l'occupation actuelle du sol, réalisées par l'Institut Français de l'Environnement à partir d'images satellitaires et enregistrées sur la base de données "Corine Land Cover", la plus petite unité d'analyse s'étend sur une surface de 25 hectares.

¹¹⁶ Ces éléments ont été déterminés à partir d'une classification supervisée de type contextuel. Afin d'obtenir une bonne distinction des différentes catégories de surface, il a été choisi de travailler sur une combinaison de bandes issues des deux images Landsat traitées pour les *indices d'humidité relative*. En effet, le croisement d'informations acquises à différentes saisons augmente le potentiel de discrimination des différents types de surface. Pour chacune des deux images, les bandes sélectionnées pour la classification sont les canaux TM5, TM4 et TM3, dont l'association est reconnue comme étant la plus discriminante pour différencier les divers éléments de l'occupation du sol.

¹¹⁷ Les échantillons correspondent à quelques parcelles où la nature de l'occupation a été déterminée plus précisément par l'analyse visuelle des deux images Landsat et la comparaison avec d'autres sources d'information : carte IGN au 25 000^e, photographies aériennes verticales de l'IGN de 2001 et images à haute résolution acquises à différentes saisons consultées sur le site Internet Google Earth.

¹¹⁸ La modélisation des zones ombragées a été réalisée à partir d'un Modèle Numérique de Terrain et des informations sur la géométrie de l'ensoleillement au moment de l'acquisition des images.

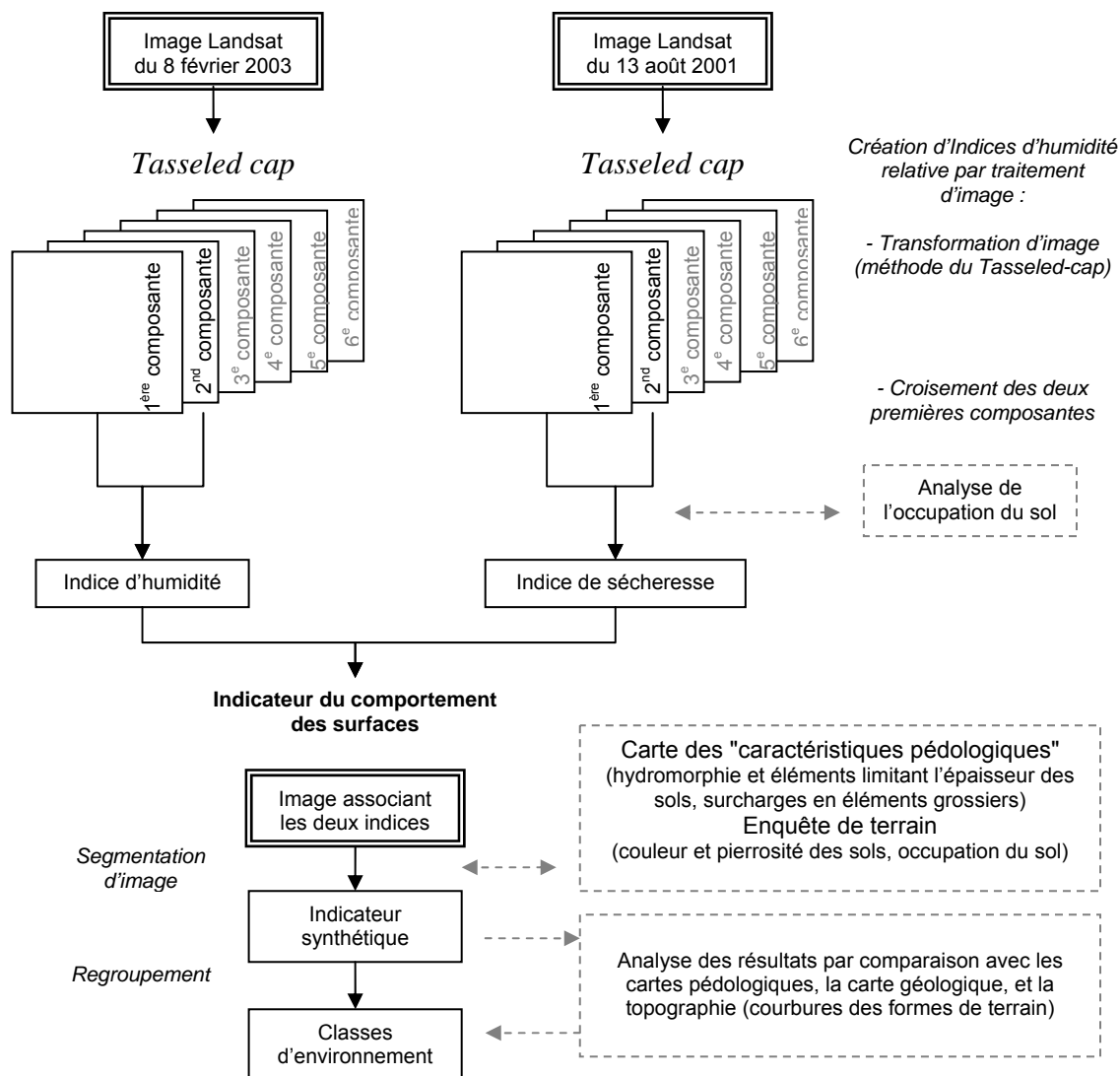


Figure 23. Schéma d'élaboration de l'indicateur du comportement des surfaces

Nous aborderons dans un premier temps la présentation détaillée de chacune des étapes de l'élaboration de l'indicateur du comportement des surfaces. Ensuite, nous évoquerons la difficile question de l'évolution des paysages à partir d'une étude de cas où nous disposons d'informations pédologiques attestant de l'existence d'anciens marécages. Il s'agira d'un exercice de confrontation des informations obtenues par télédétection avec d'autres sources d'information sur les paysages : sondages pédologiques (CNARBRL 1958a), topographie fine (extraite de photographies aériennes verticales par photogrammétrie), morphologie agraire, étude de la voirie et établissements archéologiques. Ces deux sections seront suivies d'une rapide analyse de la distribution des sites archéologiques par rapport aux classes d'environnement obtenues par télédétection.

3.1.2.1 Elaboration d'un indicateur du comportement des surfaces

Afin d'extraire les informations sur l'humidité relative des surfaces à partir des images Landsat, j'ai choisi d'utiliser une méthode de traitement d'image appelée *Tasseled cap*. Le principe de ce type de traitement consiste à transformer les bandes spectrales en de nouvelles couches d'information synthétiques - composantes ou néo-canaux - par la conversion des luminances* dans un autre système. Les nouvelles valeurs obtenues par les individus analysés - ici des pixels - correspondent à leur projection sur de nouveaux axes (Figure 24).

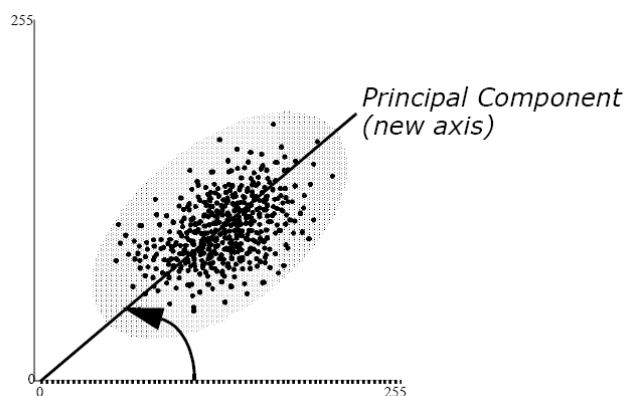


Figure 24. Principe de transformation par réduction des données (extrait de Erdas Field Guide 2008, p. 47)

Les différents axes produits sont, par construction, perpendiculaires entre eux. La projection des données dans un système de variables orthogonales induit que les nouveaux axes sont décorrélés, c'est-à-dire que les valeurs obtenues sur un axe sont théoriquement indépendantes des autres variables (Robin 2002, p. 201). En ceci, le *Tasseled cap* est similaire à l'ACP (Analyse en Composante Principale), largement utilisée en analyse des données. Mais, à la différence de l'ACP où la direction des nouveaux axes est déterminée de manière strictement statistique¹¹⁹, les axes du *Tasseled cap* sont prédéfinis, de manière à ce que le nouvel espace corresponde à un système de variables thématiques où chaque axe devient porteur d'un indicateur décrivant l'état de la végétation et des sols (Crist, Laurin et Cicone 1986). L'objectif de cette transformation est donc de réordonner les données de manière à créer une association plus directe entre le signal spectral réfléchi et les caractéristiques physiques recherchées. Le *Tasseled cap*, comme toutes les méthodes de transformations multispectrales, permet de restituer dans un faible nombre de couches la majorité de

¹¹⁹ Les axes sont fonction de la distribution des données, et varient donc selon la portion de l'espace analysé.

l'information contenue dans les données ; il préserve donc plus d'information que les traitements qui ne confrontent que deux bandes spectrales.

La transformation *Tasseled cap* est obtenue en effectuant la somme pondérée des six bandes non thermiques d'une image Landsat (Figure 25) ; cette opération équivaut au positionnement des données dans un nouveau système de coordonnées - un nouveau système de valeurs. Conçus par R.J. Kauth et G.S. Thomas en 1976 (Kauth et Thomas 1976) pour les images Landsat MSS, les coefficients ont ensuite été adaptés aux six bandes non-thermiques des capteurs TM 4 et 5 par E.P. Crist et R.C. Cicone (Crist et Cicone 1984). Les coefficients utilisés sont ceux adaptés au capteur ETM (Figure 25). Etablis pour des données converties en réflectances*¹²⁰, ces coefficients sont également applicables aux réflectances exo-atmosphériques* (Huang, Wylie, Yang *et al.* 2002).

TC 1 (Brightness) =	0.3561(TM1) + 0.3972(TM2) + 0.3904(TM3) + 0.6966(TM4) + 0.2286(TM5) + 0.1596(TM7)
TC 2 (Greenness) =	-0.3344(TM1) + -0.3544(TM2) + -0.4556(TM3) + 0.6966(TM4) + -0.0242(TM5) + -0.263(TM7)
TC 3 (Wetness) =	0.2626(TM1) + 0.2141(TM2) + 0.0926(TM3) + 0.0656(TM4) + -0.7629(TM5) + -0.5388(TM7)
TC 4 (Haze) =	0.0805(TM1) + -0.0498(TM2) + 0.195(TM3) + -0.1327(TM4) + 0.5752(TM5) + -0.7775(TM7)
TC 5 =	-0.7252(TM1) + -0.0202(TM2) + 0.6683(TM3) + 0.0631(TM4) + -0.1494(TM5) + -0.0274(TM7)
TC6 =	0.4(TM1) + -0.8172(TM2) + 0.3832(TM3) + 0.0602(TM4) + -0.1095(TM5) + 0.0985(TM7)

Figure 25. Algorithme du *Tasseled cap*, adaptée aux images Landsat ETM7

La première composante est appelée *Brightness* car elle est basée sur la direction de la "droite des sols"¹²¹ et représente un "indice de la brillance des sols" (Caloz et Collet 2001, p. 242) ; elle correspond à la moyenne multidimensionnelle des bandes spectrales et mesure donc l'intensité globale du réfléchissement de chaque type de surface (Figure 25). La seconde composante - *Greenness* - est basée sur le contraste entre les bandes du visible et celle de l'infrarouge proche ; ce dernier canal reflétant l'activité chlorophyllienne (cf. *supra*, p. 190), il représente donc l'abondance et la vigueur de la végétation. La troisième composante du *Tasseled cap* appliqué aux images Landsat TM est construite sur le contraste entre les bandes du visible et de l'infrarouge proche et celles de l'infrarouge moyen - notamment la bande TM 5 liée à l'humidité des surfaces (cf. *supra*, p. 185-190). Plusieurs travaux ont montré que le

¹²⁰ Elles induisent donc une correction atmosphérique.

¹²¹ La "droite des sols" est une relation linéaire modélisant le profil des sols nus : cette ligne s'étend des sols foncés, peu réfléchissants, aux sols clairs, très réfléchissants (Caloz et Collet 2001, p. 222-224).

troisième axe est une composante susceptible de traduire en même temps l'humidité - du sol et de la végétation -, la sénescence ou le jaunissement des plantes et la turbidité des eaux (Crist et Cicone 1984 ; Crist, Laurin et Cicone 1986).

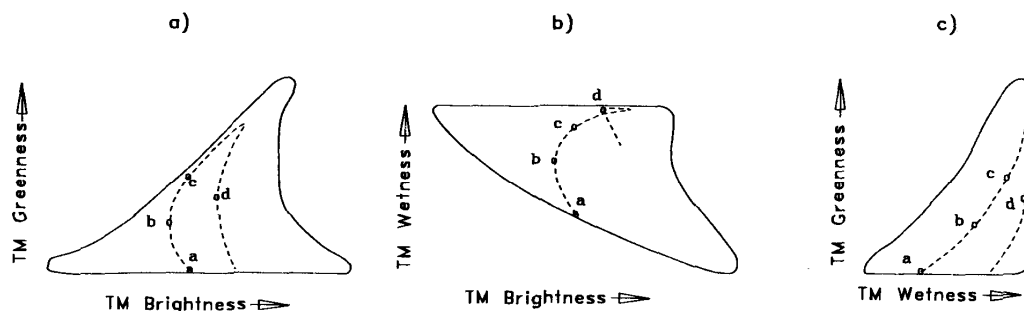


Figure 4 . Spectral Development of a Cultivated Crop. a: emergence, b: greening up, c: canopy closure, d: senescence

Figure 26. Distribution des zones cultivées dans l'espace spectral du *Tasseled cap*, et situation des différents stades de développement de la végétation (extrait de Crist, Laurin et Cicone 1986)

Le *Tasseled cap* a été initialement élaboré pour l'étude de l'évolution de la végétation, et rend compte des phases de croissance et de sénescence de celle-ci (Figure 26). Toutefois, il semble que ce traitement n'ait trouvé que peu d'applications dans le domaine du suivi agricole, mais il est couramment utilisé pour la détection des changements dans l'occupation du sol, ou dans la structure de la végétation (ex. Jin et Sader 2005). Comme le suggère la figure ci-dessous, c'est l'association de deux composantes du *Tasseled cap* qui donne les meilleures indications sur les objets étudiés ; par exemple, la projection des néo-canaux *Brightness* (TC1) et *Greenness* (TC2) permet de différencier le plus nettement les forêts de conifères de celles à feuilles caduques (Crist, Laurin et Cicone 1986). L'association entre les composantes *Brightness* (TC1) et *Wetness* (TC3) fournit des informations majeures pour l'étude des sols ; il a en effet été démontré que la relation entre ces deux néo-canaux est fortement influencée par la texture et l'humidité des sols (Crist, Laurin et Cicone 1986). Toutefois, dans un contexte ne comportant pas uniquement des sols nus, il faut relever que le troisième néo-canal qui nous intéresse plus particulièrement, *Wetness* (TC3), manifeste également une sensibilité aux variations de la végétation : par exemple, capacité à différencier forêt et végétation cultivée¹²², et à identifier les stades d'émergence et de développement de la végétation - végétation verte et marron (Crist, Laurin et Cicone 1986).

¹²² Les raisons de cette distinction pourraient être dues à une plus grande part d'ombre sur les surfaces forestières que sur les surfaces cultivées, à moins qu'il ne s'agisse de l'effet de l'opacité des troncs (Crist, Laurin et Cicone 1986).

Elaboré à partir d'observations empiriques, le *Tasseled cap* est censé être universel, c'est-à-dire utilisable dans n'importe quel endroit du globe, à n'importe quelle saison. Pourtant, si le bien-fondé, et l'utilité, de la méthode ne sont pas remis en doute, l'universalité des coefficients ne fait pas l'unanimité. Il est en effet reconnu que les résultats sont sensibles aux conditions atmosphériques et à l'angle d'illumination - l'ensoleillement -, ce qui entache leur aptitude à comparer différentes saisons, ainsi que leur compétence pour toutes les régions du globe (Campbell 1996, p. 472-475 ; Caloz et Collet 2001, p. 241-242). Il faut sur ce point mentionner que les traitements réalisés sur les images de la zone d'étude ont été effectués à partir de données converties en réflectance exo-atmosphérique*, ce qui normalise en partie l'effet de la géométrie de l'ensoleillement (Huang, Wylie, Yang *et al.* 2002).

Afin d'évaluer la pertinence de cette transformation pour le secteur étudié, la position des différents éléments de l'occupation actuelle du sol a été reportée sur le graphique de la distribution de l'image dans les deux composantes les plus adéquates pour l'étude de l'humidité : *Brightness* (TC1) et *Wetness* (TC3) (Figure 27). Les surfaces se distribuent naturellement sur l'axe TC1 selon l'intensité globale du réfléchissement, des surfaces les moins réfléchissantes, comme l'ombre, aux surfaces les plus réfléchissantes, comme les carrières de pierre. Mais il apparaît que l'intensité globale du réfléchissement joue également un rôle dans la distribution sur l'axe TC3. Ceci induit - sur ce dernier axe - une confusion entre les surfaces en eau et celles très réfléchissantes, comme les roches calcaires et les sols très clairs et/ou très caillouteux. La végétation cultivée et les surfaces boisées ou herbacées, sur l'axe de l'humidité (TC3), se distinguent moins clairement sur le graphique, car les observations sont effectuées sur la distribution de l'ensemble de l'image, ce qui "écrase" l'information propre aux secteurs de bois et de cultures dans le nuage de points. On remarque cependant que les centres de distribution d'échantillons sélectionnés de bois, herbes et cultures émergentes (points blancs de la Figure 27), présentent une distribution légèrement croissante dans les valeurs d'humidité. Les terres plantées en vigne se situent globalement plus bas, vraisemblablement parce qu'il s'agit d'une végétation ligneuse dont le bois agit comme un corps opaque - ce qui les rapproche du comportement des arbres. Les zones très érodées, elles, se situent globalement plus haut, en raison de la forte proportion de sol et substrat mis à nus - ce qui les rapproche du profil des champs non couverts de végétation.

Il apparaît donc que l'axe *Wetness* (TC3) ne peut, seul, fournir des informations directement liées à la thématique recherchée, et qu'il doit être associé à l'axe *Brightness*

(TC1) - puisque ce dernier, correspondant à l'intensité globale réfléchie, apporte des informations complémentaires sur la réflectivité des surfaces et la couverture végétale.

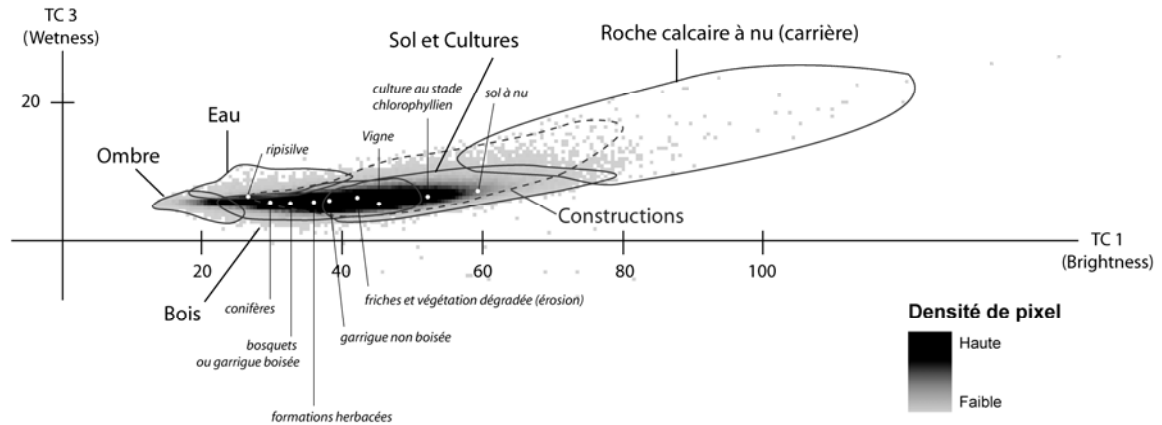


Figure 27. Distribution des différents types de surface sur les axes 1 et 3 du *Tasseled cap* (image du 08 février 2003)

Mis à part les surfaces en eau (rivières) et celles où le substrat a été mis à nu, les échantillons des différents éléments de l'occupation du sol se distribuent selon un alignement oblique, en fonction de leur degré de couverture végétale : zones boisées, végétation herbacée, végétation ligneuse éparse (garrigue dégradée, vigne...), cultures émergentes, sols nus (Figure 27). Il apparaît également qu'en plus de la structure de la végétation boisée, cette disposition rend également compte des différents types de peuplements végétaux : bois de conifères, forêt mixte et chênaies. Les constructions humaines échappent quelque peu à cette configuration, et s'étendent très largement dans l'espace spectral formé par les néo-canaux TC1 et TC3, singulièrement dans les valeurs fortes de l'axe de l'humidité (TC3). La raison principale en est que le bâti se concentre dans les agglomérations, lieux où l'on rencontre un grand nombre de types de surface aux caractéristiques très différentes - toitures, pierres, asphalté, mais également jardins, bassins, etc. Mais si l'on excepte les secteurs qui masquent les caractéristiques du milieu "naturel" - bâti, carrières de pierre et zones à l'ombre -, on peut supposer que le long de la diagonale formée par la distribution des données sur les néo-canaux TC1 et TC3, la position des pixels de l'image correspond aux différents niveaux d'humidité de tous les types de surface.

Partant de ces observations, j'ai décidé de croiser les néo-canaux TC1 et TC3 afin d'élaborer un *indice d'humidité relative*¹²³ des surfaces. Deux types de traitement ont été testés : le ratio de ces néo-canaux, et un indice de type perpendiculaire.

L'indice par ratio consiste à diviser un néo-canal par l'autre (TC1/TC3) ; il restitue une information quantitative et continue - une image - représentant le rapport entre les valeurs enregistrées par ces deux néo-canaux. On peut considérer que plus ce rapport est grand, plus la surface est sèche ; aussi, à valeur égale sur l'axe TC1, plus le TC3 augmente plus l'indice est faible - la surface est humide -, et à valeur égale sur l'axe TC3, plus le TC1 augmente plus l'indice est fort - la surface est sèche. Le problème de cet indice est que les vecteurs du ratio ne croisent pas le nuage de point de manière tout à fait appropriée (Figure 28). Il permet certes de distinguer les surfaces en eau et les roches calcaires mises à nu, cependant, la distribution des surfaces boisées ou cultivées est beaucoup plus horizontale que le ratio dans le secteur de l'espace spectral où ils se croisent. Ainsi, dans ce type de calcul, la grande majorité des pixels correspondant aux surfaces boisées obtiennent globalement des valeurs de ratio plus faibles que la majorité des pixels correspondant aux surfaces cultivées. Si la plus forte humidité des formations végétales n'a rien d'anormal en soi - puisqu'elle retient l'eau dans ses tissus -, elle introduit un biais dans l'analyse de l'espace d'étude : l'occupation actuelle du sol. On relèvera néanmoins qu'à l'intérieur des deux grandes catégories d'occupation du sol (terres cultivées / végétation boisée ou herbacées), la distribution des différents types de surfaces est plutôt bonne ; par exemple, l'alignement formé par les centres de distribution d'échantillons sélectionnés de vignes, cultures émergentes et sols nus montre une bonne correspondance avec la direction des vecteurs du ratio (points blancs Figure 28).

¹²³ L'*indice d'humidité relative* correspond aux variations du niveau d'humidité dans une image. La signification réelle, en termes d'humidité ou de sécheresse, dépend des conditions au moment de l'acquisition de l'image traitée (cf. *supra*, p. 195).

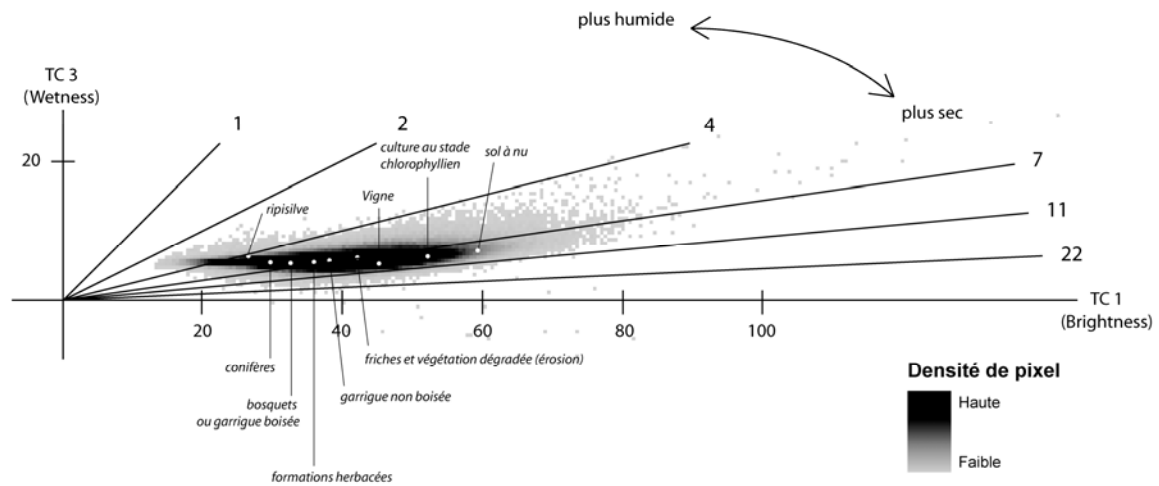


Figure 28. Effet du calcul de ratio (TC1/TC3) sur l'image du 08 février 2003 : les pixels se trouvant le long d'une ligne se voient attribuer la même valeur

Pour tenter de s'affranchir de l'effet de l'occupation du sol, j'ai adopté une autre approche pour la création d'un *indice d'humidité relative*, s'inspirant des techniques mises au point pour l'étude de la végétation en milieu aride : les *PVI (Perpendicular Vegetation Index)*. Cette catégorie d'indice de végétation, inventée par Richardson et Wiegand, permet de redéfinir les éléments de l'image - pixels - en fonction de la distance qui les sépare d'un cas type : la "droite des sols"¹²⁴ (Richardson et Wiegand 1977). J'ai repris ce concept, et l'ai adapté à un tout autre objet d'analyse ; l'indice résultant est appelé *indice d'humidité relative perpendiculaire*, par référence aux travaux de Richardson et Wiegand.

Ce type de traitement revient à ajuster la direction de l'axe de référence - et donc des valeurs d'humidité dans notre cas - en fonction d'une constante (Figure 29). Partant d'une constante correspondant à la distribution de l'ensemble de l'image dans les domaines du TC1 et du TC3, la rotation du référentiel est présumée apte à corriger la distorsion causée par l'intensité du réfléchissement global sur les valeurs de l'axe d'humidité (TC3). La fonction *PVI* qui a été adaptée pour indiquer l'humidité relative est celle élaborée par Perry et Lautenschlager en 1984 :

$$\text{indice_humidité_relative} = \frac{aTC1 - TC3 + b}{\sqrt{a^2 + 1}} \quad (\text{formule du PVI adaptée pour cette étude})$$

Elle permet de distinguer des unités présentant la même distance à la droite de régression selon qu'elles se situent d'un côté ou de l'autre de cette droite : les individus positionnés au-

¹²⁴ Dans les domaines de l'infrarouge proche et du rouge, la "droite des sols" s'étend des sols foncés, peu réfléchissants dans les bandes du rouge et de l'infrarouge proche, aux sols clairs, très réfléchissants dans ces deux domaines (Richardson et Wiegand 1977).

dessous seront dotés de valeurs négatives, tandis que ceux situés au-dessus obtiendront des valeurs positives (Perry et Lautenschlager 1984).

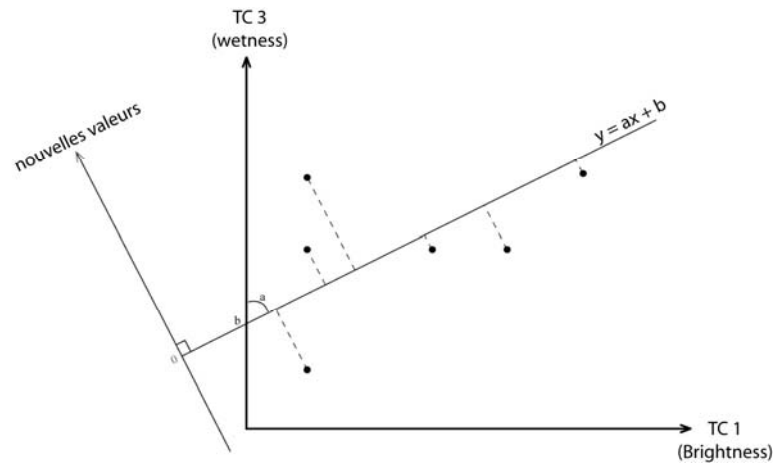


Figure 29. Schéma explicatif de l'indice d'humidité relative perpendiculaire

La constante à partir de laquelle les valeurs d'humidité sont recalculées a été déterminée par une analyse de régression effectuée entre les composantes du *Tasseled cap* relatives à l'humidité - TC3 - et au réfléchissement global des surfaces - TC1 (Figure 30). La droite de régression obtenue modélise la relation linéaire qui caractérise l'impact du réfléchissement global des surfaces dans les domaines des composantes *Wetness* (TC3) et *Brightness* (TC1). Cette ligne s'étend des surfaces faiblement réfléchissantes aux surfaces fortement réfléchissantes. Les coefficients de corrélation et de détermination de cette régression sont plutôt faibles¹²⁵. Mais il semble toutefois que la faible adéquation entre la droite de régression et la distribution du nuage de points soit essentiellement due aux surfaces masquant les caractéristiques du milieu "naturel" : les carrières de pierre et le bâti - situées en haut à droite du graphe -, et les zones à l'ombre - situées à l'extrémité gauche du graphe - (cf. Figure 27). Aussi, on peut considérer cette droite de régression comme représentative de la distribution des objets étudiés (en comparaison des Figure 27 et Figure 30). De surcroît, cette droite rend compte de la distribution type des différentes surfaces en présence, selon leur degré de couverture végétale (cf. *supra* ; et Figure 27 et Figure 30). Nous pouvons donc escompter que l'indice d'humidité relative perpendiculaire permette non seulement de corriger la distorsion causée par le réfléchissement global, mais également d'obtenir une valeur d'humidité relative normalisée, indépendante du couvert végétal.

¹²⁵ La faiblesse de ces coefficients s'explique par le fait que les deux néo-canaux sont issus d'une transformation orthogonale, et sont donc statistiquement indépendants.

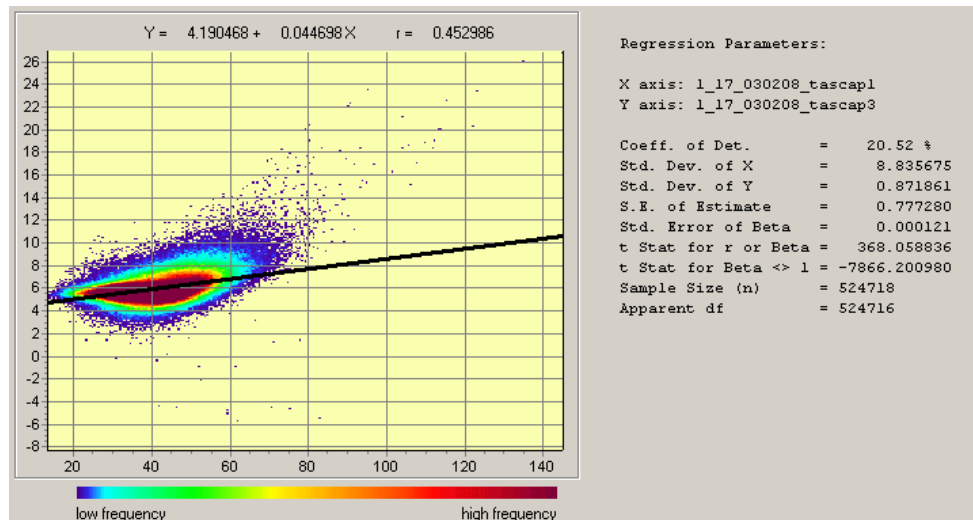


Figure 30. Calcul de régression entre les composantes *Wetness* (TC3) et *Brightness* (TC1) du *Tasseled cap* de l'image Landsat du 08 février 2003 (*Brightness* en tant que variable explicative)

Les images obtenues avec l'*indice d'humidité relative perpendiculaire* montrent en effet moins de distinction entre les formations végétales et les espaces cultivés que l'*indice d'humidité relative par ratio* (Annexe 42). Cependant, les massifs calcaires - correspondant aux terrains les plus arides - y présentent encore des taux d'humidité globalement supérieurs à ceux des zones cultivées. Il apparaît donc que les différences entre les grandes catégories de surfaces sont trop importantes, et qu'il n'y a pas de normalisation possible. Aussi, les espaces cultivés et les espaces boisés ou herbacés devront-ils être appréhendés séparément, de même que les surfaces construites, agglomérations et routes - qui correspondent généralement à de fortes valeurs d'humidité (cf. *supra* et Annexe 42).

A l'intérieur des espaces cultivés, l'*indice d'humidité relative par ratio* et l'*indice d'humidité relative perpendiculaire* ne reproduisent pas la trame des cultures ; on ne retrouve pas l'effet du degré et de l'état de la couverture végétale comme dans la troisième composante du *Tasseled cap* (*Wetness*), où les cultures émergentes et les champs dénudés obtiennent des valeurs d'humidité plus importantes que les autres stades ou types de culture - vignobles, champs "au repos", etc. (Annexe 43). Les deux *indices d'humidité relative* proposés dans cette étude produisent donc une information relativement indépendante de l'occupation du sol. De ce point de vue, ils sont plus performants que les autres indices habituellement utilisés, comme le ratio des bandes TM5 (infrarouge moyen) et TM4 (infrarouge proche) qui distingue fortement les cultures émergentes (Annexe 43). Néanmoins, les résultats présentent encore des variations locales aussi bien liées à la qualité des sols qu'à l'hétérogénéité inhérente au parcellaire - pratiques culturelles, stades phénologiques, etc. Mais, par-delà la

variété locale des valeurs des pixels, se dessinent de petits ensembles géographiques caractérisés par des tendances générales, qui peuvent être interprétés comme des *terroirs* plus ou moins humides sur l'image acquise quelques jours après un épisode pluvieux (8 février 2003), et plus ou moins secs sur l'image acquise après un long épisode sans pluies (13 août 2001).

Afin de délimiter ces phénomènes caractérisant les portions du territoire étudié de la manière la plus objective possible, j'ai choisi de recourir à un zonage par segmentation d'une image contenant deux couches : une couche correspondant à un indice d'humidité, élaboré à partir de l'image du 8 février 2003, l'autre à un indice de sécheresse, élaboré à partir de l'image du 13 août 2001. Cette segmentation repose donc sur le croisement de ces deux informations et représente un indicateur global du comportement des surfaces (Annexe 44). La méthode de segmentation consiste à sectoriser une image en plusieurs petites régions destinées à former les éléments de base pour l'analyse en lieu et place des pixels (Robin 2002, p. 226). En prenant fortement appui sur les caractéristiques texturales de l'image, ce type de méthode intègre l'information contextuelle des pixels en plus de leurs caractéristiques spectrales, ce qui permet de s'adapter à la variabilité spatiale des propriétés spectrales des classes thématiques recherchées (Caloz et Collet 2001, p. 330).

Pour cette étude, la segmentation des images a été obtenue au moyen du logiciel Envi 4.6.1 (ENVI Field Guide 2008). Ce dernier utilise une procédure issue des développements récents des procédés de segmentation d'images (stimulés par les progrès de l'imagerie médicale). La segmentation se déroule en deux étapes : l'image est d'abord divisée en petites régions¹²⁶, qui sont ensuite fusionnées selon des paramètres spatiaux et spectraux calculés sur les zones créées lors de la première étape (ENVI Field Guide 2008). Ensuite, un certain nombre d'attributs sont calculés pour chaque segment obtenu, dont des statistiques sur les valeurs de chacune des couches initiales (minimum, maximum, moyenne et écart-type), qui correspondent dans notre cas aux valeurs d'humidité et de sécheresse. Chacune des deux étapes de segmentation nécessite le choix d'un seuil à partir duquel les segments sont formés, puis agrégés ou non.

¹²⁶ Cette première étape s'effectue sur des critères texturaux, par la mise en évidence des contours à l'aide d'un filtre spécifique. L'image filtrée est ensuite divisée par la méthode de transformation *watershed* (pour plus de précisions sur cet algorithme, voir Xiaoying 2007, pour une explication visuelle du fonctionnement de la méthode de transformation d'image *watershed*, voir CMM 2010).

Pour la segmentation des portions du territoire selon leur comportement face aux conditions d'humidité et de sécheresse, le seuil de délimitation des contours a été fixé très bas afin de garder une homogénéité maximale et de ne pas corrompre l'analyse, tout en éliminant le bruit généré par les pixels isolés. Le seuil d'agrégation des premiers segments a été choisi en fonction des connaissances préalables sur le comportement des terres - dans les secteurs où nous disposons d'informations¹²⁷ (Annexe 44).

Le processus de segmentation de l'image a pour effet de pallier les difficultés que pose le clivage entre les grandes catégories de surfaces (cf. *supra*). En effet, les différents éléments du paysage présentent soit des surfaces importantes et/ou nettement distinctes de leur voisinage - espaces cultivés, espaces boisés ou herbacés, villages, routes et rivière - qui sont alors nettement délimités en segments distincts, soit de très petites surfaces - chemins, ruisseaux et bosquets isolés - qui sont alors englobées dans un large segment et ne jouent quasiment pas dans les valeurs d'humidité et de sécheresse du segment dans son ensemble (Annexe 44).

Après ce dernier traitement, il est apparu que c'est l'indicateur du comportement des surfaces réalisé à partir des *indices d'humidité relative* obtenus par la méthode de ratio qui présente la meilleure correspondance avec les informations disponibles sur les sols - fournies par deux études pédologiques inédites (cf. *supra*, p. 49-51).

En effet, les segments correspondant aux zones les plus humides de l'image de février 2003 délimitent bien la distribution des symboles ponctuels indiquant la présence d'hydromorphie sur la *Carte des caractéristiques pédologiques* de la CNARBRL (CNARBRL 1958a ; cf. *supra*, p. 51) - surtout lorsque ces derniers sont associés à la présence de niveaux marneux à moins d'un mètre de la surface, comme autour de la pointe sud-ouest du Bois de la Paillade (Annexe 45-B). Toutefois trois secteurs indiqués comme hydromorphes sur la *Carte des caractéristiques pédologiques* de la CNARBRL ne correspondent pas à un niveau d'humidité fort sur l'indice élaboré par ratio ; il faut cependant relever que ces zones bénéficient d'une situation topographique avantageuse favorable au drainage. En effet, l'image de courbure des formes de terrain¹²⁸ montre que ces secteurs présentent une

¹²⁷ Il s'agit essentiellement des informations fournies par la *Carte des caractéristiques pédologiques* (CNARBRL 1958a) ; elle indique ponctuellement la présence de surcharges en éléments grossiers (>30%), d'endohydromorphie* ou d'exohydromorphie*, ainsi que la présence de bancs rocheux, d'encroûtement ou de niveau marneux observés à l'emplacement des sondages (cf. *supra*, p. 49-51 ; Figure 1).

¹²⁸ L'image de la courbure des formes de terrain a été calculée à partir du Modèle Numérique de Terrain à 25 mètres de résolution élaboré par K. Oštir.

convexité, à la différence des autres secteurs indiqués comme hydromorphes, légèrement à fortement concaves.

Il existe d'ailleurs une bonne correspondance entre les niveaux d'humidité et la courbure des formes de terrain, sauf pour le sillon Montpezat-St-Mamert (situé dans la partie nord-est de la zone d'étude). Dans ce dernier secteur, le degré d'humidité est généralement élevé et ne présente pas non plus de correspondance directe avec la cartographie pédologique du canton de St-Mamert-du-Gard (CNARBRL 1970 ; cf. *supra*, p. 48-51) : par exemple, l'emprise des sols à texture grossière (Annexe 4 et Annexe 5 : sols F), plus drainants par nature que leurs voisins, ne se dessine pas, même lorsque ces sols se trouvent en situation topographique convexe - il en est de même pour les sols fersiallitiques à accumulation argileuse compacte (Annexe 4 et Annexe 5 : sols G). Tout au plus peut-on relever - dans un cadre d'observation plus large (Annexe 45-A) - que le niveau d'humidité sur les formations détritiques oligocènes (grès et conglomérats) semble varier en fonction de l'intensité globale du modelé. Les *terroirs* situés en milieu topographique assez mouvementé, comme toute la zone s'étendant au sud du village de St-Mamert-du-Gard, singulièrement autour de Montpezat, ou encore le secteur situé immédiatement au sud des villages de Saussines et Boisseron (Annexe 45-A), sont globalement humides. A l'inverse, les *terroirs* situés sur de vastes espaces plans, comme au nord du village de St-Mamert-du-Gard (Annexe 45-A), sont globalement secs. Peut-être faut-il en déduire que les grands glacis colluviaux sont plus favorables au drainage. Cependant, l'observation de la carte géomorphologique du Languedoc oriental - établie au 200 000^e (Fabre 1984a) - n'apporte pas de réponse décisive à cette question. Cette carte reste en effet trop imprécise et, comme nous venons de le voir, nombre de variations très localisées et de faible envergure semblent bien jouer sur la capacité de drainage des sols en contexte global de glacis, comme c'est le cas au sud du massif de Bois de la Paillade (Annexe 45-B). On peut également se demander si les fortes valeurs d'humidité obtenues dans les secteurs à topographie mouvementée ne sont pas l'effet de petites variations d'illumination affectant les valeurs moyennes d'humidité relative à l'intérieur des segments.

A l'instar des vastes glacis colluviaux de Vaunage, le bassin de Combas semble offrir un bon niveau de drainage, et ce, malgré la difficulté que représente le substrat - marnes du Bartonien (Annexe 45-B). Les zones humides se concentrent en aval du ruisseau du Brié - où se trouvent les niveaux marneux que nous avons évoqués plus haut -, et sur les zones de piedmonts, notamment le monoclinale du Bois de la Paillade propice au phénomène d'exohydromorphie (CNARBRL 1958a).

Les zones les plus sèches, obtenues avec l'image satellite acquise le 13 août 2001, présentent également des corrélations intéressantes, quoique plus complexes, avec la *Carte des caractéristiques pédologiques* de la CNARBRL (CNARBRL 1958a ; cf. *supra*, p. 49-51). Le centre du bassin marneux de Combas y apparaît comme sec (Annexe 46-B) - ce qui constitue une caractéristique des sols minces sur marnes (cf. *supra*, p. 52-53 ; CNARBRL 1958b, p. 23). La partie aval, en revanche, présente un degré de sécheresse faible en dépit des niveaux marneux et des bancs rocheux qui limitent l'épaisseur du sol en de nombreux endroits (*Carte des caractéristiques pédologiques* de la CNARBRL : CNARBRL 1958a). Cependant, on peut remarquer que les secteurs souffrant le moins de la sécheresse sont ceux-là même qui présentent par ailleurs des traces d'hydromorphie ; aussi, l'on peut supposer que l'épaisseur du colluvium* est suffisante à ces endroits pour "protéger" les sols. Les mêmes raisons peuvent être postulées pour les secteurs de piedmont situés à l'est et au nord du bassin, aménagés par des systèmes de terrasses. Selon la carte pédologique du canton de St-Mamert cependant, la partie nord du bassin de Combas comprend des sols sur cailloutis de gélifractes à éclats calcaires dont la capacité de réserve utile en eau est relativement faible (CNARBRL 1970 ; Annexe 4 et Annexe 5 : sols D). On remarque néanmoins que, sur cette carte, ce type de sol s'étend plus au sud dans la partie orientale du bassin, formant une langue étroite, et montre sur ce point un parallèle avec l'indicateur du comportement des surfaces établi à partir de l'imagerie satellitaire.

Dans la vallée de l'Aigalade et au sud du Bois de la Paillade, l'étude détaillée de la *Carte des caractéristiques pédologiques* et de la courbure des formes de terrain montre que les secteurs présentant un niveau de sécheresse important correspondent le plus souvent à une association de la convexité du terrain et de la présence de niveaux durs à moins d'un mètre de la surface - bancs rocheux ou encroûtements calcaires -, et/ou d'une surcharge en éléments grossiers en profondeur (CNARBRL 1958a ; Annexe 46-B). Ces éléments ne semblent pas intervenir lorsque la forme du terrain est concave, voire plane.

S'il peut paraître étonnant qu'aux abords du Vidourle quelques secteurs obtiennent des niveaux de sécheresse importants, il faut rappeler que la *Carte de mise en valeur* y situe également des sols "ne convenant qu'au plantes rustiques à enracinement peu profond ou peu exigeantes pendant l'été" (CNARBRL 1958a ; Annexe 4).

Comme en contexte humide, l'indicateur du comportement des surfaces en contexte sec dans le sillon Montpezat-St-Mamert ne montre aucune correspondance directe avec la cartographie pédologique du canton de St-Mamert-du-Gard (CNARBRL 1970 ; Annexe 4 et

Annexe 5) : les sols à texture grossière (sols F) et les sols fersiallitiques à accumulation argileuse compacte (sols G) ne se distinguent pas dans ce secteur qui est, globalement, doté d'un degré de sécheresse faible (Annexe 46-B).

En revanche, le niveau de sécheresse en milieu boisé est bien plus en adéquation avec cette cartographie (Annexe 46-B). Sur le relief calcaire du Bois des Lens, on distingue les sols squelettiques, très secs, situés à l'est du massif et à l'ouest du bassin de Combas (Annexe 5 : sols B-22) des sols minces, globalement un peu moins secs, situés à l'ouest du massif (Annexe 5 : sols B-3). La distinction entre ces sols repose fortement sur le substrat : les sols sur calcaires à lit marneux de l'Hauterivien sont moins superficiels que ceux sur calcaires durs en bancs massifs et épais - Urgonien (Annexe 5 ; CNARBRL 1970). Aussi, si le décrochement oriental du massif présente un profil moins sec que les autres zones assignées aux sols squelettiques (sols B-22), il faut relever que ce relief est constitué du même calcaire lacustre que le Bois de la Paillade (Ludien : Berger 1974b) - ce type de substrat pouvant porter des sols minces (sols B-3), mais aussi des sols d'érosion moyennement épais (sols C).

De manière générale, l'indicateur du comportement des surfaces montre une bonne correspondance en contexte sec avec le substrat géologique. Les calcaires à interlits de marnes de l'Hauterivien formant le pourtour de la Vaunage y apparaissent également comme des secteurs globalement secs, mais pourvus de zones où la végétation est moins sèche (Annexe 46-A ; Berger 1974b). De même en est-il des reliefs situés au nord-ouest de l'espace considéré, à l'ouest de la vallée de la Courme : les reliefs reposant sur les calcaires marneux de l'Hauterivien présentent les mêmes caractéristiques, tandis que ceux reposant sur les "marnes et calcaires" du Valanginien obtiennent des niveaux de sécheresse faibles (Annexe 46-A ; Berger 1974b). A l'inverse, les calcaires du jurassique (Kimmeridgien supérieur et Portlandien), situés au nord-ouest du bassin de Campagne, apparaissent très secs (Annexe 46-A ; Berger 1974b).

Il existe néanmoins des espaces ne répondant pas à cette configuration, comme les reliefs situés à l'est et au sud de la Vaunage (Annexe 46-A), et plus encore la zone intercalée entre le massif du Bois des Lens et son décrochement oriental, située sur les calcaires durs en bancs massifs et épais de l'Urgonien mais présentant un niveau de sécheresse faible (Annexe 46-B). Dans ce dernier secteur, cet état de fait peut cependant s'expliquer par la topographie : cette zone correspond en effet à un encaissement - dû à la jonction de failles (Berger 1974b) -, ce qui joue vraisemblablement sur l'épaisseur du sol, et par là, sur la capacité de réserve utile en eau.

Les grès et conglomérats émergeant des marnes du Bartonien, et les poudingues intercalées dans les marnes bariolées du Stampien et de l'Oligocène inférieur, présentent également des niveaux de sécheresse forts. Sur la carte pédologique du canton de St-Mamert-du-Gard, ces formations correspondent en effet à des sols peu épais sur roche meuble compacte, dont la capacité de réserve utile en eau est faible (CNARBRL 1970 ; Annexe 4 et Annexe 5 : sols A). En définitive, seuls les sols moyennement épais (sols C) - dont la capacité de réserve utile en eau est moins faible que celle des sols d'érosion - ne correspondent pas à un degré de sécheresse spécifique¹²⁹ (Annexe 46-B ; Annexe 4).

Pour finir, signalons que les formations végétales situées sur les calcaires du Tertiaire (calcaires lacustres du Ludien du massif du Bois de la Paillade, et calcaires de Pondres le long du Vidourle) résistent assez bien à un épisode sec (Annexe 46-B ; Berger 1974b). Il s'agit en effet de types de substrat pouvant porter des sols d'érosion moyennement épais (cf. Annexe 4 et Annexe 5 : sols C). En revanche, les formations végétales situées sur les formations indurées de l'Oligocène inférieur¹³⁰ et du Burdigalien inférieur¹³¹, regroupées au sud de la zone d'étude, apparaissent particulièrement sèches (Annexe 46 Z-B). Notons que, selon les informations fournies par les deux études pédologiques inédites, ces formations géologiques supportent des sols peu épais à faible capacité de rétention. Il s'agit des sols A pour l'étude pédologique du canton de St-Mamert-du-Gard (CNARBRL 1970), et des "sols bruns calcaires peu profonds de molasse burdigalienne" pour l'étude pédologique du secteur Vaunage – Haut-Service Lunel-Viel (CNARBRL 1958b). Ces secteurs ont d'ailleurs été écartés lors de la prospection pédologique de 1958 - ces sols ne présentant qu'un "faible intérêt agricole", principalement en raison de leur faible épaisseur (jamais plus de 40 cm), ne "convenant qu'aux plantes rustiques ou à enracinement peu profond" (CNARBRL 1958b).

En milieu boisé, l'indicateur du comportement des surfaces donne une image similaire en contexte humide et contexte sec : les zones relativement plus sèches sont les mêmes dans les deux cas, et il en est de même pour les zones relativement plus humides. Cette adéquation semble logique puisque les différenciations géographiques mises en évidence sont de toute évidence liées aux variations de l'épaisseur du sol, dans un contexte qui présente globalement

¹²⁹ Notons que selon la carte pédologique du canton de St-Mamert-du-Gard, ces sols ne couvrent que de faibles surfaces dans l'ensemble paysager des reliefs calcaires (Annexe 3. Carte de présentation de la zone d'étude : géologie

Annexe 4 ; CNARBRL 1970).

¹³⁰ Conglomérat de St-Drézery, et Poudingues intercalés dans les marnes bariolées.

¹³¹ Molasse calcaréo-gréseuse.

des sols minces. Aussi, en condition humide comme en condition sèche, la quantité d'eau dans les feuilles est directement liée à la quantité d'eau disponible.

Pour conclure, la comparaison de l'indicateur du comportement des surfaces avec les autres sources d'information à disposition me semble valider la démarche. Certes, le zonage obtenu ne suit pas la cartographie établie lors de la prospection pédologique préalable du canton de Saint-Mamert (CNARBRL 1970), mais il présente cependant, de fortes correspondances avec celle de l'étude pédologique du secteur Vaunage – Haut-Service Lunel-Viel, réalisée à plus grande échelle et orientée sur l'évaluation des potentialités des sols pour la culture irriguée (CNARBRL 1958b). Il faut relever que cette correspondance ne concerne que les éléments cartographiques ponctuels indiqués sur la *Carte des caractéristiques pédologiques*, et non avec les plages définies par les auteurs sur la *Carte des caractéristiques pédologiques* et la *Carte de mise en valeur*. Il apparaît donc que l'indicateur du comportement des surfaces face aux conditions d'humidité et de sécheresse est à même d'exprimer les variations locales des terrains, liées à des situations particulières, mais qui restent néanmoins des caractéristiques agronomiques importantes. Ces variations localisées ne sont généralement pas reportées sur les cartes pédologiques, car elles ne correspondent pas à un type de sol spécifique défini par un système pédologique*, mais sont plutôt mentionnées dans la description de la typologie où l'on indique que les sols de telle classe peuvent être localement hydromorphes, encombrés d'éléments grossiers, etc.

On aura remarqué que les *indices d'humidité relative* obtenus par télédétection réagissent plus à une combinaison des critères indiqués sur la *Carte des caractéristiques pédologiques* de la CNARBRL - défavorables ou favorables - qu'à une catégorie particulière de facteurs limitants. Il en est de même dans les secteurs ne bénéficiant pas de la couverture de l'étude pédologique du secteur Vaunage – Haut-Service Lunel-Viel ; les indices y correspondent à des différences liées au substrat géologique autant qu'aux variations topographiques.

Pour la suite de l'étude, je considérerai donc que l'indicateur obtenu à partir du traitement de deux images satellites Landsat rend bien compte du comportement des terrains face aux conditions d'humidité et de sécheresse. Il prend en compte des facteurs qui ne sont pas intégrés dans les autres composantes mises en œuvre pour la reconstitution des *terroirs* (cf. *supra*, p. 183-184) : les tendances à l'hydromorphie, les conditions topographiques locales (la courbure du terrain) et peut-être également des obstacles limitant l'épaisseur des

sols. Ceci dit nous garderons en mémoire les incertitudes concernant le secteur du sillon Montpezat-St-Mamert : l'indicateur du comportement des surfaces n'y présente pas vraiment de correspondance avec la documentation auxiliaire utilisée. Ce secteur pourrait être mal défini par l'indicateur du comportement des surfaces.

A partir de l'indicateur du comportement des surfaces, l'espace d'étude a été classé en sept ensembles (Annexe 48) : quatre classes pour les zones cultivées, deux classes pour les zones boisées ou herbacées, et une classe pour les surfaces qui masquent les caractéristiques du milieu - le bâti, certaines routes et les zones ombragées¹³². Cette classification repose sur le comportement des surfaces en condition humide et en condition sèche. Chacun de ces deux critères étant divisé en deux niveaux - sensibilité vs bon comportement -, on obtient quatre types de comportement possible : un bon comportement dans les deux conditions, une sensibilité à l'humidité évoquant des problèmes de drainage, une sensibilité à la sécheresse des terrains pourvus de trop faibles réserves utiles en eau, et une sensibilité à l'humidité et à la sécheresse. Pour chacun des deux critères, les seuils séparant "sensibilité" et "bon comportement" ont été déterminés à partir des comparaisons faites avec les autres sources d'information disponibles (commentées *supra*).

Les espaces boisés et herbacés ne comportent que deux classes car l'indicateur y délimite les mêmes espaces en contexte humide et en contexte sec (cf. *supra*). Il a été choisi de ne pas regrouper les surfaces cultivées et les surfaces boisées et herbacées sur les critères d'humidité et de sécheresse relative. D'abord, parce que seul le comportement en condition de sécheresse a pu être appréhendé de manière satisfaisante. Si l'indicateur du comportement des surfaces donne de bons résultats relatifs à la quantité d'eau disponible, il reste difficile de juger des éventuelles tendances à l'hydromorphie dans un milieu où la végétation est très dense et assez peu réactive (végétation xérophile). Ensuite, parce que les différences entre ces deux grandes catégories de surfaces sont très importantes et n'autorisent pas à considérer les classes de sécheresse comme équivalentes pour les deux types de milieu. Aussi, il a semblé préférable de considérer les espaces cultivés et les espaces boisés ou herbacés séparément.

¹³² La classe "sans information" a été assignée manuellement. Une zone a été considérée comme masquée par l'ombre lorsque 40% ou plus de la surface du segment correspond à un très faible niveau d'insolation.

3.1.2.2 Paysage actuel et paysage passé

L'étude pédologique du secteur Vaunage – Haut-Service Lunel-Viel a mis en évidence la présence de sols témoignant d'anciens marécages : les "sols à hydromorphie originelle", rencontrés à l'emplacement de deux sondages (cf. *supra*, p. 52 et Annexe 4). Ces formations palustres fossiles ont été anciennement drainées, mais présentent encore aujourd'hui une tendance à l'hydromorphie (CNARBRL 1958a). Il apparaît que l'information fournie par ces sondages peut être étendue à l'ensemble du segment de l'indice d'humidité¹³³ extrait par télédétection (Annexe 49). En effet, cette zone, définie par un niveau d'humidité relativement constant, délimite un système parcellaire nettement différencié des secteurs voisins : son organisation résulte clairement du drainage de ce terrain, avec des champs aux formes irrégulières associés à des fossés périodiquement en eau qui alimentent aujourd'hui le ruisseau de l'Aigalade. La fonction de ces cours d'eau intermittents au tracé peu naturel est d'ailleurs bien évoquée par la toponymie : Valat de Faysse¹³⁴.

Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas possible de dater l'aménagement de cet espace, qui ne porte pas de sites archéologiques. L'utilisation de ces sols noirs (cf. Annexe 41, n° 7890) semble très peu probable avant la période romaine. Certes, la mise en culture dès l'Âge du Fer des terrains lourds, et mal drainés naturellement, est attestée en Vaunage, notamment par des épandages agraires (Nuninger 2002, notamment p. 181-182). Toutefois, durant le second Âge du Fer, la zone d'étude présente un contexte très différent de celui de la microrégion voisine : d'une part, elle est très éloignée des vastes habitats protohistoriques, d'autre part, les modalités de l'occupation du sol y suggèrent plutôt une activité pastorale qui n'engendre que de petites installations temporaires (cf. *supra*, p. 135-136 et 149-150). Outre un très petit établissement du Ve s. av. n. è. (n° 436), on trouve quelques installations antiques dans les alentours immédiats de l'ancien marais (Annexe 49).

¹³³ Il s'agit de la segmentation du ratio du *Tasseled cap* de l'image acquise le 8 février 2003 (cf. section précédente).

¹³⁴ "Valat" signifie "fossé", "tranchée" ou "vallée" en occitan. L. Alibert donne deux formes : "fossé" et "vallée" (Alibert 1977), mais l'on trouve plus souvent la traduction "fossé" dans les dictionnaires occitan-français en ligne. Pour l'abbé de Sauvage, "valat" désigne un ruisseau entre deux collines (un ravin lorsque c'est une ravine qui l'a creusé) ou une "tranchée" faite de main d'homme pour donner un écoulement aux eaux (Boissier de Sauvages 1756). Dans son usage actuel, le terme "faysse" désigne une bande de terre soutenue par une terrasse (Mistral 1878) ; toutefois, si la notion de bande de terre est admise, celle d'étagement en gradins ne serait apparue qu'assez tardivement (Rouvière 2000). Pour P. Blanchemanche, les "faïsses" dont il est fait état au bord de l'étang de Manguio dans le compoix de 1653 ne correspondent pas à des terrasses mais à des parcelles de marais en cours d'assèchement par un système de canaux et de saignées découpant les terres en plusieurs lanières surélevées (Blanchemanche 1986, p. 73, note 2).

L'occupation effective du secteur ne semble intervenir qu'au Ier s. de n. è. Les établissements du Ier s. de n. è. - Les Bruyères III (n° 428), Serre des Bruyères I (n° 429) et Mas d'Aubas I A (n° 411) qui sera réoccupé au IVe s. de n. è. - sont localisés dans la vallée de l'Aigalade, à l'est de la zone où nous situons l'ancien marais, dans un secteur caractérisé par un changement d'orientation de la faible déclivité du terrain. Les établissements occupés uniquement au Ier s. de n. è. semblent s'y inscrire dans un système parcellaire orienté à partir de deux chemins qui se croisent perpendiculairement (N35°W), et qui est donc nettement différent de celui engendré par l'assèchement du marais. Le petit établissement situé au sud (n° 422) est installé sur la crête de Serre de Sioure, organisée par un système de très petites parcelles, et ne semble pas devoir être mis en relation avec l'occupation des zones basses.

Les créations plus tardives - La Plaine I (n° 434) et Sabatier I (n° 435) - se situent sur le glacis du massif du Bois de la Paillade, en limite de la zone humide. Le système parcellaire y est adapté à la topographie : les pentes les plus fortes supportent de très petites parcelles, aujourd'hui utilisées pour la culture des oliviers, tandis que la taille des champs est un peu plus importante lorsque l'inclinaison se fait plus douce. L'orientation de la pente est également suivie par les dessertes viaires. Il est à noter que la petite installation de La Plaine I (n° 434) constitue l'unique création d'établissement du IIIe s. de n. è., ce qui dénote un certain investissement dans cette zone à cette époque. Ces situations, à proximité immédiate de l'ancien marais, ne présagent pas de son aménagement à l'époque tardo-antique, mais laissent envisager une utilisation de cet espace.

L'étude des voies de communication peut apporter quelques éléments au dossier. On peut supposer que le marécage posait des difficultés importantes pour les déplacements et l'implantation de voies de passage. Plusieurs tracés reconnus par carto-interprétation et présumés antiques traversent le secteur (cf. *infra*, p. 252-254 et Annexe 65). Leur rapport avec la morphologie agraire invite à proposer deux systèmes viaires différents (Annexe 49). Le premier comprend la voie G et la voie I-c, qui influencent l'orientation du parcellaire au sud et au nord de leur croisement, en bordure ouest de la voie G, et peut-être également à l'est du croisement où l'on retrouve quelques segments - après Mas d'Aubas I (n° 411-412). Si la voie G longe la zone où nous situons l'ancien marais, la voie I-c en recoupe l'extrémité nord-est. Le second système est constitué des voies L et I-b, qui influence le parcellaire à leur croisement. Si la voie I-b passe à l'est de la zone sensible, la voie L la traverse de part en part,

et adopte un tracé en lignes brisées qui a, de toute évidence, dû s'adapter au réseau parcellaire issu du drainage de l'ancien marais - et qui lui est donc postérieur.

Ces axes de communication sont cependant très difficiles à situer dans le temps (cf. *infra*, p. 252-254). La voie L est un axe de communication antique bien attesté en Vaunage, notamment à son passage au pied de la colline de Mauressip, mais la chronologie de la section ouest, reconnue uniquement par carto-interprétation, est plus délicate (cf. Annexe 66). Cette section pourrait être un embranchement relativement tardif car elle paraît mieux desservir le semis d'établissements tardo-antiques que celui des périodes précédentes. Néanmoins la relation aux sites archéologiques ne constitue pas un indice très fiable, surtout s'il s'agissait d'une voie de communication d'ordre supra-local¹³⁵, et pour lequel d'importants travaux d'aménagement ont pu être consentis. On relèvera à ce propos que dans sa section vaunageole, la voie L était établie en remblai au bord d'une terrasse artificielle datée de l'époque augustéenne, afin de remédier aux contraintes de pente et d'érosion (cf. Annexe 66).

Les voies G et I-c présentent de fortes présomptions d'origine antique, mais ces dernières sont également basées sur une logique d'analyse régressive sur laquelle il est difficile de s'appuyer (cf. *infra*, p. 252-254). La voie I-b semble plus tardive que ces deux axes dans la mesure où elle recoupe le parcellaire guidé par le croisement des voies G et I-c. Par ailleurs, la voie I-b, par son itinéraire¹³⁶ et ses points de passage, évoque un axe de l'époque médiévale. Notons qu'à son passage dans le secteur qui nous occupe, cette voie ne fait aucun cas du site du Mas du Fort, occupé de l'Antiquité et début du Moyen Âge (Annexe 8 et Annexe 6, n° 416-417).

En l'état actuel de nos connaissances sur le réseau de communication, il n'est pas possible de poser une hypothèse solide quant à la chronologie relative de la ou des phase(s) d'aménagement de l'ancien marais, d'autant que la morphologie agraire est fortement liée à l'orientation de la déclivité du terrain dans ce secteur. A partir des observations faites ci-dessus, les scénarios envisageables sont multiples : nous n'en présenterons que quelques-uns. L'assainissement de l'ancien marais a pu être relativement précoce, et autoriser le passage de la voie I-c et/ou l'aménagement des terres situées au nord du croisement des voies G et I-c, selon le système orienté N 35° W. L'assèchement de tout ou partie du marais a pu être réalisé

¹³⁵ N'ayant pas pour fonction de relier l'ensemble des points de peuplement, mais uniquement les plus importants. Sur cette question voir *infra*, p. 252-252.

¹³⁶ Il s'agit de la draille de Psalmodi au Bois des Lens.

au moment de la mise en place du système orienté N 35° W - mais dont l'efficacité devient limitée lorsque l'inclinaison du terrain prend une direction nord-sud. Aussi l'on peut également envisager que l'aménagement du secteur qui nous occupe ait été effectué à partir de deux systèmes agraires contemporains, mais différents, répondant aux conditions topographiques. Enfin, il est possible que l'assèchement des parties centrale et occidentale de l'ancien marais soit plus tardif que celui de la partie orientale ; ce qui peut dénoter soit une avancée sur les terres humides, soit une remise en état des *terroirs* suite à une dégradation des conditions de drainage - dues à un relâchement de l'entretien du système de drainage ou à un changement des conditions climatiques. Dans cette optique, on peut aussi envisager que la mise en culture de l'ensemble du secteur, notamment des pentes alentours, ait aggravé les caractéristiques édaphiques de cette zone et provoqué le développement du marais. En effet, les phénomènes d'érosion et accumulation, stimulés par la mise en culture des versants et des zones hautes, peuvent provoquer le colmatage des évacuations et la stagnation des eaux (Leveau, Sillières et Vallat 1993, p. 254). Ces divers scénarios ne s'excluent pas mutuellement, et l'on peut envisager que plusieurs opérations d'assainissement se soient succédées.

Il est tentant d'associer le système orienté N 35° W avec l'aménagement de l'espace agricole au début de notre ère, en raison de son harmonie avec les établissements du Ier s. de n. è. Dans ce cas, un hypothétique assainissement plus précoce du marais pourrait être lié au passage d'une voie d'importance (la voie L), et un assèchement tardif des parties occidentale et centrale éventuellement intervenir durant le Bas Empire, période où l'on observe l'installation d'établissements en limite de ce dernier secteur. Les établissements du début de l'Antiquité n'ont d'ailleurs qu'une durée d'occupation très courte qui laisse envisager un délaissement de la zone ou un changement des modes d'exploitation à partir du IIe s. de n. è., ce qui s'accorderait assez bien avec une entreprise de remise en état au Bas Empire. A moins qu'une mise en culture des versants du Bois de la Paillade, au nord, durant le Bas Empire ait eu pour conséquence d'emballer la morphogénèse et de développer ou redévelopper le marais.

Des hypothèses séduisantes mais qui achoppent toutefois sur un point, à savoir l'épineux problème de la datation des systèmes parcellaires à partir des gisements archéologiques ; ce problème se pose pour la morphologie agricole comme pour les trames parcellaires (Favory 1997, p. 105). Il faut en outre rester prudent et considérer que l'aménagement de cet espace a pu être postérieur aux époques considérées, et que les établissements antiques s'inséraient peut-être dans un paysage complètement différent de celui qui s'offre à nos yeux aujourd'hui.

Le Moyen Âge et/ou l'époque moderne ont également pu jouer un rôle majeur dans la formation du parcellaire actuel, tout en s'appuyant sur des morphogènes* probablement anciens. Par exemple, même si l'organisation du système orienté N 35° W s'appuie sur une voie d'origine romaine, cela ne signifie pas pour autant que cette phase d'aménagement a suivi de près l'établissement de la voie, elle peut être bien postérieure puisque cette voie structure le paysage encore aujourd'hui. Aussi l'histoire de ce secteur se réduit pour l'instant à des conjectures et gagnerait beaucoup à être examinée de manière plus approfondie, par une étude fouillée des voies de communication, mais surtout une campagne de prospection orientée sur l'enregistrement des vestiges hors-site. Cette dernière pourrait en effet être en mesure d'apporter des indices sur la ou les périodes de mise en valeur de ces sols noirs dotés d'une très bonne structure et qui peuvent convenir à une large gamme de cultures s'ils sont bien assainis (CNARBRL 1958b, p. 23).

Cet exemple montre que le traitement de l'imagerie satellitaire est une source d'information prometteuse pour l'étude des paysages, pas uniquement comme source pour l'étude de centuriations sur de vastes espaces, mais également comme outil d'analyse des *terroirs* et de leur évolution. Cet aspect de la télédétection pourrait être intégré avec profit à l'archéologie du paysage. L'analyse du comportement des surfaces par télédétection, telle qu'elle est proposée dans cette étude, permet de faire quelques observations intéressantes, mais ne constitue qu'un essai et ne fonde pas une méthode éprouvée. Aussi, il convient de présenter les variations observées entre les différents indices élaborés ci-dessus.

Si l'indice d'humidité permet de proposer une délimitation cohérente de l'ancien marais, l'indicateur global, qui confronte le comportement des surfaces face aux conditions d'humidité et de sécheresse, apporte des informations supplémentaires qui révèlent des dissemblances à l'intérieur de cet espace (Annexe 50). La prise en compte du niveau de sécheresse produit une segmentation un peu différente de celle produite par l'indice d'humidité seul : le secteur où nous situons l'ancien marais se trouve subdivisé en trois zones, et celle située à l'est, légèrement plus sèche que les deux autres, est modifiée comme suit. Les terres les plus sèches de l'ancien marais sont alors apparentées aux terrains mieux drainés, mais dont la capacité de réserve en eau est faible : elles sont donc exclues de la zone humide (Annexe 49). Et les terrains dont la capacité de réserve en eau est meilleure, mais qui sont très légèrement moins bien drainés en condition humide, se trouvent associés au segment oriental

de l'ancien marais, formant ainsi une continuité entre cet espace et les terrains relativement humides situés de l'autre côté de l'Aigalade.

Les raisons de ces variations ne sont pas encore déterminées et probablement multiples. On évoquera la situation des différents segments dans la toposéquence du ou des système(s) pédologique(s)*, responsable de la distribution latérale des horizons (Poupet 1999, p. 95-98). La situation topographique des sols induit des différences dans l'épaisseur des horizons, des apports colluviaux ou alluviaux plus ou moins importants, voire la présence d'éléments grossiers en profondeur ou à la surface. La morphologie agraire peut également jouer un rôle important dans les caractéristiques des *terroirs* : la structure agraire (dont le parcellaire) a un impact sur les réponses aux phénomènes naturels de morphogénèse (Boissinot 2000). On évoquera par exemple le rôle des corridors en creux (fossés), qui peuvent constituer localement des zones d'accrétion des sédiments (Boissinot 2000). Et, plus généralement, on peut considérer que la forme du parcellaire témoigne des aménagements entrepris par l'homme (drainage, irrigation, construction de terrasses), récemment ou anciennement, qui influent sur les caractéristiques actuelles des *terroirs*. Par ailleurs, la construction de canaux peut avoir une influence sur le niveau de la nappe phréatique : les terrains deviennent plus sensibles à la sécheresse. Ceci amène à s'interroger sur le rôle des aménagements anciens dans les différences observées à l'intérieur de l'ancien marais ; une question intéressante, mais qui dépasse largement le cadre de cette étude.

Cette courte présentation rappelle que la question de l'évolution du milieu, déjà discutée plus haut (cf. *supra*, p. 180-181), constitue un écueil pour l'étude de l'occupation du sol aux époques passées. Et l'on peut bien sûr se demander dans quelle mesure on peut utiliser les informations sur l'humidité et la sécheresse relative des terrains actuels pour analyser la trame du peuplement antique. Le problème de l'évolution des sols se pose à toute étude archéologique régionale ou micro-régionale sans que l'on ait encore les moyens de pallier ces difficultés. Rappelons que ce qui nous importe avant tout est d'appréhender les évolutions qui ont une influence sur les caractéristiques agrologiques des terrains. Nous nous situons dans un contexte topographique - et morpho-sédimentaire - globalement stable au regard de l'échelle de temps considérée, ce qui permet de situer approximativement les zones potentiellement plus sujettes aux changements que d'autres et, dans une certaine mesure, la nature des changements potentiels et les aménagements nécessaires à une mise en valeur.

Nous supposerons donc qu'il est possible d'utiliser l'information fournie par l'indicateur du comportement des surfaces, et ce pour deux raisons essentielles. D'une part, parce que cette information sera croisée avec les autres descripteurs des *terroirs* - incluant notamment la topographie et la géologie -, ce qui permet de prendre en compte cet indicateur dans son contexte. D'autre part, en prenant appui sur l'exemple présenté ci-dessus, on supposera que le type de contrainte exercée par ces terrains aux époques anciennes est encore bien représenté par l'indicateur : l'hydromorphie a changé dans son intensité, mais relativement peu dans son ampleur spatiale. Les variations observées entre l'indice d'humidité et l'indicateur global ne concernent le secteur qu'à la marge, et nous supposerons donc que l'indicateur rend assez bien compte du comportement des différents terrains à l'échelle de la zone d'étude.

3.1.2.3 Indicateur du comportement des surfaces et peuplement antique

Bien que l'indicateur du comportement des sols face aux conditions d'humidité et de sécheresse ne soit qu'une des diverses composantes envisagées pour la reconstitution des *terroirs*, il n'est pas dénué d'intérêt de faire d'ores et déjà quelques observations préliminaires concernant la distribution des sites par rapport aux différentes classes d'environnement (Annexe 51 et Annexe 52). Pour cette première confrontation des données archéologiques et géographiques, l'objectif est simplement de voir si l'on observe quelques tendances générales. Aussi, il n'est pas encore question d'étudier précisément la distribution de l'ensemble des sites archéologiques, mais de faire une comparaison entre l'indicateur du comportement des terrains et les modes d'évolution de l'occupation du sol tels qu'ils ont été définis *supra* (p. 161).

On remarque d'emblée que les sols les plus aisés à travailler - ceux présentant un bon comportement face à l'humidité et à la sécheresse - ne correspondent pas à un mode d'évolution particulier. Les zones à occupation longue, intuitivement attendues sur ces types de sol, ne coïncident pas systématiquement avec cette catégorie. Si, dans certains cas, les établissements de ces secteurs se situent à proximité de grandes zones présentant un bon comportement, dans d'autres, cette plage de sols est plus éloignée ou très restreinte, voire quasi inexistante, et les établissements sont installés dans un environnement sensible à l'humidité, à la sécheresse ou aux deux. L'existence d'occupations durables dans des contextes plutôt difficiles, notamment lorsque les terrains souffrent de la sécheresse ou présentent un mauvais comportement général, invitent à envisager, pour les périodes anciennes, soit de meilleures conditions qu'actuellement - dues à d'anciens travaux de mise en

valeur -, soit des choix d'implantation qui ne résident pas principalement sur la qualité des terres. On peut néanmoins noter que, dans certains secteurs, une correspondance semble pouvoir être établie : c'est le cas dans le nord du bassin de Combas où l'ensemble des établissements délimitant la zone d'occupation durable sont répartis autour des sols les plus aisés, tandis que la zone d'instabilité correspond à une mosaïque de terrains où les sols à bon comportement sont très faiblement représentés.

Par ailleurs, on remarque que l'occupation de ces sols n'a pas été réalisée en première instance, dès le début de l'Antiquité : certaines plages ne correspondent qu'à des installations de l'époque tardo-antique. Ce cas de figure reflète peut-être une amélioration de la qualité des sols sous l'effet des actions anthropiques passées. Mais l'on peut envisager d'autres raisons que les transformations du sol pour expliquer l'occupation de nouveaux espaces à un moment donné de l'évolution du peuplement. L'installation d'établissements sur de nouvelles terres n'est vraisemblablement pas uniquement régie par les qualités des sols et peut tout aussi bien répondre à des changements dans les stratégies d'occupation du sol, ayant pour conséquence l'investissement de secteurs à certains moments et non à d'autres¹³⁷ - peut-être en relation avec des mutations territoriales. C'est ce que suggère par exemple l'évolution des densités qui montre un déplacement progressif de l'épicentre de densité, lié à l'investissement de la partie est du secteur d'étude à l'époque tardo-antique.

Quoi qu'il en soit, on remarque que, de manière générale, il n'y a pas à première vue de rapport évident entre les différentes classes de comportement des terrains et la succession des phases d'occupation de la zone d'étude. A l'exception - peut-être - d'une propension à s'implanter en milieu aride (végétation très sèche) plus forte au Ier s. av. n. è. Toutefois, cette tendance repose uniquement sur les implantations du secteur du Bois des Lens, dont les ressources dépassent largement le cadre des pratiques agro-pastorales (cf. *supra*, p. 58-62 et 165-167).

Plus significative est la position préférentielle des établissements en limite de classe de sol. Cette remarque s'applique plus particulièrement aux sols marqués par un faible niveau de drainage. Il s'agit pourtant d'une catégorie d'environnement largement répartie, sous forme de grandes plages. Ceci fait que les sols à tendance humide constituent souvent des espaces "vides" : les sites sont implantés en bordure, préférentiellement sur les terrains secs. Il semble

¹³⁷ Soit que ces secteurs sont nouvellement exploités, soit qu'ils sont exploités différemment et nécessitent la création d'établissements.

logique que, pour l'emplacement des établissements, on ait évité les zones humides, et préféré établir les constructions sur des terrains sains, quitte à ce que ces derniers soient secs. Il n'est pas là question d'agriculture. De même, les sols à bon comportement, sans être évités, sont rarement le support direct des installations, les établissements occupant plutôt le pourtour de ces *terroirs*. Ces situations répondent également à une logique d'emplacement rationnelle : puisqu'on ne cultive pas le sol sous une construction, on ne s'implante pas sur les meilleurs sols mais à proximité.

Mais la tendance qui semble la plus intéressante est celle relative aux espaces "remis en service". Ces espaces connaissent deux périodes d'occupation courtes et déconnectées : aux Ier s. av. n. è. et Ier s. de n. è., puis au IVe-Ve s. de n. è. Ils sont donc caractérisés par la réoccupation d'un site ou par la proximité entre de nouvelles installations et d'anciens points d'occupation, ce qui laisse envisager un retour aux anciens modes d'utilisation des terres environnantes (cf. *supra*, p. 161-164). Les secteurs à occupation épisodique répétée montrent une bonne correspondance avec les types de sols les plus difficiles : les sols sensibles à la sécheresse situés au sud-ouest de la zone d'étude, et les sols sensibles à l'humidité autant qu'à la sécheresse situés au piedmont nord du massif de la Paillade, dans le secteur sud-est et le long du cours moyen de l'Aigalade.

Cette corrélation invite à revenir sur les interprétations proposées précédemment pour les espaces "remis en service", qui suggéraient que le phénomène de réoccupation signale des situations géographiques soit attractives, soit n'ayant pas incité beaucoup d'investissements (cf. *supra*, p. 162-163). On peut en effet douter que ces terrains soient particulièrement attractifs pour les unités d'exploitation. En outre, il semble plutôt s'agir de secteurs nécessitant un investissement particulier, réclamant l'installation et l'entretien d'aménagements pour la mise en valeur - systèmes de drainage et d'adduction d'eau notamment. Dans cette optique, on peut concevoir que la ou les phase(s) d'aménagement se traduise(nt) par la création de sites.

Ce point de vue est conforté par le fait que ces espaces supportent les plus modestes établissements de chacune des séquences chronologiques considérées (cf. *supra*, p. 163-164). Ces petites installations peuvent aussi bien correspondre à de petites fermes qu'à des *loci* techniques, locaux et aires spécialisés, en d'autres termes à des annexes agraires (cf. *supra*, p. 91-95 et 110-118) - particulièrement durant les premières séquences d'occupation, durant le

Ier s. av. n. è. et le Ier s. de n. è., où l'on trouve des installations de classes 1, 2 ou 3 essentiellement (cf. *supra*, p. 146-164). Par ailleurs, rappelons que quelques exemples fouillés conduisent à envisager que certains petits gisements archéologiques puissent n'être que de "simples" artefacts laissés par l'aménagement de l'espace agraire (cf. *supra*, p. 66, 114, 118 et 122). Il serait fallacieux d'apposer cette interprétation à la plupart des établissements du secteur, mais c'est dans ce sens que peut être entendue la forte présence d'indices de sites dans les espaces "remis en service" du quart sud-est de la zone d'étude (cf. *supra*, p. 161-164). Ces indices pourraient en effet témoigner d'un fort impact anthropique sur ces espaces et correspondre à des résidus d'installation (au Ier s. av. n. è. et au Ier s. de n. è.), de comblement (après le Ier s. de n. è.) ou de dégagement des structures enfouies (à la fin du IVe et au début du Ve s. de n. è.). On y note, en effet, une bonne corrélation entre les indices de site et les sols les plus difficiles, notamment ceux sensibles à l'humidité et à la sécheresse (Annexe 52).

Pour ces raisons, la concordance entre le caractère épisodique de l'occupation et les fortes contraintes du milieu conduit à y envisager très sérieusement une phase "pionnière" de mise en valeur des *terroirs* durant les premiers temps de l'époque romaine - c'est-à-dire une étape de préparation et de construction des *terroirs* agricoles -, suivie d'une phase de remise en état de ces *terroirs* au début de l'Antiquité tardive¹³⁸. Cette interprétation suppose une phase de relâchement ou un arrêt de l'entretien des structures de drainage et/ou d'adduction d'eau entre temps : au IIe et/ou IIIe s. de n. è.

Pour finir, si l'on considère les espaces n'ayant pas fait l'objet d'installations de site durant l'Antiquité, on trouve en premier lieu les surfaces boisées - vraisemblablement en raison des conditions de lisibilité. Les vestiges connus dans ces types de milieu ont été, pour l'essentiel, découverts lors de prospections réalisées à la suite d'incendies, ou se situent à proximité de chemins d'exploitation. Et c'est peut-être en raison de la densité du couvert

¹³⁸ L'usage du terme "pionnier" a ici été choisi en référence au point de vue développé par l'équipe *Archaeomedes I* (cf. *supra*, p. 39-40) ; c'est surtout l'acception de "moments clefs de l'évolution des systèmes de peuplement", d'"étapes de préparation et de construction, des *terroirs* agricoles" (Raynaud 2003, p. 289) qui est à retenir ici. Il qualifie l'occupation de l'espace par des installations sommaires et éphémères qui ne sont pas conçues pour durer. Le concept appelle bien sûr l'idée d'un processus de mise en valeur des terres vides ou peu peuplées. Il faut donc préciser qu'il n'est utilisé ici que pour suggérer que la situation préalable à la phase "pionnière" coïncidait avec un degré 0 d'anthropisation : entre un espace tout à fait vierge et une mise en valeur comportant d'importants travaux comme le rééquilibrage hydrique des sols, il existe quantités de modes d'utilisation des *terroirs* impliquant divers degrés d'anthropisation.

végétal que la catégorie de surfaces boisées - qui présente le meilleur comportement à la sécheresse - paraît assez peu investie en regard des espaces les plus arides.

Malgré tout, il semble significatif que les établissements repérés dans ce type de milieu soient essentiellement des créations du Ier s. av. n. è. Une bonne partie d'entre eux se situent néanmoins dans le Bois des Lens, un secteur qui dispose de ressources minérales et minières non négligeables (cf. *supra*, p. 58-62). Rappelons à ce propos qu'une partie de ces établissements présentent des traces d'artisanat du fer et de l'argile (cf. *supra*, p. 151-153). Mais le secteur comprend également les établissements les plus imposants de la période, notamment le site de Prouvessa (n° 332), un habitat relativement étendu qui nécessitait vraisemblablement des terres cultivables à proximité. Aussi, peut-être faut-il envisager que la zone d'encaissement située directement à l'est de ce dernier, et caractérisée par une végétation qui supporte mieux la sécheresse que le reste du massif, ait été mise en culture à l'époque considérée. On remarque d'ailleurs que cette zone comprend le signe d'occupation le plus durable de tout le secteur : un puits installé au pied du site de Prouvessa (Prouvessa III, n° 10 037).

Dans les zones actuellement mises en culture, les secteurs éloignés des établissements archéologiques ne coïncident pas systématiquement avec un type de sols en particulier. Comme pour les zones occupées durablement, la question devra être reconsidérée en fonction des interactions entre l'indicateur du comportement des surfaces et les autres composantes des *contextes géographiques* (cf. ci-dessous).

Il faut toutefois revenir sur le cas du secteur de Montpezat, qui semble longtemps inoccupé - jusqu'à l'époque tardo-antique - et essentiellement constitué de sols à faible niveau de drainage. Cette zone a-t-elle posé des problèmes particuliers ? S'agit-il d'un secteur non exploité avant l'époque tardo-antique ? Rappelons que ce secteur ne bénéficie pas d'une couverture archéologique aussi bonne que le reste de la zone d'étude (cf. *supra*, p. 63-65). Aussi, peut-être faut-il envisager que cette zone ait été occupée par de très petits établissements non encore repérés. Mais on n'oubliera pas non plus que planent des incertitudes sur la caractérisation du secteur de Montpezat par télédétection (cf. *supra*, p. 213-214).

3.1.3 Modélisation des terroirs : les "contextes géographiques"

Avec l'indicateur de l'état des surfaces élaboré par traitement des deux images satellites (cf. section précédente), le nombre des descripteurs est porté à cinq : le substrat géologique, la pente, l'ensoleillement, le risque d'inondation et les classes de comportement à l'humidité et à la sécheresse. Chacun de ces descripteurs environnementaux a été ordonné en classes.

Les informations sur les substrats géologiques proviennent de l'exploitation de la carte géologique au 50 000^e (Berger 1974b). Les catégories de substrats géologiques ont été choisies en fonction de leur impact sur les sols, à partir des informations fournies par les deux études pédologiques inédites à disposition, et selon les principes exposés plus haut (cf. *supra*, p. 181-183). Au vu de la disposition des types de sols sur la carte pédologique du canton de St-Mamert (CNARBRL 1970), il a été choisi de distinguer les passages indurés à l'intérieur des marnes de l'Eocène - signalés sur la carte géologique. En outre, seules les alluvions du Vidourle ont été prises en compte, car il s'agit du seul fleuve assez important pour entraîner la formation de sols strictement alluviaux (cf. *supra*, p. 54). Ainsi, les unités géologiques ont été regroupées en cinq catégories : Calcaire¹³⁹, Marnes¹⁴⁰, Molasses et Conglomérats¹⁴¹, Colluvions et Alluvions du Vidourle.

Comme les pentes, l'ensoleillement est dérivé d'un Modèle numérique de terrain (MNT). La topographie est le facteur majeur des variations du taux d'ensoleillement dans un espace donné, puisque la pente et l'orientation influencent directement l'incidence des rayons solaires sur le sol aux différents moments de la journée et à différentes saisons, ainsi que l'ombre portée par les reliefs alentour (Favory, Girardot, Nuninger *et al.* 1999, note de bas de page n° 23). La méthode utilisée pour calculer le rayonnement solaire théorique global additionne les radiations directes et diffuses reçues durant une période donnée (il a été choisi de calculer le rayonnement solaire sur une année). La modélisation prend donc en compte, pour chaque intervalle de temps choisi¹⁴², la position du soleil, l'effet de l'ombre portée, ainsi

¹³⁹ Calcaires durs de l'Hauterivien supérieur (n3b) et du Barrémien à faciès Urgonien (n4aU, n4bU), marno-calcaires de l'Hauterivien inférieur (n3a, n3a1, n3a2) et supérieur (n3b1, n3b2), calcaires argileux du Barrémien inférieur (n4a, n4aB), calcaires lacustres du Lutétien (e5), du Ludien (e7), bancs calcaires de l'Oligocène inférieur (g1b-1), calcaire de Pondres (g3a).

¹⁴⁰ Marnes et calcaires argileux du Valanginien (n2), marnes du Bartonien (e6), niveaux de marnes sableuses du Ludien (e7-1), et marnes bleues sableuses du Burdigalien moyen (m1b2).

¹⁴¹ Molasse calcareo-gréseuse du Burdigalien inférieur (m1b1), grès de Célas (g1a) et conglomérats de Saint Drézéry (g1a-1), et passages grès et conglomérats de Bartonien (e6-1).

¹⁴² Réalisant un cumul annuel, il a été choisi de modéliser l'ensoleillement à partir d'un intervalle mensuel.

que l'effet atmosphérique¹⁴³ (Esri 2009). Les trois classes d'ensoleillement - faible, moyen et fort - sont réparties en fonction de la valeur moyenne - qui correspond aux secteurs relativement plats, non ombrés par un relief voisin. Les pentes sont également regroupées en trois classes : plat et glacis (< à 4 %), pente (entre 4 et 8 %), et pente forte (> à 8 %).

Les informations relatives au risque d'inondation proviennent des fichiers de données cartographiques de la Direction Régionale de l'Environnement du Languedoc-Roussillon, mis à disposition sur le site Internet du Ministère¹⁴⁴. Le contour de la zone inondable cartographiée correspond à la limite de la crue historique (la plus grande connue), ou - lorsqu'une analyse hydro-géomorphologique a été réalisée - à celle du lit majeur (DIREN 2008). Cette information a été mise à jour en décembre 2008, et son échelle d'application est au 25 000^e (DIREN 2008).

Les informations concernant le comportement à l'humidité et à la sécheresse sont issues du traitement de deux images satellites Landsat ETM d'une résolution de 30 mètres (cf. section précédente). Cette couche de données comprend sept classes : quatre relatives aux secteurs cultivés (bon comportement, sensible à l'humidité, sensible à la sécheresse, sensible à l'humidité et à la sécheresse), deux aux secteurs boisés et herbacés (végétation relativement peu sèche, végétation très sèche), et une regroupant les zones masquées par le bâti ou l'ombre (sans information).

Suivant le principe d'interaction exposé plus haut (cf. *supra*, p. 181-185), c'est la combinaison de ces éléments que j'ai choisi de prendre en compte pour analyser la relation entre les établissements archéologiques et les ressources agropastorales. C'est pourquoi cette base de données géographiques n'a pas été ordonnée selon une typologie. Les cinq descripteurs environnementaux choisis ont simplement été combinés pour former des unités spatiales homogènes du point de vue des conditions géographiques (Annexe 53).

Le croisement de ces descripteurs a été effectué en mode raster, de sorte que chaque pixel de l'image résultante est défini par les cinq variables. Ce traitement produit un certain nombre

¹⁴³ La position du soleil correspond à l'angle solaire pour une latitude donnée ; la position des zones ombragées est déterminée à partir de l'angle d'horizon calculé dans 32 directions ; et il a été choisi d'utiliser un modèle assez simple pour les radiations diffuses, où l'effet atmosphérique est défini par le zénith et l'azimut. Cette modélisation est donc assez complète bien qu'elle ne prenne pas en compte les rayonnements réfléchis, c'est-à-dire renvoyés par d'autres surfaces. Il faut toutefois considérer que ce type de rayonnement est relativement peu important en l'absence de surfaces très réfléchissantes comme la neige ou l'eau. Cette méthode apparaît donc adaptée pour notre cas d'étude, mais ne conviendrait pas forcément pour d'autres secteurs géographiques comme les zones littorales par exemple.

¹⁴⁴ <http://www.languedoc-roussillon.ecologie.gouv.fr/loadPge.php?file=mifmid/telechargement.file>

de surfaces de très faible emprise qui ne présentent aucune pertinence pour l'analyse. Si l'on considère en effet que chaque cellule de l'image ne représente que 9 ares¹⁴⁵, les unités ne contenant qu'un faible nombre de pixels ne peuvent être considérées comme des éléments marquants du paysage à l'échelle humaine. Cette image a donc été lissée de manière à ce que la valeur des unités dont la surface est inférieure à 3 ha soit réévaluée en fonction de leur environnement - en d'autres termes ces petits espaces ont été englobés dans l'unité adjacente la plus prégnante. Cette procédure aboutit à la création de 102 types de combinaison (Annexe 54) - que l'on nommera *contextes géographiques* - répartis sur 563 unités spatiales (Annexe 53).

Les *contextes géographiques* permettent de modéliser approximativement les terroirs en présence. Toutefois, chaque *contexte géographique* ne constitue forcément pas un terroir, c'est-à-dire une entité nettement individualisée par des aptitudes agricoles particulières : plusieurs *contextes géographiques* peuvent présenter des qualités agronomiques très similaires et être en ce sens les fragments d'un même terroir.

¹⁴⁵ Il a en effet été choisi de travailler sur une grille de 30 m de côté, basée sur celle des images satellites Landsat, afin de faciliter le croisement de toutes les données.

3.2 ÉVOLUTION DE L'OCCUPATION DES SOLS

L'étude de l'évolution de la distribution des établissements a montré que, dans la zone d'étude, il existe différents mode d'évolution selon les secteurs (cf. 2.2.2 Structure spatiale). Certains sont occupés durablement, certains seulement à une période donnée, d'autres connaissent deux phases d'installations. La question posée dans cette troisième partie est d'évaluer le poids des ressources agropastorales dans cette différenciation géographique. Les observations faites à partir de l'indicateur du comportement face aux conditions d'humidité et de sécheresse laissent entrevoir une relation entre le phénomène de réinstallation et les besoins d'entretien des *terroirs* (cf. 3.1.2.3 Indicateur du comportement des surfaces et peuplement antique). Mais, de manière générale, ce seul indicateur des qualités agronomiques des terrains ne semble pas influencer sur les autres modes d'évolution de l'occupation (durables, temporaires). L'objectif est ici de pousser un peu plus loin l'analyse en prenant en compte un panel plus étendu de critères (définis dans le chapitre précédent).

L'évaluation de changements dans l'occupation des sols est une problématique délicate dans la mesure où nous nous basons essentiellement sur la localisation des installations humaines. Et l'on peut se demander dans quelle mesure les évolutions de la trame du peuplement induisent un changement de l'occupation du sol. Ensuite, apprécier le rôle des ressources agricoles dans l'évolution de la distribution des établissements revient à déterminer les qualités recherchées par les installations. Il faut en effet considérer que les hommes ont dû composer avec leur environnement et s'adapter à la distribution spatiale des ressources briguées.

3.2.1 Méthode d'analyse

L'évaluation de changements dans l'occupation du sol nécessite d'estimer la part de l'espace exploité aux différentes périodes. On s'accorde en effet à considérer que les conditions "environnementales" des sites à leur emplacement précis ne rendent pas bien compte de leur contexte d'implantation. Le modèle le plus couramment employé pour examiner la relation homme-milieu est celui d'un espace de référence de forme discoïdale centré sur chaque établissement. La situation relativement centrée par rapport à l'espace exploité correspond à un modèle courant dans les sociétés agricoles, où le déplacement entre

le lieu de résidence et le lieu de travail dicte l'organisation des communications et la morphologie du finage (Favory et Raynaud 1999, p. 505). Ainsi modélisé, le contexte d'implantation est défini par une distance aux points de peuplement. Le choix de la distance appropriée résulte d'un compromis entre connaissances archéologiques ou ethno-historiques et contraintes techniques liées à la densité des occupations et/ou à la résolution des données géographiques.

La question de la distance peut tout d'abord être abordée sous l'angle d'une distance critique, liée aux contraintes de transport et de durée des déplacements. C'est cette notion qui a guidé le premier modèle proposé en archéologie : le *Site Catchment Analysis*¹⁴⁶ de Vita-Finzi et Higgs (Vita-Finzi et Higgs 1970). Dans le contexte de la naissance de l'agriculture au Néolithique, et en l'absence d'informations directes sur les productions, l'espace de référence modélisé par Vita-Finzi et Higgs était destiné à rendre une image du caractère de l'économie et répondait à une logique coût/rendement. Selon cette logique, les ressources exploitées quotidiennement pour la chasse et la cueillette se situent dans un rayon de 10 km tandis que les zones agricoles se situent à une distance d'environ 5 km, considérée comme une limite en termes de rentabilité agricole en plaine - soit une heure de marche pour gagner les terres agricoles les plus éloignées. Ce modèle, appuyé sur plusieurs exemples ethnographiques et historiques, est encore aujourd'hui largement utilisé, plus ou moins directement, pour appréhender la question des espaces vivriers. L'utilisation des systèmes d'information géographiques en archéologie a permis de développer le modèle, et de l'orienter plus directement sur la distance-temps¹⁴⁷ et les contraintes de transport en tenant compte de la topographie (Gaffney et Stančić 1991, p. 42-36).

Néanmoins, le rayon de l'espace de référence dépend également d'autres paramètres qui ne sont pas directement liés aux possibilités d'exploitation. Le choix d'une distance trop grande par rapport à la trame du peuplement étudié produit des recoupements entre les espaces de référence mais surtout un amoindrissement de la variété des profils "environnementaux", et peut s'avérer inadéquate quand il s'agit d'aborder l'évolution de

¹⁴⁶ C'est sous le terme de *Site Catchment Analysis* que la méthode est aujourd'hui connue, mais il faut signaler que les auteurs ont ensuite tenté de changer la terminologie du modèle en *Site Territorial Analysis* afin de réserver le syntagme *Site Catchment Analysis* à l'analyse des aires d'approvisionnement proprement dites, et qui correspond à la localisation des gisements qui fournissent les matériaux découverts sur les sites archéologiques (Bailey 2005). Néanmoins l'usage du terme "territoire" ne convient pas non plus car il désigne l'espace approprié, et non uniquement l'espace effectivement exploité dans le cadre des pratiques agropastorales.

¹⁴⁷ Pour une définition de "distance-temps", voir le terme "distance coût" dans le glossaire situé à la fin de ce volume.

l'occupation du sol, ou les questions de spécialisation entre différents types de sites. Comme le souligne J. Guilaine à propos des travaux de modélisation de P. Pétrequin mettant en évidence l'expansion agricole dans la Combe d'Ain du Néolithique au premier Âge du Fer, le choix d'un rayon relativement restreint - 1 km - pour situer les probables aires cultivées "paraît sage" (Guilaine 1991, p. 40). Inversement, le choix d'une distance trop petite réduira la perception du contexte d'implantation à une zone de référence où la part de l'espace potentiellement exploité est trop restreinte. Dans la zone étudiée, la distance moyenne entre les établissements de la seconde moitié du Ier s. de n. è. est de 400 m environ : on peut se demander si un disque de moins de 200 m de rayon autour des établissements est réellement en mesure de nous informer sur les choix d'implantation. En outre, un rayon d'analyse trop petit produit également un affaiblissement du profil "environnemental" de chacun des sites si la résolution spatiale des données géographiques (notamment les Modèles Numériques de Terrain) est trop faible par rapport à ce rayon : il faut pouvoir observer des superficies assez vastes pour "donner lieu à une exploitation et une expression statistiques" (Favory, Girardot, Nuninger *et al.* 1999, p. 24-25).

Pour les périodes pré et proto-historiques, le rayon de l'espace de référence est souvent fixé à 5 km pour les activités agricoles en référence au modèle de Vita-Finzi et Higgs rapidement présenté *supra*. Bien que, même pour le début du Néolithique, certains auteurs situent la majorité des activités agricoles dans un rayon d'1 km - soit dix minutes de marche environ -, les terres situées entre 1 et 5 km ne seraient exploitées que de manière sporadique (Jarman, Bailey et Jarman 1982). Pour la période romaine le rayon de référence est généralement situé entre 500 m et 1 km (ex. Chapman et Shiel 1991 ; Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003 ; Gandini 2008).

Rappelons que le modèle du disque centré sur chaque établissement, comme zone de référence, n'a pas la prétention de reconstituer l'ensemble de l'espace exploité, mais plutôt de rendre une image d'une partie de cet espace qui, du fait de sa proximité avec les points d'occupation, a vraisemblablement été utilisé (Nuninger 2002, p. 81 ; Gandini 2008, p. 382). On peut également considérer que les caractéristiques de cette partie de l'espace exploité ont fortement joué sur les choix d'implantation. Il est clair que la disposition des différents éléments des écosystèmes exploités, autant que les modes de production (essentiellement vivriers ou fortement tournés vers le commerce) et d'exploitation (permanent, temporaire, intensif, extensif), peuvent fortement éloigner les structures agraires* d'une organisation concentrique comme celle conceptualisée par le modèle de Von Thünen. L'usage qui est fait de

l'espace de référence discordant, pour la période antique tout du moins, vise surtout à mettre en évidence les choix d'implantation (dont les raisons se situent entre orientations économiques, évolutions techniques, représentations des qualités agronomiques des sols et appropriation des *terroirs*), la fonction des établissements (spécialisation et complémentarité) et/ou la part du milieu dans la réussite ou l'échec des installations.

L'analyse des zones de référence se fait généralement par comparaison avec le potentiel que représente l'ensemble des ressources des secteurs d'étude. Les méthodes d'analyses peuvent être plus ou moins élaborées : de l'observation des tendances à l'aide de graphiques, à l'utilisation de typologies statistiques permettant d'approcher la part respective des différents facteurs (Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003, p. 279-299 ; Gandini 2008, p. 360-370).

La question de la distance peut également être abordée sous le point de vue de l'espace nécessaire à une exploitation. C'est pourquoi des modifications peuvent être apportées au modèle afin de tenir compte des spécificités de certains milieux comme les sites côtiers ou les sites de hauteurs (Revel 1991, p. 325). D'autres formes sont également parfois proposées pour obtenir une meilleure définition de l'espace potentiellement exploité, comme les "territoires en lanières" centrés sur les fonds de vallée aux pieds des sites de hauteurs (Guilaine 1991, p. 42-45). L'angle d'approche de l'espace nécessairement exploité nécessite néanmoins de maîtriser un certain nombre de paramètres qui, dans la plupart des cas, nous échappent. Il faut tout d'abord déterminer le type d'économie agraire : essentiellement vivrière ou fortement tournée vers l'échange. Et ensuite apprécier les besoins et les rendements afin d'évaluer l'espace exploité, ce qui passe par une approximation de la population, des productions et de leur rendement - une question complexe où les textes n'apportent aucune certitude (Mazoyer et Roudart 1997, p. 242-243 ; Ouzoulias 2006, p. 171-193). Aussi, les essais sont rares et ne s'appliquent souvent qu'à l'étude d'un seul site, fouillé et bien connu, comme la villa de Pardigon où les chercheurs ont notamment pu proposer une évaluation de la superficie cultivée en vigne - d'après les capacités de stockage -, et celle emblavée - d'après une estimation de la population (Congès et Lecacheur 1994).

Les incertitudes sur les modes de production, autant que la diversité des pratiques culturales (ex. méthode de bonification des terres, rotation des cultures, etc.), rendent la quantification encore impossible. Néanmoins, le modèle du "*système à jachère et culture*

attelée légère", proposé par M. Mazoyer et L. Roudart pour la période antique (Mazoyer et Roudart 1997), et le modèle de "*l'exploitation familiale*", défendu par P. Ouzoulias (Ouzoulias 2006), permettent de donner un ordre d'idée de l'espace vivrier nécessaire à une petite exploitation d'environ cinq personnes. Ces deux modèles s'appuient sur un système de culture majoritairement basé sur la céréaliculture - un point sur lequel on s'accorde généralement pour les périodes anciennes, et qui n'exclut pas la polyculture (A. Ferdière *in* Ferdière, Malrain, Matteredne *et al.* 2006, p. 102-103). Si les deux modèles proposent une superficie totale assez similaire - 15-26 ha (Mazoyer et Roudart 1997, p. 244) et 17-22 ha (Ouzoulias 2006, p. 192 et 200) -, les proportions des différents éléments du finage varient fortement selon les auteurs. Ces dissemblances semblent être essentiellement liées à des appréciations différentes des modalités de bonification des sols et du système social productif.

Dans le modèle de M. Mazoyer et L. Roudart, qui accorde une faible place au charroi dans les systèmes agraires de l'Antiquité, les terres sont essentiellement fumées par le système de parcage de nuit, qui consiste à envoyer le bétail paître sur d'autres parcelles la journée et à les ramener en soirée sur les terres en jachère : ils estiment que l'espace dédié aux prairies se situe autour de 9 ha dans les régions tempérées froides et de 18 ha en climat méditerranéen¹⁴⁸. P. Ouzoulias, en revanche, accorde une place plus importante à l'extraction du fumier produit par les animaux en stabulation, un système qui associe étables et prairies de fauche. En outre, il considère que les petits exploitants ne pouvaient pas entretenir un nombre de têtes de bétail trop important, et devaient probablement utiliser parallèlement d'autres méthodes d'amendements des terres (Ouzoulias 2006, p. 189). Dans son modèle, l'espace dédié aux prairies ne représente qu'1 à 2 ha.

A la différence de M. Mazoyer et L. Roudart, P. Ouzoulias prend en compte le fait que les exploitants ne devaient pas uniquement subvenir à leur propre consommation. Il montre notamment que le régime de l'exploitation - propriété *vs* fermage - induit de fortes variations dans les quantités nécessairement produites : il estime que l'agriculture de tenure double la superficie réservée aux cultures (de 8-10 ha on passe à 16-20 ha). On notera que, selon lui, cette augmentation n'induit pas pour autant l'accroissement du besoin en fumure, et donc du bétail et de la surface en prairie - ce qui fait que la superficie du finage théorique ne dépasse pas 22 ha au total.

¹⁴⁸ En milieu méditerranéen, les rendements des pâturages et des forêts sont moindres que dans les régions plus humides (Mazoyer et Roudart 1997, p. 244).

Les différents essais de quantification de l'espace exploité, proposés par M. Mazoyer et L. Roudart et par P. Ouzoulias, présentent l'indéniable intérêt d'ouvrir la discussion sur les modes de structuration de l'habitat au sein des *terroirs*, et sur les interprétations économiques et fonctionnelles des établissements - notamment en ce qui concerne la question de l'autonomie des petits établissements (cf. *supra*, p. 94-95). Néanmoins, ces résultats sont difficilement transposables pour l'étude de l'occupation du sol dans son ensemble dans la mesure où l'on ignore le statut des occupations, de tailles et de formes très variées. Aussi, l'analyse exploratoire à l'aide de disques centrés sur les établissements reste une approche courante dans les études archéologiques régionales ou micro-régionales, qui permet d'appréhender les relations entre les lieux de peuplement et leur environnement immédiat.

Partant d'un espace d'étude relativement restreint et d'une trame de peuplement pouvant être dense à certaines périodes, j'ai décidé de tester une autre approche pour analyser la distribution des points d'occupation. La démarche consiste à partir des *terroirs* plutôt que de zones de référence centrées sur les établissements. Il s'agit d'étudier la situation de tous les types de milieu en présence par rapport à la trame des établissements, à différents moments de son évolution. Aussi, plutôt que de sélectionner une petite partie de l'espace exploité, alentour des établissements, et de comparer ses caractéristiques au potentiel du secteur étudié, on cherchera à savoir s'il existe des *terroirs* de proximité et des *terroirs* éloignés. Cette démarche n'est pas fondamentalement différente de celle des disques centrés sur les établissements puisqu'elle s'appuie également sur le principe de distance aux points d'occupation. Elle peut néanmoins apporter un éclairage nouveau sur les choix d'implantation et sur les possibles orientations de l'économie agraire. Ignorant beaucoup sur le ou les système(s) agraire(s) en présence dans le secteur étudié aux époques considérées, la méthode proposée suit une approche probabiliste qu'il convient d'explicitier.

En premier lieu, nous supposerons que la distance aux sites est un marqueur pertinent des modes d'utilisation des terrains. Selon la logique coût/rendement évoquée *supra*, la distance influence l'organisation du finage, c'est-à-dire que les espaces situés à proximité et les espaces éloignés seront traités différemment. Parce qu'à partir d'une certaine distance, le temps et le coût des transports occasionnent une gêne suffisamment importante pour générer une organisation rationnelle des activités. Selon toute vraisemblance, on évitera, autant que faire se peut, de répartir la surface nécessaire à la production dans un espace inutilement vaste (d'autant qu'elle sera plus difficile à surveiller).

L'exemple de la fumure est particulièrement suggestif de ce point de vue, et il est communément admis que les espaces amendés de cette façon se situaient très vraisemblablement à proximité des habitats (Nuninger 2002, p. 169-174 ; A. Ferdière *in* Ferdière, Malrain, Matteredne *et al.* 2006, p. 92-93). Dans le cas des épandages manuels du fumier produit par les animaux en stabulation, la "distance entre ces champs et l'habitat dépend de deux conditions essentielles : d'une part la disponibilité en volume de fumier et, d'autre part, les capacités de transport disponibles" (Nuninger 2002, p. 171). En se basant sur des exemples ethnographiques, L. Nuninger situe cette distance critique autour de 1,5-2 km (Nuninger 2002, p. 169-174). De même, on peut considérer que les prairies de fauche - nécessitant le transport des cultures fourragères - se situaient à distance raisonnable des étables. Et dans le cas du système de parcage de nuit, il faut également considérer que les zones de pâturage devaient être relativement peu éloignées des terrains en jachère en raison des déplacements journaliers entre les deux zones.

On remarquera que ces exemples définissent des distances critiques relativement grandes : un jour, une heure, une demi-heure (soit 2 km à une vitesse de 4 km/h). Comme nous allons le voir, elles dépassent largement les superficies de terrain nécessaires à l'économie vivrière d'une petite exploitation agricole (selon les estimations de M. Mazoyer et L. Roudart et de P. Ouzoulias présentées *supra*). Aussi, il apparaît que les exploitants disposaient d'une certaine marge de manœuvre pour organiser leur finage, même dans des milieux aux potentialités très variables dans l'espace, comme dans la zone d'étude.

En second lieu, nous avons vu que la notion de distance critique est essentiellement une question de temps : temps de déplacement des personnes et du bétail, transport des denrées, etc. Or, le temps de déplacement varie fortement en fonction de la topographie - de même que les superficies correspondantes à ces distances-temps. Il a donc été décidé de considérer la distance coût* - définie en terme de temps - à partir des établissements archéologiques. Pour le calcul des distances temps, je me suis basée sur l'algorithme proposé par L. Kaddouri dans sa thèse de doctorat (Kaddouri 2004, p. 194-196). Pour ne pas alourdir le propos, la question des méthodes de pondération des distances coûts en fonction de la topographie ne sera pas explicitée en détail ici - elle est amplement développée dans la partie sur la modélisation du réseau de communication (cf. *infra*, p. 258-262). Il faut néanmoins signaler que l'équation utilisée modélise la relation entre la vitesse de déplacement pédestre et le degré de pente de façon non linéaire, mais symétrique : ce qui signifie que la montée et la descente ont le même effet. Aussi, les déplacements sont un peu plus rapides sur le plat qu'en pente douce (cf. *infra*,

p. 258-263). Le choix d'une distance calculée en temps de marche ne signifie pas que nous supposons que tous les transports se faisaient à dos d'homme : il s'agit ici simplement d'une manière d'évaluer la situation des *terroirs* dans la trame du peuplement (sur de courtes distances, la vitesse de déplacement par traction animale n'est d'ailleurs pas si différente¹⁴⁹).

Les distances ont été regroupées selon des tranches de temps de 5 mn. Les espaces situés à 5 mn ou moins d'un établissement comprennent des superficies pouvant aller de 6 ha (cas limite où tous les terrains sont en pente forte : 10°) à 42 ha (cas limite où tous les terrains sont plats : 0°). Si l'on se base sur les modèles de M. Mazoyer et L. Roudart et de P. Ouzoulias (cf. *supra*), on peut estimer que ces étendues de terrains sont, sous certaines conditions (topographie et qualité des terrains favorables, mode d'exploitation plutôt intensif), suffisantes pour assurer la pérennité des petites unités d'exploitation de moins de dix personnes. De manière générale, on y situera de préférence les cultures nécessitant un certain entretien. Jusqu'à 10 mn¹⁵⁰, les espaces peuvent être considérés comme "très proches" : il s'agit d'étendues de terrain où les petites unités d'exploitation de moins de dix personnes ont de fortes probabilités de trouver toutes les ressources nécessaires à leur bon fonctionnement. Les plus grosses exploitations peuvent y situer une grande partie de l'espace cultivé. Entre 10 mn et 25 mn inclus¹⁵¹, les espaces peuvent encore être considérés comme "proches" : ces étendues de terrain peuvent largement procurer toute la superficie nécessaire aux unités d'exploitations plus importantes (de 50 à 100 personnes peut-être). Leur utilisation par les petites exploitations pour les cultures permanentes paraît peu probable - ils peuvent néanmoins constituer une ressource encore proche, utilisée selon des modes d'exploitation extensifs, ou comme prairies par exemple. Après 25 mn, les espaces seront considérés comme "éloignés". La distance qui les sépare des établissements commence à être assez importante pour limiter certaines activités, comme par exemple le transport de fumure : sans les interdire, leur intérêt apparaît moindre. En d'autres termes, ils ont peu de chance d'être cultivés de manière intensive ou permanente, même par les unités d'exploitation de taille importante. Après 40 mn, les espaces peuvent être considérés comme "très éloignés" : leur utilisation pour les cultures nécessitant un certain entretien semble très peu probable ; certains peuvent atteindre les limites de rentabilité agricole, fixées autour de 60 mn selon les études

¹⁴⁹ La vitesse d'un bœuf chargé est de 2-3 km/h environ, et celle d'un cheval au pas et chargé de 3-4 km/h (S. Bökönyi in Bóna 1994, p. 69-70).

¹⁵⁰ 10 mn correspond à des superficies pouvant aller de 26 ha (cas limite où tous les terroirs sont en pente forte : 10°) à 153 ha (cas limite où tous les terroirs sont plats : 0°).

¹⁵¹ 25 mn correspond à des superficies pouvant aller de 170 ha (cas limite où tous les terroirs sont en pente forte : 10°) à 907 ha (cas limite où tous les terroirs sont plats : 0°).

ethnographiques sur les sociétés agropastorales traditionnelles (cf. *supra* : modèle de Vita-Finzi et Higgs).

En troisième lieu, les mesures de distance sont effectuées au plus proche établissement, sans distinction de statut. Bien que les points d'occupation que sont les établissements archéologiques ne soient pas forcément des habitats, nous considérerons qu'ils correspondent, au minimum, à des annexes agraires - des lieux d'activité ou de stockage -, et qu'ils marquent, de ce fait, le centre d'une aire d'activité à partir duquel la distance est significative.

Afin d'étudier la situation des *contextes géographiques* - modélisant les terroirs en présence - dans la trame des établissements, à différents moments de son évolution, les distances sont calculées à partir de l'ensemble des établissements de chaque séquence chronologique considérée (Figure 31). Aussi, seuls les sites bien cernés chronologiquement sont pris en compte : les indices de site et autres catégories sites dont la chronologie n'est pas toujours bien cernée, comme les puits, n'ont pu être mis à contribution pour cette analyse.

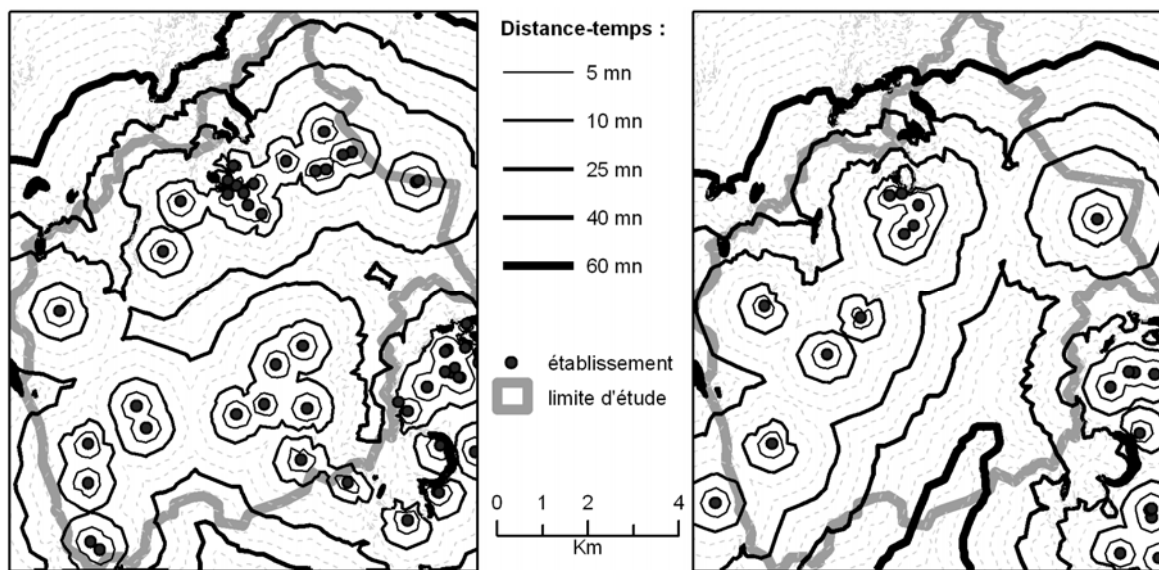


Figure 31. Les distances-temps : exemples du Ier s. av. n. è. (gauche) et du IIIe s. de n. è. (droite)

En dernier lieu, pour déterminer s'il existe une relation entre la manière dont les *contextes géographiques* ont pu être exploités et leurs caractéristiques intrinsèques (combinaison de critères), on examinera la propension de chacun à se trouver dans les catégories de distance définies ci-dessus. Nombre de *contextes géographiques* se répartissent en différents endroits du secteur étudié, dans plusieurs *unités spatiales* (cf. *supra*, p. 226-228). Un *contexte géographique* donné peut donc comprendre une *unité* située à proximité d'une installation, tandis que les autres *unités* sont éloignées de tous les autres points d'occupation. Cette

caractéristique peut être utilisée pour évaluer le degré de proximité ou d'éloignement qu'obtient globalement un *contexte géographique* : si l'ensemble de ces *unités spatiales* se situent à proximité d'un établissement, il y a de fortes chances qu'il soit pourvu de caractéristiques recherchées.

Le degré de proximité ou d'éloignement peut être évalué par le pourcentage de la superficie de chaque *contexte géographique* se situant dans chaque catégorie de distance. Ce calcul distingue les *contextes* qui se situent majoritairement à proximité des établissements, ceux qui en sont globalement éloignés, et ceux que l'on rencontre indifféremment dans plusieurs catégories de distance (cf. Annexe 55). Il s'agit là d'un moyen de mesurer l'usage qui a pu être fait des différents *contextes géographiques* sur l'ensemble de l'espace d'étude, aux différents moments de l'évolution du peuplement. Cette mesure est néanmoins influencée par la superficie qu'occupent les différents *contextes* et par le mode de répartition de leurs *unités spatiales* sur la zone d'étude.

3.2.2 Trames de peuplement et terroirs

Le calcul du pourcentage de la superficie de chaque *contexte géographique* par catégorie de distance - qui fait apparaître les *contextes* de proximité et les *contextes* éloignés en tenant compte de leur distribution spatiale dans l'espace d'étude (cf. *supra*) - montre qu'il y a très peu de *contextes* spécifiquement situés à moins de 5 mn d'un établissement (Annexe 55). Les fortes densités de sites aux Ier et Ve s. de n. è. ont pour conséquence que la grande majorité des *contextes* se situent, pour ces périodes, à 15 mn environ des installations humaines. Inversement, au IIIe s. de n. è., très peu se trouvent spécifiquement à un quart d'heure de marche, et beaucoup se situent clairement à plus de 25 mn de tout établissement.

Si l'on se base sur les catégories de distance définies *supra* (cf. p. 236), sept grands groupes peuvent être distingués (Annexe 55) : les *contextes* formellement situés à proximité (les groupes "très proche" et "proche"), ou à distance (groupes "éloigné" et "très éloigné"), ceux majoritairement situés à proximité ou à distance (groupes "plutôt proche" et "plutôt éloigné"), et ceux que l'on rencontre indifféremment dans plusieurs catégories de distance (groupe "indifférent"). On remarque que les *contextes* répartis sur de grandes surfaces et/ou sur un grand nombre d'*unités spatiales* n'affichent bien souvent pas de tendances claires (groupes "plutôt proche", "plutôt éloigné" et "indifférent"). Les *contextes géographiques*

morcelés seront d'ailleurs généralement "plutôt proches", sauf au IIIe s. de n. è. où ils seront "plutôt éloignés" en raison de la faible densité de l'occupation à cette époque.

Pourtant, on trouve de vastes *contextes géographiques*, répartis sur plusieurs *unités*, qui néanmoins se placent distinctement dans une ou deux catégories de distance - on en trouvera par exemple dans le groupe "très proche" au Ier ou Ve s. de n. è. A l'inverse, deux *unités spatiales* suffisent pour rendre un *contexte* "indifférent". On peut donc considérer que, globalement, l'ordonnement effectué mesure assez bien le degré de proximité et d'éloignement relatif des *contextes géographiques*, leur situation dans la trame du peuplement. Par exemple, les terroirs arides sur substrat calcaire et en contexte de pente du Bois des Lens - situé au nord de la zone d'étude - se rangent, au Ier s. av. n. è., dans les catégories "plutôt proche" ou "indifférent" (Figure 32). On trouve en effet ce type de combinaison dans d'autres endroits, aux extrémités occidentale et orientale de l'espace étudié notamment, sans que les établissements soient au rendez-vous : il ne semble donc pas que l'on ait particulièrement recherché la proximité de ces *contextes*.

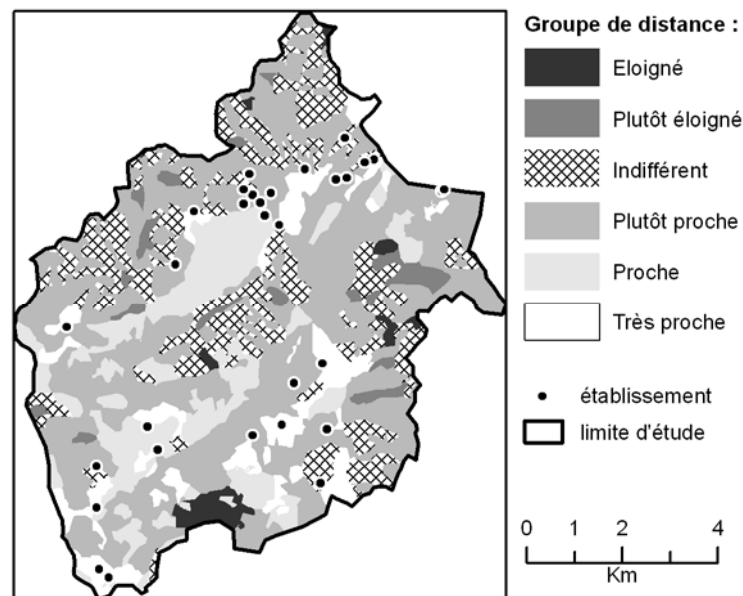


Figure 32. Degré de proximité et d'éloignement relatif des *contextes* (exemple du Ier s. av. n. è.)

Certes, les *terroirs* que l'on trouve dans le Bois des Lens peuvent avoir été bien plus "peuplés" car il s'agit d'un type d'environnement particulièrement difficile à prospector et qui offre une très faible lisibilité des vestiges. Mais il constitue un exemple aisé à comprendre, et permet de bien saisir le fonctionnement - et les limites - de la méthode. Dans un type de milieu plus propice, de telles catégories de distance poseraient plus fermement la question des raisons qui ont guidé l'implantation des établissements seulement autour de quelques *unités*

d'un *contexte géographique* : ceci laisse envisager une spécificité du secteur, ou de ces établissements. Le degré de proximité et d'éloignement relatif des *contextes* apporte un point de vue sur l'occupation du sol différent et complémentaire de celui qu'offre la distribution des points d'occupation.

Pour mettre rapidement en évidence les évolutions majeures de l'occupation du sol dans le secteur d'étude, les *contextes géographiques* ont tout d'abord été codés en fonction de leur degré de proximité et d'éloignement (Annexe 55). Le codage s'étend de -60 (le plus clairement éloigné) à +60 (le plus clairement proche), de part et d'autre du groupe "indifférent" qui s'est vu attribuer la valeur 0. Les valeurs attribuées aux *contextes* sont étalées (sur une échelle de 10) à l'intérieur des grands groupes de distance, avec un saut de 10 points entre les sept grands groupes afin de bien les individualiser. Ce codage permet de visualiser les variations des modes d'occupation des terroirs durant les quatre séquences majeures de l'Antiquité (Annexe 56). Six profils types se dégagent (Annexe 57) :

- les *contextes* proches des établissements à toutes les périodes (en rouge sur le graphique). Ils se situent donc toujours à moins de 30 mn des occupations des Ier s. av. n. è., Ier s. de n. è. et Ve s. de n. è. (pour le IIIe s. de n. è., on trouve quelques contextes "plutôt proche").

- les *contextes* caractérisés par un faible degré de proximité au Ier s. av. n. è. (en orange sur le graphique). Ils sont proches des établissements durant les deux phases de peuplement majeures (le Ier s. de n. è. et le Ve s. de n. è.). Les situations sont variées durant le IIIe s. de n. è.

- les *contextes* nettement éloignés des occupations du IIIe s. de n. è. (en bleu foncé sur le graphique). Ils obtiennent en revanche de bons degrés de proximité aux autres périodes, notamment les Ier s. av. n. è. et Ier s. de n. è. (on trouve quelques contextes "plutôt proche" au Ve s. de n. è.).

- les *contextes* caractérisés par un faible degré de proximité au IIIe s. de n. è. (en bleu clair sur le graphique). S'ils obtiennent généralement de bons degrés de proximité aux autres périodes, notamment au Ier s. de n. è., ils sont "plutôt éloignés" ou "indifférents" au IIIe s. de n. è. (on trouve quelques contextes "plutôt proches" au Ve s. de n. è. et, plus rarement, au Ier s. av. n. è.).

- les *contextes* généralement éloignés des établissements à toutes les périodes (en marron sur le graphique). Ils représentent un faible effectif : quatre *contextes géographiques* (deux cas obtiennent un score relativement bon au Ier s. de n. è.).

- les *contextes* où aucune tendance ne se dégage (en gris sur le graphique). Ils sont soit "indifférents", soit "plutôt éloignés" au IIe s. de n. è., soit "plutôt proches" aux autres périodes (on trouve également quelques cas "éloignés" au IIIe s. de n. è. et "proches" au Ve s. de n. è.).

L'analyse des caractéristiques qualitatives de ces six profils de terroirs permet de dégager les grandes tendances. Un rapide examen de la distribution de différentes composantes des *contextes géographiques* montre que la géologie est le paramètre qui différencie le plus les différents profils, viennent ensuite l'indicateur du comportement des terrains face aux conditions d'humidité et de sécheresse et la situation par rapport aux zones d'inondation.

Les terrains sur marnes sont généralement bien situés dans la trame du peuplement, à toutes les époques, et n'apparaissent pas dans les profils "toujours éloignés" et "plutôt indifférents" (Annexe 58). Quoique les terrains marneux en situation de pente tendent parfois à être éloignés des établissements du Ier s. av. n. è. et de ceux du IIIe s. de n. è. Les terrains sur les formations géologiques de type molasse et conglomérat se retrouvent essentiellement dans les profils "éloignés au IIIe s. de n. è." et "à faible degré de proximité durant le IIIe s. de n. è." - et dans une moindre mesure durant le Ier s. av. n. è. Il apparaît également que les terrains en pente forte sur substrat calcaire correspondent en grande majorité au profil "plutôt indifférent". Ces tendances synthétisent les grands traits de la répartition des établissements dans la zone d'étude, et n'apportent pas vraiment d'informations nouvelles.

D'une part, on retrouve la dichotomie entre les deux unités pédopaysagères majeures : les "plateaux et collines tabulaires calcaires, et leurs versants" et les "collines et bassins sur formation sédimentaire" (cf. *supra*, p. 52-54). Les reliefs calcaires, domaine de la garrigue, constituent des *contextes géographiques* fractionnés et répartis dans divers endroits de la zone d'étude, et sont dans l'ensemble assez peu investis par les installations humaines. Tandis que les autres formations, formant dépressions et collines, sont le support privilégié des établissements archéologiques repérés. Si les terrains sur marnes représentent une superficie totale assez faible et relativement peu morcelée, qui peut expliquer leur absence des profils "indifférents", les terrains sur substrat de type molasse et conglomérat forment, comme les espaces calcaires, de grandes surfaces réparties sur un nombre important d'*unités* - notamment

en contexte "plat". Malgré cela, les formations de type molasse et conglomérat obtiennent des degrés de proximité plus nettement définis que les reliefs calcaires.

D'autre part, on retrouve la dichotomie entre les deux grandes entités géographiques de la zone d'étude : le bassin de Combas et la vallée de l'Aigalade (cf. *supra*, p. 161-164). Les terrains sur marnes correspondent essentiellement au bassin de Combas, dont le peuplement est très stable, et caractérisé par une forte densité d'établissements. Tandis que les formations de type molasse et conglomérat constituent la moitié sud-est de l'espace d'étude (vallée de l'Aigalade et sillon de Montpezat), un secteur quasiment dépourvu d'établissements au IIIe s. de n. è.

L'indicateur du comportement des surfaces et la situation par rapport aux zones d'inondation donnent d'autres indications (Annexe 59). Certes, une large part du profil "plutôt indifférent" est constituée de végétation sèche (garrigues). Mais l'on note un éloignement par rapport aux zones inondables au IIIe s. de n. è., notamment celles qui souffrent de la sécheresse. Par ailleurs, les terrains sensibles à l'humidité autant qu'à la sécheresse n'apparaissent pas dans les profils "toujours éloignés" et "plutôt indifférents" ; ils se situent néanmoins très majoritairement dans les profils à "faible degré de proximité au Ier s. av. n. è. et au IIIe s. de n. è.". Ceci dénote une meilleure situation dans les structures spatiales du Ier s. de n. è. et du Ve s. de n. è. pour ce type de terrains (cette état de fait a déjà été relevé *supra*, p. 221-222). Enfin, on trouve une plus forte proportion de terrains marqués par un faible niveau de drainage ("humides") dans le profil "proche à toutes les périodes" que dans les autres profils - ce sont surtout des terrains situés en zone inondable.

Nous allons maintenant examiner la situation plus en détail, pour chaque séquence chronologique.

Le Ier s. av. n. è. est caractérisé par la proximité immédiate des terrains en pente, notamment sur substrat de type molasse et conglomérat, tandis que les terrains "plats" se situent plutôt entre 10 et 25 mn des établissements (Annexe 60, A). Les terrains en pente forte situés préférentiellement à proximité immédiate des établissements du Ier s. de n. è. sont aujourd'hui majoritairement recouverts d'une végétation sèche (Annexe 60, B). Tandis que ceux en "pente" présentent de meilleurs comportements face aux conditions d'humidité et de sécheresse. Il faut également signaler, qu'en situation de pente, le défaut de drainage des terrains de proximité peut être compensé par un fort ensoleillement annuel (3 contextes sur 4).

Les zones "plates" de prédilection correspondent soit à des terrains souffrant de la sécheresse (et de l'humidité dans un cas), soit à des terrains ressuyant mal mais constitués de sols particuliers : sur colluvions, sur alluvions, ou dont le développement est soumis à des apports alluviaux plus ou moins fréquents (zones inondables : 4 *contextes* sur 6).

Les terrains préférentiellement situés entre 10 et 25 mn de marche environ sont souvent secs. Néanmoins, c'est à cette distance que l'on trouve les sols à bon comportement en contexte "plat". Là encore, les terrains marqués par un faible niveau de drainage sont essentiellement des sols soumis au risque d'inondation (les deux terroirs "humides" en pente forte étant les deux exceptions à la règle). Ainsi, la grande majorité des terrains potentiellement inondables sont assez bien situés dans la trame du Ier s. av. n. è. (18 *contextes* sur 19). En dehors de ces secteurs spécifiques, les sols qui ne ressuient pas bien ne semblent pas avoir exercé d'attrait particulier pour les établissements de cette période (groupe "plutôt proche"), de même que les sols souffrant de la sécheresse autant que de l'humidité.

Le Ier s. de n. è. est caractérisé par un net rapprochement des terrains "plats" (Annexe 61, A). La quasi-totalité des terrains marneux se situent dorénavant à proximité immédiate des établissements, tandis qu'une partie des terrains sur substrat de type molasse et conglomérat se placent encore à distance "raisonnable" (groupe "proche"). Il en est de même pour les terrains sur substrat calcaire en "pente". Mais l'examen du comportement face aux conditions d'humidité et de sécheresse des sols de ces deux derniers types de substrat (calcaire et molasse/conglomérat) ne montre aucune différence notable entre le groupe "très proche" et le groupe "proche".

On remarque en revanche que les terrains souffrant de l'humidité autant que de la sécheresse se situent préférentiellement à proximité immédiate des établissements du Ier s. de n. è. - sauf ceux en situation de forte pente qui apparaissent un peu plus distants (Annexe 61, B). Si la plupart des secteurs potentiellement inondables se situent maintenant dans le groupe des contextes "très proches" (16 *contextes* sur 19), ils ne suffisent pas à expliquer la préférence pour de nombreux terroirs posant des problèmes de drainage. Il apparaît donc que ce type de terrain est mieux situé dans la trame du peuplement que précédemment. Les terrains en pente forte situés préférentiellement à proximité immédiate correspondent, comme au Ier s. av. n. è., majoritairement à des milieux arides, recouverts d'une végétation sèche. Après examen détaillé de toutes les composantes, il semble que l'impact de l'ensoleillement annuel sur le comportement des sols ait pu être un facteur d'implantation : on note en effet qu'hormis les *contextes* en pente forte, le groupe des contextes "proches" compte plus

d'associations aggravantes que le groupe des contextes "très proches" (5 aggravations¹⁵² et 1 atténuation¹⁵³, contre 2 aggravations et 1 atténuation). Il faut toutefois relever que les *contextes* non ou pas forcément recherchés ("plutôt proches" et "éloignés") comptabilisent également 2 aggravations contre 1 atténuation.

Au IIIe s. de n. è., ce sont surtout les terrains marneux qui gardent un bon degré de proximité, notamment en contexte "plat" (Annexe 62, B). Les terrains calcaires se répartissent essentiellement dans deux archétypes : les contextes "proches" d'une part et les contextes "indifférents" ou "plutôt éloignés" d'autre part. Il en est de même pour les terrains sur alluvions du Vidourle. Comme nous l'avons vu *supra*, les secteurs éloignés correspondent majoritairement aux formations géologiques de type molasse et conglomérat. On remarque que les terrains très éloignés - situés globalement à plus de 40 mn de marche - correspondent surtout à des contextes de pentes. Néanmoins, ce n'est pas cette tendance qui est à l'origine de la relative désaffectation des *contextes* recouverts d'une végétation sèche, par rapport aux périodes précédentes (Annexe 62, B) : ces derniers se situent surtout dans le groupe "plutôt éloigné" - ce qui signifie que leurs *unités spatiales* sont majoritairement éloignées des établissements du IIIe s. de n. è., mais que l'on trouve un certain nombre d'entre elles dans l'entourage des installations.

Par ailleurs, la distribution des autres types de comportement à l'humidité et à la sécheresse ne montrent pas de tendances très claires. Par exemple, les terrains souffrant de l'humidité autant que de la sécheresse se retrouvent à quasiment tous les degrés de proximité. L'examen de l'impact de l'ensoleillement annuel sur le comportement des sols n'indique pas vraiment de tendance évidente : si l'on compte un peu plus d'associations aggravantes dans les groupes de contextes "éloignés" et "très éloignés" (6 aggravations contre 2 atténuations), celles des meilleurs degrés de proximité ("proches") s'équilibrent (2/2).

Ce qui, peut-être, distingue le plus les terrains de proximité des terrains éloignés - en dehors de la nature de leur substrat géologique - est la situation par rapport à l'ambiance hydrographique. Il est en effet remarquable que les *contextes* du groupe "éloigné" - formellement situés entre 25 et 40 mn - sont quasiment tous en zone inondable (à deux exceptions près, et hors contexte de forte pente bien sûr). Toutefois, on ne note pas de liens très marquants entre le comportement des terrains potentiellement inondables face aux

¹⁵² Fort taux d'ensoleillement chez les terrains secs ou souffrants de la sécheresse autant que de l'humidité, et faible taux d'ensoleillement chez les terrains peu drainants.

¹⁵³ Faible taux d'ensoleillement chez les terrains secs, et fort taux d'ensoleillement chez les terrains peu drainants.

conditions d'humidité et de sécheresse et leur degré de proximité - mis à part peut-être une légère préférence pour les sols à tendance humide. Cette observation amène à relativiser ce qui a été perçu au travers de l'étude des profils, à savoir une spécificité des zones inondables éloignées des établissements du IIIe s. de n. è. (cf. *supra*). D'ailleurs, il y a presque autant de *contextes* potentiellement inondables à proximité (8 "proches" et "plutôt proches") et à distance (10 "éloignés" et "plutôt éloignés") des établissements - la différence majeure restant le substrat géologique. On signalera néanmoins la distinction qui existe chez les terrains sur alluvions du Vidourle : les sols à faible niveau de drainage (2) se situent de préférence dans le voisinage des établissements, tandis que les sols secs et ceux qui sont sensibles à la sécheresse autant qu'à l'humidité (3) obtiennent de très faibles degrés de proximité.

Le Ve s. de n. è. est caractérisé par un retour aux terrains sur substrat de type molasse et conglomérat à proximité des établissements, bien que cette tendance soit moins systématique qu'au Ier s. de n. è. (Annexe 63, A). Comme au Ier s. de n. è., la quasi-totalité des *contextes* marneux se situent franchement à moins de 10 mn de marche des établissements, mais les terrains "plats" sur alluvions du Vidourle et sur substrat calcaire s'insèrent dans un maillage plus lâche. On observe en revanche un meilleur degré de proximité pour les zones calcaires en "pente".

Il en résulte une recherche moins systématique de la proximité des terrains souffrant de l'humidité autant que de la sécheresse (Annexe 63, B). En revanche, la distribution des établissements tardo-antiques induit une proximité avec la totalité des terrains ayant un bon comportement face aux conditions d'humidité et de sécheresse (voir également *supra*, p. 221-222). Les *contextes* souffrant de la sécheresse sont encore préférentiellement situés à proximité immédiate des établissements, mais l'on y trouve un peu moins fréquemment les sols ressuyant mal. Les zones inondables se répartissent équitablement entre les contextes "très proche" et les contextes "proche", elles constituent d'ailleurs la grande majorité des contextes "plats" de ce second groupe (8 *contextes* sur 11). A la différence du IIIe s. de n. è., il semble que les préférences pour les terrains potentiellement inondables aillent plutôt aux sols secs, situés préférentiellement à proximité immédiate - mais les effectifs restent réduits. L'examen de l'impact de l'ensoleillement annuel sur le comportement des sols n'indique pas non plus de différences notables entre les groupes "proche" et "très proche". On observe cependant que les situations pouvant potentiellement améliorer le comportement des terrains face aux conditions d'humidité et de sécheresse sont toutes préférentiellement situées dans le voisinage des établissements (groupes "très proche", "proche" et dans une moindre mesure

"plutôt proche"). Toutefois, ce sont les associations aggravantes qui sont majoritaires à ces degrés de proximité.

L'analyse par période a permis d'affiner certaines des observations préliminaires - opérées à partir des profils chronologiques -, et d'en relativiser d'autres. Mais elle apporte également des informations sur les caractéristiques des différentes phases de peuplement, jetant un éclairage nouveau sur leurs rapports aux ressources agro-pastorales disponibles, qui soulèvent quelques questionnements.

On a pu remarquer que le Ier s. av. n. è. se distingue des autres périodes. Tout d'abord parce qu'il y apparaît une sélection de l'environnement plus évidente que postérieurement, avec notamment une nette distinction entre les propriétés de l'environnement immédiat, potentiellement cultivé, et celles des espaces situés entre 10 et 25 mn des établissements, plus probablement utilisés de manière moins intensive ou pour le pâturage (cf. *supra*, p. 236-237). Les caractéristiques des *contextes* privilégiés à proximité immédiate des installations dessinent deux archétypes : les milieux de pentes, parfois arides, et nécessitant - pour les contextes de fortes pentes - l'aménagement de terrasses pour la mise en culture, une technique que l'on retrouve d'ailleurs dans l'organisation interne de plusieurs sites (ex. Cambroux, n° 650), et les milieux présentant des aptitudes agronomiques particulières : sols sur colluvions, sur alluvions ou marqués par une accumulation alluviale (zone d'inondation). Ce dernier type comporte néanmoins un inconvénient de taille : les crues risquant d'asphyxier les cultures levées.

Les périodes suivantes, le Ier s. de n. è. notamment, se démarquent de cette "première" phase par une mise à profit bien plus évidente des zones de dépression, singulièrement des contextes "plats" sur substrat marneux. Comme nous l'avons vu *supra*, les sols reposant sur ce type de formation géologique peuvent être de qualité variable, les défauts typiques de ces sols sont de deux types : les sols épais peuvent parfois présenter une légère hydromorphie et nécessiter des travaux de drainage, tandis que les sols minces sont des terrains "froids" qui ne sont pas propices aux cultures précoces, comme les céréales de printemps, en outre les plantes y craignent la sécheresse - ces derniers conviennent donc plutôt aux prairies, aux cultures fourragères et à l'arboriculture fruitière peu exigeante, mais ils nécessitent de pratiquer l'irrigation si l'on veut élargir la gamme des cultures (CNARBRL 1958b, p. 23). Le paysage qu'arbore aujourd'hui le bassin de Combas témoigne d'ailleurs des entreprises

d'aménagement qui ont été mises en œuvre : il présente en effet des cours d'eau rectifiés et de profonds fossés.

En outre, l'occupation plus dense des zones basses a également impliqué une relation plus étroite avec les terrains sensibles aux conditions humides, en raison de leur capacité de drainage naturel relativement faible. Il est fort possible que certains d'entre eux posent - ou ont posé - d'importants problèmes pour la mise en culture, notamment les terrains souffrant de l'humidité autant que de la sécheresse.

Aussi, dans l'optique d'un changement des modes d'utilisation des deux grands types de *contextes*, corrélatif à leur passage d'espaces relativement périphériques au Ier s. av. n. è. à des espaces de proximité à partir du Ier s. de n. è., on peut envisager que cette évolution se soit accompagnée de quelques entreprises d'aménagement pour la mise en valeur de ces espaces. Toutefois, le contexte exact de l'installation d'établissements dans les zones basses à partir du Ier s. de n. è. est mal connu dans l'ensemble, faute d'être en mesure de déterminer la fonction de la grande majorité des occupations. L'augmentation des petits établissements peut aussi bien correspondre à un phénomène de dispersion des petites exploitations et de l'équipement agricole qu'à celui de structures pastorales sur le territoire étudié.

A partir du Ier s. de n. è., on ne retrouve plus de distinction évidente entre les espaces aux voisinages directs des établissements et les espaces relativement périphériques (situés entre 10 et 25 mn des établissements). Aux Ier et au Ve s. de n. è., les installations sont très denses et semblent donc assurer une mise à contribution de terroirs très variés. Néanmoins, la relation observée entre les conditions d'ensoleillement annuel et le comportement à conditions d'humidité et de sécheresse, pourrait éventuellement témoigner d'une sélection de l'environnement au Ier s. de n. è., et du faible attrait exercé par les terrains les plus difficiles. Au Ve s. de n. è., il semblerait que les terrains à faible niveau de drainage - hors ceux également caractérisés par une faible réserve en eau - aient été moins utilisés. Mais ces deux tendances ne sont toutefois pas très marquées.

L'étude de la répartition des grandes séquences du peuplement de la zone d'étude suggérerait que l'occupation du sol durant l'époque tardo-antique diffère assez peu de celle observée au Ier s. de n. è. (cf. *supra*, p. 152-160). L'analyse qui vient d'être effectuée fait toutefois apparaître quelques différences : il semble que la trame tardo-antique soit en réalité mieux répartie que celle du Ier s. de n. è. Elle tire mieux parti de la distribution des sols à bon

comportement, et montre une sélection des terrains souffrant de l'humidité autant que de la sécheresse.

Le III^e s. de n. è. en revanche ne montre aucune tendance particulière : il n'existe pas de *contexte* spécifiquement situé à proximité des établissements, ni de liens évidents entre la situation d'éloignement et les caractéristiques des terroirs. La forte baisse de densité d'établissement qui dépeint cette période ne semble donc pas correspondre avec l'abandon d'un type d'environnement particulier. Les observations faites sur les terrains alluviaux pourraient éventuellement relever d'une évolution dans l'utilisation des ressources agropastorales. Mais leur distribution est bien trop restreinte sur l'espace d'étude pour que l'on puisse en tirer des conclusions ; la question nécessiterait une étude sur un plus large espace.

4. PEUPLEMENT ET RESEAUX DE COMMUNICATION

4.1 UNE APPROCHE PAR MODELISATION

L'analyse du réseau de communication est le second axe de recherche choisi dans cette étude pour essayer de répondre aux questions soulevées par l'évolution de la trame du peuplement. Les possibilités offertes et les contraintes pesant sur les déplacements des personnes et des biens constituent un facteur essentiel qui conditionne les pratiques et structurent l'espace. S'il est admis que, durant la période antique, le fret fluvial était bien plus avantageux que le transport par voie terrestre¹⁵⁴, il faut rappeler que "le surcoût du transport par route semble bien maîtrisé" (Raepsaet 2001, p. 28). Le transport terrestre ne se limitait pas au seul portage intermédiaire entre bassins fluviaux, mais jouait un rôle direct dans la prise en charge et la distribution des produits à courte, moyenne et longue distances (Raepsaet 2001, p. 28). Par ailleurs, il faut s'interroger sur la navigabilité des rivières dans une région où le climat, extrêmement contrasté, influe largement sur le régime des cours d'eau. Le fleuve le plus important de l'espace que nous allons considérer, le Vidourle, était, avant la construction des resclausures, navigable en période de hautes-eaux - c'est à dire très temporairement (Raynaud 2002c, p. 654). Les réseaux viaires ont de toute évidence joué un rôle de premier plan dans les échanges à l'échelle régionale, et notamment dans l'arrière-pays.

Après une présentation rapide de l'état des connaissances sur le réseau routier, nous aborderons les méthodes mises en œuvre pour modéliser ce réseau de communication. L'objectif initial est de situer la dynamique du peuplement de la zone d'étude dans le contexte régional à travers l'évolution du réseau viaire. Il ne s'agit donc pas d'étudier le chevelu des chemins, aménagés ou non, reliant indubitablement tous les établissements contemporains, mais plutôt d'appréhender les principaux axes de communication traversant la région. Cette échelle d'analyse restreint l'étude à un niveau spécifique du réseau, et guide le choix des lieux de peuplement pour la modélisation. Il a donc été choisi de travailler sur le réseau des agglomérations, en se basant sur la sélection effectuée par le programme collectif de recherche "l'habitat groupé gallo-romain et les agglomérations secondaires en Languedoc-Roussillon" (Fiches 2002)¹⁵⁵.

¹⁵⁴ Sur la rentabilité des voies d'eau, voir notamment les travaux de F. Izzara sur les fleuves de Gaule romaine (Izzara 1993), ou l'évaluation des coûts selon les modes de transport proposée sur la base des données de l'*Edit de Maximum* de Dioclétien (travaux de P. Arnaud 1998, reproduit in Gandini 2008, p. 275).

¹⁵⁵ Signalons que les prémices de cette étude ont été publiées en 2008 (Zakšek, Fovet, Nuninger *et al.* 2008). Le secteur analysé y était un peu plus restreint, ce qui avait permis de travailler sur un panel plus étendu d'établissements ; néanmoins une part importante des axes ayant potentiellement influés sur le secteur

4.1.1 Le réseau viaire ancien : une connaissance lacunaire

Les recherches se sont longtemps focalisées sur l'axe de très grande communication reliant l'Italie à l'Espagne par la Gaule du sud, désigné par les appellations de voie Domitienne du Rhône au Pyrénées et de voie Héracléenne pour la période protohistorique. Dans le secteur qui nous occupe, l'itinéraire de la *via Domitia* est relaté par diverses sources antiques (textes littéraires et épigraphiques) et son tracé a pu être restitué à partir de son bornage, bien que certaines zones d'ombre subsistent (cf. Annexe 66). Les autres grandes voies de communication, reliant Nîmes aux autres capitales de cité, ont été assez peu étudiées. A la suite de G. Charvet, on considère généralement que ces routes antiques suivent peu ou prou le tracé des routes actuelles (Charvet 1873; Monteil 1999; Provost, Dedet, Fabre *et al.* 1999; Fiches 2002, p. 21, fig. 4 ; Clément 2003). Deux de ces voies ont toutefois fait l'objet d'études utilisant notamment la toponymie moderne pour restituer ces parcours de grande ou moyenne communication (voies E et B, cf. Annexe 66). Par ailleurs, l'on présuppose également une utilisation très ancienne de certains chemins de grand parcours : les collectrices - drailles¹⁵⁶ - considérées comme des voies ancestrales - ainsi que les chemins du sel et/ou de pèlerinage (Clément 2003). Ces anciens chemins - chemin vaunageol (voie M-a), *Cami Salinié* (voie O) et *Cami roumieu* (voie P) - sont mentionnés dès l'époque médiévale et l'on s'accorde à penser qu'ils existaient probablement déjà aux époques qui nous occupent, en raison notamment de leur rapport avec les sites archéologiques et/ou les centuriations (Favory, Fiches et Raynaud 1985 ; Favory, Parodi, Poupet *et al.* 1994 ; Fiches 2002, p. 80-81 ; Clément 2003). Les éléments datant les voies de communication interrégionales sont très rares en dehors des agglomérations ayant fait l'objet de fouilles (Nîmes, *Ambrussum*, Lunel-Viel ; cf. Annexe 66). D'un autre côté, les segments de voies découverts lors d'opérations archéologiques ne correspondent pas aux voies de communication habituellement proposées ; il est difficile de situer dans le réseau de communication¹⁵⁷ (Annexe 64 et Annexe 66). De fait, le parcours général de cette catégorie de voie est restitué selon des méthodes alliant la position de sites remarquables¹⁵⁸, l'analyse du paysage et l'étude de la toponymie¹⁵⁹.

d'étude ne pouvait être pris en compte, car ce dernier se situe en périphérie de la base de données archéologiques régionale mise à disposition par l'équipe de recherche (notamment C. Raynaud, F. Favory et L. Nuninger).

¹⁵⁶ Chemin de transhumance pour les troupeaux.

¹⁵⁷ Le chemin antique situé au sud-est de Montpellier ("ZAC portes de la Mer I") ; celui situé au sud de Nîmes et à proximité du Vistre ; et celui situé au nord-ouest d'Aimargues, le long de la voie P mais dont l'orientation (nord-ouest/sud-est) le différencie de cette dernière (Raynaud 2001).

¹⁵⁸ Passages de rivière et habitats importants.

¹⁵⁹ Mentionnant soit la vocation soit l'itinéraire de chemins aujourd'hui déclassés.

A plus grande échelle, les tracés des voies présumées anciennes ont été repérés sur les cartes au 1/25000 et sur les photographies aériennes, ils correspondent à des anomalies remarquables du paysage caractérisées par l'existence de lignes dont la matérialisation se présente sous l'aspect d'éléments concrets du paysage¹⁶⁰ aussi bien que sous une forme abstraite comme les limites administratives (Annexe 65). C'est avant tout la diversité des apparences prises par ces tracés qui permet de les interpréter comme les survivances d'itinéraires anciens. Ces travaux nous offrent de nombreux lieux de passage possibles dans le secteur d'étude car le réseau de communication semble s'être bien conservé dans le paysage de cette région. En effet, les sites archéologiques y sont bien souvent encore connectés aux chemins actuels. Cet état de fait a d'ailleurs été utilisé comme critère de classification des établissements archéologiques, car il indique la capacité d'un établissement à marquer durablement le réseau de communication (Favory, Fiches et Girardot 1987-1988, p. 71 ; C. Raynaud, F. Favory, H. Mathian, L. Sanders in Durand-Dastes, Favory, Fiches *et al.* 1998, p. 160). Cependant, nous disposons de bien peu d'éléments pour situer chronologiquement l'utilisation de ces anciens chemins¹⁶¹, et les interprétations reposent bien souvent sur les relations de proximité qu'ils entretiennent avec les établissements archéologiques ainsi que sur leur indépendance vis-à-vis des villages actuels (cf. Annexe 66).

Notre connaissance des voies de communication anciennes est donc largement basée sur des méthodes d'analyse régressive, partant des linéaments inscrits dans le paysage actuel et éliminant les chemins reconnus comme récents. Si ce type de méthode permet d'émettre des hypothèses - parfois fortes - sur les tracés actuels, ceux-ci restent toutefois très difficiles à situer dans le temps. Les études sur la voirie ont montré que les routes évoluent, notamment du fait de l'attraction exercée par les lieux de peuplement, et peuvent subir de légères modifications de tracé voire d'importants changements de parcours (Vion 1989). Nous prendrons ici pour exemple les trois voies proposées pour l'axe de communication traversant la plaine littorale : une "voie *Domitia* primitive" (voie A-1) aurait précédé le passage en plaine de la *via Domitia* - sur le tronçon reliant Nîmes à *Ambrussum* - et cette dernière aurait été supplantée durant le Moyen Age par le *camin romieu* (voie P) (cf. Annexe 66). Les voies ont une histoire et leur tracé résulte d'une évolution bien souvent complexe où déclassements, créations, réactivations de tracés s'entremêlent (Vion 1989, p. 89). Ainsi, l'étude des voies à grande échelle, prenant en compte une analyse fine de la morphologie du paysage et de la

¹⁶⁰ Routes, chemins d'exploitation, etc.

¹⁶¹ Seule la voie L a fourni quelques tronçons de chaussée antique, aux abords du quartier bas de l'agglomération de Maressip (cf. Annexe 66).

localisation des établissements archéologiques, ouvre bien souvent les discussions quant aux différents tracés possibles (notamment pour les voies B, M, I-c, mais aussi les voies O-1, O-2, E-1...). La relation aux établissements archéologiques peut être interprétée de diverses façons : forte, elle suggère que l'axe de communication extrait existait à l'époque d'occupation des sites ; faible, elle peut suggérer que cet axe appartient au réseau de communication supra-local - c'est-à-dire raccordant quelques points de peuplement mais sans relier tous les établissements. En outre, la démarche régressive ne permet pas de dire si un établissement s'est installé le long d'une voie de communication préexistante ou si c'est la présence d'une occupation humaine qui a entraîné la construction du chemin.

Par ailleurs, les voies de communication actuellement reconnues ne suffisent pas à reconstituer l'ensemble du réseau principal, et certaines liaisons routière entre les centres régionaux restent à situer ; l'on suppose, par exemple, l'existence de liaisons routière entre Sommières-*Ambrussum* ou Sommières-*Sextantio* et Lattes, mais l'étude de ces voies reste à faire (cf. Annexe 64). De plus, il est possible que certains des anciens chemins extraits de l'analyse du paysage à l'échelle locale s'inscrivent dans le réseau de communication régional (cf. Annexe 65). Il existe, par exemple, de fortes présomptions concernant l'utilisation du chemin de Boucoiran (voie I) pour le transport de la pierre des Lens en direction de Murviel-les-Montpellier et du port de Lattes (Bessac 1996, p. 69-73). Il s'agit du second grand axe de transport par voie terrestre envisagé par J.-C. Bessac, après le transport via Nîmes jusqu'au port fluvial de Beaucaire (voie D). De manière générale, le statut des voies restituées par analyse régressive est difficile à établir ; l'état actuel des connaissances ne permet pas de déterminer si un chemin correspondait à une simple desserte locale ou s'il faisait partie d'un itinéraire de grande communication.

Pour toutes ces raisons, il est difficile d'utiliser les voies supposées antiques et les survivances d'itinéraires anciens pour l'analyse de la répartition des établissements archéologiques et de son évolution. Il faut en effet considérer qu'"*appréhender l'organisation d'un réseau routier, c'est tout d'abord comprendre sa dynamique*" (Leturcq 1997). Une approche constructive a donc été adoptée, simulant, pour différentes périodes, les voies de communication reliant les établissements contemporains.

4.1.2 Modélisation des cheminements optimaux

A la différence des méthodes utilisées auparavant pour l'étude du réseau viaire en Languedoc, l'objectif de la modélisation n'est pas de trouver les voies anciennes de manière précise, mais de situer les axes de passage qui découlent potentiellement de la répartition des lieux de peuplement et d'activité, de localiser approximativement les axes de passages les plus plausibles. Les déplacements sont modélisés à l'aide du calcul des chemins optimaux. Cette méthode permet de déterminer le parcours suivi entre deux lieux, en prenant en compte les facteurs influant sur la mobilité - en termes de contraintes exercées par le milieu. Plus loin, la modélisation du réseau de communication, c'est-à-dire de tous les cheminements allers-retours entre un ensemble de lieux, permet de mettre en évidence les zones à fort potentiel en termes de flux de biens et de personnes, où les possibilités d'échange sont les plus grandes.

Dans l'optique des déplacements par voie terrestre, plusieurs catégories de facteurs peuvent être envisagées. En premier lieu, nous considérerons que les cheminements doivent être efficaces, c'est-à-dire rapides mais surtout nécessiter le moins de dépense énergétique possible. En effet, la pénibilité du trajet paraît, pour les périodes considérées, plus importante que le temps de transport - d'autant que, dans la région, la distance séparant les agglomérations gallo-romaine est de 25 km en moyenne. Cet aspect apparaît d'ailleurs dans certains textes antiques :

"Une route commode apporte beaucoup à un fonds, à commencer, et c'est le principal, par la présence du maître, qui viendra d'autant plus volontiers qu'il n'est pas détourné par l'appréhension des tourments d'un chemin pénible. Ensuite, pour l'importation et l'exportation : elle accroît le prix des productions vendues à l'extérieur et diminue les coûts de ce l'on fait entrer. Le prix de ce que l'on fait entrer est d'autant moins élevé que les communications sont commodes. Et ce n'est pas rien de voyager à moindre coût, si l'on effectue le transport avec des bêtes de louage, ce qui est plus avantageux que d'élever les siennes propres spécialement à cette fin" (Columelle, RR I, cité par Gandini 2008, p. 275).

Les contraintes physiques exercées sur les déplacements peuvent être fonction de la topographie, de l'existence de "barrières" comme les rivières, ou de l'état des surfaces (végétation, route aménagée, marécage...). Les cours d'eau de la région, dont le régime est largement influencé par le climat nord méditerranéen, peuvent de nos jours être traversées sans trop de difficulté en période sèche - les deux principales rivières à franchir dans le

secteur qui nous occupe sont le Vidourle et le Vistre qui tendent à se tarir en été avec des débits très faibles (Dumas 1875, p. 197 et 205). Et l'on peut supposer qu'aux époques anciennes les cours d'eau n'opposaient de véritable frein qu'en période de hautes eaux. Les points de franchissement naturel pourraient néanmoins être pris en compte, mais on sait que les gués praticables se sont déplacés de manière significative depuis les périodes qui nous occupent (Clément 2003, p. 26). De même, la prise en compte de l'état des surfaces est difficilement utilisable dans la modélisation des anciennes voies de communication : bien qu'il existe des formules intégrant le facteur terrain dans l'évaluation de la dépense énergétique lors d'un déplacement¹⁶², le problème essentiel reste de localiser ces différents types de surface pour les périodes anciennes. L'état des connaissances sur le paléo-environnement ne permet malheureusement pas encore de cartographier la végétation ou les zones humides pour les périodes étudiées. Aussi, le relief est le seul des éléments considérés dont les changements ne sont pas significatifs à l'échelle considérée (micro-régionale et époques "historiques").

De plus, les contraintes d'hydrographie et de surface sont secondaires dans la mesure où des aménagements sont possibles (ponts, stabilisation du terrain...). Il ne s'agit pas en effet de simuler le déplacement d'un individu dans un contexte donné, mais d'évaluer les contraintes fortes qu'impose un espace parcouru fréquemment par les communautés dans le cadre de leurs activités. Partant de ce point de vue, on peut considérer que la topographie est l'élément premier. Certes, l'espace étudié n'est pas une zone de montagne, et la plupart des versants ne représentent pas de difficultés insurmontables, mais on peut tout de même considérer que l'on a très certainement cherché à minimiser les passages difficiles lors des trajets entre les lieux de production et/ou de stockage et les lieux de consommation et de résidence.

Aussi, on considérera que la pente est la variable essentielle du coût énergétique fourni pour effectuer un trajet. Ce coût dépend ensuite du moyen de transport considéré. Pour des raisons de temps, seuls les coûts correspondant au mouvement à pied ont été utilisés pour paramétrer la modélisation des chemins optimaux. Il est possible que le déplacement par traction animale puisse changer la structure des réseaux de communication théoriques obtenus par modélisation - en raison de seuils de contrainte différents vis-à-vis de l'inclinaison du terrain. En dehors des cas de chargement très spécifiques, comme le calcaire du Bois des Lens - dont les blocs pouvaient atteindre 6 tonnes environ (Bessac 1996, p. 73) -, on peut

¹⁶² L'équation la plus souvent utilisée en archéologie est celle de Pandolf et *al.* (Pandolf, Givoni et Goldman 1977).

s'interroger sur l'importance de ce mode de transport dans les échanges à l'échelle régional. Les déplacements pédestres - à dos d'homme ou d'animaux de bât - sont habituellement le seul mode de transport pris en compte pour modéliser l'accessibilité des territoires au niveau "local", par opposition aux échanges de dimension méditerranéenne, qui s'appuient d'ailleurs sur un tout autre réseau de communication (Nuninger 2002, p. 133 ; Garmy, Kaddouri, Rozenblat *et al.* 2005, p. 88). Quoiqu'il en soit, le parti pris d'une modélisation basée sur les déplacements pédestres répond, dans cette étude, à une nécessité de simplification, qui permet une bonne appréciation des potentialités de circulation.

La commodité n'est cependant pas la seule variable ayant joué sur les déplacements (sinon, nous ne trouverions vraisemblablement pas d'habitats perchés ou de chemins de hauteur). L'existence d'éventuelles contraintes mentales - relevant des pratiques sociales, culturelles et religieuses -, susceptibles de peser sur les possibilités de parcourir certains espaces, est assez souvent évoquée, notamment dans la littérature anglo-saxonne (voir par exemple Llobera 2000 ; Wheatley et Gillings 2002, p. 151, 155 ; Van Hove 2004, p. 15). Toutefois, ces variables ne sont jamais vraiment intégrées à des études de cas, faute de pouvoir appréhender ces valeurs symboliques.

L'idée de tester l'impact d'un facteur psychologique - la perception visuelle - sur la constitution des voies de communication a germé dans le cadre d'un travail de collaboration interdisciplinaire initiée dans le cadre d'un programme de recherche franco-slovène¹⁶³. On peut en effet considérer qu'un trajet assurant un bon champ de vision sera préféré par les voyageurs transportant des produits, inertes ou vivants (troupeau), pour des raisons d'orientation et de sécurité. Nous supposons par exemple qu'il s'agit d'un des facteurs prévalant à l'établissement des chemins de hauteur. Par ailleurs, on peut également envisager qu'il était important, pour les communautés locales, de maintenir les routes aux endroits où elles pouvaient être contrôlées visuellement. Les textes des agronomes latins montrent bien l'importance du contrôle visuel pour surveiller les gens, les exploitations, les *villae* et les bâtiments de stockage (Clerget 2004 : CAT., *Agr.* ; COL. 1).

L'étude présentée ici se base surtout sur le point de vue du "voyageur", aussi, le facteur "visibilité" sera appréhendé sous l'angle de l'ampleur du champ visuel le long des voies de

¹⁶³ Programme d'Action Intégrée "Proteus" de 2004 à 2005, dont les autres participants étaient : Laure Nuninger (UMR 6249, CNRS, France), Klemen Zakšek, Tomaž Podobnikar, Krištof Oštir (Institute of Anthropological and Spatial Studies, ZRC SAZU, Slovenia), Sneža Tecco-Hvala (Institute of archaeology, ZRC SAZU, Slovenia) et Frédérique Bertoncello (UMR 6130, CNRS, France).

communication. Ce facteur est, comme le poids énergétique, essentiellement lié à la topographie. L'occupation du sol est, il est vrai, un paramètre influant également fortement (couvert végétal), les données actuelles ne nous permettent cependant pas de la prendre en compte.

4.1.2.1 Modélisation des cheminements de moindre coût

La méthode de modélisation utilisée fonctionne en mode raster, car elle est plus facile à paramétrer et à modifier que les modèles vecteurs - il s'agit par ailleurs du mode de fonctionnement le plus répandu dans les logiciels de SIG. Dans ce cadre, la procédure de détermination du cheminement de moindre coût consiste, dans un premier temps, à définir une *surface de friction** qui détermine, pour chaque élément de l'espace, le niveau de contrainte affectant le déplacement. Dans un second temps, cette surface sert à réévaluer les distances, en termes de coût, pour effectuer un déplacement depuis un lieu (Figure 33). La *distance coût** qui en résulte correspond au coût cumulé pour se déplacer depuis ce point (recherché dans une fenêtre de 4, 8, 16 pixels voisins). Ainsi, la *distance coût* détermine le chemin de moindre contrainte pour relier ce lieu à n'importe quel autre point de l'espace considéré.

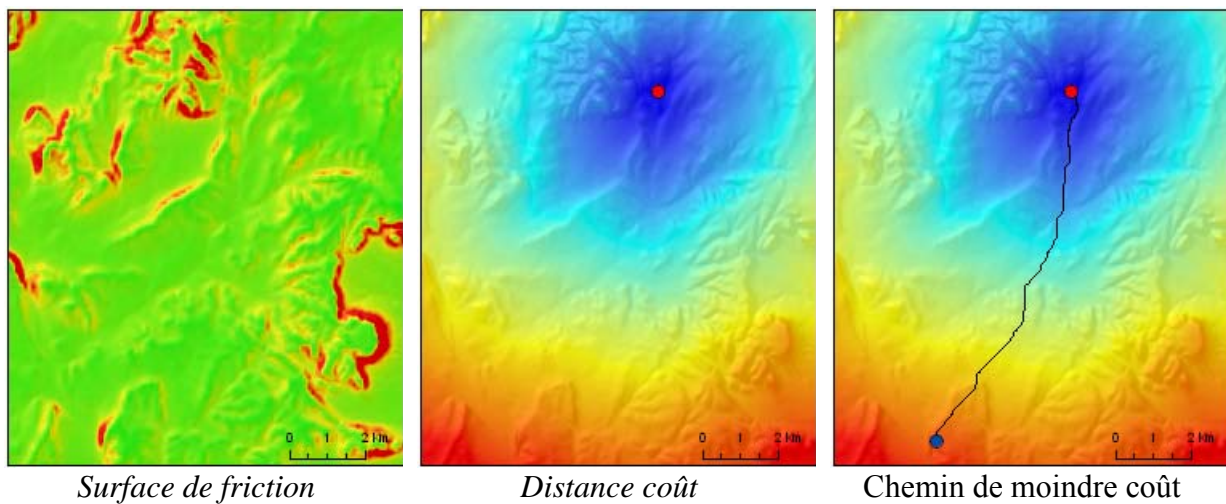


Figure 33. Procédure de détermination des cheminements optimaux

La *surface de friction* - représentant le ou les différent(s) facteur(s) envisagé(s) - est donc l'élément qui détermine le résultat du calcul des cheminements optimaux. Le coût énergétique qu'elle représente est ici déterminé en fonction de la pente : plus la pente est raide, plus il faut d'énergie pour la gravir. Toutefois, ce n'est pas la valeur de pente en elle-même qu'il faut

considérer : une pente de 10 % n'est pas deux fois plus difficile qu'une pente de 5 % (Figure 35) ; et son utilisation aboutit à des résultats bien peu réalistes (Figure 34).

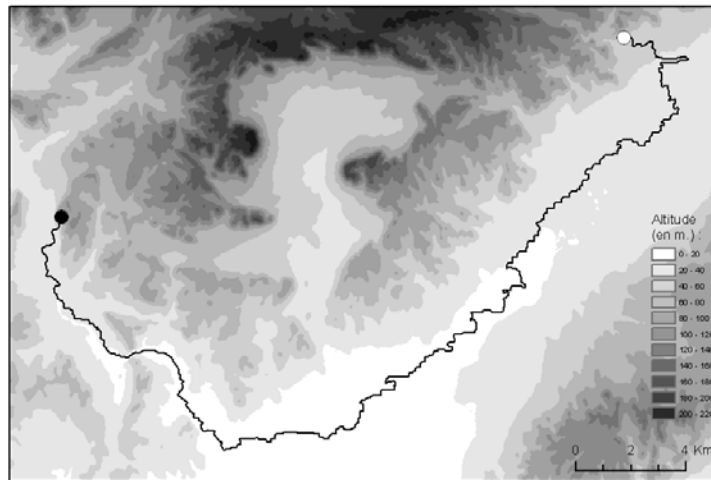


Figure 34. Exemple de chemin modélisé à partir des valeurs de pente

Diverses solutions ont été proposées pour pondérer la distance en fonction de la topographie (pour une revue assez complète des différents algorithmes utilisés en archéologie voir : Van Leusen 1999 ; Van Leusen 2002, p. 6.5-6.7 ; Wheatley et Gillings 2002, p. 154-156). Sans reprendre l'ensemble du dossier, il faut relever que si l'on évoque souvent l'aspect non linéaire et asymétrique de la relation entre la pente et le coût engendré, bien peu d'études sont parvenues à prendre en compte ces aspects.

D'une part, la majorité des équations utilisées ou adaptées pour modéliser cette relation le font de manière linéaire (Gaffney et Stančić 1991 ; De Silva et Pizziolo 2001; Nuninger 2002 ; Van Leusen 2002, p. 16.10-16.18 ; Bellavia 2002; Van Hove 2004, p. 15). Les propositions modélisant des relations non linéaires sont plus rares (Bell et Lock 2000, p. 88-90 ; Hernandez 2001, p. 37) et concernent plus souvent les distances-temps que les distances-coûts (Verhagen, Gili, Micó *et al.* 1999 ; Kaddouri 2004, p. 194-196). Il existe une autre approche consistant à se baser directement sur des mesures biométriques donnant la correspondance entre une pente et la dépense énergétique (ex : Llobera 2000 ; Podobnikar, Hvala et Dular 2004 ; voir aussi Figure 35).

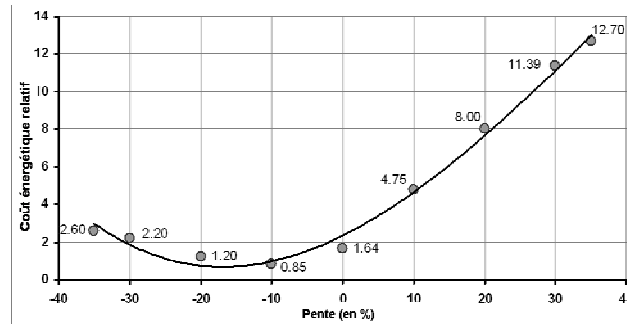


Figure 35. Relation entre la pente et la dépense énergétique (K. Zakšek dans Zakšek, Fovet, Nuninger *et al.* 2008 d'après Minetti, Moia, Roi *et al.* 2002). Les valeurs négatives de pente correspondent à la descente

D'autre part, la question de l'asymétrie, ou anisotropie, a longtemps posé - et pose encore - problème. Il s'agit cependant d'un aspect très important du mouvement. En effet, considérer la pente comme une valeur absolue, indépendante de la direction du mouvement, revient à modéliser un espace isotropique où la friction est identique que l'on se déplace en montant, en descendant, ou le long d'une pente, ce qui n'est pas réaliste (Figure 36).

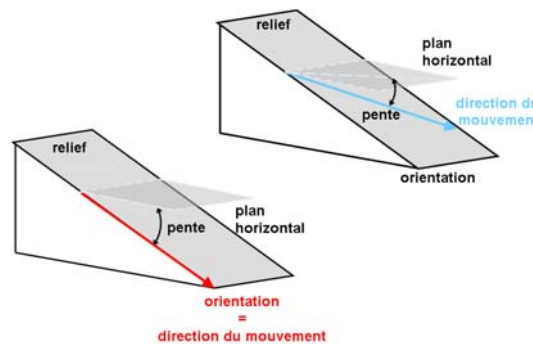


Figure 36. Différence entre la pente effective et le relief ; lorsque l'on se déplace perpendiculairement à l'orientation du relief, la pente effective est égale à 0 (K. Zakšek et L. Nuninger dans Zakšek, Fovet, Nuninger *et al.* 2008)

Bien souvent le problème de la différence entre la dépense énergétique en montée et en descente n'a été que très partiellement traité, en introduisant un déport (offset) sur des fonctions symétriques afin que le poids de la pente soit moins important en faible descente que sur le plat (Verhagen, Gili, Micó *et al.* 1999 ; Van Leusen 2002, p. 16.10-16.18) ; voire totalement éludé, considérant qu'il n'y a pas de réelle différence ou arguant qu'un chemin correspond à un parcours aller-retour. L'on opposera à ce dernier argument qu'un parcours aller-retour opérerait pour la meilleure option en fonction du poids de l'aller et du poids du retour pris en compte séparément, et ne peut donc être réduit à un coût moyen comme cela a été proposé lors de certaines études (De Silva et Pizziolo 2001). Par ailleurs, on peut également envisager que les parcours allers et retours suivent des cheminements différents.

Il est vrai que la prise en compte de la direction du mouvement dans la modélisation pose des difficultés d'ordre technique. Il ne suffit pas de proposer des valeurs-coûts différentes en montée et en descente, encore faut-il connaître le sens dans lequel la pente sera abordée lors de chaque trajet ; la *surface de friction* ne peut donc pas être considérée comme un élément pourvu d'une valeur fixe. Les logiciels commerciaux de Systèmes d'Information Géographiques n'ont proposé qu'assez récemment des algorithmes prenant en compte la direction du mouvement dans le calcul des **distances coût** ; c'est le cas notamment du module dit anisotrope *Varcost* du logiciel Idrisi32 ou le module *Pathdistance* d'ArcGIS. Toutefois, l'étude attentive de ces outils a montré leurs limites.

Le module d'Idrisi32 réduit la valeur de la *surface de friction* en calculant, pour chaque association de deux pixels analysés, le cosinus de la différence entre l'angle d'attaque de la pente et l'orientation du relief -où la friction atteint son maximum (voir également la Figure 37) :

$\text{effective_friction} = \text{stated_friction}^{\cos^k \alpha}$ <p style="margin: 0;">où α = difference angle et k = coefficient</p>	(Eastman 2001, p. 111-115)
---	----------------------------

Ce calcul permet de réduire considérablement l'effet de la pente lorsque le déplacement se fait perpendiculairement au relief car, quel que soit le degré de pente, la friction sera égale à 1 puisque le cosinus de la différence d'angle sera égal à 0 (Figure 37). Mais le principal problème de la formule proposée est qu'elle donne généralement une valeur plus faible à la descente qu'au déplacement perpendiculaire¹⁶⁴. Ce problème a déjà été relevé lors de précédents travaux traitant de la modélisation de cheminements optimaux (Bell et Lock 2000 p. 88-90 ; De Silva et Pizziolo 2001, p. 282). Par ailleurs, cette fonction ne permet pas non plus le paramétrage anisotrope, c'est-à-dire donnant des valeurs différentes à la montée et la descente d'une pente. De plus, le coût ainsi recalculé ne correspond pas forcément au coût de la pente effective tel qu'il serait paramétré par l'équation choisie pour modéliser la relation pente-coût. Cet outil ne permet donc pas de prendre en compte la direction du mouvement par rapport à la pente de manière satisfaisante.

¹⁶⁴ Puisque que si l'on considère une pente supérieure ou égale à 1°, un exposant négatif rendra une valeur inférieure à 1. A l'inverse, dans le cas d'une pente inférieure à 1°, la descente obtiendra une valeur de friction supérieure à celle d'un déplacement perpendiculaire, elle-même supérieure celle de la montée (qui est égale à la valeur de la pente du relief). Par ailleurs, il faut également relever que, dans ce calcul, plus la pente est forte, moins la friction en descente est élevée.

Selon la documentation d'ESRI, le module *Pathdistance* d'ArcGIS peut également calculer la pente effective pour chaque association de deux pixels analysés à partir de leur altitude respective (mesure appelée *vertical relative moving angle* : ESRI 2005). Cette pente en direction du mouvement est ensuite corrélée à un facteur vertical qui peut être déterminé par une table définissant le coût de chaque pente ; ce qui permet de paramétrer très finement le coût du déplacement sur la base d'études physiologiques. Toutefois, l'intégration d'un ou plusieurs autre(s) facteur(s) affectant le déplacement est problématique car cet outil ne propose qu'une seule manière de combiner les effets de la pente avec le ou les autre(s) élément(s) de friction : la multiplication. Cette méthode de combinaison des facteurs donne un poids très important au facteur additionnel, qui joue alors un rôle plus important que la pente.

Afin de pouvoir tester le poids de la visibilité sur les cheminements, il est préférable d'utiliser une méthode de modélisation beaucoup plus souple, où chaque paramètre peut être géré plus facilement. La procédure de modélisation des cheminements de moindre coût choisie a été élaborée dans le cadre d'un travail de collaboration interdisciplinaire initié au sein d'un programme de recherche franco-slovène¹⁶⁵ (Zakšek, Fovet, Nuninger *et al.* 2008). Nous avons pris le parti d'utiliser un algorithme "classique" (dit isotropique¹⁶⁶) pour le calcul de la *distance coût* mais appliqué à une *surface de friction* intégrant la direction du mouvement. Cette approche¹⁶⁷ consiste à recalculer, en amont, la valeur de la pente du relief pour la faire correspondre à la pente effective, puis de transposer ces valeurs en coût énergétique avant de procéder au calcul de la *distance coût*. Ceci permet de donner le poids énergétique d'une pente effective et non pas de modifier artificiellement le poids de cette pente comme sous Idrisi.

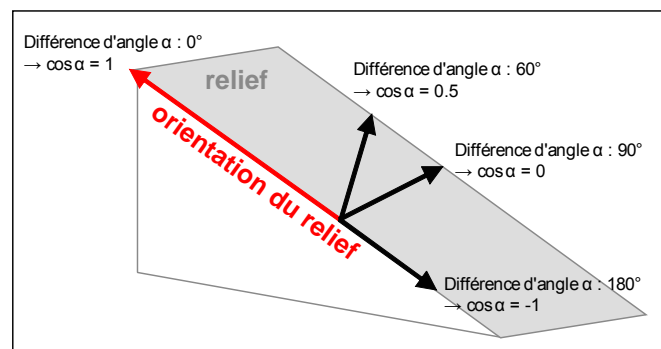


Figure 37. Exemples de calcul du cosinus de la différence d'angles entre le mouvement et le relief

¹⁶⁵ Programme d'Action Intégrée "Proteus" de 2004 à 2005.

¹⁶⁶ Il s'agit du module *Costdistance* du logiciel ArcGIS (calculant le coût cumulé dans une fenêtre de 8 pixels voisins)

¹⁶⁷ Proposée par mon collègue K. Zakšek, alors doctorant au IASS/ZRC SAZU.

Le calcul de la pente effective repose sur le cosinus de la différence entre l'angle d'attaque de la pente et l'orientation du relief :

$$\text{pente}_{\text{recalc}} = \cos(\text{orientation}_{\text{relief}} - \text{direction}) \times \text{pente}_{\text{relief}} \quad (\text{Zakšek, Fovet, Nuninger } et al. 2008)$$

Ainsi, la valeur de la pente effective correspond à celle de la pente du relief en situation de montée directe (multipliée par 1), mais elle devient nulle lorsque le déplacement se fait perpendiculairement au relief (multipliée par 0), et devient négative en descente.

Cette procédure induit un processus de modélisation en deux étapes, car la direction du déplacement entre deux sites peut être bien différente de celle d'une ligne droite. Ainsi, pour chaque site, un premier calcul de la *distance coût* ("Distance coût 1") donne un premier tracé approximatif du déplacement ; le calcul de l'orientation de cette surface nous donne ensuite la direction du mouvement pour rejoindre ce site (Figure 36). Ceci permet d'obtenir les valeurs de pente effective - en direction du mouvement - qui sont ensuite reclassées selon le coût énergétique relatif qu'elles demandent ; les valeurs utilisées correspondent à des mesures biométriques opérées sur des montagnards (Minetti, Moia, Roi *et al.* 2002 ; voir Figure 35).

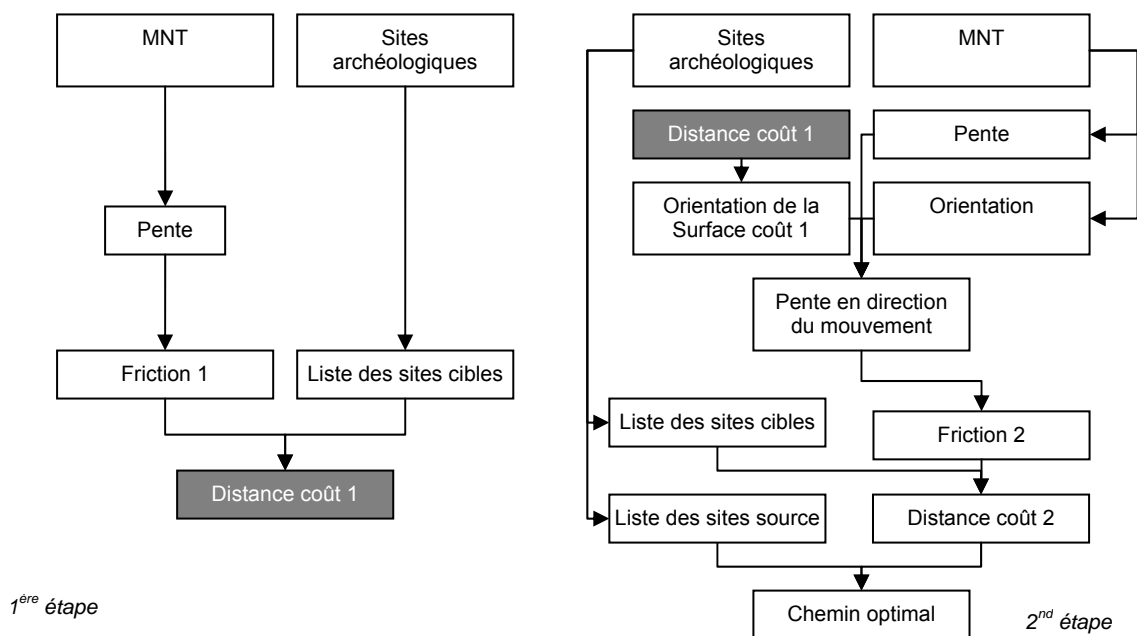


Figure 38. Procédure de modélisation des chemins de moindre coût (DAO : K. Zakšek et E. Fovet)

Les chemins optimaux résultants de cette méthode de calcul sont globalement cohérents en regard de la direction dans laquelle les pentes sont abordées, à la différence des modes de calcul isotropiques comme en témoignent les profils topographiques des parcours obtenus (cf. Annexe 67, A). Il semble cependant que des conditions topographiques très tourmentées puissent poser problème avec cette procédure en deux temps, qui occasionne des détours superflus (cf. Annexe 67, C). Nous verrons néanmoins que l'introduction du facteur "champ visuel" améliore sensiblement le modèle dans ce cas de figure (cf. *infra*, p. 271 et Annexe 70). Les tests réalisés sur des distances un peu plus importantes montrent que les méthodes de calcul anisotropiques produisent des cheminements qui suivent, globalement, des profils évitant les changements d'altitude trop brusques, opérant par paliers (cf. Annexe 67, B). Les cheminements résultant de notre procédure peuvent toutefois être très différents de ceux calculés par le module anisotropique d'ArcGIS (cf. Annexe 67, D). Mais il reste difficile de trancher quant au meilleur chemin obtenu : doit-on préférer les trajets offrant le moins d'"accidents" topographiques ou doit-on considérer que ceux-ci sont de moindre importance en regard du détour encouru ?

La procédure de modélisation proposée n'est probablement pas "La" solution pour la modélisation des chemins de moindre coût, toutefois les différences observées avec le module anisotropique du logiciel ArcGIS ne doivent pas être considérées *a priori* comme invalidant notre procédure. Il faut en effet noter que, dans la plupart des cas, les chemins optimaux calculés par les modules anisotropique et isotropique d'ArcGIS sont très similaires. Par ailleurs, il est remarquable que les modules isotropiques des deux logiciels testés - ArcGIS et Idrisi - ne produisent pas toujours les mêmes cheminements (cf. Annexe 67, D) ; cela signifie que, pour les mêmes paramètres, deux logiciels différents proposent des solutions différentes, et ce, même lorsqu'il s'agit de la méthode de calcul la plus simple (valeur fixe pour le poids de la pente). Ceci nous rappelle que les calculs de cheminement optimaux restent des modèles, dont les résultats doivent être analysés de manière critique avant de proposer toute interprétation archéologique.

Il semble également important de relever ici que les chemins résultants du module anisotropique du logiciel IDRISI ne répondent pas aux exigences d'un tracé de moindre coût, autant du point de vue des détours effectués que du point de vue de la topographie du parcours (cf. Annexe 67, B à D). L'exemple de calculs de cheminements entre deux habitats perchés séparés par un large bassin - en l'occurrence la Vaunage - permet d'illustrer le problème inhérent à l'algorithme *Varcost* (Annexe 68). Si les chemins obtenus avec cet

algorithmes peuvent sembler *a priori* cohérents sur de courts trajets effectués en milieu topographique mouvementé (cf. chemins situés en haut à gauche de la carte), les incohérences apparaissent lorsque la pente atteint le seuil de 1° . Comme nous l'avons évoqué plus haut (cf. note de bas de page n° 164, p. 261), l'algorithme de calcul induit un traitement différent pour les pentes inférieures ou égales à 1° : les valeurs de frictions en descente y deviennent supérieures au déplacement latéral, et augmentent très fortement en fonction du degré de pente¹⁶⁸. Aussi, le fait que le chemin "optimal" du trajet de Nages vers MaureSSIP s'écarte moins d'un tracé rectiligne (attendu en terrain relativement plat) repose en réalité sur l'existence d'une petite anomalie locale du Modèle Numérique de Terrain créant un étroit corridor de pente supérieure à 1° (Annexe 68).

Par ailleurs, cet exemple montre que la localisation précise du point de départ peut être déterminante dans le calcul de la *distance coût*, réalisé par itération, de proche en proche. Le déplacement du point de départ de 50 mètres induit un tracé différent, ici fortement mis en évidence par la barrière que constitue le seuil de 1° de pente - ce fait devrait être pris en compte pour la modélisation des cheminements de moindre coût en contexte de forte contrainte topographique comme en montagne. Dans un milieu plus clément, comme c'est le cas de l'arrière-pays languedocien, il semble que la localisation précise du point de départ soit moins déterminante lorsque l'on utilise des algorithmes anisotropiques adéquats, et n'influence le tracé qu'autour du point source, la trajectoire dans son ensemble restant stable.

Afin de pallier les éventuelles erreurs dues aux anomalies locales du Modèle Numérique de Terrain, nous avons tout d'abord intégré un ré-échantillonnage du Modèle Numérique de Terrain entre les deux étapes de modélisation de la procédure mise au point avec les collègues slovènes : la première étape visant à déterminer l'orientation générale du tracé était faite à partir d'un Modèle Numérique de Terrain filtré, relativement grossier (100 mètres de résolution), tandis que la seconde étape était réalisée avec la meilleure résolution possible (Zakšek, Fovet, Nuninger *et al.* 2008, p. 311). Toutefois, les tests réalisés depuis ont montré que le changement de résolution entre les deux étapes n'apporte pas de modifications notables, aussi la procédure a été simplifiée et ne comporte plus le "filtrage" du Modèle Numérique de Terrain¹⁶⁹.

¹⁶⁸ Pour exemple, une pente de 10° en descente obtient une valeur de friction de 0,1, une pente de 5° obtient une valeur de friction de 0,2, une pente de 2° obtient une valeur de friction de 0,16, tandis qu'une pente de 1° obtient une valeur de friction de 0,5 et une pente de $0,5^\circ$ obtient une valeur de friction de 1.

¹⁶⁹ Bien que nous disposions d'un Modèle Numérique de Terrain à 25 m de résolution, réalisé par K. Oštir à partir par interférométrie radar (Nuninger et Ostir 2005), j'ai choisi d'utiliser un Modèle Numérique de

La simulation des parcours entre un ensemble d'établissements à l'aide des deux méthodes anisotropiques les plus performantes permet d'examiner l'impact de leurs différences sur la modélisation d'un réseau de communication - et donc sur les interprétations qui peuvent être faites sur sa structure et son évolution. Le calcul des cheminement de moindre coût entre les agglomérations du Languedoc oriental met en évidence deux modèles de réseau de communication régional, dont les principaux itinéraires peuvent être dégagés par le calcul de la densité des chemins obtenus (Figure 39). En effet, le calcul des parcours aller et retour entre plusieurs établissements contemporains produit un grand nombre de chemins optimaux, dont la densité met en évidence les tracés empruntés par plusieurs chemins de moindre coût : il s'agit des corridors de passage qui, selon les facteurs envisagés, sont les plus vraisemblables. La multiplication des parcours fait ainsi ressortir les trajets répondant le mieux aux critères de déplacement proposés, et dont l'aménagement en voie de passage est la plus probable puisque l'intensité des échanges y était potentiellement plus forte qu'ailleurs.

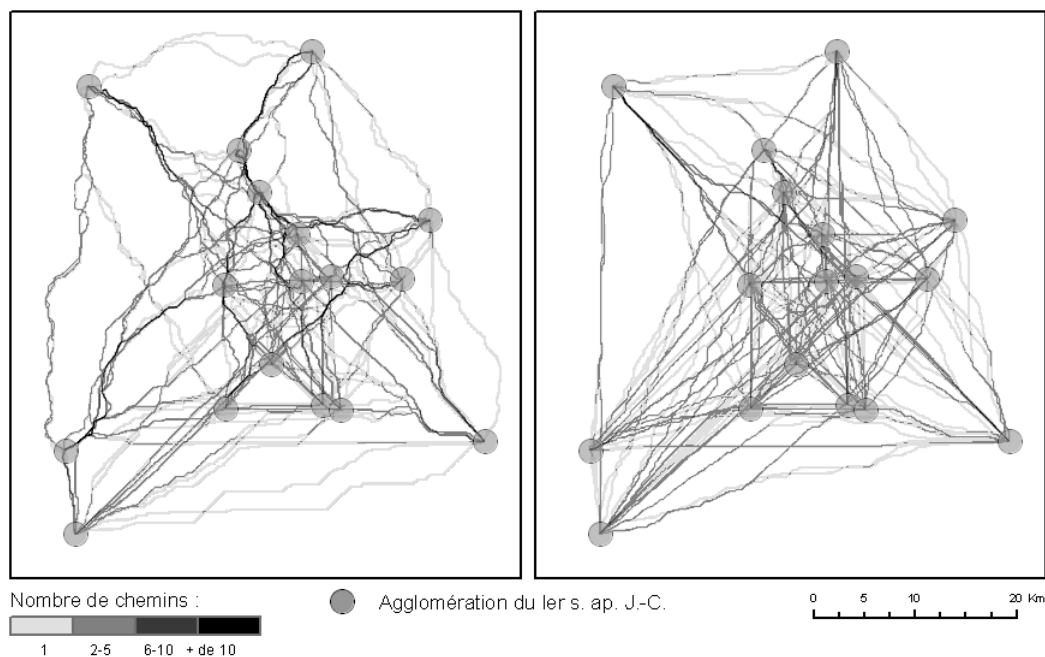


Figure 39. Modélisations du réseau des agglomérations au Ier s. de n. è., avec la procédure proposée (à gauche) et avec le module *Pahtdistance* du logiciel ArcGIS (à droite)

Terrain à 50 m de résolution, produit par l'IGN (BDalti). La raison étant que ce dernier couvre un plus grand espace et permet d'intégrer un plus grand nombre de sites pour la modélisation du réseau de communication et de mieux cerner la situation du secteur d'étude dans les communications régionales. Les tests réalisés ont montré qu'il n'y avait quasiment pas de différences entre les modélisations utilisant le MNT à 25 m et le MNT à 50 m de résolution. Ces essais n'excluent cependant pas que l'utilisation de MNT à faible résolution (90 m par exemple) ne changerait pas sensiblement les résultats.

L'apparence générale du réseau de communication du Ier s. de n. è. modélisé à partir de notre procédure est plus compacte, avec un grand nombre de tracés superposés formant des faisceaux bien individualisés. A l'inverse, les chemins calculés à partir du logiciel ArcGIS (module *Pathdistance*) sont généralement plus dispersés ; ainsi seulement 24 % de ces chemins peuvent être apparentés à des connexions indirectes - c'est-à-dire passant par un ou plusieurs autre(s) site(s)¹⁷⁰ - contre 40 % avec notre procédure. Cet aspect de la structure d'un réseau est important puisque, d'une part, l'introduction d'étapes dans les parcours rend ces derniers plus plausibles du point de vue logistique et que, d'autre part, il induit une optimisation du réseau-support des échanges dans la mesure où il évite la multiplication des chemins alternatifs.

Au vu de ces observations, on peut se demander si la compacité du réseau modélisé avec notre procédure ne serait pas due à une trop grande sensibilité aux conditions topographiques ; les chemins calculés à partir du logiciel ArcGIS sont en effet beaucoup plus rectilignes, ce qui suggère une plus grande autonomie par rapport aux contraintes exercées par les pentes. L'observation d'un grand nombre de profils topographiques sur les parcours présentant des tracés très différents entre les deux modélisations n'a, là encore, pas permis de trancher quant au modèle de moindre coût le plus rationnel.

L'observation détaillée des résultats a révélé que les deux algorithmes utilisés produisent deux types de cheminement bien différents, qui coexistent encore aujourd'hui. Les axes de communication modélisés à partir du logiciel ArcGIS tendent à passer en vallées ou bassins et dans les vallons étroits et encaissés, alors que les chemins produits avec notre procédure privilégient plutôt les passages de hauteur. Ces deux types de cheminements obtenus présentent chacun des avantages et des inconvénients. Si le réseau privilégiant les zones basses, très rectiligne, permet vraisemblablement de rejoindre les différents lieux de peuplement plus rapidement par des trajectoires plus courtes, les cheminements de hauteurs peuvent en revanche réduire le nombre des passages en pente, ce qui peut être recherché, pour le transport de pondéreux notamment. Ajoutons à ce propos que les conditions topographiques locales du milieu karstique font que les vallons encaissés et encombrés de pierraille ne constituent pas forcément les meilleurs parcours. Sur ce point, il faut relever que la "voie à ornière" considérée comme le principal chemin romain qui desservait les carrières du groupe A du Bois des Lens est implantée partout sur le substrat rocheux (Bessac 1996,

¹⁷⁰ Pour cet examen, il a été considéré qu'une liaison est indirecte lorsque le passage s'effectue dans un rayon de 750 m autour du centre d'autres établissements.

p. 69). Il reste cependant délicat de déterminer le type d'itinéraires obligatoirement emprunté par le calcaire du Bois des Lens à la sortie des carrières : entre degré de pente, consistance et solidité du terrain, aménagements réalisables et détours consentis, la marge de manœuvre est assez large.

Il semble évident que la diversité des objectifs et des modalités de déplacement (transport de pondéreux, parcours pastoraux, etc.) ont fait coexister des voies de passage spécifiques et bien différentes. On trouve d'ailleurs, dans les zones de reliefs de la région, des sentiers cheminant sur les lignes sommitales des collines, tandis que d'autres, parfois à proximité, empruntent les petits vallons encaissés formés par de petits ruisseaux saisonniers - qui peuvent gêner temporairement les déplacements. Pour finir, il convient d'évoquer les difficultés que peut imposer la présence de zones humides aux époques considérées, et qui ont pu faire préférer les cheminements de hauteurs à des aménagements nécessitant un entretien régulier.

Les chemins produits avec notre procédure concordent avec de nombreux chemins de garrigue encore utilisés actuellement (ex. Annexe 71, c). Les chemins optimaux s'y situent bien souvent à moins de 200 mètres d'un axe actuel, mais peuvent s'en écarter sensiblement, parfois pour rejoindre un autre segment de chemin moderne. On relèvera néanmoins, entre les chemins optimaux de notre procédure et les traces de parcours perceptibles dans le paysage, une différence spatialement faible mais significative du point de vue des contraintes de déplacement : les tracés modélisés peuvent se situer sur la partie haute d'un relief mais progresser le long de la pente, tandis que les routes actuelles semblent toujours se localiser clairement sur les crêtes (ex. Annexe 71, c). La partie sommitale des reliefs offre en effet une stabilité naturelle pour l'axe de passage. La solidité du terrain est un facteur qui n'a pas été pris en compte dans la modélisation, en raison de la possibilité de réaliser des aménagements.

Pour modéliser ce type de cheminement, c'est plutôt l'introduction du facteur "champ visuel" qui a été prévue. Les sommets et les crêtes offrent en effet de plus grandes possibilités de ce point de vue.

4.1.2.2 Introduction d'un facteur perceptif : le champ visuel

L'intégration du facteur "visibilité" dans la modélisation de chemins optimaux est généralement basée sur la variable "intervisibilité" (Lee et Stucky 1998 ; Lu, Zhang, Lv *et al.* 2008). Pour ce qui nous concerne, la visibilité est appréhendée du point de vue du champ visuel (cf. *supra* p. 257-258), dont l'ampleur peut être calculée à partir de l'angle vertical moyen de l'horizon en tous points de la zone étudiée (en pratique : pour chaque cellule du Modèle Numérique de Terrain) (Figure 40). Pour cette étude, l'*angle vertical moyen d'horizon* a été calculé en recherchant l'horizon à une distance maximum de 7 km dans 32 directions différentes (sur 360°). Les zones ayant un *angle vertical moyen d'horizon* proche de zéro correspondent à des secteurs où peu d'obstacles arrêtent le champ de vision - l'horizon y est globalement très étendu -, alors que les zones dont l'angle vertical moyen d'horizon est élevé sont pourvues d'un faible champ de vision. Ainsi, on obtient de fortes "valeurs coût" dans les vallées étroites, les piedmonts, et de faibles "valeur coût" en plaine, sur les sommets, les crêtes, etc.

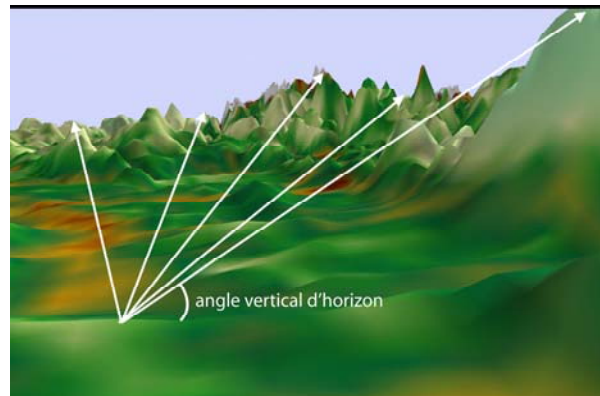


Figure 40. L'angle vertical moyen d'horizon, une mesure de la visibilité (DAO K. Zakšek)

Afin d'obtenir des chemins optimaux prenant en compte aussi bien l'effet de la pente que l'impact du champ visuel le long du parcours, la *surface de friction* est calculée par algèbre d'images : le coût énergétique induit par la pente est additionné à l'*angle vertical moyen d'horizon* (Figure 41).

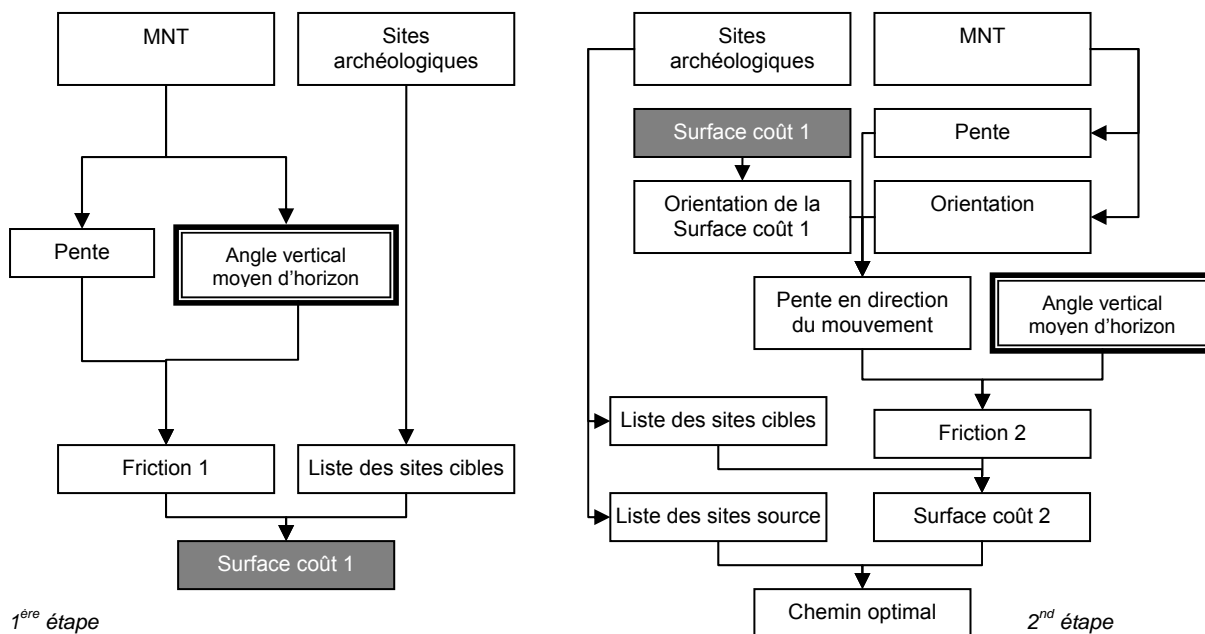


Figure 41. Procédure de modélisation des chemins optimaux, associant coût énergétique et visibilité (K. Zakšek et E. Fovet dans Zakšek, Fovet, Nuninger *et al.* 2008)

L'introduction de la variable "champ visuel" pose la délicate question de l'association des deux paramètres. L'impact de la visibilité est une valeur abstraite, à la fois psychologique et culturelle et qui, de ce fait, est susceptible de varier considérablement d'une communauté humaine à l'autre. Par conséquent, il n'est pas possible de connaître *a priori* le rapport entre les deux variables envisagées - entre la difficulté à gravir une pente et l'aversion que peut représenter le manque de champ visuel lors d'un déplacement. Il a donc été choisi de tester l'impact du champ visuel sur les cheminements, en modélisant plusieurs types de réseaux, par assignation d'un poids plus ou moins grand à l'*angle vertical moyen d'horizon*.

Quatre types de réseaux de chemins optimaux ont été calculés, chacun proposant un poids différent pour la visibilité (Annexe 69). L'impact du facteur visibilité sur les chemins modélisés sera ainsi :

- très faible : les valeurs assignées au champ visuel sont bien inférieures à celles du poids énergétique de la pente¹⁷¹ (simple addition de l'*angle vertical moyen d'horizon* à la pente).
- faible : les valeurs assignées au champ visuel sont deux fois moins importantes que celles du poids énergétique de la pente (l'*angle vertical moyen d'horizon* est multiplié par 5).

¹⁷¹ Les valeurs de l'*angle vertical moyen d'horizon* s'échelonnent de 1 à 30, alors que celles de la pente vont de 10 à 356 ; ces dernières ne dépassent toutefois qu'exceptionnellement la valeur 250, correspondant à une pente d'environ 30°.

- fort : les valeurs assignées au champ visuel sont équivalentes à celles du poids énergétique de la pente (*l'angle vertical moyen d'horizon* est multiplié par 10).
- très fort : les valeurs assignées au champ visuel sont deux fois plus importantes que celles du poids énergétique de la pente (*l'angle vertical moyen d'horizon* est multiplié par 20).

L'exemple d'un parcours dans des conditions topographiques très tourmentées permet d'évaluer l'impact de l'introduction du champ visuel sur le calcul des chemins de moindre contrainte (Annexe 70). On remarque ainsi que le simple ajout de *l'angle vertical moyen d'horizon* n'apporte que peu de changement dans ce type de configuration topographique. Bien que représentant encore un poids relativement faible, la multiplication de *l'angle vertical moyen d'horizon* par 5 entraîne des changements notables dans le cheminement, en réduisant les détours superflus. Un poids très fort donné à *l'angle vertical moyen d'horizon* (multiplié par 20) limite encore plus les variations d'altitude dans le trajet en privilégiant le passage sur les méplats et les crêtes - ce qui a pour conséquence de réduire encore un peu la distance parcourue. Dans cette configuration, le profil topographique du chemin optimal se rapproche de celui du chemin calculé par l'algorithme *Pathdistance* - à la différence notable que ce dernier emprunte un vallon encaissé pour rejoindre le site situé au sud.

Signalons que les poids donnés à *l'angle vertical moyen d'horizon* ont été choisis afin de ne pas corrompre le principe de la contrainte liée à la pente. Plusieurs des chemins résultants correspondent au tracé de chemins actuel, et ont donc pu être testés sur le terrain (Annexe 71, a et b).

L'introduction du facteur "champ visuel" apporte diverses modifications aux réseaux de communication modélisés. D'une part, elle a pour conséquence la modélisation de chemins de hauteur privilégiant les parties sommitales des reliefs (Annexe 71, c et d). D'autre part, elle induit un éloignement des axes par rapport aux zones de piedmonts, et favorise les tracés en milieu de vallée et de bassin lors du passage dans les zones basses (Annexe 69).

Il reste maintenant à déterminer dans quelle mesure ces différents modèles sont à même de reproduire le ou les réseaux de communication pour les périodes étudiées.

4.1.2.3 Modélisation des chemins optimaux et réseau de communication antique

Avant de procéder à l'évaluation des différents modèles de réseau viaire à l'aune d'autres sources d'information, il convient de rappeler d'emblée que la précision des tracés obtenus est relativement limitée. D'une part parce que la précision du Modèle Numérique de Terrain restreint l'échelle des comparaisons : avec une résolution spatiale de 50 mètres, il serait illusoire d'escompter des corrélations à 100 mètres - ou moins - de distance. D'autre part parce que l'approche consistant à multiplier les parcours pour faire ressortir les trajets les plus probables, potentiellement aménagés en voies de passage, conduit à ne pas considérer les tracés des chemins optimaux dans leur individualité mais plutôt les corridors de passage formés par la proximité de plusieurs d'entre eux¹⁷².

Le rapport entre les réseaux théoriques et les voies habituellement considérées comme antiques est d'utilisation délicate. Nous avons d'un côté un ensemble de modèles représentant un niveau spécifique du réseau de communication (le réseau des agglomérations "secondaires"), à des moments précis de l'évolution de la trame du peuplement, et de l'autre des restitutions de voies généralement constituées d'assemblages de divers segments, des survivances d'itinéraires anciens dans le paysage actuel (cf. *supra*, p. 252-254 et Annexe 66). Ces voies portent en elles leur histoire ; aussi, la chronologie des tracés proposés reste très floue, voire hypothétique, tout autant que leur appartenance à un niveau hiérarchique donné - réseau local, supra-local, régional, suprarégional (cf. *supra*, p. 252-254). Et, outre le fait que les voies reconnues dans le secteur sont, pour partie, les éléments d'un réseau de communication qui dépasse largement le cadre régional, elles peuvent également être différentes des axes qui ont été modélisés dans le cadre de cette étude de par leur nature. En effet, les objectifs et les modalités de déplacement ont pu y être bien différents : ainsi, les modèles ici proposés n'ont pas été conçus pour situer les grandes infrastructures routières. Par conséquent, le fait qu'un corridor de passage ne suive pas le tracé habituellement proposé pour une voie donnée ne signifie pas nécessairement que le modèle est inopérant, les deux parcours pouvant très bien coexister. A cette étape de l'étude du réseau viaire, il vaut donc mieux se contenter de faire quelques observations.

¹⁷² Les corridors de passage sont mis en évidence par le calcul de la densité des chemins optimaux. Ces densités ont été obtenues par la méthode dite des noyaux (*kernel*), avec un radius de 125 mètres (pour une explication sur le fonctionnement des *kernel* voir Annexe 30).

Le réseau de communication modélisé à partir du module *Pathdistance* est le mieux corrélé avec les routes, ou segments de route, interrégionales (Annexe 64), notamment les axes C, D et F - qui sont des voies qui suivent, sur une grande partie de leur tracé, celui des routes nationales et départementales actuelles (cf. *supra* p. 252-254 et Annexe 66).

Le cas de la voie C, supposée relier Nîmes à Rodez par Mus (Sauve), est ambigu car si la majeure partie de son tracé correspond à un corridor de passage, ce dernier est constitué de deux itinéraires distincts : de Nîmes à l'*oppidum* de la Jouffe et Prouvessa d'une part, et de Mus (Sauve) aux agglomérations de Vaunage et, plus loin, Espeyran, d'autre part. Aussi, bien que le passage de cette voie par le bassin de Combas durant l'Antiquité semble assuré par la présence d'aires funéraires le long de cette route, il n'apparaît pas dans ce modèle. Il se peut que la prise en compte d'un espace plus large, comprenant les centres du Languedoc occidental, permette de modéliser cet axe de longue distance qui paraît raccorder plusieurs itinéraires régionaux. Les cheminements associant la "visibilité" reproduisent également quelques portions de la voie C, notamment le segment orienté en direction de Mus, et la section Prouvessa-Nîmes (surtout avec un *angle vertical moyen d'horizon* multiplié par 5). Cette dernière section ne correspond cependant pas à un corridor de passage important dans ce type de modèle.

La plupart des modèles situent le trajet entre Nîmes et Mus au nord de La Jouffe. Le module *Pathdistance* et la procédure intégrant le champ visuel de manière significative (à partir d'un *angle vertical moyen d'horizon* multiplié par 5) situent leur corridor en grande partie sur le tracé de la voie D, reliant Nîmes à *Anderitum* (Javols). On peut donc proposer que la section de cette voie située entre Nîmes et le Bois des Lens corresponde surtout à l'itinéraire Mus-Nîmes, sur lequel viendrait s'embrancher la voie venant d'*Anderitum*.

La voie B, quant à elle, ressort assez mal dans les réseaux modélisés : la section Sommières-Nages ne concorde qu'avec quelques portions de chemins optimaux isolés produits par le module *Pathdistance*, tandis que la section située à l'est du Vidourle correspond plutôt aux corridors influencés par le champ visuel (surtout lorsque le poids de ce dernier est très faible). Ces corridors situent les axes de passage soit plus au nord, entre Sommières, Plaisance et Nages, soit plus au sud, sur la crête d'un relief.

La section *Sextantio-Ambrussum* de la voie Domitienne est généralement suivie par les chemins optimaux reliant ces deux agglomérations - à l'exception de ceux très fortement influencés par le champ visuel (*angle vertical moyen d'horizon* multiplié par 20). En

revanche, le tracé de la section *Ambrussum-Nîmes* semble nécessiter l'intégration de la "visibilité" afin d'être modélisé (ce facteur favorisant les tracés en pleines vallées). On remarque également que, sans ce facteur, la procédure que nous avons élaborée reproduit plus volontiers les itinéraires primitifs proposés par M. Py - avec passage par Villevieille-Sommières - et J.-L. Fiches - passant à proximité de Nages (bien que les corridors de passage ne suivent pas vraiment le tracé proposé pour la voie A-1).

Les routes, ou segments de route, assignés au réseau de communication supra-local (Annexe 65) peuvent être restituées par divers types de modèle.

La voie M, entre Brignon et les reliefs calcaire qui bordent au nord la Vaunage, est suivie par la "modélisation *Pathdistance*" - bien que le tracé emprunte successivement deux corridors distincts. Dans la macro-combe, l'embranchement M1-c suit également ce modèle entre Maressip, Plaisance et La Cabane. Le passage à l'est de Plaisance, par le "chemin des poissonniers" (cf. Annexe 66), correspond soit aux chemins fortement influencés par le champ visuel, soit au parcours rejoignant Le Castellans (Cailar) - ce dernier étant plus ou moins marqué selon les modèles.

Les autres voies traversant la macro-combe de la Vaunage sont également mieux représentées par le module *Pathdistance* : il s'agit de la voie B-1, de Caveirac à Plaisance, et de la voie L. Si la voie B-1 s'intègre dans un des parcours possibles pour relier Nîmes à *Sextantio*, la voie L n'apparaît que dans le trajet de courte distance entre Nîmes et Maressip. Seul le passage dans le relief occidental est présenté dans la procédure que nous avons élaborée. Après Souvignargues, la voie L n'est restituée par aucun des modèles, mais, là encore, le cadre de l'analyse est probablement trop restreint pour modéliser cet axe de communication avec l'ouest du Vidourle.

Notre procédure (avec ou sans l'introduction du champ visuel) est la mieux adaptée pour reproduire les tracés des voies parallèles H¹⁷³ et G¹⁷⁴ et. La voie de piedmont I-a, parallèle aux précédentes, semble échapper à la modélisation du réseau de communication entre les agglomérations : seule notre procédure, élaborée sans implication du facteur visuel (ou avec

¹⁷³ Remarque : dans tous les modèles issues de cette procédure, c'est l'embranchement sud de la voie H qui est préféré pour rejoindre le Vidourle.

¹⁷⁴ Signalons que la voie G est également suivie par les chemins optimaux du module *Pathdistance*, mais uniquement dans la portion située entre les abords du passage du Vidourle et peu après le croisement de chemins ; aux alentours de Montpezat, le "modèle *Pathdistance*" propose un passage parallèle à celui du tracé de la voie G pour rejoindre Brignon.

une prise en compte extrêmement faible), produit un chemin optimal isolé du IV^e s. de n. è. qui suit cette voie sur une courte portion.

Le parcours de hauteur reliant Vidourlenque et Gardonnenque, en suivant la ligne de crête du massif du Bois des Lens est l'un des corridors de passage les plus importants pour les modèles élaborés par notre procédure, notamment la section nord de cet axe de communication. Cette section n'est cependant représentée que lorsque le poids du champ visuel est très faible ou nul. La section de l'extrémité sud du Bois des Lens encore très bien représentée sur ces modèles, ainsi que sur celui où la "visibilité" est plus importante (*angle vertical moyen d'horizon* multiplié par 5). Ces trois modèles privilégient par ailleurs le trajet qui se poursuit dans les collines, et évite le village de Combas. Dans son ensemble, le tracé du chemin de Boucoiran (voie I), considéré comme la voie matérialisant le parcours de hauteur du Bois des Lens, n'est cependant pas précisément suivi par ces modèles : les corridors suivent un cheminement adjacent, généralement distant de 200 mètres, mais qui peuvent s'en écarter de 500 mètres par endroit. Notons que l'intégration du champ visuel, à faible dose, permet de se rapprocher de ce chemin traditionnel.

La draille¹⁷⁵ I-b n'est reconnue que lorsque le facteur "visibilité" est pris en compte, même avec un poids très faible - le tracé proposé par P.-A. Clément n'est cependant suivi que jusqu'à son embranchement avec la voie H. La section de la voie I-c située entre le bassin de Combas et Plaisance apparaît sur tous les modèles, bien que ceux intégrant le champ visuel de manière significative soient les moins performants pour cet axe. Le chemin optimal calculé avec le module *Pathdistance* la suit sur une portion allant de Plaisance au croisement de voies, tandis que la procédure intégrant un très faible champ visuel permet de la restituer jusqu'à son croisement avec le chemin de crête H.

Pour finir, signalons que la voie J est mal représentée par la modélisation des cheminements optimaux : les "chemins *Pathdistance*" la suivent néanmoins dans sa moitié sud (à partir de son croisement avec la voie K), et l'introduction d'un très fort poids du champ visuel produit un corridor de passage parallèle à cette voie (à partir de son croisement avec la voie I-a). La route N110 (voie K) n'est bien représentée que par l'algorithme *Pathdistance*.

Les segments de voies antiques reconnus dans la région par l'archéologie ne permettent pas de valider ou d'invalider les modélisations. D'une part, trop peu de portions de voies ont

¹⁷⁵ Chemin de transhumance pour les troupeaux.

pu être datées au regard de l'échelle du réseau étudié (elles concernent d'ailleurs surtout les abords des agglomérations). D'autre part, l'information fournie est très ponctuelle, et les orientations prises par les voies mises au jour ne sont pas assurées - ce qui rend délicate la comparaison avec les corridors contigus aux portions fouillées.

Les indices du réseau de communication relatifs au passage des rivières n'ont pas apporté non plus d'éléments probants. Les ponts antiques sont bien souvent situés sur les chemins optimaux, mais ne constituent pas les uniques lieux de passage des rivières par les corridors modélisés. L'analyse paysagère en ces points ne s'est pas révélée discriminante, car elle a révélé trop de lieux de passage potentiel pour permettre d'asseoir un ou plusieurs modèles. Sur le Vidourle par exemple, passages à gués - anciens ou actuels -, toponymes évocateurs, ou anomalies paysagères (ex. chemins actuels ou déclassés correspondant de part et d'autre de la rivière) s'échelonnent tous les 500 mètres environ entre Lecques et *Ambrussum*.

Un autre moyen pour évaluer les différents modèles de réseau de communication régional consiste à considérer leur adéquation avec la trame du peuplement. On peut en effet supposer que le réseau viaire a été un facteur d'implantation pour un certain nombre d'établissements. Certes, certains considèrent qu'il s'agit là d'un élément secondaire, voire négatif, ayant pu avoir un effet répulsif en raison des risques de brigandage et de l'obligation d'hospitalité (Nouvel 2004, p. 187 et 431, selon Columelle, *RR*). Néanmoins, les agronomes latins portent une attention forte à la "*commodité*" des transports pour l'économie des exploitations (cf. *supra* : Columelle, *RR* I, cité par Gandini 2008, p. 275). Une relative proximité avec les routes régionales, plus vraisemblablement aménagées pour le trafic des marchandises, permettait sans doute de faire baisser le coût financier des transports. Pour une exploitation, le voisinage d'une voie de communication importante permettait peut-être également de commercialiser plus rapidement ses produits.

Pour les quatre phases majeures du réseau des agglomérations, on examinera donc la proximité de tous les autres établissements avec les divers modèles de réseau de communication régional. Pour cette expérience, on s'intéressera uniquement aux corridors de passage, et non plus aux chemins optimaux isolés. Les modèles de réseau ont donc été simplifiés. Signalons que cette opération a été plus délicate pour les réseaux issus de la modélisation avec le module *Pathdistance* d'ArcGIS, bien plus dispersés que les autres modèles, avec lesquels on obtient un grand nombre de tracés superposés formant des

faisceaux bien individualisés. La comparaison des différents modèles s'appuie sur le nombre d'établissements situés à une distance de 300 mètres ou moins d'un corridor principal. Cette distance est suffisamment faible pour établir un rapport entre une installation humaine et l'existence d'une voie de passage. Elle est assez large pour tenir compte de l'imprécision dans la localisation du centre d'un corridor de passage (défini par la densité des chemins optimaux dans un rayon de 125 mètres).

Cette analyse a été réalisée sur une zone restreinte, délimitée à l'est par Nîmes, à l'ouest par Puech des Mourgues (Saint-Bauzille de Montmel, Hérault), au sud par *Ambrussum*, et au nord par La Jouffe (Montmirat). Cette zone constitue le cœur de l'espace où le réseau de communication régional a été modélisé : il y est de ce fait plus efficient, exempt des effets de bords. En outre, ce secteur restreint l'analyse à la zone de colline, le milieu type pour lequel la modélisation a été élaborée.

Afin de vérifier s'il existe une relation entre les modes de cheminement et les types d'établissements, l'analyse utilise les résultats de deux classifications réalisées pour d'autres études du peuplement, à l'échelle suprarégionale : celle du programme *Archaeomedes II* et celle du programme *ArchaeDyn*. Ces deux classifications interrégionales sont bâties sur le caractère très discriminant des variables "superficies" et "durées d'occupation". La première a été élaborée à partir d'un corpus d'établissements occupés entre le VIII^e s. av. n. è. et le XVI^e s. de n. è., et localisés dans différentes microrégions du sud-est de la France (Figure 42). La seconde présente une échelle chronologique un peu plus restreinte - du VIII^e s. av. n. è. au VIII^e s. de n. è. -, mais implique également des corpus du centre et du centre-est de la France (Figure 43).

Classe A (67 établissements) : annexes agraires ou petits habitats pionniers et précoces (Âge du Fer, Antiquité gallo-romaine), éphémères
Classe B (324 établissements) : annexes agraires ou petits habitats pionniers gallo-romain, peu résistants
Classe C (77 établissements) : habitat stable, de toutes périodes, de rang modeste, plutôt opportuniste, faiblement pérennisé dans le paysage
Classe D (10 établissements) : habitat stable, de toutes périodes, avec dominante médiévale, de rang moyen, plutôt pionnier, majoritairement dotés d'un statut symbolique ou politique, partiellement pérennisé par un habitat dispersé
Classe E (8 établissements) : habitat stable, majoritairement d'origine médiévale, plutôt pionnier, de taille moyenne à grande, majoritairement dotés d'un statut symbolique ou politique et pérennisé par un habitat groupé : la classe des agglomérations durables

Figure 42. Interprétation de la classification élaborée lors du programme *Archaeomedes II* (d'après Favory, Girardot, Nuninger *et al.* 1999, p. 24 : les décomptes correspondent ici aux nombres d'établissements ruraux localisés dans la zone d'analyse et occupés durant la période étudiée)

Classe 1 (154 établissements) : établissements éphémères, de petite taille et de facture modeste, sans fonction spécifique et sans occupation antérieure ou réoccupant un site occupé au moins 2 siècles avant leur création.
Classe 2 (136 établissements) : établissements de petite taille et de facture modeste, peu durables et sans fonction spécifique, sans occupation antérieure ou réoccupant un site occupé au moins 2 siècles avant leur création.
Classe 3 (36 établissements) : petits établissements assez durables, de facture modeste et sans fonction spécifique, plutôt sans occupation antérieure ou réoccupant un site occupé anciennement (après un hiatus d'au moins 2 siècles)
Classe 4 (8 établissements) : établissements de taille moyenne, durables, de facture modeste à confortable et sans fonction spécifique, généralement sans occupation antérieure
Classe 5 (25 établissements) : établissements de taille moyenne, très durables, de construction plutôt soignée ou ordinaire et majoritairement sans fonction spécifique ni occupation antérieure
Classe 6 (8 établissements) : établissements les plus grands et les plus durables, de construction soignée, parfois avec fonction politique et/ou symbolique et/ou religieuse, majoritairement sans occupation antérieure (ou avec une occupation antérieure ancienne)

Figure 43. Classification élaborée lors du programme *AchaeDyn* (d'après F. Bertoncello, L. Nuninger *in* Bertoncello et Trément 2008 : les décomptes correspondent ici aux nombres d'établissements ruraux localisés dans la zone atelier "Languedoc/Vaunage-Combas")

L'intérêt de croiser les résultats pour ces deux classifications réside également dans le fait qu'un certain nombre de sites n'a pas été classé. D'un côté, les établissements dont la découverte

est relativement récente n'ont pu être intégrés au traitement des données lors du programme *Archaeomedes II*. D'un autre côté, le corpus utilisé pour le programme *ArchaeDyn*, plus récent, a été restreint aux établissements situés en Vaunage, vallées de l'Aigalade et du Brié (zone atelier "Languedoc/Vaunage-Combas"). Dans les deux cas, on trouve donc des établissements de classe indéterminée.

Au Ve s. av. n. è., les modèles sont assez similaires : si le module *Pathdistance* obtient le plus grand nombre d'établissements proches, il ne se distingue des autres réseaux que par trois sites supplémentaires (Figure 44). Dans l'ensemble, un tiers des établissements se situent à proximité des réseaux modélisés. Pour cette période, il reste difficile d'apprécier si les différents modèles "touchent" des types d'établissements spécifiques, car les effectifs sont faibles (et le peuplement plutôt homogène du point de vue des classifications). On peut néanmoins noter que le nombre d'établissements de classe indéterminée est important pour les corridors influencés par le champ visuel, tandis que la part des très petites installations éphémères (classe 1) y est très faible (Annexe 72). Ceci montre que ces modèles correspondent à une population de sites différente des autres réseaux.

Au IIe s. av. n. è., ce sont les modèles intégrant le champ visuel de manière significative et le "modèle *Pathdistance*" qui obtiennent les meilleurs scores : on compte environ 45 % des établissements à proximité, contre 31 % pour les deux autres (Figure 44). Le nombre d'établissements de classe indéterminée est encore relativement important pour les corridors fortement influencés par le champ visuel (*angle vertical moyen d'horizon* multiplié par 10). Le "modèle *Pathdistance*" et le modèle où le poids de la "visibilité" est modéré (*angle vertical moyen d'horizon* multiplié par 5) rencontrent une plus forte proportion d'établissements de classe C. Pour cette période, et dans le secteur analysé, les établissements de cette classe se distinguent surtout par le fait qu'il s'agit de réoccupations de site : si l'on considère que le phénomène marque une situation avantageuse, ces modèles pourraient être les plus pertinents pour le second Âge du Fer. Cette tendance n'est cependant pas confirmée par la classification du programme *ArchaeDyn* (Annexe 72) : la classe 3, également caractérisée par le phénomène de réoccupation de site, est aussi bien représentée dans les autres modèles. Cette seconde classification montre par ailleurs que le modèle où le coût de la "visibilité" est moyen (*angle vertical moyen d'horizon* multiplié par 5) obtient la meilleure correspondance avec les installations éphémères (classe 1) - mais là encore les effectifs sont assez faibles et les différences peu marquées.

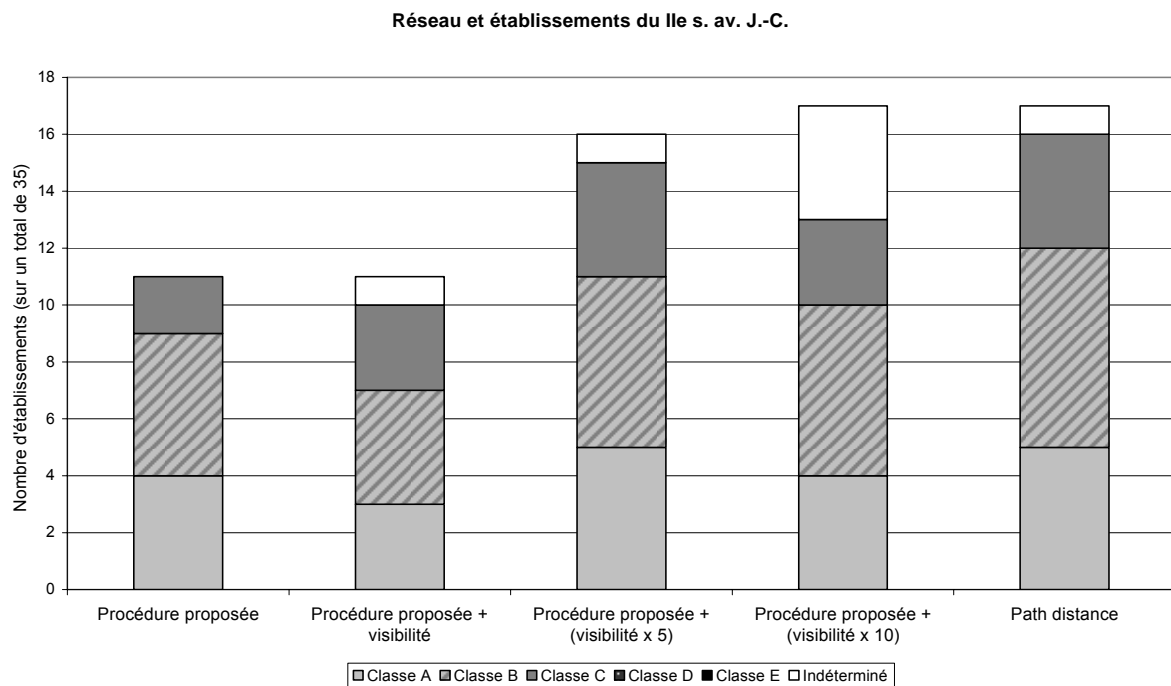
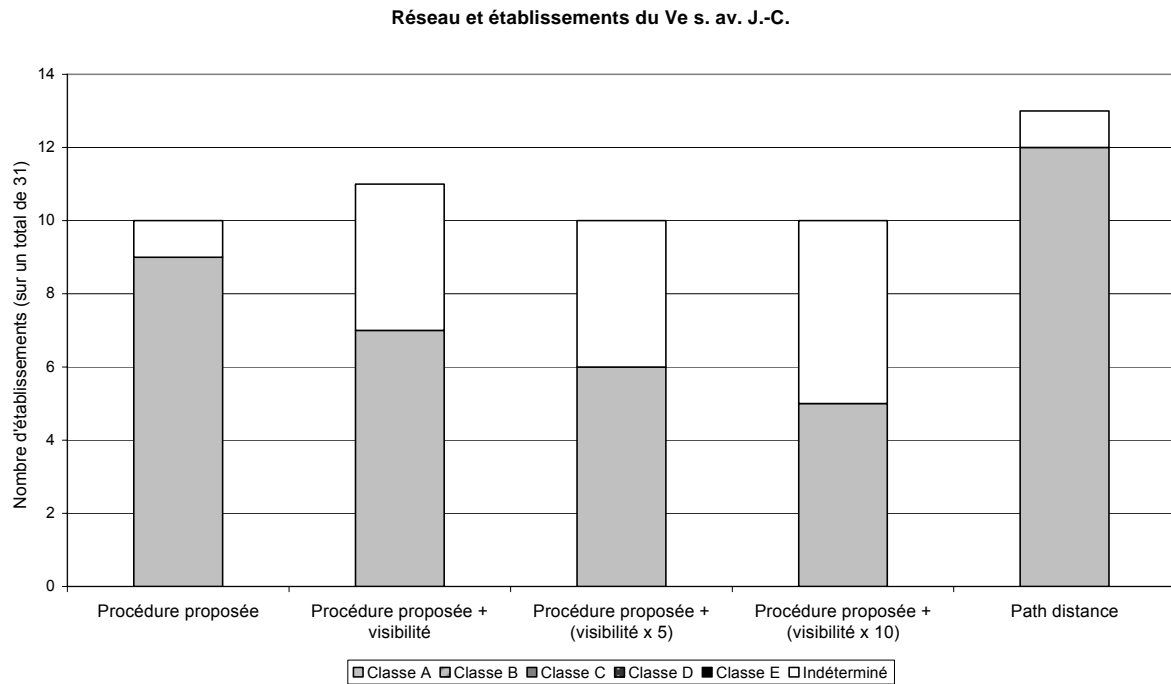


Figure 44.a. Modèles du réseau viare et trame du peuplement : nombres et types des établissements situés à proximité des principaux corridors de passage (classification hiérarchique du programme *Archaeomedes II*)

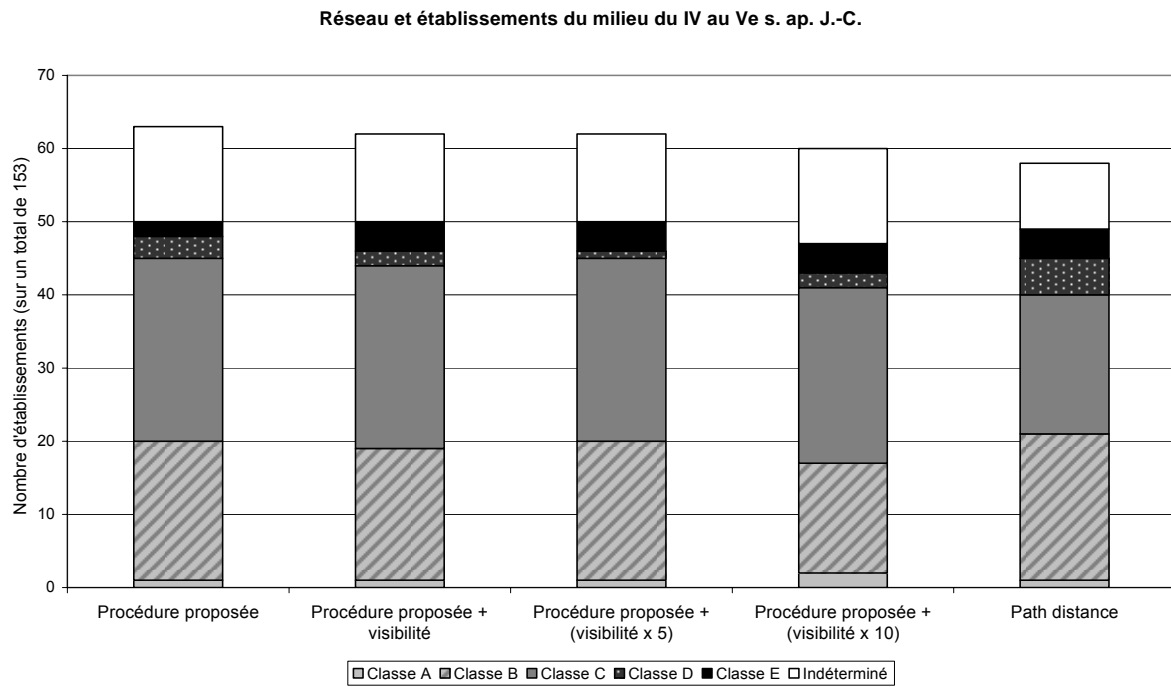
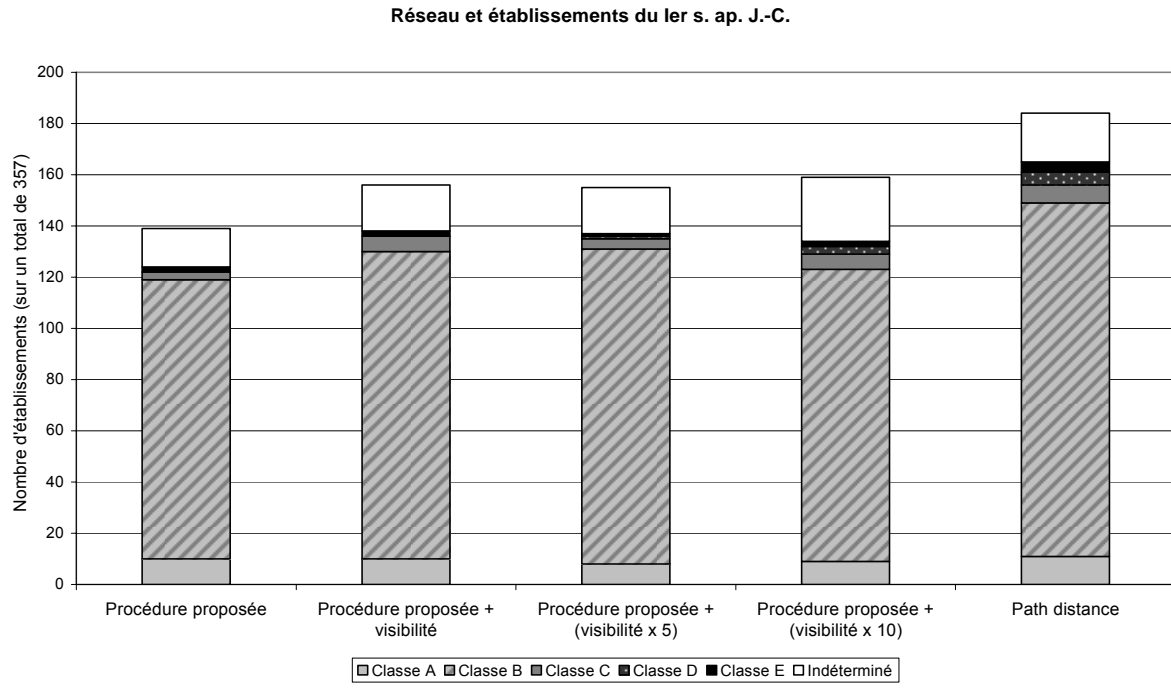


Figure 44. b. Modèles du réseau viaire et trame du peuplement : nombres et types des établissements situés à proximité des principaux corridors de passage (classification hiérarchique du programme *Archaeomedes II*)

Pour le Ier s. de n. è., c'est le "modèle *Pathdistance*" qui se détache nettement avec 51 % des établissements de la période localisés à proximité - contre 40 à 45 % pour les autres. Il se distingue également par son adéquation avec les établissements de fort statut, notamment la classe D puisque cinq établissements de ce type sur six sont proches des corridors de ce modèle (Figure 44). Cette tendance se retrouve dans les décomptes de la seconde classification (Annexe 72), où le modèle obtient la totalité des établissements les plus importants (classe 6). Les autres réseaux "touchent" également les établissements durables, mais ces derniers présentent une emprise au sol et des matériaux de construction sont plus modestes (classe 5). Ainsi, les modèles intégrant le champ visuel de manière significative (*angle vertical moyen d'horizon* multiplié par 5 ou 10) sont en adéquation avec plus de la moitié des effectifs de la classe 5 - contre un tiers avec le module *Pathdistance*. On note également une légère sous-représentation de la classe 2 à proximité des corridors issus de notre procédure (35 % environ des effectifs), alors que la classe 1 est mieux représentée (45 à 50 %).

A la fin du IVe et au début du Ve s. de n. è., les divers modèles obtiennent des résultats équivalents, avec environ 40 % des établissements de la période situés à proximité des corridors de passage (Figure 44). Les établissements à durée d'occupation longue (classe D) se situent plus souvent le long des corridors de passage issus du module *Pathdistance*. Les modèles impliquant un impact de la "visibilité" nul à modéré montrent une meilleure adéquation avec les établissements dits "opportunistes" (classe C), c'est-à-dire les sites réoccupés. La classification du programme *ArchaeDyn* permet de mieux cerner les différences entre les modèles de réseau (Annexe 72). Les petits établissements situés à proximité des corridors intégrant le champ visuel correspondent surtout à des installations éphémères à peu durables (classe 1 et 2¹⁷⁶), tandis que ceux localisés à proximité du "réseau *Pathdistance*" sont relativement plus durables (classe 3¹⁷⁷). Ce dernier modèle est le seul où le nombre d'établissements de taille moyenne (classe 5) approche les 40 % (9 sur 23), et comprend sept des huit habitats de classe 6 dans son voisinage. Relevons néanmoins que ce dernier type d'établissement est souvent situé à proximité des divers modèles de réseaux (4 individus minimum).

Il apparaît donc que les différents réseaux manifestent une assez bonne relation avec la trame du peuplement rural, avec généralement 40 % des établissements situés à moins de 300 mètres des centres des corridors de passage - à l'exception du Ve s. av. n. è. où les

¹⁷⁶ Généralement 40 à 45% des effectifs de ces classes, avec 60% (soit 12 sur 20) des établissements de la classe 1 situé à proximité du modèle où le coût de la "visibilité" est moyen (*angle vertical moyen d'horizon* multiplié par 5).

¹⁷⁷ Plus de la moitié des effectifs contre un quart ou moins pour les modèles intégrant le champ visuel.

occupations sont plus souvent éloignées. On note relativement peu de différences entre les modèles, sauf au Ier s. de n. è. où le réseau modélisé à partir du module *Pathdistance*, qui privilégie le passage en zones basses, semble mieux adapté. Ce modèle ne se démarque pas vraiment des autres pour les périodes antérieures, et il est légèrement moins performant pour le Bas-Empire. Mais l'analyse du nombre d'établissements situés à proximité des corridors de passage ne fait pas apparaître d'évolution évidente dans les logiques de déplacements entre les quatre séquences chronologiques étudiées.

Il semble en revanche qu'il existe un rapport entre les types de cheminements et les classes d'établissement. Les établissements de fort niveau hiérarchique - définis par une emprise au sol et des matériaux de construction élaborés pour le Ier s. de n. è., et par une durée de vie importante pour les IVe et Ve s. de n. è. - tendent à se situer le long des corridors du "modèle *Pathdistance*". Les modèles intégrant le facteur visuel semblent quant à eux entretenir une relation plus particulière avec les installations de très courte durée aux différentes périodes - le phénomène de réoccupation est également non négligeable dans le voisinage de ces réseaux. Ces spécificités laissent envisager une fonction particulière (pastorale ?) pour ce dernier type de réseaux privilégiant les chemins de hauteurs, qu'il faudrait étudier plus précisément en analysant plus finement toutes les caractéristiques des établissements - notamment la sitologie¹⁷⁸ complète, et peut-être le mobilier.

L'analyse des modèles de réseau régional à partir de la trame du peuplement s'avère limitée par l'usage de fragments de classifications, peut-être mal adapté à l'étude des voies de communication. Les résultats de cette expérience amènent néanmoins à proposer la superposition d'au moins deux réseaux de communication régionaux, guidés par des logiques de déplacement spécifiques. Deux modèles seront donc utilisés pour la suite de l'étude. Un "modèle A", issu du module *Pathdistance* du logiciel ArcGIS, et qui correspond aux cheminements relativement rectilignes, privilégiant le passage en zones basses. Le "modèle B" correspond au modèle intégrant le facteur visuel qui s'est avéré être le plus spécifiquement lié aux établissements éphémères, c'est-à-dire celui donnant un poids modéré mais non négligeable à ce facteur (*angle vertical moyen d'horizon* multiplié par 5)¹⁷⁹.

¹⁷⁸ C'est-à-dire les caractéristiques du site en tant que lieu géographique : topographie, pédologie, distance aux points d'eau...

¹⁷⁹ Notons que ce dernier modèle présente également une bonne correspondance avec plusieurs des voies habituellement considérées comme antiques (cf. *supra*, p. 272-276).

4.2 TRAMES DE PEUPEMENT ET RESEAUX VIAIRES

Après avoir déterminé les modèles les plus aptes à rendre compte des réseaux de communication aux périodes étudiées, l'objectif de ce chapitre est d'analyser leur impact sur l'évolution du peuplement, régional et local.

Dans un premier temps, nous aborderons donc l'évolution du tissu des agglomérations du Languedoc oriental au regard de celle des deux types de réseau de communication, élaborés dans le chapitre précédent. La simulation, pour différentes périodes, des voies de communication entre les agglomérations contemporaines permet d'appréhender l'évolution de cette trame, non plus comme une succession de créations et d'abandons d'établissements archéologiques - de cartes à points -, mais comme une structure, un réseau en mutation.

Dans un second temps, nous tenterons d'évaluer l'impact du réseau de communication régional, et de son évolution, sur le système de peuplement à l'échelle locale. Cette approche vise à replacer la distribution des établissements de la zone principale de l'étude, dans un contexte plus global : celui des échanges régionaux.

4.2.1 Evolution des réseaux de communication régional

Pour cette analyse, les deux types de réseau de communication ont été modélisés pour quatre périodes différentes illustrant les principales étapes du peuplement dans la région : le Ve s. av. n. è., le IIe s. av. n. è., le Ier s. de n. è. et le Ve s. de n. è. (Figure 45 et Figure 46).

L'introduction des agglomérations d'*Ambrussum* et de Nages, créées vers le début du IIIe s. av. n. è., changent peu la configuration du faisceau des cheminements optimaux, dans les deux modèles. L'*oppidum* de Nages s'insère assez bien dans le réseau de communication antérieur à son installation : dans le modèle B, il se situe à 500 mètres environ du corridor reliant Espeyran à Mauressip (et, plus loin, La Jouffe et Serre de Brienne) et à 2 kilomètres d'un croisement ; le modèle A propose un important croisement de corridors au pied de la colline de Nages. Dans les deux cas, Nages va renforcer un ancien lieu de passage du Vidourle, en aval de Villevieille (le point de passage variant d'un modèle à l'autre).

La situation d'*Ambrussum* diverge quelque peu selon les types de réseau. Dans le modèle A, l'*oppidum* est installé à 1 kilomètre environ du croisement des corridors reliant Villevieille au Castellans (Cailar) d'une part et Nîmes à Lattes d'autre part, et à 500 mètres du passage de

ce dernier sur le Vidourle. Les faisceaux de cheminement influencés par le champ visuel - modèle B -, en revanche sont éloignés d'*Ambrussum* ; mais ils forment néanmoins quatre points de croisement du réseau viaire dans un rayon de 3 kilomètres autour du site. Dans cette configuration, l'*oppidum* bénéficie donc également, par sa position centrale, d'une situation clef dans le réseau de communication, et exerçait peut-être un contrôle des échanges dans le secteur. On peut bien sûr envisager que son installation ait entraîné une attraction des voies de communication, peut-être accrue par les facilités offertes par la construction d'un pont - ce qui incite à n'accorder que peu de crédit à ces deux corridors du modèle B pour les périodes suivantes. Toutefois, on peut aussi considérer que le passage d'une rivière au pied d'un *oppidum* implique également le paiement d'un droit de passage ; dans ce cas, il faut envisager ce type de corridors comme des routes alternatives, ayant probablement coexisté avec la voie rectiligne (rapide ?), reliant, au niveau régional, Nîmes à *Sextantio* et Lattes (et peut-être plus largement, le Rhône aux Pyrénées). Quoi qu'il en soit, *Ambrussum* n'apparaît pas comme un centre de peuplement ayant eu à "construire" son réseau de communication pour échanger avec les autres places importantes¹⁸⁰ - mais il a peut-être eu à s'imposer localement en réorganisant le trafic sur son territoire.

Pour finir l'analyse de l'évolution des réseaux de communication entre le Ve s. av. n. è. et la fin du IIe s. av. n. è., on remarque que la suppression du site de Puech des Mourgues¹⁸¹ de la modélisation n'a que peu d'impact sur la configuration des modèles.

¹⁸⁰ Signalons que la modélisation par des cheminements de hauteurs accordant un poids très faible au champ visuel (simple addition de l'*angle vertical moyen d'horizon* à la pente) présente le réseau le plus centré sur l'emplacement du futur *Ambrussum*. Il s'agit en outre du réseau qui reproduit le plus nettement l'itinéraire préromain de la *via Domitia*, suggéré par J.-L. Fiches, et faisant la liaison Nîmes-Nages-*Ambrussum* (cf. Annexe 66).

¹⁸¹ Ce site connaît un hiatus de l'occupation entre le Ve ou IVe s. av. n. è. et le milieu du IVe s. de n. è. (Genty et Schneider 2002).

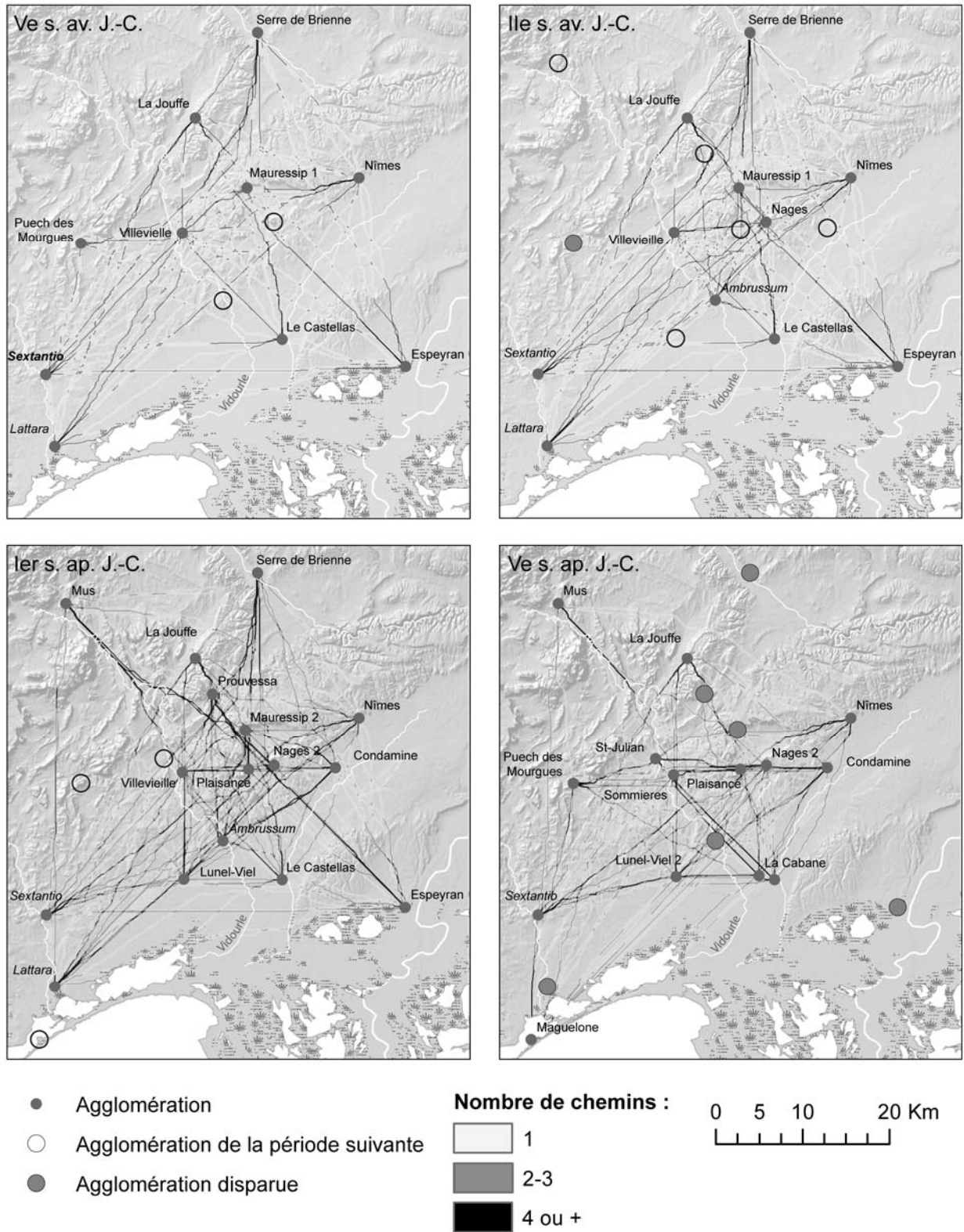


Figure 45. Evolution des réseaux de communication, du Ve s. av. n. è. au Ve s. de n. è. : modèle A

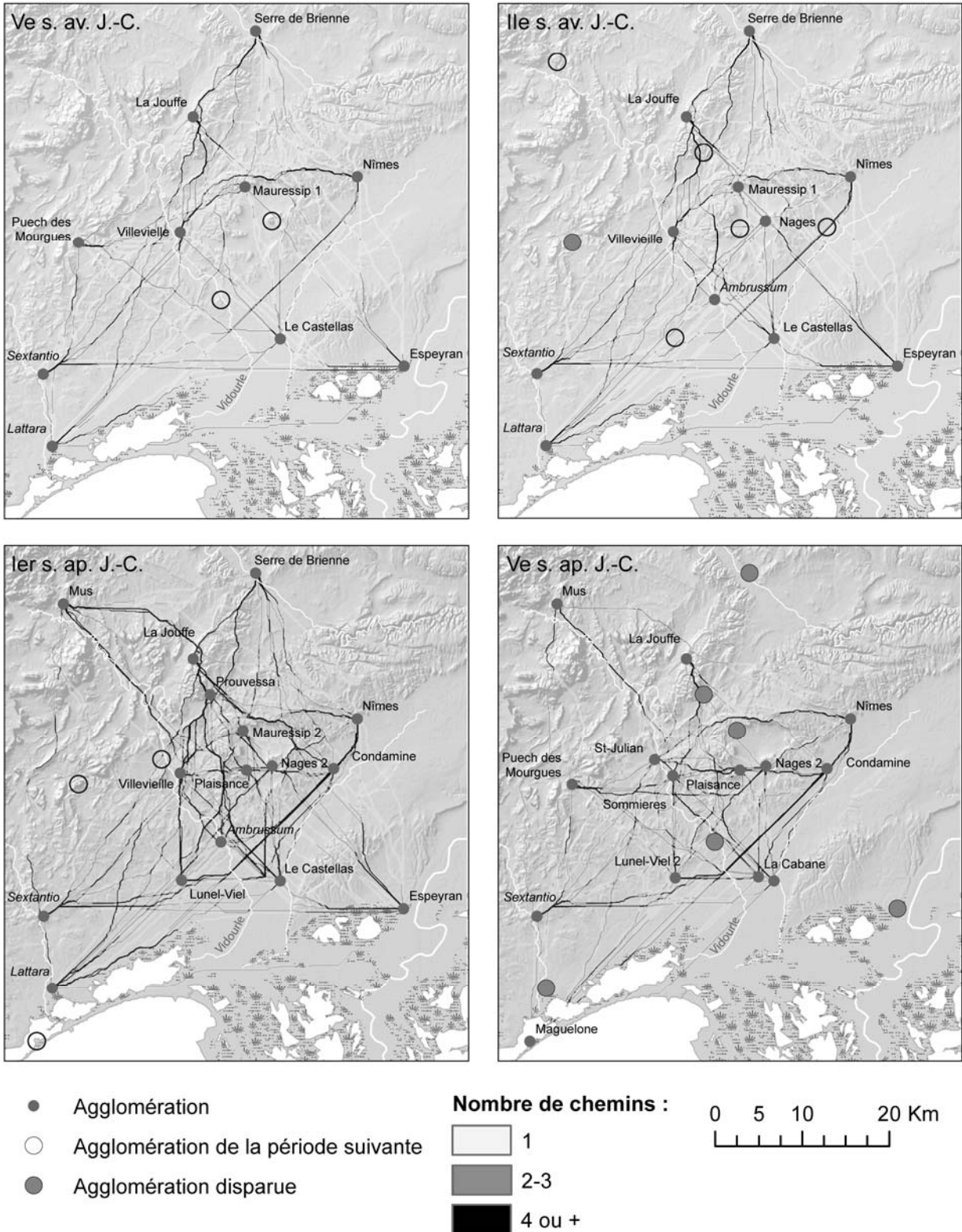


Figure 46. Evolution des réseaux de communication, du Ve s. av. n. è. au Ve s. de n. è. : modèle B

Le Ier s. de n. è. voit l'émergence de petites agglomérations gallo-romaines créées *ex nihilo*. Plaisance et de Prouvessa s'insèrent bien dans les deux types de réseau du IIe s. av. n. è. : la première est néanmoins plus particulièrement favorisée par le modèle A, qui y situe un croisement de corridors à l'emplacement de ce site, tandis que ce sont les faisceaux de cheminements influencés par le champ visuel - modèle B - qui desservent le mieux la localisation de la seconde. Relevons que, dans tous les modèles, le site de Prouvessa apparaît localisé dans une zone-nœud de communication, bien antérieure à l'installation du hameau : y convergent les itinéraires venant de Serre de Brienne (Brignon) en direction des agglomérations du quart sud-ouest de la zone étudiée, et de La Jouffe en direction des autres centres régionaux situés dans le quart sud-est. Par ailleurs, Plaisance et Prouvessa ont pour conséquence de créer un petit corridor de type B passant à 2 kilomètres environ, à l'ouest de Mauressip.

Le site de la Condamine s'installe sur un important corridor de passage, que l'on sait capté par la voie domitienne mais qui n'apparaît que dans les modèles intégrant la "visibilité", car ils privilégient le passage en pleine vallée, éloigné de la zone de piedmont. La relation de cette agglomération avec la ou les voie(s) reliée(s) à Espeyran n'apparaît pas de manière évidente sur les différentes modélisations : son emplacement ne semble donc pas constituer un point de passage essentiel.

Le cas de Lunel-Viel mérite attention. Les études effectuées sur cette agglomération ont montré que les voies ont joué un rôle déterminant dans l'organisation de l'habitat, notamment le *cami roumieu* (voie P) : le cœur du bourg antique est situé au croisement d'un *decumanus* de la centuriation calée sur la voie domitienne, pérennisé par la Carriérasse/*Cami roumieu*, et un axe médian de centurie (Raynaud 1990 ; Favory, Parodi, Poupet *et al.* 1994). Il semble que, dans la cadre de l'étude de cette agglomération, on ait essentiellement envisagé le rôle du *cami roumieu*. Il s'agit certes de "l'axe majeur de communication de plaine [...] durant toute l'Antiquité", qui double au sud la voie domitienne à vocation interprovinciale (Favory, Parodi, Poupet *et al.* 1994, p. 205), mais la modélisation du réseau régional amène à considérer le rôle d'autres axes de communication régionaux dans le secteur.

Il faut tout d'abord signaler un axe est-ouest reliant les agglomérations ayant joué un rôle de relais pour le commerce méditerranéen : *Sextantio*, Le Castellat et, plus loin, Espeyran ; selon le modèle A, cet axe passe à 500 mètres au sud de Lunel-Viel. Mais il faut rester prudent et rappeler que les modélisations réalisées pour cette étude ont été élaborées pour l'arrière-pays et ses contraintes topographiques ; les modalités de déplacement dans la zone

littorale et dans la plaine sont tout autres et comportaient d'autres types de contraintes aux périodes anciennes, comme le montre la prééminence de la cadastration romaine sur le tracé des voies de communication d'origine antique (cf. Annexe 66, voie A et voie P). S'y ajoute un axe reliant "directement" Lattes à *Ambrussum*, puis Nîmes - sans utiliser la voie domitienne. Les modélisations positionnent cet axe à 500 mètres de Lunel-Viel. En outre, on remarque que dans le modèle B, la future agglomération de Lunel-Viel se situe entre 500 et 1000 mètres des corridors alternatifs au passage par *Ambrussum* - ils se croisent entre 3 et 5 kilomètres au sud-ouest de l'agglomération. On peut donc envisager que l'installation de Lunel-Viel ait eu pour conséquence de canaliser ce type de flux, probablement sur les voie P et O-1. Il convient de rappeler ici que le *cami roumieu* (voie P) pénètre au cœur du site, où se développe une vaste aire, "place impasse" sur laquelle donnaient vraisemblablement quelques bâtiments publics, parure monumentale à propos de laquelle C. Raynaud note qu'elle "paraît disproportionnée pour une population qui ne dut jamais atteindre une centaine d'habitants. Assurément, cette architecture avait davantage pour vocation d'exalter l'image de l'agglomération, dont la prééminence micro-régionale s'affirme ainsi, que la satisfaction des besoins de ses seuls occupants" (Raynaud 2002b).

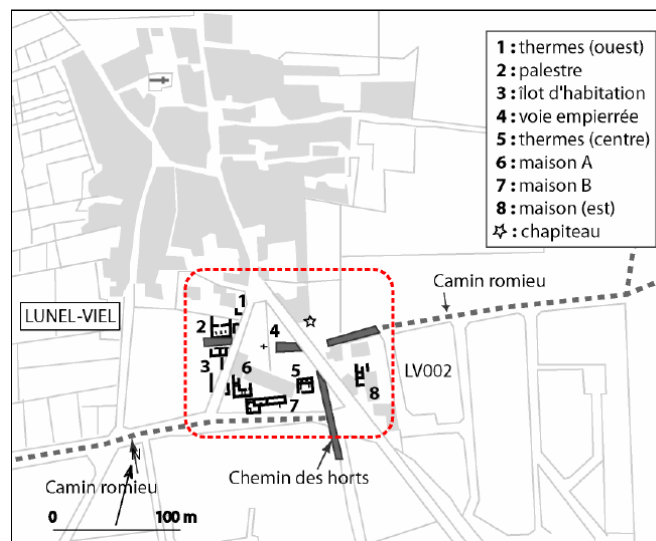


Figure 47. Lunel-Viel : emprise des vestiges anciens et voies desservant le site (extrait de Ouriachi 2009, vol. 2, d'après Raynaud 1990 et Raynaud 2007)

Dans l'ensemble, il apparaît que ces agglomérations, créées entre le Ier s. av. n. è. et le milieu du Ier s. de n. è., complètent le dispositif plus qu'elles ne le modifient. De même, l'intégration de Mus (Sauve) - une agglomération encore très mal connue mais qui présente les caractéristiques d'une agglomération importante (Blétry et Ferrand 2002) - dans la modélisation du réseau de communication régional apporte peu de modifications à la structure

du II^e s. av. n. è. : elle contribue surtout à renforcer certains corridors de passage. C'est surtout dans le modèle A que cette agglomération apporte le plus de changements, particulièrement le corridor reliant la ville basse de MaureSSIP à la Condamine, en traversant la macro-combe de la Vaunage, et le corridor passant au sud-ouest de Prouvessa, dans le bassin de Combas ; dans ce dernier secteur, elle croise l'habitat polynucléaire des Gravenasses/GP, créé au I^{er} s. de n. è. Peut-être faut-il comparer cet exemple avec le site polynucléaire de Rouvignargues (cf. Annexe 21). Ces deux groupements d'établissements montrent en effet des analogies dans la manière dont ils se sont intégrés dans la trame du peuplement : tous deux se sont installés dans un épicycle de densité durant la seconde moitié du I^{er} s. de n. è. (cf. *supra*, p. 139). Mais, à la différence des Gravenasses/GP, le site polynucléaire de Rouvignargues - qui se situe à 2,5 kilomètres au nord-est d'*Ambrussum* - apparaît très bien situé dans le réseau de communication régional : dans tous les modèles, il se situe le long du très ancien corridor reliant Le Castellàs à Villevieille, au niveau des nœuds de réseau formés par le croisement de cet axe avec ceux orientés nord-sud¹⁸².

Entre le I^{er} s. de n. è. et le milieu du IV^e s. de n. è., on observe une sensible modification de la configuration des réseaux modélisés. Elle témoigne, en premier lieu, des probables effets du déclin de plusieurs agglomérations d'origine indigène. On observe une baisse de la densité des corridors sur l'axe général orienté nord-ouest / sud-est, où s'exerçait l'action d'Espeyran, de MaureSSIP et de Prouvessa - bien que le rôle d'Espeyran ait pu migrer sur un site voisin. L'exclusion des centres déçus ou abandonnés des modélisations a également pour effet de fortement réduire la densité de corridors dans le secteur situé entre Villevieille, Plaisance et La Jouffe (où se situe la zone principale de cette étude). L'éviction de Lattes est en revanche compensée par l'introduction de Maguelone.

En second lieu, l'intégration de deux éléments, nouveaux par rapport au réseau précédent, a pour effet de renforcer les axes de passage est-ouest dans l'arrière-pays. Les sites de Puech des Mourgues et de St-Julian (Salinelles) paraissent faire sensiblement baisser le rôle de Villevieille-Sommières sur cet axe. Cet aspect est plus clairement signifié dans le modèle B, où l'on observe notamment l'apparition d'un corridor de passage transversal, au sud de Villevieille-Sommières et de Plaisance. Néanmoins, ce corridor n'est distant de Villevieille-

¹⁸² Il semble donc que si l'aménagement de la *via Domitia* n'a pas constitué le facteur de stimulation principal de ce secteur (cf. *supra*, p. 139), l'hypothèse d'une situation spécifique liés aux voies de communication pour le groupement de Rouvignargues tient toujours.

Sommières que de 2 kilomètres environs. Par ailleurs, le modèle A restitue pas moins de six chemins dans un rayon d'1,3 kilomètre autour du site (reliant Puech des Mourgues à Plaisance, Nages et la Condamine). Aussi, on peut envisager que Villevieille-Sommières, avec son pont sur le Vidourle, reste le point de passage principal, d'autant que l'on peut s'interroger sur le poids réel de St-Julian, dont le statut reste hypothétique¹⁸³. St-Julian apparaît néanmoins comme lieu privilégié pour une alternative au passage par Villevieille-Sommières.

En effet, si le site de Puech des Mourgues n'apparaissait pas très bien intégré dans les réseaux de communication régional, tel qu'il ont été modélisés pour le Ier s. de n. è., celui de St-Julian se situe à proximité d'un très ancien corridor de passage, que l'on retrouve dans les différents modèles de réseau, au voisinage de son passage sur le Vidourle. Il s'agit cependant d'un axe qui n'est plus beaucoup alimenté dès la fin du Ier s. de n. è. - en raison notamment du déclin de Serre de Brienne et Prouvessa. L'intégration de St-Julian dans la modélisation du réseau de communication au IVe et Ve s. de n. è. produit deux effets distincts : d'une part, le déplacement du corridor de passage principal du modèle B dans la vallée de l'Aigalade, après la traversée du Vidourle, et d'autre part le maintien de certains corridors ou sections de corridor du modèle A. Ce dernier modèle propose ainsi la pérennisation d'une voie de communication le long de l'ancien *oppidum* de Maressip.

Ce cas illustre le processus de persistance du réseau de communication en dépit de l'évolution du peuplement, et qui peut être bien mis en évidence par la modélisation des réseaux de communication : lorsque des centres régionaux s'installent dans un réseau préexistant, ils assurent le maintien des échanges sur les voies, et ce, même lorsque certains des lieux originels n'assurent plus la fonction de centres¹⁸⁴. Nages et Plaisance jouent ce rôle pour les communications nord-ouest / sud-est. On peut certes s'interroger sur le rôle réel de St-Julian - dont l'étendue des vestiges atteint une certaine importance qu'à partir du IIIe s. de n. è. (Raynaud 2002c) - pour la route est-ouest passant au pied de l'ancien *oppidum* de Maressip ; néanmoins, la position sur ce corridor des villages de Caveirac et Clarensac -

¹⁸³ C'est probablement l'inscription mentionnant les *vicini Varatunni* ou *Varatunnenses* - sur une inscription trouvée en remploi dans l'église - qui a amené à faire figurer ce site dans le groupe des "habitats groupés gallo-romains du Languedoc-Roussillon" (Raynaud 2002c). Cette mention n'indique toutefois pas forcément les habitants d'une agglomération : elle peut correspondre aux habitants d'un *vicus* ou d'un terroir précis, au sens étymologique des voisins (Raynaud 2002c). Saint-Julian est en tout cas un établissement de grande envergure (2ha), doté d'une nécropole et peut-être d'une installation spécialisée (forte densité d'amphore, de *dolium* et de béton de tuileau).

¹⁸⁴ Le terme "centre" est entendu comme centre de gravité, de l'économie ou du peuplement, c'est-à-dire les lieux de rassemblement des personnes ou des activités.

occupés depuis le Ier s. de n. è. - a vraisemblablement contribué à pérenniser la voie et le passage à proximité de la ville basse de MaureSSIP. Mais peut-être faut-il également envisager un affaiblissement de cette voie, car le modèle B montre un renforcement du contournement du site de l'ancien *oppidum*, au nord sur le plateau.

Le phénomène du maintien des faisceaux de chemins optimaux à l'emplacement de centres déchu est également observé pour les autres sites localisés au centre de l'espace considéré : Prouvessa et, dans une moindre mesure, *Ambrussum*. Dans ces deux cas, le fait semble plutôt témoigner de positions topographiques stratégiques, compte-tenu de la trame du peuplement, puisque le passage s'effectuait déjà en ces lieux avant l'installation de ces établissements. L'emplacement de l'ancien hameau de Prouvessa constitue encore un lieu de passage pour les communications nord-ouest / sud-est - sa proximité en est même améliorée dans le modèle A, en comparaison avec celle qu'il obtenait dans le réseau du IIe s. av. n. è. A propos d'*Ambrussum*, on sait que la *via Domitia* maintient son passage au pied de l'ancien *oppidum* après l'arrêt de l'occupation sur la colline, et ce point de passage était peut-être encore géré, aux IVe-Ve s. de n. è., par la station routière du Sablas, implantée vers -30 (Fiches 1989 ; Fiches, Manniez et Mathieu 2002)¹⁸⁵. Cependant, concernant le réseau plus spécifiquement régional, les modèles laissent entrevoir la persistance de la circulation en direction de Lattes-Maguelone au voisinage d'*Ambrussum* (ce maintien étant surtout efficient pour le réseau de type A). Néanmoins, on peut envisager que Lunel-Viel ai pris le relais d'*Ambrussum* à l'échelle régionale ou micro-régionale. Il existe en effet un parallèle entre la trajectoire de ces deux sites : *Ambrussum* connaît une grande vitalité au Ier s. av. n. è. mais la ville haute est abandonnée au milieu du IIe s. de n. è., à l'inverse Lunel-Viel est créée au milieu du Ier s. de n. è. et connaît une phase d'intensification de l'habitat au milieu du IIe s. de n. è. (suivie d'une période de stabilité jusqu'au milieu du IIIe s. de n. è. (Fiches, Manniez et Mathieu 2002 ; Raynaud 2002b)).

L'évolution de l'occupation du sol laisse d'ailleurs envisager le développement des échanges par la lagune. D'une part, les cartes de densité mettent en évidence un déplacement

¹⁸⁵ Si la ville haute est abandonnée vers le début du IIe s. de n. è., la station routière perdure au moins jusque dans le milieu du IIIe s. de n. è. (selon les observations faites dans les secteurs fouillés, mais la date d'abandon reste problématique car les niveaux supérieurs sont arasés). Ce relais restera toutefois fréquenté durant l'Antiquité tardive, comme en témoignent le grand nombre de monnaies du IVe s. de n. è. trouvées sur tout le site, quelques niveaux de comblement et un petit local (1 pièces et 2 auvents) interprété comme lieux de vente de matériaux de construction. Bien qu'il soit possible qu'un secteur occupé durant l'antiquité tardive échappe encore aux investigations, cette époque ne semble être qu'une période de récupération des matériaux. Il faut néanmoins relever la présence d'une tombe à incinération, et le fait qu'*Ambrussum* est mentionné comme *mutatio* en 333 (dans l'itinéraire de Bordeaux à Jérusalem).

de l'épicentre sur la corne de l'étang de l'Or, à partir de la seconde moitié du IV^e s. de n. è. D'autre part, la plaine littorale comprend plusieurs "pôles secondaires" - villas ou petits habitats groupés -, disposés en chapelet le long de la lagune antique, en bordure de la zone palustre, et qui dessinent ainsi "un réseau d'établissements importants, tournés vers les échanges"¹⁸⁶ (Favory, Girardot, Raynaud *et al.* 1994 ; Raynaud 2007, p. 208 ; Ouriachi 2009, p. 296-298). Les expériences de modélisation des réseaux d'établissements y situent un "réseau maillé incomplet" qui "paraît structurer l'espace entre Lunel-Viel et le littoral, puisque les sites implantés en position intermédiaire dépendent des pôles disposés en chapelet le long de la lagune antique" (Ouriachi 2009, p. 298 ; Raynaud 2007). Selon cette auteure, cette organisation, perceptible dès le milieu du I^{er} s. de n. è., est structurée "selon un axe qui semble privilégier Lunel-Viel, étape possible avant *Ambrussum* et la vallée du Vidourle" (Ouriachi 2009, p. 298). Toutefois, ces grands établissements¹⁸⁷ ont pu connaître un développement important plusieurs siècles après leur installation, et prendre le relais de Lunel-Viel à partir du IV^e s. de n. è. - d'autant qu'à partir de cette époque, le peuplement est désormais centré sur la basse plaine et le rivage lagunaire, avec une exploitation accrue de la lagune (Raynaud 2007, p. 208).

La modélisation des cheminements optimaux pour les quatre périodes illustrant les principales étapes de l'évolution de la trame des agglomérations du Languedoc oriental amène à proposer l'idée d'une lente construction du réseau de communication régional, du Ve s. av. n. è. au I^{er} s. de n. è. On observe en effet une forte intégration des nouveaux centres de peuplement dans les réseaux préexistants. Le passage des villes hautes aux villes basses (signifié sur les cartes par un numéro suivant le nom du lieu) ne modifie aucunement la configuration des réseaux modélisés à cette échelle.

L'évolution du réseau des échanges dans la seconde partie de l'Antiquité apparaît plus complexe : a-t-on affaire à une simple rétractation du réseau de communication, réduit à l'essentiel, comme le laissent supposer les modélisations faites à partir des agglomérations, ou

¹⁸⁶ En effet, pour certaines denrées, le transport par la "mer intérieure" était probablement plus rapide et économique que par voie terrestre ; aussi peut-on imaginer des échanges régionaux, transversaux, de Lattes à la corne de l'étang de l'Or.

¹⁸⁷ Il s'agit notamment de Miech Camp, une petite agglomération (plusieurs secteurs d'habitat localisés en prospection) occupée du I^{er} au XIV^e siècle. (Vial 2003, p. 100). Obilion, un habitat dont le développement maximal semble se situer entre le VIII^e et le XIV^e siècle, qui a vu naître le village médiéval de Saint-Pierre d'Obilion aujourd'hui disparu, mais dont les prémices gallo-romaines sont mal cernées (Vial 2003 ; Raynaud 2007 ; Ouriachi 2009, p. 247), et du site des Fournieux, un hameau occupé du Ve à la fin du XII^e siècle (Favory et Raynaud 1989).

devrait-on plutôt élargir le référentiel de lieux centraux à d'autres catégories d'établissement, afin d'être en mesure de mieux cerner les évolutions de cette période ?

Les observations faites sur le devenir des agglomérations (Lunel-Viel, *Ambrussum*/Le Sablas) et sur le devenir des voies de communication (voie L et Mauressip) laissent plutôt envisager la seconde solution, à savoir un rôle important des "centres" de plus faible envergure. Pour définir le rôle des "pôles secondaires" dans l'évolution du réseau de communication - prennent-ils le relais sur les anciens axes ou modifient-ils fortement la structure du réseau ? - il faudrait reprendre toute la documentation régionale afin de sélectionner les "centres" du Bas-Empire - ce qui n'était pas envisageable à cette étape de l'étude.

4.2.2 Dynamique du peuplement local et contexte régional

Ce chapitre a pour objectif de mettre en relation la modélisation des réseaux de communication, construite à l'échelle régionale, avec la dynamique du peuplement dans la principale zone d'étude de ce mémoire (le bassin de Combas et la vallée de l'Aigalade).

Nous avons vu dans la section précédente que, dans tous les modèles, le site de Prouvessa (n° 332) apparaît localisé à proximité d'un nœud de communication, bien antérieur à l'installation du hameau, où convergent les itinéraires venant de Serre de Brienne (Brignon), localisé au nord du Bois des Lens, et de La Jouffe, sis sur la bordure ouest de ce massif calcaire. L'examen de la distribution de la trame de tous les établissements du secteur étudié (Figure 48 et Figure 49) montre que ce sont plutôt les sites du décrochement oriental du massif du Bois des Lens - l'établissement de Cambroux (n° 650), mais surtout l'atelier de potier de Brus (n° 649) et l'exploitation sidérurgique du Déveneau (n° 657) - qui semblent bénéficier d'une bonne situation dans le réseau de communication régional.

Il se pourrait donc que ces voies de communication présumées aient été facteur d'implantation pour les installations artisanales, peut-être dans le contexte d'une dynamique générale tournée vers l'utilisation des ressources du Bois des Lens. Cette hypothèse paraît vraisemblable dans la mesure où l'axe nord-est / sud-ouest pourrait bien avoir été l'une des voies d'accès aux carrières de pierre de Roquamaillet (n° 30 001) et des Pielles (n° 30 000) situées un peu plus au sud. Le lien éventuel entre les différents sites d'exploitation des ressources de ce secteur reste à approfondir. Il faudrait pour cela analyser plus finement les modalités de déplacement dans le massif calcaire, par des modélisations plus adaptées à la

question des itinéraires entre les lieux d'exploitation connus sur l'ensemble du massif et les lieux de consommation situés à l'extérieur du massif, en adaptant notamment le paramétrage pour le transport de pondéreux. Ce type d'analyse permettrait de tester l'hypothèse, évoquée *supra* (p. 165-165), d'une influence de l'activité d'extraction de la pierre des Lens sur le système de peuplement local.

Les sites artisanaux, tout comme les sites d'habitat (Prouvessa et Cambroux) du sud-est du massif du Bois de Lens, semblent en effet ne connaître qu'une période d'activité/d'occupation très courte. Si leur situation est liée au réseau des échanges, on peut penser qu'ils aient été fortement affectés par une évolution de ce dernier. Cette évolution pourrait correspondre à un changement dans la structure des voies de distribution des ressources du Bois des Lens (lieux d'exploitation, lieux de consommation, voire lieux de redistribution), mais aussi à un changement d'échelle dans le réseau des échanges, entraînant un déclin des productions locales (cf. *supra*, p. 166-167).

Le réseau de communication, tel qu'il a été modélisé, fait porter l'attention sur le rôle des centres régionaux, et invite à s'interroger sur l'impact d'un éventuel déclin du rôle de l'*oppidum* de Serre de Brienne qui draine les corridors en direction du Gardon. Ce site semble déserté au tout début du II^e s. de n. è., mais l'habitat pourrait avoir tout simplement été déplacé au pied de la colline, un secteur masqué par le village actuel (Souq 2002). La trajectoire individuelle de ce centre, situé sur le Gardon, en vis-à-vis de la pointe septentrionale du Bois des Lens, est donc incertaine. De plus, il est également difficile de s'appuyer uniquement sur l'agglomération de Serre de Brienne pour modéliser les axes de passage dans le Malgoirès, c'est-à-dire la microrégion située à l'est du Bois des Lens et qui fait la jonction entre le secteur étudié et la vallée du Gardon. Il faudrait probablement prendre en compte les agglomérations situées au-delà de la vallée du Gardon - en Gardonnenque et en Uzège. En outre, l'intégration des habitats du Malgoirès dans la modélisation du réseau de communication permettrait également de mieux cerner l'évolution des voies potentielles traversant la moitié sud-est de l'espace étudié et d'évaluer, par exemple, le rôle de St-Julian qui, de l'autre côté du Vidourle, semble contrôler cet axe de passage.

Une meilleure appréciation des axes de passage semble essentielle pour appréhender l'évolution de l'occupation du sol dans le secteur de Montpezat (au nord-est de l'espace étudié). On y trouve tout d'abord les établissements de Cadouène I (n° 655), et son annexe Cadouène II, puis Cantadu (n° 651), une installation de longue durée située dans un environnement qui ne semble pas très clément pour l'agriculture - à proximité d'une grande

plage de terrain sensible à l'humidité autant qu'à la sécheresse (cf. Annexe 51 et Annexe 52). Ces établissements apparaissent bien situés dans les corridors de passage, en particulier Cantadu (n° 651) qui est localisé, pour les deux types de modèle, le long de l'axe rejoignant La Jouffe, en passant par les sites d'exploitation du Bois des Lens. Cet axe semble avoir perdu de l'importance après le Ier s. de n. è., avec le déclin de Mauressip au IIe s. de n. è., puis d'Espeyran au IIIe s. de n. è. ; néanmoins, le segment qui nous occupe a éventuellement pu être maintenu par les communications entre La Jouffe et les grands habitats du nord-ouest de la Vaunage (Caveirac et Clarensac). Quoi qu'il en soit, Cantadu connaît un développement au IV-Ve s. de n. è. - période d'occupation maximale -, tandis qu'un autre établissement s'implante à proximité, Veyrunnes (n° 654). Là encore, on peut envisager un lien entre le développement de ces établissements et la reprise des activités d'extraction sur la carrière des Pielles à la fin du Bas Empire, et l'exploitation du fer sur le site des Gravas (n° 10 009) et peut-être aussi sur l'ensemble des installations sidérurgiques situées à proximité de la zone d'extraction du minerai de fer des Garrigues (n° 30 002)).

Parallèlement, on assiste à l'émergence de l'habitat de Ramaux (n° 661). La chronologie de cet établissement implanté au pied d'une colline est mal cernée, les périodes de l'antiquité tardive et du haut Moyen Âge ne sont représentées que par la présence d'une nécropole, et le développement de cet habitat pourrait être plus tardif que celui des Cantadu et Veyrunnes. La position de Ramaux (n° 661) par rapport à la qualité des terrains est meilleure que celle des deux autres établissements voisins, et il serait intéressant de bien cerner également sa position dans le réseau de communication pour apprécier les relations entre ces trois établissements pourvus de matériaux de confort et dont deux sont dotés d'une aire funéraire.

La réflexion sur le réseau viaire de ce secteur doit également prendre en compte les tracés proposés pour la voie des Rutènes (voie C). On suppose que cette voie correspond, sur la majorité de son parcours, à la route départementale n° 999, qui fait un détour au niveau de Cantadu (n° 651) - et de l'actuel Mas Margarot. P.-A Clément restitue toutefois un tracé rectiligne à cet endroit (Clément 2003, p. 168-175) - ce qui place l'établissement de faible durée de vie, Cadouène (n° 655), le long de cet axe majeur. Le crochet effectué par la D 999 pourrait néanmoins être un artefact de l'évolution des voies dans le secteur : le segment orienté ouest-nord-ouest correspond aux corridors provenant de La Jouffe, et il est marqué par une zone funéraire datée du IVe s. de n. è. - que l'on rattache généralement à l'habitat contemporain le plus proche, Cantadu. Les modélisations effectuées mettent donc en lumière la complexité d'une restitution de cette portion de la voie C ; cette dernière semble en effet

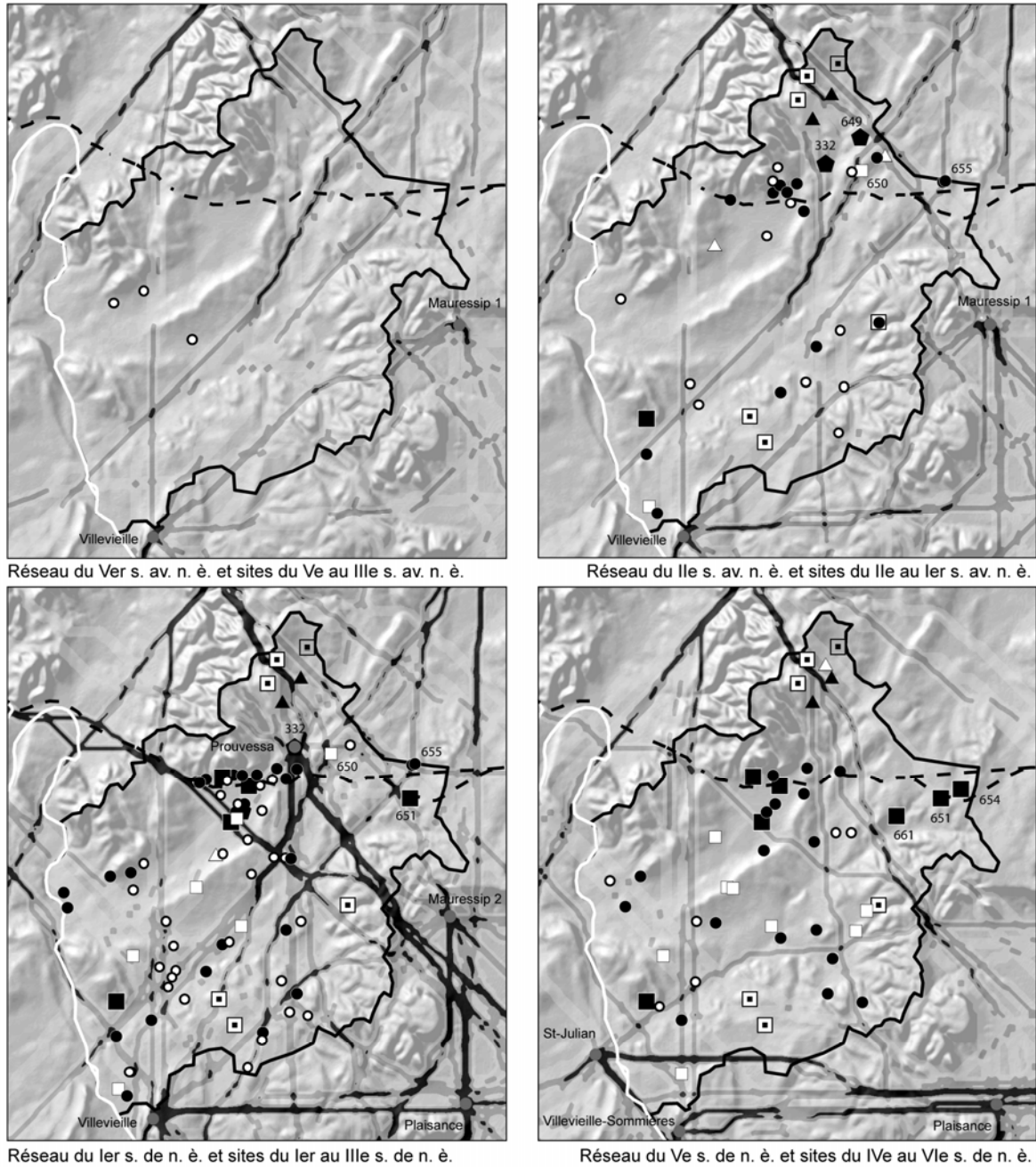
constituée de deux itinéraires régionaux distincts, et dont le raccordement, situé au niveau du secteur qui nous intéresse, est mal rendu par les modélisations des cheminements entre les agglomérations gallo-romaines (cf. *supra*, p. 273).

A cette étape de l'avancement des explorations des réseaux de communication par modélisation, il ne semble pas utile d'exposer de manière détaillée la position de tous les établissements par rapport aux corridors de passage. Il apparaît néanmoins clairement que la zone située à l'est de l'établissement de la Plaine des Jas (n° 1 042) et le secteur du vallon d'Ezort, tous deux caractérisés par des occupations épisodiques¹⁸⁸ (cf. *supra*, p. 161), sont bien situés dans les deux types de modèle.

Dans le premier cas, les établissements sont desservis par les corridors, passant majoritairement par Villevieille et orientés en direction du Bois des Lens. Dans le second cas, les établissements se situent sur le passage de Villevieille à Maressip, et/ou sur le passage alternatif, évitant les sites de Maressip et Villevieille (direction nord-sud). La situation des occupations du vallon d'Ezort par rapport aux modèles de réseaux viaries semble donc confirmer ce qui transparait dans les modèles gravitaires effectués pour le Ier s. av. n. è. par M.-J. Ouriachi et L. Nuninger (cf. *supra*, p. 145-146), à savoir une relative autonomie des occupations de ce secteur par rapport aux agglomérations voisines.

Cette relation apparente entre les corridors de passage et les secteurs à occupation épisodique invite à se demander si ces petites installations éphémères ne correspondent pas à des points de passages occasionnels. Néanmoins, la présence de fragments de meule sur un certain nombre de ces installations laisse plutôt envisager des points d'ancrage sur des terroirs* maîtrisés, et qui participent à la mise en valeur de ces terrains "difficiles" (cf. *supra* : 3.1.2.3 Indicateur du comportement des surfaces et peuplement antique).

¹⁸⁸ Ces secteurs portent des occupations éphémères, au Ier s. av. n. è., au Ier s. de n. è. puis au IVe s. de n. è., ainsi qu'une quantité non négligeable d'indices de site - traces d'occupation ténues - (cf. Annexe 35).



Etablissements :

- classe 1 ou 2
- classe 3
- classe 4
- classe 5
- ◆ classe 7
- △ classe 6 (établissement artisanal)
- ▲ établissement artisanal de chronologie imprécise
- ▣ carrière de minerai de fer
- ▢ carrière de pierre

Nombre de chemins :

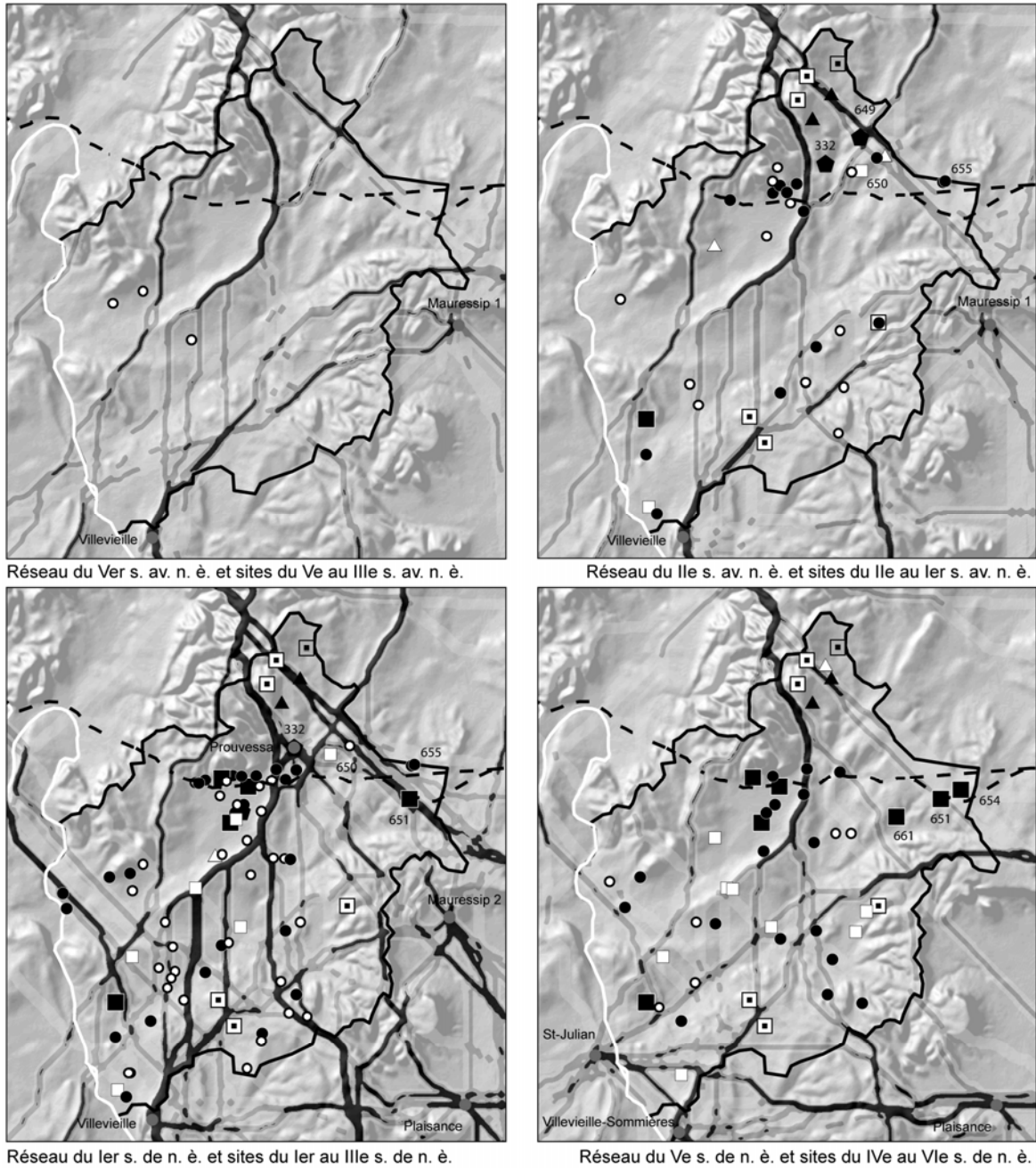
- 1
- 2-3
- 4 ou +

0 1 2 4 Km



--- Voie C (Clément 2003)

Figure 48. Réseau de communication régional et trame du peuplement local, du Ve s. av. n. è. au VIe s. de n. è. : modèle A



Etablissements :

- classe 1 ou 2
- classe 3
- classe 4
- classe 5
- ◆ classe 7
- △ classe 6 (établissement artisanal)
- ▲ établissement artisanal de chronologie imprécise
- ▣ carrière de minerai de fer
- ▢ carrière de pierre

Nombre de chemins :

- 1
- 2-3
- 4 ou +

0 1 2 4 Km



--- Voie C (Clément 2003)

Figure 49. Réseau de communication régional et trame du peuplement local, du Ve s. av. n. è. au VIe s. de n. è. : modèle B

Conclusion générale

Les méthodes élaborées dans ce travail restent encore à développer plus avant, pour asseoir les premiers résultats obtenus. Ces derniers montrent néanmoins les potentialités offertes par les approches proposées, autant du point de vue de l'exploitation agraire du milieu par les sociétés passées (les facteurs locaux d'évolution), que du point de vue des modalités d'insertion des communautés locales dans un contexte plus large (les facteurs extérieurs de développement). Ce travail a également cherché à montrer l'intérêt de croiser différentes approches (thématiques, échelles) pour étudier les systèmes de peuplement. Cette approche multi-scalaire apporte différents éclairages, et les divers résultats obtenus se complètent et se temporent.

Au terme de ce mémoire, il paraît utile de dresser un bilan du travail de recherche, de rappeler les méthodes mises en œuvre, leurs fondements et leurs apports à l'archéologie du peuplement.

Dans un premier temps, l'étude s'est attachée à cerner les caractéristiques et les spécificités de la zone d'étude. Situé en marge des pôles majeurs du peuplement de la région, ce secteur est néanmoins l'un des espaces les plus densément fournis en sites archéologiques, et la dynamique de l'occupation du sol y suit les tendances générales constatées dans le sud-est de la France. L'occupation du secteur étudié est principalement animée par de petites installations éphémères, utilisées moins d'un siècle ou moins d'un demi-siècle. Cet ensemble d'établissements crée deux phases d'occupation très dense du territoire, durant la seconde moitié du Ier s. de n. è., et entre le milieu du IVe et le milieu du Ve s. de n. è. Plusieurs exemples de modestes établissements fouillés, dans d'autres microrégions du Languedoc oriental, laissent entrevoir l'implication des installations techniques et des artefacts laissés par la mise en valeur de l'espace agraire dans ce que nous percevons de la structure des

campagnes de cette région. Les évolutions quantitatives relèvent donc en grande partie des fluctuations liées à ces lieux d'activité (dispersion de l'équipement - agricole et pastoral - sur le territoire *versus* regroupement au sein des exploitations, étapes de conquête et reconquête de nouveaux espaces, ...). Malheureusement, dans l'état actuel des connaissances, la part de ces installations annexes dans le corpus d'établissements, par rapport à celle de l'habitat rural proprement dit, reste indéterminée faute de pouvoir les distinguer des petites exploitations à partir des données de surface.

Les caractéristiques des installations du second Âge du Fer suggèrent des modes d'occupation temporaires, peut-être saisonniers ; durant la phase d'occupation la plus marquée, située au Ve s. av. n. è., le secteur étudié paraît constituer une zone spécialisée, un peu en marge des mutations du peuplement protohistorique de la région. Ce statut d'aire d'emploi, éloignée des centres d'initiative, semble se maintenir jusqu'au IIe s. av. n. è. Ainsi, le Ier s. av. n. è. se présente comme la première étape marquante du peuplement antique dans le secteur étudié.

La phase de transition entre le milieu du Ier s. av. n. è. et le milieu du Ier s. de n. è. correspond, dans le secteur étudié, à un remaniement de la trame des établissements. Parallèlement à une réorganisation des secteurs occupés dès le Ier s. av. n. è. - signalée par le positionnement de nouvelles installations à proximité des anciens lieux d'occupation abandonnés -, les très nombreux établissements du Ier s. de n. è. investissent de nouveaux espaces, singulièrement les zones basses : milieu du bassin de Combas et fond de la vallée de l'Aigalade. Dans les deux entités géographiques qui viennent d'être citées, ce mouvement s'inscrit sous différentes formes d'occupation : on trouve, dans la vallée de l'Aigalade, un semis d'établissements dispersés, tandis que, dans le bassin de Combas, les installations forment un groupement relativement lâche, un type de distribution généralement qualifié de polynucléaire, qui se situe entre le véritable habitat dispersé et l'habitat groupé - cette forme d'habitat a été observée ailleurs, mais reste encore mal cernée.

Comme dans les autres secteurs très densément occupés du Languedoc oriental, la décréue du nombre d'établissement au IIe s. de n. è. est forte et très rapide. Cette baisse des effectifs semble peu affecter la structure spatiale de l'occupation : on retrouve les deux types de semis caractéristiques des deux entités géographiques, maintenu par quelques établissements clefs. Ces évolutions semblent donc témoigner d'une dynamique de regroupement des lieux de peuplement et/ou d'activité sur un nombre restreint d'établissements - un processus proposé par l'équipe "languedocienne" du programme *Archaeomedes* pour expliquer le phénomène

général d'abandons d'établissements au IIe et IIIe s. de n. è. Il reste néanmoins délicat de faire la part entre une décreue quantitative essentiellement liée à la concentration spatiale de l'équipement agricole et/ou pastoral, et les effets d'une réorganisation des lieux de peuplement, des unités de résidence - éventuellement associée à un phénomène de concentration foncière.

La période située entre le milieu du IVe et le milieu du Ve s. de n. è. correspond à une phase de réinstallation d'établissements dans de nombreux espaces délaissés durant la phase précédente - soit par des réoccupations de sites, soit par des créations *ex nihilo* à proximité des anciens lieux d'occupation du Ier s. av. n. è. ou du Ier s. de n. è. Ce phénomène semble s'inscrire dans un mouvement de remise en état et/ou de restructuration des *terroirs* au Bas Empire, clairement illustré dans certaines microrégions du Languedoc oriental. Dans le secteur étudié, l'investissement de nouveaux *terroirs* semble limité pour cette période - comparé au Ier s. de n. è. Les réorganisations de cette phase changent néanmoins sensiblement la structure spatiale de l'occupation du sol dans certains secteurs : le mode d'occupation polynucléaire est abandonné, et on observe l'émergence de grands habitats dans le secteur de Montpezat, une zone jusque-là peu fournie en établissements - ce qui semble témoigner d'une évolution dans la distribution des centres d'initiative locaux.

Après une nouvelle phase d'abandon, la configuration de l'occupation du sol à la fin de l'Antiquité, très clairsemée, est assez similaire à celle du IIIe s. de n. è. - bien que plus homogène. Les changements les plus marquants concernent le peuplement du bassin de Combas, où l'on ne trouve plus aucun site d'occupation dans le centre de la combe.

Dans un second temps, l'analyse des relations entre trame des établissements et ressources agropastorales s'est articulée sur trois points : la manière de confronter la position des lieux de peuplement et d'activité avec ce type de ressource, la manière de considérer ces ressources (de structurer l'information disponible), et l'utilisation de sources d'information (issues de la télédétection) adaptées à l'étude du contexte agraire antique pour caractériser l'environnement.

Confrontée à un manque de couverture des cartes pédologiques sur le secteur étudié, le parti pris a été d'utiliser la télédétection satellitaire pour extraire des informations complémentaires sur les sols. Le choix s'est porté sur l'imagerie Landsat, car ce système présente une résolution spatiale et spectrale adaptée à l'étude des variations locales de la

qualité des sols - des conditions importantes à l'échelle des petites et moyennes exploitations, et qui ont pu guider les choix d'implantation. La carence d'informations sur les sols a, tout compte fait, donné l'opportunité de se détacher des classifications pédogénétiques, en donnant un accès plus direct à certaines caractéristiques du milieu. Compte tenu des spécificités du milieu méditerranéen, l'étude s'est concentrée sur la détermination du comportement des surfaces face aux conditions d'humidité et de sécheresse, visant ainsi à distinguer différents secteurs selon les capacités de réserve utile en eau et de drainage des sols - des caractéristiques agronomiques décisives dans un milieu où les variations pluviométriques sont importantes (climat nord méditerranéen).

Les informations issues du traitement d'images Landsat sur le comportement des terrains face aux conditions d'humidité et de sécheresse permettent de situer les zones où des efforts d'aménagement doivent être réalisés pour améliorer les rendements. Par là, elles permettent de proposer des interprétations quant à la fonction de certains établissements - compte tenu de leurs caractéristiques intrinsèques et de leur situation dans la dynamique générale de l'occupation du sol. On remarque par exemple, que les secteurs caractérisés par une occupation épisodique (périodes d'occupation courtes et déconnectées, par de modestes établissements associés à un nombre relativement importants d'indices de site mal datés) semblent concorder avec les types de terrains les plus difficiles (sols sensibles à la sécheresse et sols sensibles à l'humidité autant qu'à la sécheresse). Ces types de terrain nécessitent vraisemblablement un investissement plus particulier que les autres - installation et entretien d'aménagements tels que systèmes de drainage et/ou d'adduction d'eau. Aussi, cette correspondance conduit à envisager dans ces secteurs une phase "pionnière" de mise en valeur des *terroirs* durant les premiers temps de l'époque romaine - c'est-à-dire une étape de préparation et de construction des *terroirs agricoles* produisant un certain nombre de résidus d'installation -, suivie d'une phase de remise en état de ces *terroirs* au début de l'Antiquité tardive. Cette interprétation suppose une phase de relâchement ou un arrêt de l'entretien des aménagements (au IIe et/ou IIIe s. de n. è.).

L'indicateur du comportement des surfaces n'est toutefois que l'une des composantes utilisées pour la caractérisation du milieu agricole (à côté de la nature des substrats géologiques, du degré de pente, du niveau d'ensoleillement annuel et des zones inondables). Généralement, les critères choisis pour étudier l'impact du milieu physique sur les choix d'implantation sont considérés séparément ; la situation des établissements par rapport aux contextes pédologique, topographique ou hydrographique fait l'objet d'autant d'analyses

distinctes. Dans cette étude, le parti pris est d'appréhender les potentialités du milieu, à partir des informations disponibles, en s'appuyant sur le concept de *terroir*. Considérant que c'est l'association de plusieurs critères qui définit les caractéristiques agronomiques d'un *terroir* - ses potentialités et ses contraintes -, une partie de ce travail s'est attaché à délimiter des unités géographiques, des espaces cohérents au plan de l'agrobiologie, même s'ils sont hétérogènes au plan de la composition des sols : les *contextes géographiques* (ils répondent à une homogénéité du point de vue des critères choisis, et sont définis par l'association de ces derniers). Dans une démarche exploratoire, cette base de données géographique n'a pas été ordonnée selon une typologie, afin d'analyser chacun des critères séparément et d'étudier les associations préférentielles, les interactions entre les différents critères sélectionnés (ex. association aggravante) - qui sont donc examinées au moment de l'analyse de l'occupation du sol aux différentes périodes.

L'évaluation de changements dans l'occupation des sols est une problématique délicate lorsque l'on se base uniquement sur la localisation des installations humaines - des sites archéologiques. Et on peut se demander dans quelle mesure les évolutions de la trame des établissements induisent un changement dans l'occupation du sol, dans l'utilisation des espaces. En outre, apprécier le rôle des ressources agricoles dans l'évolution de la distribution des établissements revient à déterminer quelles ont été les qualités véritablement recherchées par les installations ; il faut en effet considérer que les hommes ont dû composer avec leur environnement et s'adapter à la distribution spatiale des ressources briguées.

La méthode proposée dans cette étude consiste à partir des *terroirs* plutôt que de zones de référence centrées sur les sites (*Site Catchment Analysis*) - modèle le plus couramment employé pour examiner la relation homme-milieu depuis les travaux de Vita-Finzi et Higgs. Il s'agit d'étudier la situation de tous les types de *contextes géographiques* en présence par rapport à la trame des établissements, à différents moments de son évolution. Aussi, plutôt que de sélectionner une petite partie de l'espace exploité, alentour des établissements, et de comparer ses caractéristiques au potentiel du secteur étudié, on cherche à savoir s'il existe des *terroirs* de proximité et des *terroirs* éloignés - que l'on suppose avoir été utilisés différemment (modes d'exploitation, niveau d'entretien). Cette approche n'est pas fondamentalement différente de celle des zones de références centrées sur les établissements puisqu'elle s'appuie également sur le principe de distance aux points d'occupation (à travers les notions de distance critique pour certaines activités d'une part, et d'espace nécessaire à une exploitation d'autre part). Elle apporte néanmoins un éclairage nouveau sur les choix d'implantation et sur

les possibles utilisations faites des terres. Ensuite, la propension des différents *contextes géographiques* à se trouver à proximité ou éloignés des installations, pour chaque phase de l'évolution de la trame des établissements, permet de distinguer les *contextes* qui semblent réellement recherchés (dont on cherche la proximité) de ceux qui ne le semblent pas. Ce calcul distingue les *contextes* qui se situent majoritairement à proximité des établissements, ceux qui en sont globalement éloignés, et ceux que l'on rencontre indifféremment dans plusieurs catégories de distances. L'étude des caractéristiques des terroirs de proximités et des terroirs éloignés permet d'établir les profils "environnementaux" des différentes phases du peuplement du secteur étudié.

L'approche "orientée *terroirs*" est ainsi un bon moyen d'évaluer les implications de l'évolution de la trame des établissements sur l'occupation du sol dans le secteur étudié. Il apparaît que, contrairement aux Ier et au Ve s. de n. è., où les installations sont très densément réparties et semblent donc assurer une mise à contribution de la majeure partie de l'espace étudié, le IIIe s. de n. è. présente des zones reculées, notamment le quart sud-est de la zone d'étude, qui se trouve suffisamment éloigné des indices d'occupation que sont les établissements pour y envisager une modification des modalités d'exploitation, voire un changement de types de productions, à partir du IIe s. de n. è. La trame du IIIe s. de n. è. suggère un relâchement de l'entretien et appuie l'hypothèse d'une entreprise de remise en état des *terroirs* au IVe-Ve s. de n. è. dans cette zone. Néanmoins, le profil "environnemental" du IIIe s. de n. è. ne montre pas de tendance particulière ; dans l'ensemble, les caractéristiques des *contextes géographiques* préférentiellement éloignés des établissements de cette période ne diffèrent pas vraiment des autres (à l'exception, peut-être, d'un éloignement par rapport aux terrains potentiellement inondables). La forte baisse de densité d'établissement qui caractérise cette période ne semble donc pas correspondre avec l'abandon d'un type d'environnement particulier.

Les périodes de forte densité d'occupation induisent une proximité avec des terroirs très variés, notamment au Ier s. de n. è. Néanmoins, la relation observée entre les conditions d'ensoleillement annuel et le comportement aux conditions d'humidité et de sécheresse, semblent témoigner d'une sélection de l'environnement au Ier s. de n. è. : on compte plus d'associations aggravantes (fort taux d'ensoleillement chez les terrains secs ou souffrant de la sécheresse autant que de l'humidité, et faible taux d'ensoleillement chez les terrains mal drainés) chez les *contextes géographiques* ne se situant pas à proximité immédiate des installations de cette période. Par ailleurs, si la répartition des établissements du Ve s. de n. è.

paraît assez peu différer de celle des établissements du Ier s. de n. è., l'étude des profils "environnementaux" montre que la trame tardo-antique est en réalité mieux répartie que celle du Ier s. de n. è. : elle tire mieux parti de la distribution des sols à bon comportement dans l'espace d'étude. La proximité des terrains souffrant de l'humidité autant que de la sécheresse et des terrains à faible niveau de drainage est moins systématique au Ve s. de n. è. qu'au Ier s. de n. è. ; mais on n'observe pas d'association préférentielle entre les différents paramètres de ces *contextes géographiques* pour expliquer cette différence.

La trame des établissements du Ier s. av. n. è. laisse une plus large place aux espaces relativement éloignés des installations. Cette période se distingue des autres par une nette distinction entre les propriétés de l'environnement immédiat, potentiellement cultivé, et celles des espaces situés entre 10 et 25 mn des établissements, plus probablement utilisés de manière moins intensive par les petites exploitations, ou pour le pâturage. Les caractéristiques des *contextes* privilégiés à proximité immédiate des installations dessinent deux archétypes : les milieux de pentes, parfois arides, et nécessitant - pour les contextes de fortes pentes - l'aménagement de terrasses pour la mise en culture, une technique que l'on retrouve d'ailleurs dans l'organisation interne de plusieurs sites, et les milieux présentant des aptitudes agronomiques particulières : sols sur colluvions, sur alluvions ou marqués par une accumulation alluviale (zone d'inondation). Les terroirs du "second cercle" font une plus large place aux terrains "plats", et sont encore le plus souvent secs (mais peuvent avoir un bon comportement). Il apparaît que les sols à capacité de drainage naturel faible à moyen ne semblent pas avoir exercé d'attrait particulier pour les établissements de cette période : ceux situés dans l'environnement des établissements sont essentiellement des sols soumis au risque d'inondation. La mise en culture des sols ressuyant mal semble donc peu probable à cette période ; ces terrains ont plus vraisemblablement été utilisés pour d'autres pratiques. L'exemple du Ier s. av. n. è. montre bien que la structuration de l'information géographique adoptée permet de distinguer plus précisément les propriétés recherchées, et de mieux évaluer la portée de chaque critère par l'analyse des associations.

Dans un troisième temps, l'étude du réseau de communication a été essentiellement basée sur la modélisation des réseaux viaires. L'approche adoptée consiste à reconstituer la structure de ces réseaux par le calcul des cheminements optimaux entre un ensemble de lieux, la multiplication des parcours modélisés faisant ressortir les corridors de passage qui, selon les facteurs envisagés, sont les plus vraisemblables, c'est-à-dire dont l'aménagement sous forme

de voie est le plus probable puisque l'intensité des échanges y était potentiellement plus forte qu'ailleurs.

La simulation de voies de communication est une méthode assez souvent utilisée en archéologie, mais les aspects dits techniques sont malheureusement trop souvent éludés. Une partie de ce travail a donc été consacrée à l'exploration de ce type de méthode. Les facteurs et les paramètres pris en compte pour ce travail sont surtout fonction des caractéristiques du milieu étudié (l'arrière-pays méditerranéen) ; les cheminements modélisés correspondent aux parcours de moindre contrainte - déterminés par le poids de la pente -, et l'impact d'un facteur perceptif a été testé : le champ visuel (nous supposons par exemple qu'il s'agit d'un des facteurs présidant à l'établissement des chemins de hauteur). Pour ce faire, deux algorithmes couramment utilisés ont été étudiés, et une nouvelle procédure de calcul des cheminements de moindre coût est proposée. Elaborée dans le cadre d'un travail de collaboration interdisciplinaire - initié au sein d'un programme de recherche franco-slovène -, cette procédure propose une solution pour prendre en compte la direction du mouvement (mode de calcul anisotrope), et permet de modéliser d'autres types de cheminement que ceux résultant de procédures intégrées dans les logiciels commerciaux de Systèmes d'Information Géographique les plus utilisés.

Plusieurs modèles ont donc été produits, en utilisant différents algorithmes et en variant sur le poids du champ visuel. L'analyse de ces modèles - tracés des corridors, comparaison avec les voies traditionnellement considérées comme antiques, et adéquation avec la trame des établissements aux différentes périodes - laissent envisager la coexistence de deux types de réseau : un réseau de cheminements relativement peu influencés par la topographie et plutôt rectiligne (rapide ?), qui privilégie le passage en zones basses, et un réseau intégrant le facteur visuel, qui privilégie les cheminements de hauteurs. Ce second type semble occuper une fonction distincte du premier : il ne présente pas seulement des modalités de déplacement différentes, mais paraît également desservir une population de sites spécifique. Les modèles de ce type apparaissent en effet entretenir, aux différentes périodes, une relation plus particulière avec les installations de très courte durée - le phénomène de réoccupation de site est également non négligeable dans le voisinage de ces types de réseau. Ce fait manifeste peut-être une utilisation liée aux pratiques pastorales, mais les caractéristiques des établissements rattachables à ces modèles devront être étudiées plus finement avant d'attribuer une fonction tangible à ce type de réseau viaire. Les deux modèles les plus

représentatifs de ces différents types de chemins ont été utilisés pour analyser l'impact des principaux axes de passage sur l'évolution de la trame des établissements.

Ce type d'approche enrichit le point de vue donné par l'analyse des caractéristiques agronomiques des terrains environnant les sites : elle montre des potentialités intéressantes pour évaluer la fonction des établissements dans le système de peuplement, en restituant à certains d'entre eux leur position de lieu de passage, et en caractérisant les axes qui les desservent. Ils font notamment apparaître une relation potentiellement forte entre l'évolution de certains établissements ou groupement d'établissements du secteur d'étude et l'exploitation des ressources minérales et minières du Bois des Lens. Les deux modèles de réseau permettent de considérer différemment les liens entre la dynamique de l'occupation dans le secteur étudié et les agglomérations voisines. Certains secteurs paraissent situés le long des chemins d'accès à ces grands centres (de peuplement et d'activité) de proximité, d'autres le long des flux "alternatifs" (c'est-à-dire les corridors permettant d'éviter le passage par les agglomérations voisines, et donc d'échapper aux contraintes juridiques vraisemblablement associées - notamment dans le cas des sites dominant des points de traversée des rivières).

La confrontation entre les modèles de réseaux viaires et les différentes trames d'occupation s'est toutefois révélée plus porteuse d'interrogations que de réponses. A cette étape de la recherche sur les réseaux de communication, les deux modélisations effectuées laissent entrevoir un phénomène d'intégration entre les différents niveaux de voies. L'analyse des tracés traditionnellement reconnus comme antiques par la modélisation des trajets régionaux montre que certaines voies de niveau interrégional ont vraisemblablement été constituées par le raccordement de divers itinéraires régionaux. C'est le cas notamment de la Voie des Rutènes, un des grands axes de communication rayonnant autour de la ville de Nîmes ; l'extrémité nord du secteur étudié (la bordure méridionale du Bois des Lens et le bassin de Combas) apparaît située dans la zone de raccordement de cette voie. Ceci laisse envisager la grande complexité des axes de passages dans ce secteur qui, par ailleurs, se situe très en marge par rapport aux agglomérations régionales (bien qu'une partie de la population semble bien intégrée dans le système social romain). Les tracés ont pu osciller entre le poids des liaisons à grandes distances et celui des logiques de communication locales : ils pourraient de ce fait avoir eu une histoire bien plus dynamique que ce que laissent envisager les analyses régressives du réseau viaire. Ces évolutions pressenties ont pu jouer un rôle dans l'évolution des centres de peuplement locaux de ce secteur (dans le bassin de Combas et dans le sillon Montpezat-St-Mamert).

Dans l'ensemble, les résultats de cette confrontation multi-scalaire des trames de peuplement amène surtout à considérer que, pour mettre en perspective les dynamiques locales et régionales, l'échelle intermédiaire du réseau de communication (supra-locale) - intégrant le rôle des grands habitats ruraux, notamment à partir du Bas Empire - doit être prise en compte.

A l'échelle régionale, les deux types de réseau modélisé permettent de porter un regard nouveau sur l'évolution du tissu des agglomérations. Les modélisations font apparaître une lente construction du réseau entre l'Âge du Fer et le début de la période romaine (Ier s. de n. è.). Les agglomérations du second Âge du Fer (créées entre la fin du IV^e et le début du III^e s. av. n. è.) et les petites agglomérations créées à la fin du Ier s. av. n. è. et surtout au début Ier s. de n. è. s'insèrent dans les réseaux de communication antérieurs à leur implantation : situées à proximité d'anciens axes de passage, ces habitats groupés semblent donc bénéficier de structures de communication préétablies, et n'ont pas eu à "construire" de voies pour échanger avec les autres places importantes. Dans ce sens, les "nouveaux centres" ne semblent pas modifier significativement le dispositif, mais le compléter. Néanmoins, les modélisations suggèrent que l'introduction de nouveaux centres de peuplement a eu pour effet de créer ou renforcer certaines routes, alternatives aux passages par les anciennes agglomérations. Aussi, on peut se demander si ces nouveaux centres de peuplement ont eu pour effet de canaliser une partie des flux alternatifs ou d'affaiblir la position des anciens centres dans le réseau des échanges. Cette approche permet donc d'enrichir l'analyse de l'évolution du réseau des centres régionaux, que l'on suppose induite par des logiques d'intégration et de concurrence, et de réévaluer la situation des différents centres de peuplement par rapport aux réseaux des échanges. En revanche, les possibles répercussions des évolutions du Bas Empire - caractérisées par le déclin de plusieurs agglomérations d'origine indigène - sur la structure du réseau de communication restent mal cernées par les modélisations fondées sur les agglomérations tardo-antiques actuellement reconnues. Il s'agit d'un chantier qu'il serait intéressant de développer plus avant.

Au terme de ce bilan, je souhaiterais évoquer les principales limites des travaux entamés dans cette étude, et les développements qu'il serait souhaitable d'effectuer sur les deux grands champs de recherche que l'enquête a tenté d'élargir.

Concernant l'étude des réseaux de communication, le travail de modélisation devra être poursuivi si l'on veut pouvoir associer de manière efficiente ce type d'approche aux autres méthodes d'étude existantes. Trois points semblent nécessaires à l'amélioration de cette approche. Premièrement, il s'agirait de confronter les différents niveaux des réseaux viaires, d'étudier les modalités d'intégration des axes de grandes distances dans les itinéraires régionaux, mais aussi celles des voies régionales dans le tissu des communications supra-locales - la définition du niveau hiérarchique des communications reposant essentiellement sur le choix de l'ensemble de sites à relier. Deuxièmement, d'autres types de réseau pourraient être explorés avec profit, notamment ceux reliant les lieux d'exploitation des divers type de ressources de la région, avec les lieux de consommation. Pour cela, il faudrait également d'adapter le paramétrage des modélisations pour le transport de pondéreux, car cela peut potentiellement fortement changer la structure des réseaux de communication théoriques obtenus - en raison de seuils de contrainte différents vis-à-vis de l'inclinaison du terrain. Troisièmement, il serait intéressant, pour l'étude des systèmes de peuplement, de procéder à un examen plus approfondi du rapport qui semble exister entre les modalités de déplacements (notamment les deux types de réseau proposés dans cette étude) et les catégories d'établissements desservis. Ceci pourrait être effectué au travers d'une analyse plus fine des caractéristiques des établissements associés aux différents corridors de passage - notamment la sitologie¹⁸⁹ complète et le mobilier.

Concernant l'étude de l'exploitation du milieu dans le cadre des pratiques agro-pastorales, cette étude a ébauché les grands traits d'une approche globale, de la constitution de la base de données géographique caractérisant les *terroirs*, au mode d'analyse de l'occupation du sol. La modélisation des *terroirs* gagnerait beaucoup à bénéficier de l'aide de spécialistes des sciences du sol : pour améliorer les principes de définition des *terroirs* d'une part - en affinant notamment les relations entre les différentes composantes -, et pour développer le travail relatif à l'utilisation des ressources de la télédétection satellitaire d'autre part. La validation de l'indicateur du comportement des surfaces, élaboré à partir de l'imagerie Landsat, ne repose encore que sur des comparaisons visuelles avec d'autres sources de données ; cet indicateur devra être soumis à une analyse plus complète. De ce point de vue, une série de sondages seraient des plus profitables. Par ailleurs, d'autres types de données de télédétection pourraient également être fructueusement mis à contribution pour l'étude du contexte agraire antique. Il est plus que probable qu'une exploration dans le domaine thermique du spectre

¹⁸⁹ C'est-à-dire les caractéristiques du site en tant que lieu géographique : topographie, pédologie, distance aux points d'eau...

électromagnétique puisse également apporter des informations pertinentes pour la caractérisation du milieu. De même, l'utilisation de données hyperspectrales pourrait aussi éclairer certains aspects relatifs aux anciennes activités rurales.

Pour finir, il faut souligner que les méthodes proposées dans cette étude de doctorat ont été élaborées pour l'étude d'une zone de l'arrière-pays méditerranéen. Si certains aspects ont une portée générale, d'autres ne sont pas directement exportables à d'autres régions - en particulier la constitution d'un indicateur du comportement des surfaces face aux conditions d'humidité et de sécheresse. La méthode employée ne constitue pas une solution clef en main ; si elle donne de bons résultats dans le secteur étudié pour ce mémoire, elle n'a pas encore été testée sur d'autres types de structure paysagère (taille des parcelles, types de cultures, caractéristiques des sols, etc.).

Glossaire

Colluvium (colluvion) : mélange hétérogène de matériaux qui, sous l'action de la force gravitationnelle, a été entraîné le long d'une pente et s'est accumulé à sa base (DRMAC 1976).

Distance coût : représentation continue de l'espace où la valeur de chaque élément (pixel) correspond au coût cumulé pour se déplacer depuis un lieu spécifique. Il s'agit d'une réévaluation de la distance en fonction des caractéristiques du terrain (définies par une surface de friction). La notion de coût peut être appliquée à tout facteur jugé bon pour apprécier une distance : temps, coût énergétique, coût financier, etc.

Remarque : cette notion peut être appelée différemment : "surface de coût cumulé" ou encore "surface coût", notamment en raison du fait que l'on se réfère souvent à une surface représentant une distance. Ce fait peut induire une certaine confusion notamment lors de l'utilisation de logiciel informatique ; par exemple, dans ArcGIS, le terme "cost distance raster" correspond à une image représentant la distance coût tandis que les termes "cost raster" et "cost surface" correspondent à la surface de friction* ; à l'inverse, dans le logiciel Idrisi, le terme "cost surface" réfère à la distance coût, la surface de friction* étant alors appelée "friction surface".

Géosystème : (terme d'origine russe et repris en France par G. Bertrand) unité ou facette naturelle formée par un ensemble systémique d'éléments du climat, des eaux, du sol, de la végétation et du relief ; peut être considéré comme synonyme d'écosystème (Brunet 2005).

Hydromorphie d'un sol : manifestation de l'engorgement d'un sol, c'est-à-dire sa saturation par l'eau. L'excès d'eau engendre la formation d'une nappe d'eau qui va chasser l'air contenu dans le sol ou ses horizons inférieurs et asphyxier le milieu. L'hydromorphie est un obstacle au développement du système racinaire et sa nuisance est plus forte qu'il se rapproche de la surface. Proche de la surface, l'engorgement complique le travail du sol et interdit le développement des plantes jeunes. En outre, il réduit la portance du sol, occasionne des ornières et des tassements en profondeur (semelles de labour).

Luminance : quantité d'énergie émise ou réfléchiée par unité de surface à une longueur d'onde donnée selon une direction donnée, par angle solide et en un temps donné. Elle est exprimée en watt/m²/stéradian/micromètre (Robin 2002).

Morphogène : élément pérenne d'un paysage susceptible de provoquer l'orientation de nouvelles formes, plus ou moins longtemps après son implantation. Le morphogène est un agent de la transformation des paysages, selon un processus qui s'inscrit dans la modalité spatiotemporelle hystéréchronique (Glossaire d'Archéogéographie).

Pédopaysage : *"ensemble des horizons pédologiques et des éléments paysagiques (végétation, effets des activités humaines, géomorphologie, hydrologie, substrat ou roche-mère), dont l'organisation spatiale permet de définir dans son ensemble une - ou une partie d'une - couverture pédologique"* (Girard et Girard 1999).

Réflectance : rapport entre l'énergie reçue par une surface et l'énergie réfléchi par cette surface (Robin 2002).

Réflectances exo-atmosphériques (Rea) = correction des Luminances (introduction des paramètres exo-atmosphériques) ; Elles ne tiennent pas encore compte des phénomènes de diffusions atmosphériques (que de l'éclairement solaire hors atmosphère).

Résolution spatiale : la résolution spatiale est définie par la dimension au sol couverte par le pixel d'une image. Il s'agit d'un indicateur géométrique, habituellement exprimé en radians ou en mètres, qui dépend de l'angle et de la hauteur du satellite (Robin 2002).

Cette notion peut cependant être appréhendée différemment, on parle parfois de ERE (effective resolution element) correspondant à la dimension à laquelle le capteur enregistre fidèlement la valeur radiométrique d'un objet (Robin 2002, p. 88-89). De ce point de vue, la notion de résolution spatiale intègre aussi les propriétés spectrales et morphologiques des sujets étudiés, et dépend beaucoup du contraste existant entre les thèmes recherchés et leur environnement (pixels voisins).

Résolution spectrale : capacité d'un système de détection à distinguer des rayonnements électromagnétiques de fréquences différentes (CCT 2005). La résolution spectrale est définie par la largeur des fenêtres d'enregistrement dans le spectre électromagnétique (Robin 2002). Il existe deux modes d'enregistrement : le mode multispectral qui capte les intensités de plusieurs fenêtres simultanément, et le mode panchromatique qui enregistre les intensités à partir d'une unique bande spectrale de grande largeur.

La résolution spectrale est techniquement liée aux résolutions spatiale* et radiométrique*. Les faibles résolutions spectrales, comme le mode panchromatique, permettent de bien meilleures qualités radiométrique et spatiale. De nombreux capteurs satellitaires possèdent deux modalités d'enregistrement simultanées : multispectral et panchromatique.

Résolution radiométrique : capacité d'un système de détection à distinguer les variations d'intensité de l'énergie électromagnétique (CCT 2004).

Roche mère d'un sol : Roche dure ou meuble qui donne naissance et sur lequel se développe le sol.

Structure agraire : « ensemble de liens durables et profonds entre l'homme et le sol, que traduisent les paysages ruraux [...] une certaine forme d'occupation du sol, une certaine conception de l'organisation du finage, inscrit dans l'espace par le système de cultures, la morphologie agraire et l'habitat rural » (Lebeau 1969 (rééd. 1996), p. 10). Au sens de R. Lebeau, il s'agit d'une notion explicative, qui se différencie des notions descriptives que sont le "système de cultures", la "morphologie agraire" et l'"habitat rural".

Surface de friction : surface sur laquelle s'effectue un déplacement ; elle définit, pour chaque élément de l'espace, le niveau de contrainte affectant le déplacement. Le terme friction est ici utilisé de manière générique : il ne correspond pas forcément à la force de gravité, ni à la rugosité des surfaces, mais de manière plus générale à la force qui oppose une résistance au mouvement en chaque point de l'espace. En pratique, il s'agit d'un fichier image où un niveau de friction est assigné à chaque zone (pixel).

Ces surfaces servent à réévaluer les distances, en termes de coût (temps, énergie...) pour effectuer un déplacement (cf. distance coût).

Système pédologique : volume pédologique dans lequel les horizons sont organisés entre eux, verticalement et latéralement, à l'échelle de l'unité de relief (Poupet 1999).

Téledétection : ensemble des méthodes et techniques permettant d'obtenir des informations sur la surface terrestre à partir de la mesure du rayonnement électromagnétique. Le traitement et l'interprétation de ces mesures s'effectuent généralement sous la forme d'images.

Terroir : "étendue de terrain présentant certains caractères qui l'individualisent au point de vue agronomique. Caractères dus à ses qualités physiques (reliefs, climat, exposition, sols) ou aux aménagements entrepris par l'homme (terroirs irrigués, terroirs drainés, terroirs en terrasses)" (Lebeau 1969 (rééd. 1996), p. 10).

Table des figures

Figure 1. Extrait de la carte des "caractéristiques pédologiques" (CNARBRL 1958a).....	51
Figure 2. Utilisation des territoires communaux d'après la "statistique" de 1842 (extrait de Bonnaud et Raynaud 1994).....	55
Figure 3. Nombre d'établissements et d'indices de site.....	81
Figure 4. Superficies des établissements.....	83
Figure 5. Matériaux de construction des établissements.....	84
Figure 6. Répartition des classes d'établissements selon les zones-ateliers (d'après les résultats du programme <i>ArchaeDyn</i>).....	90
Figure 7. Annexe agraire du Picaou (extrait de Raynaud et De Chazelles 1997, p. 3, fig. 4)..	92
Figure 8. Typologie des établissements.....	103
Figure 9. Plans d'établissements illustrant les classes 1 et 2.....	112
Figure 10. Plans d'établissements illustrant la classe 3 (1).....	116
Figure 11. Plans d'établissements illustrant la classe 3 (2).....	119
Figure 12. Plans d'établissement illustrant la classe 4 (1).....	121
Figure 13. Plans d'établissements illustrant les classes 4 (2) et 5 (1).....	124
Figure 14. Plan d'établissement illustrant la classe 5 (2).....	128
Figure 15. Plan d'un des fours à fer du site de Dévèneau (extrait de Bessac, Bonnaud et Py 1979, p. 49, fig. 5 ; Bessac et Bonnaud 1998, p. 146, fig.2).....	129
Figure 16. Evolution relative du nombre d'établissements, et de la surface occupée correspondante, du VIIe s. av. n. è. au VIIe s. de n. è.....	131
Figure 17. L'occupation en limite nord du bassin de Combas : Ier s. av. n. è. et Ier s. de n. è.....	154
Figure 18. Schéma des différents modes d'évolution de l'occupation du sol durant l'Antiquité.....	161
Figure 19. Répartition des épitaphes et des inscriptions votives en Languedoc oriental (M.-C. Ouriachi, extrait de Ouriachi 2009 : fig. 2, p. 27).....	168
Figure 20. Graphe de l'analyse multivariée du corpus des plantes mentionnées par Pliny l'Ancien (extrait de Berger, Favory, Odier <i>et al.</i> 1997).....	177
Figure 21. Quelques exemples de système satellitaire : résolutions spatiale et spectrale.....	187
Figure 22. Résolution spectrale de quelques capteurs satellitaires (extrait de Erdas Field Guide 2008, vol 1, p. 63).....	188
Figure 23. Schéma d'élaboration de l'indicateur du comportement des surfaces.....	197
Figure 24. Principe de transformation par réduction des données (extrait de Erdas Field Guide 2008, p. 47).....	198
Figure 25. Algorithme du <i>Tasseled cap</i> , adaptée aux images Landsat ETM7.....	199
Figure 26. Distribution des zones cultivées dans l'espace spectral du <i>Tasseled cap</i> , et situation des différents stades de développement de la végétation (extrait de Crist, Laurin et Cicone 1986).....	200
Figure 27. Distribution des différents types de surface sur les axes 1 et 3 du <i>Tasseled cap</i> (image du 08 février 2003).....	202
Figure 28. Effet du calcul de ratio (TC1/TC3) sur l'image du 08 février 2003.....	204
Figure 29. Schéma explicatif de l'indice d'humidité relative perpendiculaire.....	205
Figure 30. Calcul de régression entre les composantes "Wetness" (TC3) et "Brightness" (TC1) du <i>Tasseled cap</i> de l'image Landsat du 08 février 2003.....	206
Figure 31. Les distances-temps : exemples du Ier s. av. n. è. et du IIIe s. de n. è.....	237
Figure 32. Degré de proximité et d'éloignement relatif des "contextes" (exemple du Ier s. av. n. è.).....	239
Figure 33. Procédure de détermination des cheminements optimaux.....	258

Figure 34. Exemple de chemin modélisé à partir des valeurs de pente	259
Figure 35. Relation entre la pente et la dépense énergétique (K. Zakšek dans Zakšek, Fovet, Nuninger <i>et al.</i> 2008 d'après Minetti, Moia, Roi <i>et al.</i> 2002).....	260
Figure 36. Différence entre la pente effective et le relief; lorsque l'on se déplace perpendiculairement à l'orientation du relief, la pente effective est égale à 0 (K. Zakšek et L. Nuninger dans Zakšek, Fovet, Nuninger <i>et al.</i> 2008)	260
Figure 37. Exemples de calcul du cosinus de la différence d'angles entre le mouvement et le relief	262
Figure 38. Procédure de modélisation des chemins de moindre coût (DAO : K. Zakšek et E. Fovet)	263
Figure 39. Modélisations du réseau des agglomérations au Ier s. de n. è.	266
Figure 40. L'angle vertical moyen d'horizon, une mesure de la visibilité (DAO K. Zakšek).....	269
Figure 41. Procédure de modélisation des chemins optimaux, associant coût énergétique et visibilité (K. Zakšek et E. Fovet dans Zakšek, Fovet, Nuninger <i>et al.</i> 2008)	270
Figure 42. Interprétation de la classification élaborée lors du programme <i>Archaeomedes II</i> (d'après Favory, Girardot, Nuninger <i>et al.</i> 1999, p. 24)	278
Figure 43. Classification élaborée lors du programme <i>AchaeDyn</i> (d'après F. Bertoncello, L. Nuninger in Bertoncello et Trément 2008)	278
Figure 44.a. Modèles du réseau viaire et trame du peuplement : nombres et types des établissements situés à proximité des principaux corridors de passage (classification hiérarchique du programme <i>Archaeomedes II</i>).....	280
Figure 45. Evolution des réseaux de communication, du Ve s. av. n. è. au Ve s. de n. è. : modèle A	286
Figure 46. Evolution des réseaux de communication, du Ve s. av. n. è. au Ve s. de n. è. : modèle B	287
Figure 47. Lunel-Viel : emprise des vestiges anciens et voies desservant le site (extrait de Ouriachi 2009, vol. 2, d'après Raynaud 1990 et Raynaud 2007)	289
Figure 48. Réseau de communication régional et trame du peuplement local, du Ve s. av. n. è. au VIe s. de n. è. : modèle A	298
Figure 49. Réseau de communication régional et trame du peuplement local, du Ve s. av. n. è. au VIe s. de n. è. : modèle B	299

Liste des documents placés en annexe

- Annexe 1. Localisation de la zone d'étude
- Annexe 2. Carte de présentation de la zone d'étude : topographie
- Annexe 3. Carte de présentation de la zone d'étude : géologie
- Annexe 4. Les cartes de sols situées dans le secteur d'étude
- Annexe 5. Simplification de la carte pédologique du Canton de St Mamert
- Annexe 6. Tableau d'inventaire des sites, triés par numéro d'inventaire régional
- Annexe 7. Catalogue des sites archéologique
- Annexe 8. Relevés cadastraux des sites des secteurs de Prouvessa, les Gravenasses et Mas du Fort
- Annexe 9. Source du Roc
- Annexe 10. Sites funéraires et établissements au Ier s. av. n. è. et Ier s. de n. è.
- Annexe 11. Sites funéraires et établissements durant l'Antiquité tardive
- Annexe 12. Caractéristique des établissements de la vallée du Rhône
- Annexe 13. Caractéristique des établissements du Languedoc oriental
- Annexe 14. Table de codage
- Annexe 15. Test de discrétisation automatique des variables quantitatives : la superficie
- Annexe 16. Test de discrétisation automatique des variables quantitatives : l'antériorité
- Annexe 17. Statistiques descriptives des critères de description
- Annexe 18. Relations entre les variables
- Annexe 19 a. Graphes des axes factoriels de l'Analyse des Correspondances Multiples
- Annexe 20. Exemples de petites agglomérations
- Annexe 21. Exemples de sites "polynucléaires" en Languedoc
- Annexe 22. Exemple de sites "polynucléaires" dans le Var
- Annexe 23. Fermes de l'Ormeau, plan des états 3B, et reconstitution axonométrique
- Annexe 24. Ferme actuelle à plusieurs corps de bâtiment, Localité, Croatie
- Annexe 25. Classes d'établissements par siècles
- Annexe 26. Classes d'établissements et durée d'occupation
- Annexe 27. Localisation des zones d'études du programme *Archaeomedes*
- Annexe 28. Dynamiques de l'occupation : comparaison à l'échelle du sud-est de la France
- Annexe 29. Dynamique de l'occupation antique : comparaisons à l'échelle de la basse vallée du Rhône
- Annexe 30. La cartographie des densités : objectif, choix et méthodes
- Annexe 31. Evolution des densités d'établissements en Languedoc oriental
- Annexe 32. Légende des annexes 33 et 34
- Annexe 33. Matrice ordonnée d'occupation des établissements du corpus étudié
- Annexe 34. Cartes de répartition des types d'établissement

- Annexe 35. Carte de répartition des indices de site, puits et sites d'extraction
- Annexe 36. Cartes de répartition des établissements : création et abandon
- Annexe 37. Classification supervisée des sols
- Annexe 38. Analyse de corrélation entre les images Landsat
- Annexe 39. Analyses en Composantes Principales des images Landsat
- Annexe 40. Résultat des classifications supervisées
- Annexe 41. Echantillons de sols de la zone d'étude
- Annexe 42. Résultats des indices d'humidité relative : le ratio et l'indice perpendiculaire
- Annexe 43. Comparaison des indices d'humidité en milieu cultivé (exemple du bassin de Campagne)
- Annexe 44. Segmentation des indices d'humidité relative (superposée au ratio en conditions humides au-dessus, et au ratio en conditions sèches au-dessous)
- Annexe 45. Zones humides en milieu cultivé
- Annexe 46. Zones sèches en milieu cultivé
- Annexe 47. Zones sèches en milieu boisé et herbacé
- Annexe 48. Classification de l'espace d'étude selon le comportement des surfaces à l'humidité et la sécheresse
- Annexe 49. Indice d'humidité et morphologie agraire
- Annexe 50. Indicateur du comportement des surfaces et morphologie agraire
- Annexe 51. Indicateur du comportement des surfaces et établissements antiques
- Annexe 52. Indicateur du comportement des surfaces et modes d'évolution de l'occupation du sol
- Annexe 53. Schéma de l'élaboration des "contextes géographiques"
- Annexe 54. Tableau de description des "contextes géographiques"
- Annexe 55. Ordonnancement des "contextes géographiques" en fonction de leur degré de proximité
- Annexe 56. Evolution du degré de proximité des "contextes géographiques" durant l'Antiquité
- Annexe 57. Tendances majeures de l'évolution du degré de proximité des "contextes géographiques" durant l'Antiquité
- Annexe 58. Caractéristiques des grands "profils" de "contextes géographiques" : géologie et pente
- Annexe 59. Caractéristiques des grands "profils" de "contextes géographiques" : indicateur du comportement des terrains et situation par rapport aux zones inondables
- Annexe 60. Caractéristiques des "contextes géographiques" au Ier s. av. n. è.
- Annexe 61. Caractéristiques des "contextes géographiques" au Ier s. de n. è.
- Annexe 62. Caractéristiques des "contextes géographiques" au IIIe s. de n. è.
- Annexe 63. Caractéristiques des "contextes géographiques" au Ve s. de n. è.
- Annexe 64. Etat des connaissances sur le réseau de communication interrégional
- Annexe 65. Etat des connaissances sur le réseau de communication à l'échelle locale
- Annexe 66. Catalogue des voies

Annexe 67. Comparaison des algorithmes de calcul des chemins de moindre coût énergétique : tracés et profils topographiques

Annexe 68. Tests de l'algorithme de calcul anisotropique du logiciel Idrisi 32

Annexe 69. Poids du facteur visibilité sur la modélisation des chemins optimaux

Annexe 70. Impact de l'introduction du champ visuel sur le calcul des chemins de moindre contrainte énergétique

Annexe 71. Cheminements optimaux et chemins actuels

Annexe 72. Modèles du réseau viaire et trame du peuplement (classification hiérarchique du programme *ArchaeDyn*)

Bibliographie

- Alfonso 2002:** Alfonso, G. - Le site antique du pont de pierre 1 à Bollène (Vaucluse). In: Collectif (ed.) - *Archéologie du TGV Méditerranée. Fiches de synthèse : Antiquité, Moyen Âge, Époque moderne*. vol. 3. Lattes: UMR154 / CNRS, 2002, p. 795-801. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne ; 10).
- Alibert 1977:** Alibert, L. - *Dictionnaire occitan français*. Toulouse, 1977.
- Alix 2006:** Alix, S. - *Le peuplement agraire gallo-romain de la vallée de la Tave (Gard)*. Mémoire de Master 2^{ème} année en Archéologie, Université de Franche-Comté, Besançon, 2006.
- Arnal 1984:** Arnal, H. - *Notice explicative de la carte pédologique au 1/100 000, Montpellier*. Olivet: INRA, 1984.
- Badan, Brun et Congès 2000:** Badan, O., Brun, J.-P. et Congès, G. - La Brue d'Arles, une auberge en Crau. In: Chausserie-Laprée, J. (ed.) - *Le temps des Gaulois en Provence: catalogue de l'exposition "le temps des Gaulois", musée Ziem, juin-novembre 2000*. Martigues, 2000, p. 180-184.
- Bagan 2007:** Bagan, G. - L'habitat dispersé protohistorique dans le midi de la France entre le VIIe et le IIIe siècle avant J.-C. *Histoire et Sociétés Rurales*, 27, 2007, p. 7-36, <http://www.cairn.info/revue-histoire-et-societes-rurales-2007-1-page-7.htm>.
- Bailey 2005:** Bailey, G. - Site catchment analysis. In: Renfrew, C. et Bahn, P. (eds.) - *Archaeology : The Key Concepts*. New York: Routledge, 2005, p. 230-235.
- Baize et Jabiol 1995:** Baize, D. et Jabiol, B. - *Guide pour la description des sols*. Paris: INRA Éditions, 1995.
- Barberan, Fabre, Maufras et al. 2002:** Barberan, S., Fabre, L., Maufras, O., Petitot, H., Pomarèdes, H., Sauvage, L. et Thernot, R. - Les villae de La Ramière à Roquemaure, Gard. In: Collectif (ed.) - *Archéologie du TGV Méditerranée. Fiches de synthèse : Antiquité, Moyen Âge, Époque moderne*. vol. 3. Lattes: UMR154 / CNRS, 2002, p. 889-919. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne ; 10).
- Barisano, Bartholomé et Marcolongo 1988:** Barisano, E., Bartholomé, E. et Marcolongo, B. - Interprétation intégrée d'image du satellite Landsat et de photos aériennes verticales pour la déduction de paramètres physiographiques et archéologiques. In: Barisano, E. (ed.) - *Téledétection et cartographie thématique en archéologie*. Paris: Ed. du CNRS, 1988, p. 151-169. (Notes et monographies technique ; 18).
- Batardy, Buchsenschutz et Dumasy 2001:** Batardy, C., Buchsenschutz, O. et Dumasy, F. (eds.) - *Le Berry Antique*. Paris, 2001. (Suppl. à la Revue Archéologique du Centre de la France ; 21).
- Bauquier 1948:** Bauquier, H. - Survivance des rites païens dans les inhumations de la période chrétiennes. *Le Vieux Nîmes*, 23, 1948, p. 1-4.
- Beardah et Baxter 1996:** Beardah, C. et Baxter, M. - The Archaeological Application of Kernel density Estimates. *Internet Archaeology*, 1, 1996, http://intarch.ac.uk/journal/issue1/beardah_index.html.
- Béguin et Pumain 1994:** Béguin, M. et Pumain, D. - *La représentation des données géographiques. Statistiques et cartographiques*. Paris: Armand Colin, 1994. (Cursus).
- Bell et Lock 2000:** Bell, T. et Lock, G. - Topographic and cultural influences on walking the Ridgeway in later prehistoric times. In: Lock, G. (ed.) - *Beyond the map. Archaeology and spatial technologies: Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop, Ravello (Italie), October 1-2, 1999*: IOS Press, 2000, p. 85-100.
- Bellavia 2002:** Bellavia, G. - Extracting "Natural Paths" from a DTM Applications to Landscape Archaeological Studies. In: Burenhult, G. (ed.) - *Archaeological Informatics: Pushing the Envelope: Proceedings of the 28th CAA conference, Visby (Sweden), 25-29 April 2001*. Oxford: Archaeopress, 2002, p. 5-12. (BAR International Series ; 1016).
- Bellet et Roger 1994:** Bellet, M.-E. et Roger, K. - Vitrolles : Le Griffon. In: Pellecier, C. (ed.) - *Formes de l'habitat rurale en Gaule Narbonnaise*. vol. 2. Juan-les-Pins: Editions APDCA, 1994.

- Bérard 1997:** Bérard, G. (ed.) - *Les Alpes-de-Haute-Provence. Carte Archéologique de la Gaule 04*. Paris: Maison des Sciences de l'Homme, 1997.
- Bérato, J. 2009:** Bérato, J. - Petits établissements ruraux antiques dans le Var. In: Leveau, P., Raynaud, C., Sablayrolles, R. et Trément, F. (eds.) - *Les formes de l'habitat rural gallo-romain. Terminologies et typologies à l'épreuve des réalités archéologiques: Colloque AGER VIII*, Toulouse, 2007. Bordeaux: Aquitania, 2009, p. 123-140. (Suppl. 17).
- Berger 1974a:** Berger, G.-M. - *Notice explicative de la carte géologique au 1/50 000, Sommières XXVIII-42*. Orléans: BRGM, 1974a.
- Berger 1974b:** Berger, G.-M. - *Sommières XXVIII-42*, carte géologique papier au 1/50 000, Orléans: BRGM.
- Berger, Favory, Odier et al. 1997:** Berger, J.-F., Favory, F., Odier, T. et Zannier, M.-P. - Pédologie et agrologie antique dans le Tricastin central (Drôme-Vaucluse), d'après les textes agronomiques et épigraphiques latins et les données géoarchéologiques. In: Burnouf, J., Bravard, J.-P. et Chouquer, G. (eds.) - *La dynamique des paysages protohistoriques, antiques, médiévaux et modernes: Actes des XVIIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*, 19-21 octobre 1996. Sophia-Antipolis: Editions APDCA, 1997, p. 127-152.
- Bertoncello 1999:** Bertoncello, F. - *Le peuplement de la basse vallée de l'Argens et de ses marges (Var) de la fin de l'Âge du Fer à la fin de l'Antiquité*. Mémoire de doctorat en Archéologie, Université de Provence Aix-Marseille I, Aix-en-Provence, 1999.
- Bertoncello 2002:** Bertoncello, F. - *Villa/Vicus: de la forme des l'habitat aux réseaux de peuplement*. In: *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 2002, p. 39-58. (Suppl. 35).
- Bertoncello 2003:** Bertoncello, F. - L'apport de l'analyse statistique multivariée à l'étude du peuplement dans la région de Fréjus (Var) : essai de caractérisation des assemblages de mobilier. In: Favory, F. et Vignot, A. (eds.) - *Actualités de la recherche en Histoire et Archéologie agraires: Actes du colloque international AGER V*, Besançon, 19-20 septembre 2000. Besançon: Presses Universitaires Franc-Comtoises, 2003, p. 303-323. (Annales Littéraire de l'Université de Franche-Comté; 764. Série "Environnement, société et archéologie"; 5).
- Bertoncello, Fovet, Gandini et al. 2008:** Bertoncello, F., Fovet, E., Gandini, C., Trément, F. et Nuninger, L. - The spatio-temporal dynamics of settlement patterns from 800 BC to 800 AD in central and southern Gaul : models for an interregional comparison over the long term. In: Collectif ArchaeDyn (ed.) - *ArchaeDyn : 7 millennia of territorial dynamics. Settlement pattern, production and trades from Neolithic to Middle Ages: Preprints of the Final conference of the ArchaeDyn project (ACI "Spaces and territories", 2004-2007)*, Dijon, 23-25 June 2008, 2008, p. 131-144.
- Bertoncello et Trément 2005:** Bertoncello, F. et Trément, F. - *Compte-rendu de l'atelier de travail du 23 mai 2005, tenu à la MMSH d'Aix-en-Provence: rapport intermédiaire*, ACI "Espaces et Territoires" - ArchaeDyn "Dynamique spatiale du peuplement et ressources naturelles : vers une analyse intégrée dans le long terme, de la Préhistoire au Moyen Âge", inédit.
- Bertoncello et Trément 2008:** Bertoncello, F. et Trément, F. - *Rapport final de l'Atelier 2 : "Peuplement et Territoires": rapport final*, ACI "Espaces et Territoires" - ArchaeDyn "Dynamique spatiale du peuplement et ressources naturelles : vers une analyse intégrée dans le long terme, de la Préhistoire au Moyen Âge", inédit.
- Bessac 1986:** Bessac, J.-C. - Carrières antiques du Bois de Lens (Gard). *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 19, 1986, p. 159-182.
- Bessac 1995:** Bessac, J.-C. - Questions esthétiques, économiques et techniques dans les constructions hellénistiques de Gaule méditerranéenne. In: Arcelin, P., Bats, M., Garcia, D., Marchand, G. et Schwaller, M. (eds.) - *Sur les pas des Grecs en Occident... Hommages à André Nickels*. Lattes-Paris: ADAM-Errance, 1995, p. 393-401.
- Bessac 1996:** Bessac, J.-C. - *La pierre en Gaule Narbonnaise et les carrières du Bois des Lens (Nîmes) : histoire, archéologie, ethnographie et techniques*. Ann Arbor: University of Michigan, 1996. (Suppl. au Journal of Roman Archaeology ; 16).
- Bessac, Blétry-Sébé, Bonnaud et al. 1984:** Bessac, J.-C., Blétry-Sébé, S., Bonnaud, R., Maebe, J. et Thouzellier, J.-P. - Découverte de deux puits antiques à Combas (Gard). Contribution à l'étude

- comparative des puits antiques de la cité de Nîmes. *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 17, 1984, p. 187-222.
- Bessac et Bonnaud 1998:** Bessac, J.-C. et Bonnaud, R. - Sidérurgie antique dans le Bois des Lens (Gard). In: Feugère, M. et Serneels, V. (eds.) - *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*. Montagnac: éd. monique mergoïl, 1998, p. 142-149. (Monographies Instrumentum ; 4).
- Bessac, Bonnaud et Py 1979:** Bessac, J.-C., Bonnaud, R. et Py, M. - Prospections et sondages archéologiques dans la partie sud-est du Bois des Lens (Gard). *Bull. de l'Ecole Ant. de Nîmes*, 14, 1979, p. 41-83.
- Blanchemanche 1986:** Blanchemanche, P. - *Les terrasses de culture en régions méditerranéennes. Terrassements, épierrement et dérivation des eaux en agriculture, XVIIe-XIXe siècles. Etude ethnohistorique*. Mémoire de doctorat de troisième cycle en Ethnologie, Ecole des hautes études en sciences sociales, 1986.
- Blétry et Ferrand 2002:** Blétry, S. et Ferrand, M. - Mus (Sauve). In: Fiches, J. L. (ed.) - *Les agglomérations gallo-romaines en Languedoc-Roussillon*: publication du Projet Collectif de Recherche (1993-1999). Lattes: UMR154 / CNRS, 2002, p. 684-693. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne ; 14).
- Boissier de Sauvages 1756:** Boissier de Sauvages, P.-A. - *Dictionnaire languedocien-français ou Choix des mots languedociens les plus difficiles à rendre en français*. Nîmes, 1756.
- Boissinot 2000:** Boissinot, P. - A la trace des paysages agraires. L'archéologie des façons culturelles en France. *Etudes rurales*, 153-154, 2000, <http://etudesrurales.revues.org/document2.html>.
- Bóna 1994:** Bóna, I. (ed.) - *Le bel Âge du Bronze en Hongrie*, catalogue de l'exposition "Le bel Âge du Bronze en Hongrie", Mont Beuvray: S.A.E.M.M. Mont Beuvray et Pytheas Editions, 1994.
- Bonnaud 1991:** Bonnaud, R. - *Rapport de prospection sur les communes de Combas, Crespian, Montmirat, Moulézan (Gard)*: rapport de prospection pédestre, SRA Languedoc-Roussillon, inédit.
- Bonnaud 1992:** Bonnaud, R. - *Rapport de prospection sur la région attenante au Bois des Lens, communes de Montmirat et Cannes-et-Clairan (Gard)*: rapport de prospection pédestre, SRA Languedoc-Roussillon, inédit.
- Bonnaud et Bessac 1977:** Bonnaud, R. et Bessac, J.-C. - *Sites du Bois des Lens, zone sud-est*: rapport de prospection pédestre, SRA Languedoc-Roussillon, inédit.
- Bonnaud, Bessac, Aucher et al. 1993:** Bonnaud, R., Bessac, J.-C., Aucher, M.-R. et Garnotel, A. - *Découverte d'une tombe gallo-romaine sur la commune de Combas*: rapport de fouille, SRA Languedoc-Roussillon, inédit.
- Bonnaud et Raynaud 1994:** Bonnaud, R. et Raynaud, C. - *Rapport de prospection systématique n° 2. Moyenne vallée du Vidourle, communes de Combas, Fontanès et Souvignargues (Gard)*: rapport de prospection pédestre, programme de prospection-inventaire "Vaunage Vidourlenque et Vistrenque" (1994-1998), Contribution à la carte archéologique du Languedoc oriental, SRA Languedoc-Roussillon, inédit.
- Bonnaud et Raynaud 1995:** Bonnaud, R. et Raynaud, C. - *Rapport de prospection systématique n° 5. Moyenne vallée du Vidourle, communes de Combas, Fontanès et Souvignargues (Gard)*: rapport de prospection pédestre, programme de prospection-inventaire "Vaunage Vidourlenque et Vistrenque" (1994-1998), Contribution à la carte archéologique du Languedoc oriental, SRA Languedoc-Roussillon, inédit.
- Bonnaud, Raynaud et Baron 1996:** Bonnaud, R., Raynaud, C. et Baron, M. - *Rapport de prospection systématique n° 10. Moyenne vallée du Vidourle, communes de Combas, Fontanès et Souvignargues (Gard)*: rapport de prospection pédestre, programme de prospection-inventaire "Vaunage Vidourlenque et Vistrenque" (1994-1998), Contribution à la carte archéologique du Languedoc oriental, SRA Languedoc-Roussillon, inédit.
- Bonnaud, Raynaud, Mercier et al. 2001:** Bonnaud, R., Raynaud, C., Mercier, C. et Baron, M. - *Rapport de prospection systématique n° 17. Moyenne vallée du Vidourle, communes de Combas, Crespian, Fontanès, Montpezat et Souvignargues (Gard). 1997-2001*: rapport de prospection pédestre, programme de prospection-inventaire "Vaunage Vidourlenque et Vistrenque" (1994-1998), Contribution à la carte archéologique du Languedoc oriental, SRA Languedoc-Roussillon, inédit.

- Bonnaud et Roger 2002:** Bonnaud, R. et Roger, K. - Prouvessa (Combas). In: Fiches, J. L. (ed.) - *Les agglomérations gallo-romaines en Languedoc-Roussillon*: publication du Projet Collectif de Recherche (1993-1999). Lattes: UMR154 / CNRS, 2002. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne ; 14).
- Boulaine 1975:** Boulaine, J. - *Géographie des sols*. Paris: Presses Universitaires de France, 1975.
- Boyer 2004:** Boyer, O. - *La structure agraire de la Vaunage dans l'Antiquité. Contribution à l'étude des campagnes nîmoises de la fin du IIe s. av. J.-C. à la fin du VIe s. ap. J.-C.* Mémoire de doctorat en Histoire ancienne et Archéologie, 2 vol., Université de Toulouse-le-Mirail, Toulouse, 2004.
- Brun, Congès et Pasqualini 1993:** Brun, J.-P., Congès, G. et Pasqualini, M. (eds.) - *Les fouilles de Taradeau. Le Fort, l'Ormeau et Tout-Egau*. Paris: Revue Archéologique de Narbonnaise, 1993. (Suppl. 28).
- Brunet 2005:** Brunet, R. - *Les mots de la géographie. Dictionnaire critique*. Montpellier-Paris: Reclus et la Documentation Française, 2005. (Coll. Dynamique du territoire).
- Buffat 2004:** Buffat, L. - *L'économie domaniale en Narbonnaise : les villae de la cité de Nîmes*. Mémoire de doctorat en Archéologie, Université de Provence Aix-Marseille I, Aix-en-Provence, 2004.
- Buffat 2009:** Buffat, L. - De la prospection à la fouille : autour de quelques expériences réalisées en Languedoc. In: Leveau, P., Raynaud, C., Sablayrolles, R. et Trément, F. (eds.) - *Les formes de l'habitat rural gallo-romain. Terminologies et typologies à l'épreuve des réalités archéologiques*: Colloque AGER VIII, Toulouse, 2007. Bordeaux: Aquitania, 2009, p. 347-360. (Suppl. 17).
- C.A.T.H.M.A. 1993:** C.A.T.H.M.A. - Languedoc, Céramique languedociennes du haut Moyen Age (VIIe-XIe s.). *Archéologie du Midi Médiéval*, vol. 11, 1993, p. 111-228.
- Caloz et Collet 2001:** Caloz, R. et Collet, C. - *Précis de télédétection – Vol. 3 : Traitements numériques d'images de télédétection*. Sainte-Foy (Québec): Presses de l'Université du Québec et Agence universitaire de la Francophonie, 2001.
- Campbell 1996:** Campbell, J. - *Introduction to Remote Sensing*. London: Taylor & Francis, 1996.
- Casse, Ménanteau, Thomas et al. 2001:** Casse, S., Ménanteau, L., Thomas, Y.-F. et Vaquero, J. - Approche archéométrique de tertres néolithiques: La Butte des Pierres, Marais de la Grande Brière, Loire-Atlantique. In: *Archéométrie 2001: Pré-actes du 4e colloque d'archéométrie*, La Rochelle, 24-28 avril 2001, 2001.
- Castellvi, Comps, Kotarba et al 1997:** Castellvi, G., Comps, J.-P., Kotarba, J. et Pezin, A. (eds.) - *Voies romaines du Rhône à l'Èbre: Via Domitia et Via Augusta*. Paris: Maison des Sciences de l'Homme, 1997. (Document d'Archéologie Française ; 61).
- CCT 2004:** CCT - *Notions fondamentales de télédétection*: ressource électronique, Centre canadien de télédétection, dernier accès le 9 janvier 2004, http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/index_f.php.
- CCT 2005:** CCT - *Glossaire des termes de télédétection*: ressource électronique, Centre canadien de télédétection, dernier accès le 10 juin 2009, http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/glossary/index_f.php.
- Chapman et Shiel 1991:** Chapman, J. et Shiel, R. - Settlement, soils and societies in Dalmatia. In: Barker, G. et Lloyd, J. (eds.) - *Roman Landscapes. Archaeological Survey in the Mediterranean Region*. London, 1991. (Archaeological Monographs of the British School at Rome ; 2).
- Chardonnet 1996:** Chardonnet, C. - La Malène : Rouveret/La Faysse. In: Pellecuer, C. (ed.) - *Formes de l'habitat rurale en Gaule Narbonnaise*. vol. 3. Juan-les-Pins: Editions APDCA, 1996.
- Charvet 1873:** Charvet, G. - Les voies vicinales gallo-romaines chez les Volques Arécomiques. *Bulletin de la société scientifique et littéraire d'Alès*, 1873, p. 81-115 et 158-248.
- Clément 1981:** Clément, J.-M. (ed.) - *Larousse agricole*. Paris: Editions Larousse, 1981.
- Clément 1983 (rééd. 2003):** Clément, P.-A. - *Les chemins à travers les âges en Cévennes et bas Languedoc*. Montpellier: Les Presses du Languedoc, 1983 (rééd. 2003).
- Clément 2003:** Clément, P.-A. - *Les chemins à travers les âges en Cévennes et bas Languedoc*. Montpellier: Les Presses du Languedoc, 2003.
- Clément et Peyre 1991:** Clément, P.-A. et Peyre, A. - *La Voie Domitienne. De la via Domitia aux routes de l'an 2000*. Montpellier: Les Presses du Languedoc, 1991.

- Clerget 2004:** Clerget, J. - *La maîtrise visuelle de l'espace et des gens chez les agronomes latins*. Mémoire de maîtrise en Histoire, Université de Franche-Comté, Besançon, 2004.
- CMM 2010:** CMM - *Image Segmentation and Mathematical Morphology*: ressource électronique, Centre de Morphologie Mathématique (École des Mines de Paris), dernier accès le 15 novembre 2010, <http://cmm.ensmp.fr/~beucher/wtshed.html>.
- CNARBRL 1958a:** CNARBRL - *Etude pédologique du secteur Vaunage – Haut-Service Lunel-Viel*, Cartes papiers au 20 000^e (carte de repérage des sondages ; carte des caractéristiques pédologiques ; carte de mise en valeur).
- CNARBRL 1958b:** CNARBRL - *Etude pédologique du secteur Vaunage – Haut-Service Lunel-Viel*: rapport d'étude pédologique, inédit.
- CNARBRL 1970:** CNARBRL - *Etude de prospection préalable du canton de St-Mamert-du-Gard*, Carte pédologique papier au 25 000^e, CNARBRL ed.
- Collectif 2000:** Collectif - La modélisation des systèmes de peuplement : débat à propos d'un ouvrage récent, Des Oppida aux métropoles. *Les petits cahiers d'Anatole*, 5, 2000, http://citeres.univ-tours.fr/doc/lat/pecada/F2_5.pdf.
- Collectif 2002:** Collectif (ed.) - *Archéologie du TGV Méditerranée. Fiches de synthèse : Antiquité, Moyen Âge, Epoque moderne*. vol. 3. Lattes: UMR154 / CNRS, 2002. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne ; 10).
- Collectif ArchaeDyn 2008:** Collectif ArchaeDyn (ed.) - *ArchaeDyn : 7 millennia of territorial dynamics. Settlement pattern, production and trades from Neolithic to Middle Ages*: Preprints of the Final conference of the ArchaeDyn project (ACI "Spaces and territories", 2004-2007), Dijon, 23-25 June 2008, 2008.
- Compan, Pomarèdes et Pellecuer 1993:** Compan, M., Pomarèdes, H. et Pellecuer, C. - Nîmes : Gouffre des Bouchers. In: Pellecuer, C. (ed.) - *Formes de l'habitat rurale en Gaule Narbonnaise*. vol. 1. Juan-les-Pins: Editions APDCA, 1993.
- Congès et Lecacheur 1994:** Congès, G. et Lecacheur, P. - Exploitation et domaine sur la côte varoise à l'époque romaine : exemple de la plaine de Pardigon (Cavalaire, Croix-Valmer, Var). In: Favory, F. et Fiches, J. L. (eds.) - *Les campagnes de la France méditerranéenne dans l'Antiquité et le haut Moyen Age*. Paris: Maison des Sciences de l'Homme, 1994, p. 279-287. (Document d'Archéologie Française ; 42).
- Crist et Cicone 1984:** Crist, E. P. et Cicone, R. C. - A Physically-Based Transformation of Thematic Mapper Data - The TM Tasseled Cap. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 22, vol. 3, 1984, p. 256-263.
- Crist, Laurin et Cicone 1986:** Crist, E. P., Laurin, R. et Cicone, R. C. - Vegetation and soils information contained in transformed thematic mapper data. In: Proceedings of IGARSS'86 Symposium. Paris: European Space Agency, 1986, <http://www.ciesin.org/docs/005-419/005-419.html>.
- Currit 2005:** Currit, N. - Development of a remotely sensed, historical land-cover change database for rural Chihuahua, Mexico. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 7, 2005, p. 232-247.
- Daveau 2007:** Daveau, I. - *Port Ariane (Lattes, Hérault). Construction deltaïque et utilisation d'une zone humide lors des six derniers millénaires*. Montpellier/Lattes: ARALO, 2007. (Lattara ; 20).
- De Silva et Pizziolo 2001:** De Silva, M. et Pizziolo, G. - Setting up a "human calibrated" anisotropic cost surface for archaeological landscape investigation. In: Stančič, Z. et Veljanovski, T. (eds.) - *Computing archaeology for understanding the past*: Proceedings of the 28th Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference, Ljubljana (Slovenia), 18-21 April 2000. Oxford: Archaeopress, 2001, p. 279-286. (BAR International Series ; 931).
- Dedet et Py 1985:** Dedet, B. et Py, M. - L'occupation des rivages de l'étang de Manguio (Hérault) au Bronze Final et au premier Âge du Fer : les recherches du Groupe Archéologique Painlevé (1969-1976). *Cahier de l'ARALO*, 11, 1985.
- Dewidar et Frihy 2003:** Dewidar, K. M. et Frihy, O. E. - Thematic Mapper analysis to identify geomorphologic and sediment texture of El Tineh plain, north-western coast of Sinai, Egypt. *International Journal of Remote Sensing*, 11, vol. 24, 2003, p. 2377-2385.

- DIREN 2008:** DIREN - *Zone inondable - Languedoc-Roussillon*: Métadonnées des fichiers de contour de la zone inondable, Direction Régionale de l'Environnement du Languedoc-Roussillon.
- Djindjian 1991:** Djindjian, F. - *Méthodes pour l'archéologie*. Paris: Armand Colin, 1991. (U Archéologie).
- Dobos 2002:** Dobos, E. - Quantitative approaches in harmonization of national soil maps. In: Micheli, E., Nachtergaele, F. O., Jones, R. J. A. et Montanarella, L. (eds.) - *Soil Classification 2001: European Soil Bureau Research Report n°7*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2002, http://eusoiils.jrc.ec.europa.eu/ESDB_Archive/eusoiils_docs/esb_rr/n07_ESBResRep07/content_s.html.
- Dobos, Micheli, Baumgardner et al. 2000:** Dobos, E., Micheli, E., Baumgardner, M. F., Biehl, L. et Helt, T. - Use of combined digital elevation model and satellite radiometric data for regional mapping. *Geoderma*, 97, 2000, p. 367-391.
- Dragan 1999:** Dragan, R. - *La Représentation de l'espace de la société traditionnelle. Les mondes renversés*. Paris-Montréal: L'Harmattan, 1999.
- DRMAC 1976:** DRMAC - *Glossaire des termes de la science des sols*. Ottawa: Direction de la Recherche du Ministère de l'Agriculture du Canada, 1976, http://www.pdfdownload.org/pdf2html/view_online.php?url=http%3A%2F%2Fsis.agr.gc.ca%2Fsiscan%2Fpublications%2Fmanuals%2F1976-1459%2F1976-1459-glossaire.pdf.
- Dumas 1875:** Dumas, E. - *Statistique géologique, minéralogique, métallurgique et paléontologique du département du Gard*. 3 vol., Alais: librairie Peyrot-Tinel, 1875.
- Durand-Dastes, Favory, Fiches et al. 1998:** Durand-Dastes, F., Favory, F., Fiches, J.-L., Mathian, H., Pumain, D., Raynaud, C., Sanders, L. et Van der Leeuw, S. (eds.) - *Des oppida aux métropoles. Archéologues et géographes en vallée du Rhône*. Paris: Anthropos, 1998.
- Eastman 2001:** Eastman, J. R. - *IDRISI 32.20. Guide to GIS and Image Processing*. vol. 2, Worcester: Clark Labs, 2001.
- El-Baz 2007:** El-Baz, F. - Radar Images and Geoarchaeology of the Eastern Sahara. In: Wiseman, J. et El-Baz, F. (eds.) - *Remote sensing in Archaeology*. New York: Springer, 2007, p. 47-69. (Interdisciplinary Contribution to Archaeology).
- ENVI Field Guide 2008:** ENVI Field Guide - *ENVI Feature Extraction Module User's Guide*. ITT Visual Information Solutions, 2008.
- Erdas Field Guide 2008:** Erdas Field Guide -, Atlanta: Erdas Inc., 2008.
- Esri 2009:** Esri - *ArcGIS Desktop 9.3 Help : Spatial Analyst*. 2009, http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=Understanding_solar_radiation_analysis.
- Fabre 1984a:** Fabre, G. - *Carte géomorphologique du Languedoc oriental au 1/20000e*, Carte papier, CNRS.
- Fabre 1984b:** Fabre, G. - *Notice explicative de la carte géomorphologique du Languedoc oriental au 1/20000e*. CNRS, 1984b.
- Fabre s.d.:** Fabre, G. - *Les Karsts du Languedoc oriental. Recherches hydrogéomorphologiques*. Nîmes, museum d'Histoire Naturelle: Association Française de Karstologie, s.d.
- Favory 1997:** Favory, F. - Retour critique sur les centuriations du Languedoc oriental, leur existence et leur datation. In: Chouquer, G. (ed.) - *Les formes du paysage*. vol. 3 : l'analyse des systèmes spatiaux. Paris, 1997.
- Favory 2004:** Favory, F. - L'évaluation des compétences agrologiques des sols dans l'agronomie latine au I^{er} siècle après J.-C. : Columelle, Plin l'ancien et le cadastre B d'Orange. In: Clavel-Levêque, M. et Hermon, E. (eds.) - *Espaces intégrés et ressources naturelles dans l'empire romain*: Actes du colloque de l'Université de Laval, Québec, 5-8 mars 2003. Besançon: Presses Universitaires de Franche-Comté, 2004, p. 95-118.
- Favory, Fiches et Girardot 1987-1988:** Favory, F., Fiches, J.-L. et Girardot, J.-J. - L'analyse des données appliquée à la typologie des sites gallo-romains dans le Beaucairois (Gard) : matériel de prospection et environnement paysager. Essai méthodologique. *Gallia*, 45, 1987-1988, p. 67-85.

- Favory et Fiches 1994:** Favory, F. et Fiches, J. L. (eds.) - *Les campagnes de la France méditerranéenne dans l'Antiquité et le haut Moyen Age*. Paris: Maison des Sciences de l'Homme, 1994. (Document d'Archéologie Française ; 42).
- Favory, Fiches et Raynaud 1985:** Favory, F., Fiches, J. L. et Raynaud, C. - Occupation du sol entre Lez et Vidourle: approche des structures agraires dans la plaine littorale à l'époque romaine. *In: Etudes languedociennes: Actes du 110e congrès national des sociétés savantes*, Montpellier, 1985. Paris: Éditions du CTHS, 1985, p. 161-179.
- Favory, Girardot, Nuninger et al. 1999:** Favory, F., Girardot, J.-J., Nuninger, L. et Tourneux, F.-P. - Archaeomedes II : une étude de la dynamique de l'habitat rural en France méridionale, dans la longue durée (800 av. J.-C.-1600 ap. J.-C.). *AGER*, 9, 1999, p. 15-35.
- Favory, Girardot, Raynaud et al. 1994:** Favory, F., Girardot, J.-J., Raynaud, C. et Roger, K. - L'habitat gallo-romain autour de l'étang de l'Or (Hérault). Hiérarchie, dynamique et réseaux du IIe s. av. au Ve ap. J.-C. *Mélanges Pierre Lévêque*, 8, 1994, p. 123-215.
- Favory, Girardot, Raynaud et al. 1995:** Favory, F., Girardot, J.-J., Raynaud, C. et Tourneux, F.-P. - Mobilité et résistance de l'habitat rural gallo-romain en vallée du Rhône : indicateurs de l'attraction ou de la répulsion exercée par le milieu? *In: L'homme et la dégradation de l'environnement Actes des XV^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*, 20-22 octobre 1994. Juan-les-Pins: Editions APDCA, 1995, p. 263-284.
- Favory, Parodi, Poupet et al. 1994:** Favory, F., Parodi, A., Poupet, P. et Raynaud, C. - Lunel-Viel et son territoire. *In: Favory, F. et Fiches, J.-L. (eds.) - Les campagnes de la France méditerranéenne dans l'Antiquité et le haut Moyen Age*. Paris: Maison des Sciences de l'Homme, 1994, p. 163-245. (Document d'Archéologie Française ; 42).
- Favory et Poupet 1992:** Favory, F. et Poupet, P. - Traitement d'images satellitaires et archéologie du paysage en Languedoc oriental. Parcelles antiques et paléohydrographie de l'Etang de Mauguio et de ses tributaires. *In: Traitement des images satellitaires, Séminaire du GDR 36*, 26 février 1991. Paris: Les Belles Lettres, 1992, p. 65-116. (Annales littéraires de l'Université de Besançon ; 457).
- Favory et Raynaud 1995:** Favory, F. et Raynaud, C. - *Commune de Saint-Côme-et-Maruejols (Gard): rapport de prospection pédestre, programme de prospection-inventaire "Vaunage Vidourlenque et Vistrenque" (1994-1998)*, Contribution à la carte archéologique du Languedoc oriental, SRA Languedoc-Roussillon, inédit.
- Favory et Raynaud 1999:** Favory, F. et Raynaud, C. - Le territoire : un modèle de l'organisation de l'espace en archéologie rurale ; étude de cas dans la cité de Nîmes. *In: Braemer, F., Cleuziou, S. et Coudart, A. (eds.) - Habitat et société: Actes des XIX^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*. Antibes: Editions APDCA, 1999, p. 499-518.
- Favory et Raynaud 2000:** Favory, F. et Raynaud, C. - Définition ou hiérarchisation des sites? Approche intégrée en Gaule Méditerranéenne. *In: Pasquinucci, M. et Trément, F. (eds.) - Non-Destructive Techniques Applied to Landscape Archaeology: Proceedings of the 5th Populus colloquium*, Pisa, 4-6 December 1995. Oxford: Oxbow Books, 2000, p. 223-232. (The Archaeology of Mediterranean Landscapes ; 4).
- Favory et Raynaud 2002:** Favory, F. et Raynaud, C. - La Condamine (Milhau, Gard). *In: Fiches, J. L. (ed.) - Les agglomérations gallo-romaines en Languedoc-Roussillon: publication du Projet Collectif de Recherche (1993-1999)*. Lattes: UMR154 / CNRS 2002, p. 586-591. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne; 14).
- Ferber 2002:** Ferber, A. - Bâtiments agricoles gallo-romains de La Barque à Allan (Drôme). *In: Collectif (ed.) - Archéologie du TGV Méditerranée. Fiches de synthèse : Antiquité, Moyen Âge, Époque moderne*. vol. 3. Lattes: UMR154 / CNRS, 2002, p. 775-779. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne ; 10).
- Ferrière, Malrain, Matteredne et al. 2006:** Ferrière, A., Malrain, F., Matteredne, V., Méniel, P. et Nissen Jaubert, A. - *Histoire de l'agriculture en Gaule. 500 av. J.-C. - 1000 apr. J.-C.*, Paris: Errance, 2006.
- Ferrière et Rialland 1995:** Ferrière, A. et Rialland, Y. - La prospection archéologique systématique sur le tracé de l'autoroute A 71 (section Bourges-sud du Cher). *Revue Archéologique du Centre de la France*, 34, 1995.

- Ferdière et Zadora-Rio 1986:** Ferdière, A. et Zadora-Rio, E. (eds.) - *La prospection archéologique. Paysage et peuplement: Actes de la table ronde*, Paris, 14-15 mai 1982. Paris: Maison des Sciences de l'Homme, 1986. (Document d'Archéologie Française ; 3).
- Fiches 1980:** Fiches, J. L. - *Ambrussum et la Voie Domitienne. Rivista di Studi Liguri*, Anno XLVI, 1-4, 1980, p. 132-157.
- Fiches 1985:** Fiches, J. L. - Remarques sur le réseau antique dans la région de Nîmes. In: *Les routes du Sud de la France, de l'Antiquité à l'époque contemporaine: Colloque du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques ; n° 1*, 1985, p. 135-143.
- Fiches 1989:** Fiches, J. L. (ed.) - *L'oppidum d'Ambrussum et son territoire*. Paris: CNRS, 1989. (Monographie du CRA ; 2).
- Fiches 1993:** Fiches, J. L. - Les élites nîmoise et les campagnes au Haut-Empire : caractérisation, place et signification de leurs sépultures. In: Ferdière, A. (ed.) - *Monde des morts, monde des vivants en Gaule rurale: Actes du colloque ARCHEA / AGER*, Orléans, 7-9 février 1992. Tours, 1993, p. 333-339. (Suppl. à la Revue Archéologique du Centre de la France ; 6).
- Fiches 1996a:** Fiches, J.-L. (ed.) - *Le IIIe siècle en Gaule Narbonnaise. Données régionales sur la crise de l'Empire: Actes de la table ronde du GDR 954 "Archéologie de l'espace rural méditerranéen dans l'Antiquité et le haut Moyen Age"*, Aix-en-Provence, 15-16 septembre 1995. Sophia Antipolis: Editions APDCA, 1996a.
- Fiches 1996b:** Fiches, J.-L. - Les agglomérations secondaires dans la cité des volques arécomiques. In: Fiches, J. L. (ed.) - *Le IIIe siècle en Gaule Narbonnaise. Données régionales sur la crise de l'Empire: Actes de la table ronde du GDR 954 "Archéologie de l'espace rural méditerranéen dans l'Antiquité et le haut Moyen Age"*, Aix-en-Provence, 15-16 septembre 1995. Sophia Antipolis: Editions APDCA, 1996b, p. 178-187.
- Fiches 2002:** Fiches, J. L. (ed.) - *Les agglomérations gallo-romaines en Languedoc-Roussillon: publication du Projet Collectif de Recherche (1993-1999)*. Lattes: UMR154 / CNRS 2002.
- Fiches 2004:** Fiches, J. L. - Art et pratiques funéraires des élites dans la cité des volques arécomiques. In: Cébeillac-Gervasoni, M., Lamoine, L. et Trément, F. (eds.) - *Autocélébration des élites locales dans le monde romain. Contexte, textes, images (IIe s. av. J.-C. - IIIe s. ap. J.-C.): Actes du colloque "Autocélébration des élites locales dans le monde romain. Contexte, textes, images (IIe s. av. J.-C. - IIIe s. ap. J.-C.)"*, Clermont-Ferrand, 21-23 novembre 2003. Clermont-Ferrand: Presses Universitaire Blaise Pascal, 2004, p. 403-421. (collection ERGA ; 7).
- Fiches, Manniez et Mathieu 2002:** Fiches, J. L., Manniez, Y. et Mathieu, V. - *Ambrussum* (Villetelle, Gard). In: Fiches, J. L. (ed.) - *Les agglomérations gallo-romaines en Languedoc-Roussillon: publication du Projet Collectif de Recherche (1993-1999)*. Lattes: UMR154 / CNRS 2002, p. 521-557. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne; 14).
- Fisher 1958:** Fisher, W. D. - On grouping for maximum homogeneity. *Journal of the American Statistical Association*, 53, 1958, p. 789-798.
- Fovet 2004:** Fovet, E. - *Dynamique du peuplement et environnement géographique des vallées du Brié et de l'Aigalade (Gard) du VIIIe s. av. J.-C. au XIVe s. ap. J.-C. Approche méthodologique : SIG et télédétection*. Mémoire de DEA en Archéologie, 2 vol., Université de Franche-Comté, Besançon, 2004.
- Fovet et Poirier 2008:** Fovet, E. et Poirier, N. - Characterization of Agrarian Resources for Archaeological Applications (ArchaeDyn Project). In: Collectif ArchaeDyn (ed.) - *ArchaeDyn : 7 millennia of territorial dynamics. Settlement pattern, production and trades from Neolithic to Middle Ages: Preprints of the Final conference of the ArchaeDyn project (ACI "Spaces and territories"*, 2004-2007), Dijon, 23-25 june 2008, 2008, p. 117-122.
- Gaffney et Stančič 1991:** Gaffney, V. et Stančič, Z. - *GIS approaches to regional analysis : a case study of the island of Hvar*. Ljubljana: Znanstveni institut Filozofske fakultete, 1991.
- Galvão, Vitorello et Formaggio 1997:** Galvão, L. S., Vitorello, Í. et Formaggio, A. R. - Relationships of spectral reflectance and color among surface and subsurface horizons of tropical soil profiles. *Remote Sensing of Environment*, 61, 1997, p. 24-33.
- Gandini 2008:** Gandini, C. - *Des campagnes gauloises aux campagnes de l'Antiquité tardive. La dynamique de l'habitat rural dans les cité des Bituriges Cubi (II^e s. av. J.-C. - VII^e s. ap. J.-C.)*. Tours: FERACF, 2008. (Suppl. à la Revue Archéologique du Centre de la France ; 33).

- Garcia 2003:** Garcia, D. - La dynamique du peuplement protohistorique dans le Montpelliérais. In: Vial, J. (ed.) - *Le Montpelliérais. Carte Archéologique de la Gaule 34/3*. Paris: Maison des Sciences de l'Homme, 2003, p. 55-59.
- Garcia 2004:** Garcia, D. - *La Celtique méditerranéenne. Habitats et sociétés en Languedoc et en Provence du VIIIe au IIe siècles av. J.-C.* Paris: Errance, 2004. (Collection des Hespérides).
- Garmy, Kaddouri, Rozenblat et al. 2005:** Garmy, P., Kaddouri, L., Rozenblat, C. et Schneider, L. - Structures spatiales du peuplement antique dans la Cité de Luteva ; Mélanges offerts à Philippe Leveau. In: Bouet, A. et Verdin, F. (eds.) - *Territoires et paysages de l'âge du Fer au Moyen-âge*. Bordeaux: Ausonius Éditions, 2005, p. 83-100. (Mémoires ; 16), http://halshs.ccsd.cnrs.fr/docs/00/05/77/87/PDF/Luteva_Leveau.pdf.
- Garnier, Garnotel, Mercier et al. 1995:** Garnier, B., Garnotel, A., Mercier, C. et Raynaud, C. - De la ferme au village : Dassargues du Ve au XIIe siècle (Lunel, Hérault). *Archéologie du Midi Médiéval*, 13, 1995, p. 1-78.
- Genty et Schneider 2002:** Genty, P.-Y. et Schneider, L. - *Mormellicum* - Puech des Mourgues. In: Fiches, J. L. (ed.) - *Les agglomérations gallo-romaines en Languedoc-Roussillon*: publication du Projet Collectif de Recherche (1993-1999). Lattes: UMR154 / CNRS, 2002, p. 656-664. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne ; 14).
- Germer-Durand 1868 (rééd. 1988):** Germer-Durand, E. - *Dictionnaire topographique du département du Gard*. Nîmes: Lacour, 1868 (rééd. 1988).
- Girard 1995:** Girard, M.-C. - Apport de l'interprétation visuelle des images satellitaires pour l'analyse spatiale des sols. Un exemple dans la région de Lodève. *Etude et Gestion des sols*, 1, vol. 2, 1995, p. 7-24, www.inra.fr/internet/Hebergement/afes/pdf/EGS_2_1_GIRARD.pdf.
- Girard et Girard 1999:** Girard, M.-C. et Girard, C.-M. - *Traitement des données de télédétection*. Paris: Dunod, 1999.
- Goury 1994:** Goury, J. - Bagnols-sur-Cèze : Les Masses. In: Pellecuer, C. (ed.) - *Formes de l'habitat rurale en Gaule Narbonnaise*. vol. 2. Juan-les-Pins: Editions APDCA, 1994.
- Groupe Chadule 1997:** Groupe Chadule - *Initiation aux pratiques statistiques en géographie*. Paris: Armand Colin, 1997. (coll. U ; série géographie).
- Guilaine 1991:** Guilaine, J. - Vers une Préhistoire agraire. In: Guilaine, J. (ed.) - *Pour une archéologie agraire*. Paris: Armand Colin, 1991, p. 31-80.
- Hernandez 2001:** Hernandez, A. - *Site Interaction and Political Geography in the Upper Usumacinta Region During the Late Classic: A GIS approach*. Oxford: J. and E. Hedges, 2001.
- Huang, Wylie, Yang et al. 2002:** Huang, C., Wylie, B., Yang, L., Homer, C. et Zylstra, G. - Derivation of a Tasseled Cap transformation based on landsat 7 at-satellite reflectance. *International Journal of Remote Sensing*, 8, vol. 23, 2002, p. 1741-1748.
- Izarra, F. 1993:** Izarra, F. - *Hommes et fleuves en Gaule romaine*. Paris: Errance, 1993.
- Jarman, Bailey et Jarman 1982:** Jarman, M. R., Bailey, G. N. et Jarman, N. H. - *Early european agriculture. It's foundation and development* Cambridge: Cambridge University Press, 1982.
- Jin et Sader 2005:** Jin, S. et Sader, S. A. - Comparison of time series tasseled cap wetness and the normalized difference moisture index in detecting forest disturbance. *Remote Sensing of Environment*, 94, 2005, p. 364-372.
- Kaddouri 2004:** Kaddouri, L. - *Structures spatiales et mises en réseaux de villes pour la régionalisation des territoires*. Mémoire de doctorat en Géographie, Université Montpellier III - Paul Valéry, Montpellier, 2004.
- Kauth et Thomas 1976:** Kauth, R. J. et Thomas, G. S. - The tasseled cap - A graphic description of the spectral-temporal development of agricultural crops as seen by Landsat. In: Proceedings of the Symposium on Machine Processing of Remotely Sensed Data. West Lafayette (Indiana): Purdue University edition, 1976, p. 41-57.
- Laubenheimer 1985:** Laubenheimer, F. - *La production des amphores en Gaule Narbonnaise*. Paris: Les Belles Lettres, 1985. (Annales Littéraire de l'Université de Franche-Comté; 327).
- Law et Nichol 2004:** Law, K. H. et Nichol, J. - Topographic correction for differential illumination effects on ikonos satellite imagery. In: *Geo-Imagery Bridging Continents: XXth ISPRS Congress, Istanbul, 12-23 July 2004*: International Society for Photogrammetry and Remote Sensing 2004, p. 641-646. (IAPRS ; Vol.XXXV), www.isprs.org/proceedings/XXXV/congress/comm3/papers/347.pdf.

- Lebeau 1969 (rééd. 1996):** Lebeau, R. - *Les grands types de structures agraires dans le monde*. Paris: Masson / Armand Colin, 1969 (rééd. 1996). (coll. initiation aux études de géographie).
- Lee et Stucky 1998:** Lee, J. et Stucky, D. - On applying watershed analysis for determining least-cost paths on Digital Elevation Models. *International Journal of Geographical Information Science*, 12/8, 1998, p. 891-905.
- Lemercier 2002:** Lemercier, O. - *Le Campaniforme dans le sud-est de la France. De l'Archéologie à l'Histoire du troisième millénaire avant notre ère*. Mémoire de doctorat en Archéologie, 4 vol., Université Aix-Marseille I, 2002.
- Leone et Sommer 2000:** Leone, A. P. et Sommer, S. - Multivariate Analysis of Laboratory Spectra for the Assessment of Soil Development and Soil Degradation in the Southern Apennines (Italy). *Remote Sensing of Environment*, 72, 2000, p. 346-359.
- Leturcq 1997:** Leturcq, S. - La route et le paysage. Dynamique et stabilité des réseaux routiers beaucerons entre Etampes et la forêt d'Orléans. In: Chouquer, G. (ed.) - *Les formes du paysage*. Paris: Errance, 1997, p. 78-87.
- Leveau 2000:** Leveau, P. - Du site au réseau : archéologie, géographie spatiale ou géographie historique. In: Pasquinucci, M. et Trément, F. (eds.) - *Non-Destructive Techniques Applied to Landscape Archaeology: Proceedings of the 5th Populus colloquium*, Pisa, 4-6 December 1995. Oxford: Oxbow Books, 2000, p. 272-276. (The Archaeology of Mediterranean Landscapes ; 4).
- Leveau, Sillières et Vallat 1993:** Leveau, P., Sillières, P. et Vallat, J.-P. - *Campagnes de la méditerranée romaine*. Hachette, 1993. (Bibliothèque d'archéologie).
- Llobera 2000:** Llobera, M. - Understanding movement: a pilot model towards the sociology of movement. In: Lock, G. (ed.) - *Beyond the map. Archaeology and spatial technologies: Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop*, Ravello (Italie), October 1-2, 1999: IOS Press, 2000, p. 65-84.
- Louis et Peyrolles 1932:** Louis, M. et Peyrolles, D. - Recherches archéologiques dans le Gard. *Cahier d'Histoire et d'Archéologie*, 4, 1932, p. 146-149.
- Lu, Zhang, Lv et al. 2008:** Lu, M., Zhang, J. F., Lv, P. et Fan, Z. H. - Least visible path analysis in raster terrain. *International Journal of Geographical Information Science*, 6, vol. 22, 2008, p. 645-656.
- Malvis 1989:** Malvis, J.-M. - *Sondage du "Cros des Anèdes", Lunel (Hérault), août 1989: rapport de fouille*, inédit.
- Malvis 1990:** Malvis, J.-M. - L'Habitat dispersé gallo-romain. Les Lanes (Lunel), l'Aube de Servièrre, les Pelets (Lunel-Viel). In: *Autour de l'étang de l'Or. Recherches sur les cantons de Lunel et de Mauguio (Hérault)*. *Bulletin de liaison 1990: rapport d'activité, Histoire et archéologie des Pays de Lunel et Mauguio*, SRA Languedoc-Roussillon, 1990, p. 31-49. (inédit).
- Marcolongo, Ninfo et Simone 2006:** Marcolongo, B., Ninfo, A. et Simone, M. - "Valle d'Agredo": a paleoenvironmental and geoarchaeological reconstruction based on remote sensing analysis. In: Campana, S. et Forte, M. (eds.) - *From Space to Place: Proceedings of the 2nd International Conference on Remote Sensing in Archaeology*, Rome, 4-7 December 2006. Oxford: Archaeopress, 2006, p. 297-301. (BAR International Series ; 1568).
- Mauné 1996:** Mauné, S. - L'habitat rural dans le Biterrois nord-oriental. In: Fiches, J.-L. (ed.) - *Le IIIe siècle en Gaule Narbonnaise. Données régionales sur la crise de l'Empire: Actes de la table ronde du GDR 954 "Archéologie de l'espace rural méditerranéen dans l'Antiquité et le haut Moyen Age"*, Aix-en-Provence, 15-16 septembre 1995. Sophia Antipolis: Editions APDCA, 1996, p. 213-216.
- Mauné 1998:** Mauné, S. - *Les campagnes de la cité de Béziers dans l'Antiquité (partie nord-orientale) (IIe s. av. J.-C.)*. Montagnac: éd. monique mergoïl, 1998. (archéologie et histoire romaine ; 1).
- Maussion 2003:** Maussion, A. - *Paléogéographie d'un territoire : la cité des Bituriges Cubi*. Mémoire de thèse en Archéologie, 1 vol., Université Paris I - Panthéon-Sorbonne, Paris, 2003.
- Mazoyer et Roudart 1997:** Mazoyer, M. et Roudart, L. - *Histoire des agricultures du monde. Du Néolithique à la crise contemporaine*. Paris: éditions du Seuil, 1997.
- Meffre 1993:** Meffre, J.-C. - Séguret : les Sausses. In: Pellecuer, C. (ed.) - *Formes de l'habitat rurale en Gaule Narbonnaise*. vol. 1. Juan-les-Pins: Editions APDCA, 1993.

- Meffre 1994:** Meffre, J.-C. - Espace rural autour de Vaison-la-romaine. In: Favory, F. et Fiches, J.-L. (eds.) - *Les campagnes de la France méditerranéenne dans l'antiquité et le haut Moyen Age. Etudes micro-régionales*. Paris: Maison des Sciences de l'Homme, 1994, p. 117-133. (Document d'Archéologie Française ; 42).
- Mercier 1993:** Mercier, C. - L'aménagement agricole du quartier des Plantiers à Mudaison. In: *Du Lez au Vistre. Deux années de recherches sur le littoral bas-languedocien. Bulletin de liaison 1992-1993: rapport d'activité, Histoire et archéologie des Pays de Lunel et Mauguio*, SRA Languedoc-Roussillon, 1993, p. 34-35. (inédit).
- Mercier 1994:** Mercier, C. - Lunel : Dassargues. In: Pellecuer, C. (ed.) - *Formes de l'habitat rurale en Gaule Narbonnaise*. vol. 2. Juan-les-Pins: Editions APDCA, 1994.
- Mercier Gummy et Lavergne 1997:** Mercier, C., Gummy, M. et Lavergne, F. - *Rapport de prospection systématique n° 14. Commune d'Aubais, d'Aujaurges et de Junas (Gard): rapport de prospection pédestre, programme de prospection-inventaire "Vaunage Vidourlenque et Vistrenque" (1994-1998)*, Contribution à la carte archéologique du Languedoc oriental, SRA Languedoc-Roussillon, inédit.
- Mercier et Raynaud 1999:** Mercier, C. et Raynaud, C. - *Rapport de prospection systématique n° 21. Commune de Villevieille (Gard): rapport de prospection, programme de prospection-inventaire "Vaunage Vidourlenque et Vistrenque"*, Contribution à la carte archéologique du Languedoc oriental, SRA Languedoc-Roussillon, inédit.
- Minetti, Moia, Roi et al. 2002:** Minetti, A., Moia, C., Roi, G., Susta, D. et Ferretti, G. - Energy cost of walking and running at extreme uphill and downhill slopes. *Journal of Applied Physiology*, 93/3, 2002, p. 1039-1046.
- Mistral 1878:** Mistral, F. - *Lou trésor dóu Félibrige, ou dictionnaire provençal-français*. Aix-en Provence, 1878.
- Monteil 1999:** Monteil, M. - *Nîmes antique et sa proche campagne*. Lattes: UMR154 / CNRS, 1999.
- Nouvel 2004:** Nouvel, P. - *Des terroirs et des Hommes. Dynamique des organisations spatiales dans le Bassin de l'Yonne moyenne et leur évolution de la fin de l'Âge du Bronze au haut Moyen Âge*. Mémoire de doctorat en Archéologie, Université de Bourgogne, Dijon, 2004.
- Nuninger 2002:** Nuninger, L. - *Peuplement et Territoires protohistoriques du VIIIe au Ier siècle avant J.-C. en Languedoc oriental (Gard-Hérault)*. Mémoire de doctorat en Archéologie, 2 vol., Université de Franche-Comté, Besançon, 2002, <http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/04/54/06/PDF/tel-00002981.1these.pdf>.
- Nuninger et Ostir 2005:** Nuninger, L. et Ostir, K. - Contribution à la modélisation des paléo-reliefs de la plaine littorale de l'étang de Mauguio (Languedoc, France) : premières approches par télédétection. In: Berger, J.-F., Bertoncello, F., Braemer, F., Davtian, G. et Gazenbeek, M. (eds.) - *Temps et espaces de l'homme en société. Analyses et modèles spatiaux en archéologie: Actes des XXV^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*, 21-23 octobre 2004. Antibes: Editions APDCA, 2005, p. 123-134.
- Nuninger et Raynaud 1998:** Nuninger, L. et Raynaud, C. - La Vaunage (Gard) à l'Age du Fer : question de méthode et de traitement de la documentation archéologique. In: Mauné, S. (ed.) - *Recherches récentes sur les établissements ruraux protohistoriques en Gaule méridionale (IX^e-III^e s. av. J.-C.)*, Actes de la table-ronde de Lattes, mai 1997. Montagnac: éd. monique mergoil, 1998, p. 9-28.
- Odder et Orton 1976:** Odder, I. et Orton, C. - *Spatial analysis in archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1976.
- Odiot 1994:** Odiot, T. - Habitats, sols et cadastres dans le Tricastin. In: Favory, F. et Fiches, J.-L. (eds.) - *Les campagnes de la France méditerranéenne dans l'antiquité et le haut Moyen Age. Etudes micro-régionales*. Paris: Maison des Sciences de l'Homme, 1994, p. 73-107. (Document d'Archéologie Française ; 42).
- Olive 1993:** Olive, C. - Peret : Combe de Fignols. In: Pellecuer, C. (ed.) - *Formes de l'habitat rurale en Gaule Narbonnaise*. vol. 1. Juan-les-Pins: Editions APDCA, 1993.
- Ouriachi 2009:** Ouriachi, M.-J. - *Habitat, terroirs et territoire en Languedoc oriental durant l'antiquité. Approche spatio-temporelle d'un système de peuplement*. Mémoire de doctorat en Histoire, 2 vol., Université de Franche-Comté, Besançon, 2009.

- Ouzoulias 2006:** Ouzoulias, P. - *L'économie agraire de la Gaule : aperçus historiographiques et perspectives archéologiques*. Mémoire de doctorat en Archéologie, Université de Franche-Comté, Besançon, 2006.
- Ouzoulias 2008:** Ouzoulias, P. - Place et rôle de la petite exploitation agricole dans la Gaule romaine : un débat en cours. *Bulletin de la société française d'archéologie classique*, 2007-2008, vol. XXXIX, 2008, p. 150-155.
- Ouzoulias et Van Ossel 2009:** Ouzoulias, P. et Van Ossel, P. - Petites et grandes exploitations agricoles : le cas de la Plaine de France. In: Leveau, P., Raynaud, C., Sablayrolles, R. et Trément, F. (eds.) - *Les formes de l'habitat rural gallo-romain. Terminologies et typologies à l'épreuve des réalités archéologiques*: Colloque AGER VIII, Toulouse, 2007. Bordeaux: Aquitania, 2009, p. 112-121. (Suppl. 17).
- Pagès 2008:** Pagès, G. - *La métallurgie du fer en France méditerranéenne de l'Antiquité au début du Moyen Âge : jalons d'une approche interdisciplinaire*. Mémoire de doctorat en Archéologie, Université Montpellier III, 2008.
- Palacios-Orueta et Ustin 1998:** Palacios-Orueta, A. et Ustin, S. L. - Remote Sensing of Soil Properties in the Santa Monica Mountains I. Spectral Analysis. *Remote Sensing of Environment*, 65, 1998, p. 170-183.
- Pandolf, Givoni et Goldman 1977:** Pandolf, K., Givoni, B. et Goldman, R. - Predicting energy expenditure with loads while standing or walking very slowly. *Journal of Applied Physiology*, 43, 1977, p. 577-581.
- Parcak 2009:** Parcak, S. H. - *Satellite Remote Sensing for Archaeology*. London and New York: Routledge, 2009.
- Parodi, Raynaud et Roger 1987:** Parodi, A., Raynaud, C. et Roger, J.-M. - La Vaunage du III^e siècle au milieu du XII^e siècle. Habitat et occupation des sols. *Archéologie du Midi Médiéval*, 5, 1987, p. 3-59.
- Pellecuer 1993:** Pellecuer, C. (ed.) - *Formes de l'habitat rurale en Gaule Narbonnaise*. vol. 1. Juan-les-Pins: Editions APDCA, 1993.
- Pellecuer 1994:** Pellecuer, C. (ed.) - *Formes de l'habitat rurale en Gaule Narbonnaise*. vol. 2. Juan-les-Pins: Editions APDCA, 1994.
- Pellecuer 1996:** Pellecuer, C. (ed.) - *Formes de l'habitat rurale en Gaule Narbonnaise*. vol. 3. Juan-les-Pins: Editions APDCA, 1996.
- Pellecuer 2000:** Pellecuer, C. - *La villa des Près-Bas (Loupian, Hérault) dans son environnement. Contribution à l'étude de la villa et de l'économie domaniale en Narbonnaise*. Mémoire de doctorat en Archéologie, Université de Provence I, 2000.
- Pernon et Pernon 1990:** Pernon, J. et Pernon, C. - Les potiers de Portout. *Revue Archéologique de Narbonnaise*, suppl. 20, 1990.
- Perry et Lautenschlager 1984:** Perry, C. R. et Lautenschlager, L. F. - Functional equivalence of spectral vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*, 14, 1984, p. 169-182.
- Podobnikar, Hvala et Dular 2004:** Podobnikar, T., Hvala, S. et Dular, J. - Iterative approach to ancient paths modelling in the Iron Age study of the Dolenjska region (Slovenia). In: Ausserer, K., Börner, W., Gorjanc, M. et Karlhuber-Vöckl, L. (eds.) - *Enter the past: the E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage*: Proceedings of the 30th Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference, Vienna (Austria), April 2003. Oxford: Archaeopress, 2004. (BAR International Series).
- Poirier 2007:** Poirier, N. - *Un espace rural en Berry dans la longue durée : expérience de micro-analyse des dynamiques spatio-temporelle du paysage et du peuplement dans la région de Sancergues (Cher)*. Mémoire de doctorat en Archéologie, 2 vol., Université François-Rabelais, Tours, 2007, <http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/21/34/29/PDF/these.pdf>.
- Poirier, Georges-Leroy, Fovet et al. 2008:** Poirier, N., Georges-Leroy, M., Fovet, E. et Favory, F. - *Rapport final de l'Atelier 1 : "Aires d'approvisionnement"*: rapport final, ACI "Espaces et Territoires" - ArchaeoDyn "Dynamique spatiale du peuplement et ressources naturelles : vers une analyse intégrée dans le long terme, de la Préhistoire au Moyen Âge", inédit.
- Pomarède 2002:** Pomarède, H. - La Jouffè (Montmirat, Gard). In: Fiches, J. L. (ed.) - *Les agglomérations gallo-romaines en Languedoc-Roussillon*: publication du Projet Collectif de

- Recherche (1993-1999). Lattes: UMR154 / CNRS 2002, p. 670-683. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne; 14).
- Pomarèdes, Barberan, Maufras et al. 1996:** Pomarèdes, H., Barberan, S., Maufras, O. et Sauvage, L. - Nîmes : Saint-André-de-Codols. In: Pellecuer, C. (ed.) - *Formes de l'habitat rurale en Gaule Narbonnaise*. vol. 3. Juan-les-Pins: Editions APDCA, 1996.
- Pomarèdes, Compan, Ginouvez et al. 2008:** Pomarèdes, H., Compan, M., Ginouvez, O. et Jung, C. - Viticulture et équipements de production dans la cité de Lodève durant le haut Empire : apport des découvertes récentes autour de Clermont-L'Hérault. *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 41, 2008, p. 7-41.
- Poupet 1999:** Poupet, P. - La pédologie. In: Bravard, J.-P., Cammas, C., Nehlig, P., Poupet, P., Salvador, P.-G. et Wattez, J. (eds.) - *La géologie. Les sciences de la terres*. Paris: Errance, 1999, p. 93-138. (Collection Archéologiques).
- Provost, Dedet, Fabre et al. 1999:** Provost, M., Dedet, B., Fabre, G., Pène, J.-M., Petitot, H., Raynaud, C., Roger, K. et Vidal, L. (eds.) - *Le Gard. Carte archéologique de la Gaule, 30/2-3*. Paris: Maison des Sciences de l'Homme, 1999.
- Pumain et Saint-Julien 2004:** Pumain, D. et Saint-Julien, T. - *L'analyse spatiale. Localisations dans l'espace*. Paris: Armand Colin, 2004. (Cursus).
- Py 1990:** Py, M. - *Culture, économie et société protohistoriques dans la région nîmoise*. 2 vol., Rome, 1990.
- Py 1993a:** Py, M. (ed.) - *DICOCER, Dictionnaire des céramiques antiques (VIIe siècle avant notre ère – VIIe siècle de notre ère) en Méditerranée nord-occidentale (Provence, Languedoc, Ampurdan)*. Montpellier/Lattes: ARALO, 1993a. (Lattara ; 6).
- Py 1993b:** Py, M. - *Les gaulois du midi. De la fin de l'Âge du Bronze à la conquête romaine*. Paris: Hachette, 1993b.
- Raepsaet 2001:** Raepsaet, G. - Modes de transport dans les sociétés pré-industrielles : un révélateur intéressant, la céramique fine en Gaule romaine. In: Lodewijckx, M. (ed.) - *Belgian archaeology in a european setting I*, 2001. (acta archaeologica lovaniensia monographiae ; 12).
- Raynaud 1982:** Raynaud, C. - Un atelier de potier du IVe siècle après J.-C. à Générac (Gard). *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 15, 1982, p. 325-350.
- Raynaud 1989:** Raynaud, C. - Archéologie du paysage autour de l'Etang de l'Or (Hérault). Choix, contraintes et méthode de prospection. *Archéologie en Languedoc*, 2-3, 1989, p. 59-83.
- Raynaud 1990:** Raynaud, C. - *Le village gallo-romain et médiéval de Lunel-Viel, la fouille du quartier ouest*. Paris: Les Belles Lettres, 1990. (Annales littéraires de l'Université de Besançon).
- Raynaud 1993:** Raynaud, C. - *Du Lez au Vistre. Deux années de recherches sur le littoral bas-languedocien*. *Bulletin de liaison 1992-1993: rapport d'activité, Histoire et Archéologie des Pays de Lunel et Mauguio*, SRA Languedoc-Roussillon, inédit.
- Raynaud 1996:** Raynaud, C. - Nages : Les Espéirau. In: Pellecuer, C. (ed.) - *Formes de l'habitat rurale en Gaule Narbonnaise*. vol. 3. Juan-les-Pins: Editions APDCA, 1996.
- Raynaud 1998:** Raynaud, C. - De la prospection à la fouille, et retour... Us et abus de la prospection méthodique: une expérience languedocienne. *Homo Faber*, 2.1, 1998, p. 7-14.
- Raynaud 2000:** Raynaud, C. - De la fouille à la prospection et retours ; céramologie et histoire du peuplement dans la cité de Nîmes. In: Francovich, R., Patterson, H. et Barker, G. (eds.) - *Extracting meaning from ploughsoil assemblages: Proceedings of the 4th Populus colloquium*, Siena, 1-3 December 1995. Oxford: Oxbow Books, 2000, p. 198-212. (The Archaeology of Mediterranean Landscapes ; 5).
- Raynaud 2001:** Raynaud, C. - *Le chemin antique de la Sériguette, à Aimargues (Gard): Rapport de découverte fortuite, Contribution à la carte archéologique de Languedoc oriental*, SRA Languedoc-Roussillon, inédit.
- Raynaud 2002a:** Raynaud, C. - La Cabane (Aimargues, Gard). In: Fiches, J. L. (ed.) - *Les agglomérations gallo-romaines en Languedoc-Roussillon: publication du Projet Collectif de Recherche (1993-1999)*. Lattes: UMR154 / CNRS 2002a, p. 572-577. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne; 14).

- Raynaud 2002b:** Raynaud, C. - Lunel-Viel (Gard). In: Fiches, J. L. (ed.) - *Les agglomérations gallo-romaines en Languedoc-Roussillon*: publication du Projet Collectif de Recherche (1993-1999). Lattes: UMR154 / CNRS 2002b, p. 558-571. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne; 14).
- Raynaud 2002c:** Raynaud, C. - *Varatunnum* - Saint-Julien (Salinelles, Gard). In: Fiches, J. L. (ed.) - *Les agglomérations gallo-romaines en Languedoc-Roussillon*: publication du Projet Collectif de Recherche (1993-1999). Lattes: UMR154 / CNRS 2002c, p. 651-655. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne; 14).
- Raynaud 2003:** Raynaud, C. - Les systèmes agraires antiques : quelle approche archéologique? *Revue Archéologique de Picardie*, 2003, p. 281-298, http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/pica_0752-5656_2003_num_1_1_2373.
- Raynaud 2007:** Raynaud, C. - *Archéologie d'un village languedocien, Lunel-Viel (Hérault), du Ier au XVIIIe siècle*. Lattes: UMR154 / CNRS, 2007. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne ; 22).
- Raynaud 2009:** Raynaud, C. - Fermes gallo-romaines de la province de Narbonnaise. In: Leveau, P., Raynaud, C., Sablayrolles, R. et Trément, F. (eds.) - *Les formes de l'habitat rural gallo-romain. Terminologies et typologies à l'épreuve des réalités archéologiques*: Colloque AGER VIII, Toulouse, 2007. Bordeaux: Aquitania, 2009, p. 141-165. (Suppl. 17).
- Raynaud et De Chazelles 1997:** Raynaud, C. et De Chazelles, C.-A. - *Le Picaou : une installation agraire des Ier s. av. et ap. J.-C. (Saint-Côme-et-Maruejols, Gard)*: rapport de fouille de sauvetage urgent, programme de prospection-inventaire "Vaunage Vidourlenque et Vistrenque" (1994-1998), Contribution à la carte archéologique du Languedoc oriental, SRA Languedoc-Roussillon, inédit.
- Raynaud et Favory 2002:** Raynaud, C. et Favory, F. - Plaisance (Calvisson, Gard). In: Fiches, J. L. (ed.) - *Les agglomérations gallo-romaines en Languedoc-Roussillon*: publication du Projet Collectif de Recherche (1993-1999). Lattes: UMR154 / CNRS 2002, p. 626-631. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne; 14).
- Réthoré 2002:** Réthoré, P. - L'établissement antique de Claveysonnes à Montélier (Drôme). In: Collectif (ed.) - *Archéologie du TGV Méditerranée. Fiches de synthèse : Antiquité, Moyen Âge, Époque moderne*. vol. 3. Lattes: UMR154 / CNRS, 2002, p. 631-638. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne ; 10).
- Revel 1991:** Revel, J.-C. - Pédologie et archéologie. In: Guilaine, J. (ed.) - *Pour une archéologie agraire*. Paris: Armand Colin, 1991, p. 232-343.
- Richardson et Wiegand 1977:** Richardson, A. J. et Wiegand, C. L. - Distinguishing vegetation from soil background information. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 43, 1977, p. 1541-1552.
- Robin 2002:** Robin, M. - *Téledétection, des satellites aux SIG*. Paris: Nathan, 2002.
- Roger 1977:** Roger, J.-M. - *Les caractères particuliers des tombes de la nécropole gallo-romaine des Gravenasses, Combas (Gard), dans leur contexte historique*: mémoire n° 1, Club d'Archéologie du lycée technique Dhuoda, Nîmes.
- Roger 1993a:** Roger, K. - Chanac : Le Cros-Haut. In: Pellecuer, C. (ed.) - *Formes de l'habitat rurale en Gaule Narbonnaise*. vol. 1. Juan-les-Pins: Editions APDCA, 1993a.
- Roger 1993b:** Roger, K. - Lunel : Le Cros des Anèdes In: Pellecuer, C. (ed.) - *Formes de l'habitat rurale en Gaule Narbonnaise*. vol. 1. Juan-les-Pins: Editions APDCA, 1993b.
- Roger 1993c:** Roger, K. - Saint-Martin-de-Lansuscle : Saint-Clément. In: Pellecuer, C. (ed.) - *Formes de l'habitat rurale en Gaule Narbonnaise*. vol. 1. Juan-les-Pins: Editions APDCA, 1993c.
- Roger 1993d:** Roger, K. - Salles-la-Source : La Cordenade. In: Pellecuer, C. (ed.) - *Formes de l'habitat rurale en Gaule Narbonnaise*. vol. 1. Juan-les-Pins: Editions APDCA, 1993d.
- Roger 1993e:** Roger, K. - Une installation agraire à Vauguière, Mauguio. In: *Du Lez au Vistre. Deux années de recherches sur le littoral bas-languedocien. Bulletin de liaison 1992-1993*: rapport d'activité, Histoire et archéologie des Pays de Lunel et Mauguio, SRA Languedoc-Roussillon, 1993e, p. 35b-36. (inédit).
- Rothaus et De Morett 2001:** Rothaus, R. M. et De Morett, A. A. - Landsat TM imagery in landscape archaeology: detection and modelling. In: Campana, S. et Forte, M. (eds.) - *Remote sensing in*

- archaeology*: XI ciclo de lezioni sulla ricerca applicata in archeologia, Certosa di Pontignano (Sienna), 6-11 décembre 1999. Florence: edizioni all'insegna del giglio, 2001, p. 149-180.
- Rouvière 2000**: Rouvière, M. - A propos de faysses et escayres : l'indispensable "remise à plat" terminologique. *L'architecture vernaculaire*, 24, 2000, p. 111-115.
- Saintot 2002**: Saintot, S. - Bâtiments et enclos antiques à Montmeyran (Blagnat, Drôme). In: Collectif (ed.) - *Archéologie du TGV Méditerranée. Fiches de synthèse : Antiquité, Moyen Âge, Époque moderne*. vol. 3. Lattes: UMR154 / CNRS, 2002, p. 653-657. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne ; 10).
- Saligny, Nuninger, Ostir et al. 2008**: Saligny, L., Nuninger, L., Ostir, K., Poirier, N., Fovet, E., Gandini, C., Gauthier, E., Kokalj, Z. et Tolle, F. - Models and tools for territorial dynamic studies (ArcheaDyn project). In: Collectif ArchaeDyn (ed.) - *ArcheaDyn : 7 millennia of territorial dynamics. Settlement pattern, production and trades from Neolithic to Middle Ages*: Preprints of the Final conference of the ArchaeDyn project (ACI "Spaces and territories", 2004-2007), Dijon, 23-25 June 2008, 2008, p. 25-44.
- Saturno, Sever, Irwin et al. 2007**: Saturno, W., Sever, T. L., Irwin, D. E., Howell, B. F. et Garrison, T. G. - Putting Us on a Map: Remote Sensing Investigation of the Ancient Maya Landscape. In: Wiseman, J. et El-Baz, F. (eds.) - *Remote sensing in Archaeology*. New York: Springer, 2007, p. 137-160. (Interdisciplinary Contribution to Archaeology).
- Sauron 1983**: Sauron, G. - Les cippes funéraires gallo-romain à décor de rinceaux de Nîmes et de sa région. *Gallia*, 41, 1983, p. 59-110.
- Sauvage, Duflot et Lelièvre 1996**: Sauvage, L., Duflot, L. et Lelièvre, V. - Boucoiran : Plan de Lavol. In: Pellecuer, C. (ed.) - *Formes de l'habitat rural en Gaule Narbonnaise*. vol. 3. Juan-les-Pins: Editions APDCA, 1996.
- Seyler, Bernoux et Cerri 1998**: Seyler, F., Bernoux, M. et Cerri, C. C. - Landsat TM image texture and moisture variations of the soil surface under the rainforest of the Rondônia state, Brazil. *International Journal of Remote Sensing*, 7, vol. 19, 1998, p. 1299-1317.
- Silverman 1986**: Silverman, B. W. - *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. New York: Chapman and Hall, 1986.
- Song, Wookcock, Seto et al. 2001**: Song, C., Wookcock, C. E., Seto, K. C., Lenney, M. P. et Macomber, S. A. - Classification and Change Detection Using Landsat TM Data: When and How to Correct Atmospheric Effects? *Remote Sensing of Environment*, 75, 2001, p. 230-244.
- Souq 2002**: Souq, F. - *Briginn(o)* (Serre de Brienne, Gard). In: Fiches, J. L. (ed.) - *Les agglomérations gallo-romaines en Languedoc-Roussillon*: publication du Projet Collectif de Recherche (1993-1999). Lattes: UMR154 / CNRS 2002, p. 811-818. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne; 14).
- Tounsi, Jung, Berger et al. 1997**: Tounsi, I., Jung, C., Berger, J.-F. et Chouquer, G. - Etude de la paléohydrographie et du réseau routier ancien en pays tricastin (Drôme-Vaucluse) à partir d'images thématiques. *Photo-interprétation*, vol. 1-2, 1997, p. 113-126.
- Trément 1999**: Trément, F. - *Archéologie d'un paysage. Les étangs de Saint-Blaise (Bouches-du-Rhône)*. Paris: Maison des Sciences de l'Homme, 1999. (Document d'Archéologie Française ; 74).
- Trément 2007**: Trément, F. - Compte-rendu du colloque AGER VIII "Les formes de l'habitat rural gallo-romain. Terminologies et typologies à l'épreuve des réalités archéologiques", 22-24 mars 2007. *AGER*, 17, 2007, p. 4-7.
- Tricart 1994**: Tricart, J. - *Ecogéographie des espaces ruraux*. Paris: Nathan, 1994. (Université ; fac. géographie).
- Tufféry 2007**: Tufféry, S. - *Data Mining et statistique décisionnelle*. Paris: Editions Technip, 2007.
- Van der Leeuw, Favory et Fiches 2003**: Van der Leeuw, S., Favory, F. et Fiches, J.-L. (eds.) - *Archéologie et systèmes socio-environnementaux. Etudes multiscalaires sur la vallée du Rhône dans le programme Archaeomedes*. Paris: CNRS, 2003. (CRA Monographie ; 27).
- Van Gennep 1977 (réimp. 2004)**: Van Gennep, A. - *The Rites of Passage*. London: Routledge, 1977 (réimp. 2004). (Anthropology and ethnography).
- Van Hove 2004**: Van Hove, D. - Un modèle SIG pour l'analyse socio-économique des paysages néolithiques. Application à la Calabre méridionale. *Les petits cahiers d'Anatole*, 16, 2004, http://citeres.univ-tours.fr/doc/lat/pecada/F2_16.pdf.

- Van Leusen 1999:** Van Leusen, M. - Viewshed and cost surface analysis using GIS. *In:* Barceló, J., Briz, I. et Vila, A. (eds.) - *New techniques for old times: Proceedings of the 26th Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference*, Barcelona, March 1998. Oxford: Archaeopress, 1999. (BAR International Series ; 757).
- Van Leusen 2002:** Van Leusen, M. - *Pattern to Process: methodological investigations into the formation and interpretation of spatial patterns in archaeological landscapes*. Mémoire de doctorat, 2 vol., Rijksuniversiteit Groningen, Groningen, 2002, <http://dissertations.ub.rug.nl/faculties/arts/2002/p.m.van.leusen/>.
- Verhagen, Gili, Micó et al. 1999:** Verhagen, P., Gili, S., Micó, R. et Risch, R. - Modelling Prehistoric Land Use Distribution in the Rio Aguas Valley (SE Spain). *In:* Dingwall, L., Exon, S., Gaffney, V., Laflin, S. et Van Leusen, M. (eds.) - *Archaeology in the Age of the Internet: Proceedings of the 25th Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference*, Birmingham, April 1997. Oxford: Archaeopress, 1999. (BAR International Series ; 750).
- Vial 2003:** Vial, J. (ed.) - *Le Montpelliérais. Carte Archéologique de la Gaule 34/3*. Paris: Maison des Sciences de l'Homme, 2003.
- Vincente-Serrano, Pons-Fernández et Cuadrat-Prats 2004:** Vincente-Serrano, S. M., Pons-Fernández, X. et Cuadrat-Prats, J. M. - Mapping soil moisture in the cenral ebro river valley (north-east Spain) with Landsat ans NOAA satellite imagery: a comparison with meteorological data. *International Journal of Remote Sensing*, 20, vol. 25, 2004, p. 4325-4350.
- Vion 1989:** Vion, E. - L'analyse archéologique des réseaux routiers : une rupture méthodologique, des réponses nouvelles. *Paysages découverts*, 1, 1989, p. 67-99.
- Vita-Finzi et Higgs 1970:** Vita-Finzi, C. et Higgs, E. S. - Prehistoric economy in the Mount Carmel area of Palestine: site catchment analysis. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 36, 1970, p. 1-37.
- Wheatley et Gillings 2002:** Wheatley, D. et Gillings, M. - *Spatial technology and archaeology, the archaeological applications of GIS*. New York: Taylor & Francis, 2002.
- Wiseman et El-Baz 2007:** Wiseman, J. et El-Baz, F. (eds.) - *Remote sensing in Archaeology*. New York: Springer, 2007. (Interdisciplinary Contribution to Archaeology).
- Xiaoying, J.**, Patent# US US 2009/0123070 A1. [11/984,222], 2007.
- Zadora-Rio 1986:** Zadora-Rio, E. - La prospection archéologique et l'évolution de la notion de site. *In:* Ferdière, A. et Zadora-Rio, E. (eds.) - *La prospection archéologique. Paysage et peuplement: Actes de la table ronde*, Paris, 14-15 mai 1982. Paris: Maison des Sciences de l'Homme, 1986, p. 11-13. (Document d'Archéologie Française ; 3).
- Zadora-Rio 2008:** Zadora-Rio, E. (ed.) - *Des paroisses de Touraine aux communes d'Indre-et-Loire. La formation des territoires*. Tours: FERACF, 2008. (Suppl. à la Revue Archéologique du Centre de la France ; 34).
- Zakšek, Fovet, Nuninger et al. 2008:** Zakšek, K., Fovet, E., Nuninger, L. et Podobnikar, T. - Path modelling and settlement pattern. *In:* Posluschny, A., Lambers, K. et Herzog, I. (eds.) - *Layers of perception: Proceedings of the 35th Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA)*, Berlin (Germany), April 2-6, 2007. Bonn Habelt, 2008, p. 309-315. (Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte ; 10).