



HAL
open science

Compréhension de textes et représentation des relations causales

Amal Guha

► **To cite this version:**

Amal Guha. Compréhension de textes et représentation des relations causales. Linguistique. Université Paris Sud - Paris XI, 2003. Français. NNT : . tel-00161089

HAL Id: tel-00161089

<https://theses.hal.science/tel-00161089>

Submitted on 9 Jul 2007

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

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

Université Paris-Sud

Thèse

présentée pour obtenir le grade de docteur en
Sciences Cognitives

par

Amal GUHA

sous la direction de M. le Professeur

Jean-Pierre ROSSI

**COMPRÉHENSION DE TEXTES ET
REPRÉSENTATION DES RELATIONS CAUSALES**

membres du jury :

D. BROUILLET, Professeur à l'Université Montpellier III

A. CHARLES, Professeur à l'Université Bordeaux 2

J.-P. ROSSI, Professeur à l'Université Paris XI

I. TAPIERO, Professeur à l'Université Lyon 2

C. TIJUS, Professeur à l'Université Paris VIII

Remerciements

Je tiens à remercier chacun des membres de mon jury, pour avoir fait l'effort de venir jusqu'au LIMSI, ainsi que d'avoir bien voulu lire ce manuscrit, et prodigué des conseils avisés pour prolonger ce travail. Jean-François Le Ny m'a également été d'un grand secours, et je lui dois de m'avoir inspiré, stimulé et soutenu tout du long., d'une façon toujours intéressante et agréable. Ma reconnaissance va également à Emilie, à Estelle et à Edita, qui m'ont été d'un grand secours pour aller jusqu'à la soutenance. La première fut également beaucoup mise à contribution lors de l'élaboration des descripteurs sémantiques. Il me faut également signaler les personnes qui m'ont adouci le temps durant cette tâche de longue haleine : l'irremplaçable Nede, Gabriel, Xavier, Cédric, Jean-Philippe, Mirabelle. Qu'ils se sachent un peu responsables de cette thèse, pour le plaisir qu'ils m'ont donné. C'est peu dire que Claire, ma femme, a adouci le temps, puisqu'elle y a donné un sens. De plus, elle compte, comme Florence, que je remercie aussi, au nombre de mes relectrices. D'une façon plus générale, je remercie tous les membres du LIMSI, qui m'ont toujours facilité la vie, et qui ont fait preuve d'une très grande compassion dans les derniers mois, où un accident m'a considérablement amoindri.

à Claire

Sommaire

INTRODUCTION.....	13
PARTIE 1 LA CAUSALITE : DEFINITION, CARACTERISATIONS, COMPREHENSION	17
CHAPITRE I LA CAUSALITE : DEFINITIONS, QUESTIONS	19
I - 1 Définir la causalité : outils d'approche	20
I - 2 Questions sur la causalité	35
I - 3 Conclusion.....	67
CHAPITRE II LA RELATION DE CAUSALITE DANS UNE APPROCHE MULTIDIMENSIONNELLE DE LA COMPREHENSION DE TEXTES	69
II - 1 Compréhension, cohérence, et modèle de situation.....	70
II - 2 Types de liens de cohérence dans le modèle de situation.....	85
II - 3 Le rôle de la causalité dans le modèle de situation.....	141
II - 4 Conclusion.....	196
PARTIE 2 ETUDE EMPIRIQUE DE LA FORCE CAUSALE DANS LES CHAINES CAUSALES EXPLICATIVES	203
CHAPITRE III OBJECTIFS DE L'APPROCHE EMPIRIQUE	205
III - 1 Décrire la notion de distance causale dans le contexte des chaînes causales	205
III - 2 Topologie de la distance causale	207
III - 3 Expliquer la causalité par des facteurs situationnels	215
III - 4 Champ de l'étude.....	223
CHAPITRE IV TOPOLOGIE DE LA DISTANCE CAUSALE (ETUDE 1).....	229
IV - 1 Définition des termes utilisés et des variables étudiées.....	230
IV - 2 Méthode.....	232
IV - 3 Résultats	239
CHAPITRE V TOPOLOGIE DE LA DISTANCE CAUSALE (ETUDE 2).....	283
V - 1 Objectif de l'étude	283
V - 2 Méthode.....	284
V - 3 Résultats	292
CHAPITRE VI ANALYSE A PRIORI DES FACTEURS DESCRIPTIFS DE LA RELATION CAUSALE	335
VI - 1 Principes de l'analyse a priori de la cohérence temporelle, spatiale et référentielle.....	335
VI - 2 Catégorisations sémantiques de la causalité	350
CHAPITRE VII PREDICTION DE LA PLAUSIBILITE PAR DES FACTEURS SITUATIONNELS ET SEMANTIQUES ..	353
VII - 1 Codage des variables descriptives	353
VII - 2 Analyse des résultats	376
CONCLUSION.....	409
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	418
TABLE DES MATIERES	443

ANNEXE A	MATERIEL DES ETUDES 1 ET 2	453
A - 1	Chaînes causales de l'étude 1	455
A - 2	Chaînes causales de l'étude 2	459
ANNEXE B	ETUDE 1: PLAUSIBILITE PAR COMBINAISON ET ANALYSES	463
B - 1	Jugements de plausibilité (DJ1) par combinaison	465
B - 2	Comparaisons post hoc de la plausibilité (DJ1) par combinaison	477
B - 3	ANOVAS de l'étude 1	483
B - 4	Plausibilité par niveau et taille relative.....	497
ANNEXE C	ETUDE 2: PLAUSIBILITE PAR COMBINAISON ET ANALYSES	507
C - 1	Données descriptives et analyses pour la comparaison des études 1 et 2	509
C - 2	Jugements de plausibilité (DJ1) par combinaison	521
C - 3	Comparaisons post hoc de la plausibilité (DJ1) par combinaison	537
C - 4	Jugements de plausibilité (DJ4) par combinaison	541
C - 5	Comparaisons post hoc de la plausibilité (DJ4) par combinaison	557
C - 6	ANOVAS de l'étude 2	562
C - 7	Plausibilité par niveau et taille relative.....	568
ANNEXE D	DONNEES DESCRIPTIVES DU CHAPITRE VII	576
D - 1	Effets bruts des variables.....	578
D - 2	Synthèses de régression.....	580
D - 3	Analyses en composantes principales.....	590

Introduction

Comprendre un texte, c'est élaborer une représentation de ce dont il parle, du monde auquel il rapporte. Cette représentation n'est pas qu'une collection d'informations : elle est structurée, hiérarchisée. L'étude psychologique de la compréhension de textes cherche à caractériser les propriétés de cette représentation. Il s'agit notamment d'identifier les caractéristiques du monde référé qui sont effectivement retenues dans sa représentation, ou qui jouent un rôle dans l'élaboration de cette dernière. Certaines de ces caractéristiques sont des relations entre objets ou événements, et jouent un rôle particulier car elles établissent des liens de cohérence entre les parties de la représentation. Les relations de cohérence sont les voies par lesquels nous naviguons dans notre représentation, elles constituent sa structure, définissent les distances relatives entre les éléments représentés.

Parmi elles, la relation de causalité occupe une place particulière par sa nature et par son importance. En effet, si le temps et l'espace, par exemple, sont des aspects de la réalité pour lesquels on dispose de caractérisations objectives et de modèles descriptifs généraux, si on peut les considérer comme des réalités extérieures à l'appréhension que l'on en a, il n'en est pas de même pour la relation de causalité. Selon une formule de Hume, la relation de causalité est un ciment de l'univers, elle joue un rôle essentiel pour donner sa cohérence au monde. Mais cette relation apparaît d'abord comme une propriété de notre esprit à réunir les épisodes de son expérience passée en vue de prédire les événements à venir. S'il est difficile de douter que les événements naturels sont gouvernés par des lois, la substance de la nécessité causale qui fonde ces lois est cependant insaisissable. La causalité est une connaissance avant d'être une chose. A cet égard, la représentation de la causalité tient une place particulière par

rapport aux autres relations de cohérence, car sa nature la rend plus naturellement appréhendable comme relation mentale que comme relation objective.

Du fait de sa nature particulière, la relation causale occupe une place particulière au regard de plusieurs problématiques majeures du champ de la compréhension de textes : le format de la représentation (par exemple symbolique ou imagé), le caractère analogique de la représentation (c'est-à-dire la structuration du réel reflétée dans celle de la représentation), la relation entre les différentes dimensions de la cohérence. La nature singulière de la causalité rend la description et la compréhension de cette relation cruciale au regard des problématiques mentionnées. Par ailleurs, les théories traitant ces questions de front peinent à articuler les dimensions du temps, de l'espace, et de la référence à la dimension causale. Cette dernière fut jusqu'à présent peu étudiée en relation avec les autres aspects de la cohérence. C'est dans cette approche multidimensionnelle de la représentation que l'on veut ici s'interroger sur la causalité comme aspect de la cohérence de la représentation de la situation décrite par un texte. Présentées grossièrement, les questions que l'on veut traiter par l'étude de la force causale sont les suivantes : La causalité est-elle une dimension de la cohérence comme les autres ? En quel sens est-elle analogique ? Quelle serait la « topologie » d'une mesure de distance concernant la relation de causalité ? Peut-on percevoir les relations causales ?

Dans le domaine de la compréhension du texte narratif, l'importance de la cohérence causale a été établie. La notion de force causale perçue, proposée par Keenan, Baillet et Brown (1984), définit une notion de distance permettant de caractériser les enchaînements cause-conséquence indépendamment de ses marqueurs linguistiques, et d'expliquer certaines caractéristiques de leur traitement (comme le temps d'intégration de la conséquence à la représentation occurrente) ou de leur représentation (comme le taux de mémorisation). Cependant, les types de relations concernées dans la narration relèvent d'un champ restreint, et l'accent y est mis sur l'organisation en buts des actions des protagonistes. Jusqu'à présent la force causale a été peu étudiée pour des domaines de connaissances moins courants, comme ceux que concernent les textes explicatifs. Ces types de textes présentent des enchaînements a priori inconnus du lecteur, et dont le traitement est susceptible de dépendre fortement de ses connaissances.

L'objectif du présent travail est d'étudier la force causale dans le cadre de chaînes causales factuelles issues de textes explicatifs. L'approche par les chaînes causales présente deux avantages : d'une part, leur structure permet de ne pas faire intervenir les marqueurs

linguistiques de causalité, pour concentrer l'étude sur le rapport entre les caractéristiques de la situation elle-même et celles de sa représentation. D'autre part, la force causale est une propriété de la représentation de la causalité, car elle procède d'un jugement cognitif. Les chaînes causales constituent un cadre adéquat pour définir une mesure de distance « réelle » (vs. mentale) dont les effets sur la force causale peuvent être examinés. Il s'agit dans un premier temps d'établir la pertinence de la force causale, en étudiant ses propriétés « topologiques » pour le type d'enchaînements considéré, puis dans un second temps d'examiner ses facteurs dans une approche multidimensionnelle.

Pour comprendre en quoi la représentation reflète la chose représentée, il est nécessaire dans un premier temps (Chapitre I) d'examiner la question de la causalité dans les choses : peut-on définir la causalité ? Comment la caractériser ? Est-elle un fait d'abord objectif ou d'abord psychologique ? Selon quels critères détermine-t-on la cause ? Il s'agit de présenter les principales théories de ce qu'est la causalité afin de disposer des outils conceptuels permettant d'étudier les problèmes que posent sa représentation. Ensuite (Chapitre II), le cadre théorique dans lequel se situe l'étude est présenté. Il s'agit de l'étude empirique de la compréhension de textes sous l'angle du modèle de situation. Deux théories complémentaires de la compréhension sont étudiées : d'une part, le modèle connexionniste Construction-Intégration (CI) de Walter Kintsch, qui représente les relations entre unités de la représentation par un jeu de coefficients ; d'autre part, le modèle d'indexation multiple de Zwaan, qui étudie les relations entre événements représentés à travers leur indexation dans cinq dimensions. Une étude des propriétés mathématiques du modèle CI permet de préciser le chemin qui reste à parcourir pour une mise en relation des valeurs du modèle avec les types d'informations représentées. Par ailleurs, la question de la représentation de la causalité dans le modèle d'indexation est discutée à deux points de vue : son articulation avec les autres dimensions, sa place au regard des hypothèses sur le format et les unités de la représentation. Dans un but de récapitulation, il est proposé une catégorisation des approches de l'établissement du lien causal, en fonction de deux critères : le recours à une forme de raisonnement, et le rôle des connaissances.

La problématique du travail empirique dont le présent mémoire rend compte est développée au Chapitre III. Ce travail se décompose en deux volets. Le premier volet (Chapitres IV et V) consiste en l'étude des propriétés topologiques de la force causale dans les chaînes causales. Il vise à établir la pertinence de la force causale mesurée par des jugements de plausibilité. Les trois questions abordées sont le rapport entre la force causale et la

résolution, ou degré de détail de l'enchaînement causal, l'éventualité d'un effet de rang dans la chaîne pour la force causale, et le rapport entre l'échelle de la plausibilité et l'élaboration inférentielle. Il est procédé non seulement à une analyse globale des effets, mais aussi à une étude des profils relatifs aux chaînes particulières. Il est notamment proposé un modèle descriptif de l'effet de la variation du degré de détail à conséquence fixée. Le second volet du travail empirique (Chapitres VI et VII) est une recherche des déterminants de la force causale. Deux familles de déterminants sont envisagées : d'une part, des descripteurs sémantiques définissant des types de causalité factuelle fondés sur la nature de la relation causale ou celle des entités impliquées, ou encore sur le rapport à un prototype donné de la relation causale. Ces descripteurs sont inspirés des approches de la psychologie du développement et de la philosophie. La seconde famille de descripteurs étudiée permet d'analyser le rapport entre la dimension causale et les autres dimensions du modèle de situation. Le modèle d'indexation d'événements tient pour une approximation la description des dimensions du temps, de l'espace, de la référence et de la causalité par des descripteurs binaires. Nous proposons un ensemble enrichi de descripteurs du temps, de l'espace et de la référence, fondé sur une analyse a priori de leurs composantes pertinentes pour le modèle de situation. Il y est notamment proposé que la notion d'échelle joue un rôle fondamental, et défini plusieurs niveaux de contiguïté. Des analyses de régression multiple permettent d'étudier la relation entre la causalité et les autres dimensions en évaluant dans quelle mesure la force causale peut être prédite par les descripteurs des autres dimensions. Les résultats de cette analyse sont finalement discutés au regard de leurs conséquences théoriques.

Partie 1 La causalité: définition, caractérisations, compréhension

Chapitre I La causalité : définitions, questions

« cause : Ce qui produit un effet.(...) »

« effet : Ce qui est produit par une cause.(...) »

(Le Petit Robert, 2000)

La causalité est le fondement de l'intelligibilité du monde, de notre capacité à prédire les événements, à planifier nos actions, à interagir avec notre environnement. Ce qui n'est pas causal est fortuit ou accidentel, sans explication. Est-ce à dire que toute explication est causale ? Nous nous interrogeons en permanence sur le pourquoi des choses, plus rarement sur les aspects du « pourquoi ». Le présent chapitre vise à présenter les questions soulevées par cette notion qui nous est si familière, et les modes d'approche envisagés pour les traiter. La première partie concerne la question « Qu'est-ce que la causalité ? », et permet d'introduire les principales réponses que les philosophes y ont apporté. Dans la seconde partie, nous présenterons quelques questions plus spécifiques qui ont motivé les théories sur la causalité (par exemple, « Comment discriminer une cause parmi plusieurs ? », « Quel rôle joue la causalité humaine intentionnelle dans la notion de cause en général ? », « Comment causalité et discours s'articulent-ils ? »). Ces questions constituent une grille de lecture qui

permet de situer chaque théorie de la causalité en fonction des réponses qu'elle apporte à chacune, ou selon le choix des questions qu'elle a traité en priorité.

I - 1 Définir la causalité : outils d'approche

Dans cette partie du présent chapitre, nous montrerons que la causalité peut être abordée selon trois angles distincts : ontologique, psychologique, et épistémologique. Mackie (1974) résume efficacement cette distinction, en affirmant qu'il y a trois formes d'analyse de la causalité : factuelle (dans les objets), conceptuelle (la notion de la causalité que nous avons), et épistémique (ce qu'est la causalité dans les objets pour ce que nous en savons, et comment savons-nous ce que nous en savons). Dans un premier temps, nous illustrons la difficulté qu'il y a à caractériser la causalité dans le sens commun, en discutant d'un exemple. Le point suivant retrace les différentes acceptions de la notion dans l'héritage historique de la science moderne, ce qui nous permet de préciser la différence entre la causalité en épistémologie et la causalité du sens commun. L'approche ontologique est ensuite présentée, principalement par la contribution de Hume, car cette dernière souligne (notamment à travers les malentendus qu'elle a engendré) la nécessité de distinguer entre les trois angles d'approche, et parce qu'elle est point de départ ou le repoussoir de tous les travaux postérieurs sur la causalité.

I - 1.1 Causal ou pas causal ?

Je lâche la pomme, elle tombe. Pourquoi la pomme tombe-t-elle au lieu de rester suspendue en l'air ? A cause de la gravité, force de pesanteur que la terre exerce sur toute masse qui ne s'en trouve pas trop loin (ce qui inclut tout de même la distance à la lune). Pareille explication relève aujourd'hui du sens commun. Elle n'allait pas de soi au XVIIIème siècle, non parce que la théorie de la gravitation de Newton (1642-1727) n'était pas connue ou admise, mais parce que cette théorie n'était pas tenue pour une explication causale des phénomènes qu'elle permettait pourtant de prédire. La valeur opérationnelle de la théorie de

Newton fut rapidement admise, y compris par ses adversaires farouches du début, comme Huygens (1629-1695). Les lois de la gravitation sont un principe mathématique qui permet de rendre compte des mouvements célestes de façon plus simple que les théories cartésiennes des tourbillons. Il aura fallu plus d'un siècle pour que ces lois, dont l'exactitude opérationnelle était indiscutable, soient finalement tenues pour des explications causales. Aussi surprenant que cela puisse sembler aujourd'hui, aucun savant contemporain de Newton ne jugeait intelligible le principe de la gravité. Dans le contexte intellectuel de l'époque, dominé par la conception cartésienne de la physique, les seules explications causales acceptables des phénomènes naturels devaient recourir exclusivement à des mécanismes faits de mouvements et contacts entre corps matériels.

La mécanique, à peine libérée des qualités occultes scolastiques par Galilée (1564-1642) et Descartes (1596-1650), tenait pour une régression obscurantiste toute idée d'action à distance. Pour imaginer cette méfiance, on peut la comparer à l'accueil (légitime) que la science contemporaine fait aux théories expliquant la torsion d'une petite cuiller par le moyen de la pensée : à supposer que le phénomène soit authentique, on n'en a pas d'explication satisfaisante. Pour Leibniz (1646-1716), « La gravité doit être une qualité occulte scolastique, ou bien l'effet d'un miracle ».¹ La science ne peut naturellement pas attribuer le statut de cause efficiente à un miracle. Les plus brillants contemporains de Newton, et de la génération suivante (sur Euler, par exemple, voir Wilson, 1992) ont refusé l'idée de l'action à distance d'un corps sur un autre (c'est-à-dire sans forces de contact intermédiaires). Newton lui-même s'était abstenu d'affirmer que sa théorie informait la nature des phénomènes décrits. Dans les *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1687), qui présentent sa mécanique, il précise : « J'emploie indifféremment et sans les distinguer les termes d'attraction, d'impulsion, ou de propension quelconque vers un centre, considérant ces forces non pas physiquement mais seulement mathématiquement. Aussi le lecteur doit-il prendre garde de croire que par de tels mots je définis en quoi que ce soit l'espèce ou le mode d'action, ou la cause ou raison physique, ou de croire que j'attribue véritablement et physiquement ces forces aux centres dont je parle (et qui sont des points mathématiques), lorsqu'il m'arrivera de dire que des centres attirent ou que ces centres ont des forces »². Dans sa réponse à Leibniz, il résume :

¹ « Gravity (...) must be a scholastic occult quality or the effect of a miracle ». Cette citation et la suivante sont tirées de Henry (1988).

² Citation extraite de la présentation par François De Gandt à *De la gravitation* d'Isaac Newton, Gallimard, 1995.

« les principes actifs [comme la gravité] sont des qualités manifestes, et seules leurs causes sont occultes »³. Il concède à son contradicteur que ses principes décrivent le *comment* (les qualités manifestes) du mouvement de la matière, mais non le *pourquoi*. Ils sont descriptifs, et non explicatifs, et à ce titre ils ne sont pas causaux.

En trois siècles la physique a proposé des modèles plus précis des phénomènes célestes. Mais pas plus que l'auteur de la citation qui précède, elle n'a éclairé « l'espèce ou le mode d'action, ou la cause ou raison physique » de la gravitation, dont la formulation reste encore purement mathématique. La science moderne a progressivement inclus dans le champ de la compréhension causale des phénomènes la "compréhension" mathématique des phénomènes (Auroux & Weil, 1992). Autrement dit, le sens commun du scientifique, puis celui du vulgaire, ont fini par tenir pour causale ou explicative une description mathématique. Ce qui hier n'était pas causal l'est aujourd'hui sans conteste, sans que l'on ait pour autant annoncé une révolution de la relation de causalité. Ce que je tiens pour causal dépend donc non seulement de l'état de la science et de mon degré d'éducation ou d'information, mais aussi d'autres facteurs variant avec le contexte social et historique. De plus, les phénomènes soumis à notre désir d'explication recouvrent un champ bien plus large que les phénomènes de la mécanique : une liste non exhaustive des choses dont nous cherchons les causes au quotidien doit inclure le comportement des autres humains dans ses aspects individuels et sociaux (« pourquoi dis-tu cela ? », « Pourquoi maintenir le pacte de stabilité ? »), ou encore le fonctionnement des outils qui nous entourent (« Pourquoi l'ordinateur ne démarre-t-il pas ? »). Peut-on, malgré la variété des objets concernés, et l'apparente instabilité de sa définition, dire ce qu'est la causalité ? L'évolution dont nous venons de rendre compte laisse-t-elle néanmoins apparaître un noyau constant dans ce qu'est la causalité ? En retraçant l'évolution de la notion de causalité sur un intervalle de temps plus large, nous suggérons au point suivant la possibilité de dissocier entre les aspects psychologique et épistémologique de la question.

³ « For these are manifest Qualities, and their Causes only are occult ». Henry (1988)

I - 1.2 La notion de cause : le pendule épistémologique.

Les entités susceptibles d'être considérées comme des causes ont des natures très diverses : intentions, événements, faits, objets, « états du monde », etc. Comment la notion de cause peut-elle délimiter un champ aussi large, qui inclut des entités statiques aussi bien que dynamiques, des faits purement naturels et des actes d'intellection ? Pour Aristote (384-322 av. J.C.), la notion de cause est pour ainsi dire synonyme de celle d'explication, ou plus précisément de « principe explicatif » (Honderich, 1995). Ainsi, si dans la conception contemporaine, on cherche les causes d'un événement, l'Antiquité conçoit toute chose comme susceptible d'une explication causale. Selon Aristote, connaître les causes d'un objet revient à connaître toutes les formes d'explications relatives à cet objet. Dans la *Physique*, Aristote (1952) énumère quatre catégories différentes : cause matérielle, cause formelle, cause efficiente, et cause finale. Ces catégories sont traditionnellement illustrées par l'exemple d'une statue. La cause matérielle de la statue est ce dont elle est faite (par exemple, le marbre). Sa cause formelle est ce qui fait sa nature, son essence (c'est la forme de cet objet qui fait de lui une statue de Périclès). Sa cause efficiente est le « moteur prochain » (Phidias et son burin). Enfin, la cause finale (honorer Périclès), est essentielle, et c'est d'elle que doit traiter le physicien, car elle précède la cause matérielle (Livre II, chapitre 3).

Imprégnée d'aristotélisme, la philosophie naturelle d'avant Descartes donne peu d'importance à la cause efficiente. C'est la révolution mécaniste qui permet de renverser ce rapport en faisant avec Descartes l'hypothèse que la matière est homogène (ce qui rend moins pertinente la cause formelle) et que ses lois sont stables (ce qui réduit l'efficace et la finalité divines à l'institution originelle de ces lois). Les mécanistes prétendent n'expliquer les phénomènes que d'après les lois des mouvements matériels. Il ne peut y avoir pour eux de mouvement que par contact et impulsion. Le cartésianisme s'est rapidement et largement répandu en dehors des cercles scientifiques, et fut l'objet d'un engouement mondain : le dix-huitième siècle a vu se multiplier les occasions de vulgarisation des théories mécanistes : articles de vulgarisation dans la revue pour dames *Le Mercure Galant* (auquel Malebranche contribua), critiques de faux prodiges, démonstrations publiques de machines ... Ces idées avaient si bien pénétré la société que Molière fait rire le public du *Malade Imaginaire* en montrant un étudiant en médecine répondre à ses maîtres satisfaits que l'opium endort en raison de la vertu dormitive qu'il possède. La postérité de Bernard Le Bovier de Fontenelle (1657-1757) doit beaucoup à ses *Entretiens sur la pluralité des mondes*, dialogue galant dans lequel un philosophe enseigne la mécanique de l'univers à « Madame la Marquise de G*** ».

Le philosophe recourt à la métaphore restée célèbre selon laquelle la nature nous présente la scène d'un théâtre dont les machineries complexes sont parfaitement bien cachées. Le but de la science est de révéler les mécanismes dissimulés aux yeux du spectateur. Le philosophe de Fontenelle moque la science antérieure en imaginant à l'Opéra les sages antiques: Platon, Pythagore, Aristote, et les autres. Au cours de la représentation, les savants voient le personnage de Phaéton s'envoler⁴ :

« L'un dit *C'est une certaine vertu secrète qui enlève Phaéton. L'autre, Phaéton est composé de certains nombres qui le font monter. L'autre, Phaéton a une certaine amitié pour le haut du théâtre ; il n'est point à son aise quand il n'y est pas. (...) et cent autres rêveries, que je m'étonne qui n'aient perdu de réputation toute l'Antiquité. A la fin Descartes, et quelques autres Modernes sont venus, qui ont dit : Phaéton monte parce qu'il est tiré par des cordes, et qu'un poids plus pesant que lui descend. Ainsi ne croit-on plus qu'un corps remue, s'il n'est poussé par un autre corps, et en quelque façon tiré par des cordes*».

Ainsi, dans le monde profane comme dans le monde scientifique (comme nous l'avons évoqué au point I - 1.1), le triomphe de la cause efficiente est-il total. Or contrairement à l'idée commune, la science ne s'est pas arrêtée à la causalité efficiente. Kuhn (1971) expose l'idée d'un mouvement de balancier en trois temps. D'abord, la science d'Aristote privilégie l'explication formelle (« la pierre tombe vers le centre de la terre parce qu'elle réalise mieux sa nature ainsi »). A l'opposé, les mécanistes, Descartes en tête, n'ont admis que les causes efficientes, celles qui correspondent à des mouvements et des contacts. Kuhn interprète ensuite la mathématisation croissante de la physique initiée par Newton et poursuivie aux XIX^{ème} et XX^{ème} siècles comme un retour à l'explication formelle : lois mathématiques et explications formelles aristotéliennes ne diffèrent que par le nombre de formes employées et le succès des résultats, non par la logique de l'explication. L'article de l'*Encyclopaedia Universalis* consacré à la gravité présente une citation d'Einstein illustrant l'identité de nature entre les explications mathématiques et la causalité formelle. Selon Einstein, la théorie de la gravitation universelle de Newton propose, « comme causes d'accélération des masses d'un système, ces masses elles-mêmes ». Autrement dit, les masses s'attirent mutuellement parce que c'est leur nature.

⁴ Nous avons modernisé l'orthographe

Il nous semble toutefois qu'au plan psychologique du moins, le tournant cartésien est définitif : une explication n'est satisfaisante que si elle est comprise comme l'action d'une cause efficiente. En effet, tout en ayant affirmé que le mode d'explication en physique avait évolué vers l'explication formelle, Kuhn écrit : « L'expérience de pas mal de contemporains avec la mécanique quantique et la relativité suggère qu'on puisse croire à une nouvelle théorie avec une conviction profonde et cependant ne pas acquérir le nouvel entraînement et l'habitude de la considérer comme explicative ». Autrement dit, des explications formelles, pour être convaincantes intellectuellement, n'en sont pas pour autant forcément ressenties comme explicatives. Ce hiatus nous semble confirmer l'idée que le sens commun réclame des explications par l'action efficace. Là où la gravité a pu devenir dans nos représentations une entité agissante (« force », vecteur, champ), les géodésiques de la relativité générale ou le comportement probabiliste des particules quantiques résistent mieux par nature à la réification, car ils ne se laissant pas représenter comme des « objets » agissants sur d'autres objets particuliers.

Le domaine de la cause est le territoire mouvant de « ce qu'embrasse le pourquoi » (Aristote, 1952, Livre II, Chapitre 7). Le développement qui précède nous invite à distinguer entre deux sortes de « pourquoi ». Nous avons vu que le « pourquoi » scientifique correspond aujourd'hui pour l'essentiel à la cause formelle. D'autre part, appliqué aux choses physiques, le « pourquoi » du sens commun privilégie depuis le XVII^{ème} siècle la cause efficiente, car cette dernière est proche de l'expérience que nous avons de la possibilité d'agir par nos actions sur le monde environnant. A cette distinction il faut apporter une précision. L'épistémologue Meyerson affirme que « la causalité efficace (agents causatifs) est et reste infrascientifique » (nous citons ici et dans les deux extraits suivants Largeault, 1991), mais il n'en souligne pas moins qu'une épistémologie négligeant l'efficace méconnaîtrait la réalité de la science. « Celle-ci crée des objets, tout ne s'y réduit pas à la formulation de rapports sans supports ». On ne peut nier que l'élaboration scientifique recourt pour progresser à « l'efficacité de certains verbalismes qui admettent des entités réputées parfois grossières que des cartésiens stricts eussent tenues pour des qualités occultes », comme les atomes, les poussées, les forces. On pourrait évidemment en dire autant des potentiels en chimie, des systèmes biologiques, de la « main invisible » des économistes, etc.

Autrement dit, la parole de la science en action recourt à la cause agissante pour expliquer ce qui échappe aux lois purement formelles, ou pour rendre ces dernières plus intelligibles. En tant que lois mathématiques, les lois de la physique ne sont que l'expression

de relations formelles. Dans nos représentations, elles sont les éléments d'une ontologie fournissant la matière des relations de production causale. Le statut épistémologique de la gravité est d'être une relation mathématique au sein d'une théorie de la matière étendue. Son statut psychologique est celui d'une entité agissant sur d'autres entités de notre représentation du monde. C'est cette hypostase qui nous mettons en œuvre en disant que la gravité est la cause de la chute d'une pomme, au lieu de dire, comme Einstein, que la cause de la chute de la pomme est la terre (et la pomme). La cause finale, considérée comme plus suspecte, est elle aussi présente dans la parole scientifique, à titre de métaphore utile à la compréhension : citons le « gène égoïste » ou la « volonté du marché ».

En définitive, parmi les quatre catégories de causes définies par Aristote, une seule semble avoir définitivement quitté le champ de l'explication pour rejoindre de celui de la description, c'est la cause matérielle. Les trois autres causes gardent leur statut. Le sens commun privilégie la cause efficiente et la cause finale, en les appliquant à des phénomènes différents ; le recours à la cause matérielle est partagé à la fois par la science la plus rigoureuse (par l'application de lois mathématiques spécifiques aux différentes natures d'objets de l'univers) et par le sens commun le moins éclairé (qui recourt aux pouvoirs occultes) ou le plus banal (l'alcool s'enflamme parce qu'il est inflammable). Notre intention dans les quelques paragraphes qui précèdent n'était pas de présenter une discussion épistémologique fouillée de la notion de causalité. Nous avons voulu, en présentant à grands traits l'évolution de la notion en épistémologie, convaincre le lecteur que le « pourquoi » de la science et le « pourquoi » du sens commun (qui est l'objet d'étude du psychologue) sont séparables, et d'autre part que les critères du pourquoi ont un caractère normatif. Proposer le premier comme modèle au second, comme le font plusieurs théories en psychologie de l'attribution, constitue donc une hypothèse qui ne va pas de soi.

I - 1.3 Qu'est-ce que la causalité ?

Après avoir indiqué la possibilité de distinguer la cause en psychologie de la cause en épistémologie, nous traitons l'approche ontologique, autrement dit la question de la nature de la causalité dans la réalité, laquelle demeure l'un des problèmes fondamentaux de la philosophie. Depuis Platon (v. 427-348 av. J.C), qui énonce dans le *Timée* le principe de

causalité⁵, jusqu'au philosophe américain Davidson, qui au XX^{ème} siècle, fonde sur sa conception de la causalité une preuve de l'identité du corps et de l'esprit (Davidson, 1993/1974), la question de la valeur ontologique de la relation entre cause et effet est au cœur de la réflexion sur la nature, car la causalité est l'un des principaux aspects de notre intelligence du monde environnant. L'évolution des idées sur la causalité a été principalement marquée par les arguments métaphysiques opposant réalistes et idéalistes, tout autant que par l'élaboration progressive de la méthode scientifique. Il n'est pas ici question de brosser un tableau complet de l'histoire ou des enjeux actuels du débat philosophique. Nous ne présentons du débat que la contribution majeure que David Hume (1711-1776) formula en 1741 dans le *Traité de la nature humaine* (Livre I, Partie III), contribution qui reste un point de référence pour la plupart des travaux de la littérature psychologique, épistémologique ou philosophique sur la causalité⁶. Depuis, deux approches de la nature de la causalité s'affrontent, une approche « productiviste », de la causalité et une approche logique. Il nous paraît ici utile de retracer les principaux points de ce débat auquel se réfèrent plusieurs travaux contemporains (parfois de façon imprécise). La critique de Hume présente également un intérêt particulier pour le psychologue, car elle est la première à expliciter clairement l'articulation entre les aspects ontologique, épistémologique et psychologique de la causalité. Nous présenterons dans un premier temps l'approche « productiviste » de la causalité, avant d'introduire la contribution de Hume. Puis nous évoquerons rapidement les tournures ultérieures du débat philosophique sur la causalité.

I - 1.3.1 Hume : critique de la conception « productiviste » de la causalité

⁵ Le principe de causalité est énoncé par l'adage latin *ex nihilo nihil fit*. Dans les mots de Hume : « toute chose dont l'existence a un commencement doit aussi avoir une cause ». Cette proposition n'est pas sujette à controverse, et dans la suite, le mot « causalité », ne sera employé que pour désigner la relation entre cause et effet, et non le principe de causalité.

⁶ Le traité ne fut pas un succès de librairie, aussi Hume reprit-il son contenu sous une forme moins austère dans l'*Enquête sur l'entendement humain*, publiée en 1748. Nous avons puisé à ces deux sources pour la présentation de ses idées. Dans la suite du texte, le *Traité* désigne la référence Hume (1995), et l'*Enquête*, la référence Hume (1983).

Hume discute de la cause efficiente. Il constate que la métaphysique avant lui, conformément au sens commun, sous-entend dans la notion de causalité efficiente une idée de *production* de l'effet par la cause, de *pouvoir* ou d'*énergie* de la cause, de *connexion nécessaire*. La conséquence provient d'un potentiel inclus dans la cause. La cause *génère* sa conséquence, et cette génération ne dépend que de la cause, sans pour autant être confondue à sa nature (sans quoi cause et conséquence ne sont pas des entités ontologiques distinctes). Hume observe que toute tentative de définition de ce qu'est le caractère productif de la relation, ou de ce à quoi tient la nécessité de la connexion, se perd en reformulations circulaires. Il prend néanmoins acte du fait que *notre idée* de la causalité contient la notion de production. En empiriste, il se demande quelles sont les données observables que la causalité laisse appréhender.

Il considère l'exemple d'une boule de billard qui en choque une autre : le mouvement de l'une sera la cause du mouvement de l'autre. Quelles sont les données observables de cette relation ? Quelle que soit l'échelle temporelle ou spatiale avec laquelle le phénomène est observé, on ne pourra pas constater autre chose que la succession immédiate de deux mouvements. L'observation la plus fine des phénomènes (*the utmost scrutiny*) ne permettra pas de constater autre chose dans un enchaînement causal particulier que la contiguïté temporelle⁷ et spatiale, jointe à l'antériorité de la cause sur la conséquence. Cette remarque s'applique également à l'expérience de notre propre action motrice : nous n'avons pas la conscience du pouvoir interne qui produit le mouvement à partir de notre volonté d'agir. La relation causale est en définitive la seule des relations qui échappe à la perception directe et immédiate, contrairement aux relations de ressemblance, de contiguïté, et à la relation d'identité (laquelle se réduit à la causalité). Or, si le caractère productif de la cause n'est pas observable « par son opération dans des cas particuliers » (*Enquête*, p.131), comment distinguer une succession causale d'une succession fortuite ?

Hume propose la réponse suivante : l'observation répétée de la conjonction entre les deux phénomènes, développe chez nous l'habitude de les voir se succéder, et la répétition de cette observation nous conduit à associer l'idée de l'un à l'idée de l'autre. C'est ce raisonnement reposant sur l'expérience qui nous conduit à affirmer la connexion causale. Ce n'est donc pas l'inférence causale qui résulte de la connexion nécessaire (du caractère de

nécessité de la connexion), mais la connexion nécessaire (le caractère de nécessité de la connexion) qui résulte de l'inférence causale. Le jugement de causalité ne s'appuie sur aucune observation particulière, mais sur la répétition de conjonctions entre phénomènes de la même espèce. En conséquence, et c'est là le point crucial, la causalité est un phénomène psychologique et non un phénomène réel (du moins pour ce que nous pouvons en savoir). Hume écrit : « Quand nous disons qu'un objet est en connexion avec un autre, nous voulons seulement dire que ces objets ont acquis une connexion dans notre pensée et qu'ils font surgir cette inférence qui fait que chacun d'eux est la preuve de l'existence de l'autre ». L'idée de connexion nécessaire provient donc de la connexion que nous sentons « dans la transition coutumière de l'imagination d'un objet à celui qui l'accompagne habituellement ». (*Enquête* p.143)

Enfin, Hume se demande sur quel fondement rationnel repose l'inférence consistant à déduire la connexion nécessaire à partir de l'observation de la conjonction constante. Il apparaît finalement que cette inférence ne repose pas sur un raisonnement valide a priori. Elle s'appuie sur le principe que « *les cas dont nous n'avons pas eu d'expérience doivent ressembler à ceux dont nous avons eu l'expérience, et que le cours de la nature demeure toujours uniformément identique* » (*Traité*, p. 151). Or ce principe n'est pas lui-même prouvé, il est une croyance. Le rationalisme pensait qu'en disposant d'une information suffisante sur une cause particulière, on pouvait en déduire logiquement la conséquence. Hume, en affirmant qu'il n'en est rien, a jeté un doute sur l'entreprise de la philosophie naturelle, qui se trouve privée de fondement rationnel.

En définitive, lorsque j'observe une cause (ou lorsque j'ai l'idée d'une cause), ce qui donne l'idée de nécessité (et par suite, de pouvoir, d'efficacité, de force, de qualité productive,...), c'est la détermination de l'esprit par la coutume à considérer l'objet concomitant habituel à cette cause. La connexion nécessaire entre les causes et les effets est l'effet de « l'union coutumière » (l'association habituelle). Tout ceci prouve que les causes ne sont pas dans les choses elles-mêmes : « L'efficacité ou l'énergie des causes ne réside ni dans les causes elles-mêmes, ni dans la divinité, ni dans le concours de ces deux principes, mais elle appartient entièrement à l'âme qui considère l'union de deux ou plusieurs objets dans tous les cas passés. » (p. 242). L'inférence causale est une synthèse de l'expérience.

⁷ si la cause n' est pas contiguë à l'effet, c'est qu'on peut la décomposer en causes

On peut condenser les conclusions de cette critique en deux phrases, qui soulignent la clarté avec laquelle Hume a su distinguer l'ontologie, la psychologie, et l'épistémologie. Premièrement, la causalité est un fait de l'entendement, et le raisonnement ou l'observation ne nous apprendront rien de sa nature⁸. Deuxièmement, l'inférence causale n'est pas fondée rationnellement car sa validité repose sur une croyance impossible à prouver. Si la principale préoccupation des contemporains de Hume et de leurs successeurs fut de régler le défi épistémologique (donc se préoccuper des conséquences de la deuxième conclusion), les sciences cognitives peuvent à bon droit aujourd'hui lire dans la première conclusion une invitation à s'emparer de la causalité comme d'un fait éminemment mental.

I - 1.3.2 Après Hume : asseoir la méthode scientifique

On dirait aujourd'hui que Hume a rendu la science de son temps schizophrène : convaincue de ne pas avoir de fondement rationnel, elle se devait néanmoins d'élaborer des critères pratiques solides pour la causalité, afin d'asseoir ses théories. Comment concilier le scepticisme de Hume et le réalisme implicite qui conduit le scientifique à vouloir établir une connaissance sur les choses ? Cette question a ouvert la voie à l'idéalisme⁹ kantien (pour résoudre le problème philosophique) et à l'élaboration par le XIX^{ème} siècle de critères logiques précis pour la pratique de la science empirique. En effet, les critères logiques ne sont après tout que des analyses plus ou moins complexes de cooccurrences. Cette approche logique et idéaliste de la science empirique, efficacement codifiée par John Stuart Mill (1806-1873), a dominé la pensée épistémologique des XIX^{ème} et XX^{ème} siècles. Auguste Comte (1798-1857) et les positivistes, et enfin les logiciens du cercle de Vienne entre les deux guerres mondiales (Lalande, 2002), reprennent à leur compte l'idée que la nature de la causalité dans réalité est inconnaissable. Tout au long de cette période, d'autres penseurs ont maintenu une approche réaliste, selon laquelle la causalité est connaissable par l'observation.

Certaines de ces approches idéalistes ou réalistes seront évoquées plus en détail dans la section I - 2, pour illustrer le traitement de questions particulières sur la causalité. Dans la

intermédiaires.

⁸ Insistons sur le fait que Hume ne nie pas l'existence de la causalité dans les choses. Il se contente d'indiquer qu'on ne peut rien en savoir par le raisonnement ou l'observation.

⁹ dans la suite du texte, le mot idéalisme sera employé au sens philosophique, c'est-à-dire renvoyant au principe que l'on ne peut accéder à la nature même des choses.

présente division, nous nous contenterons de mentionner deux contributions majeures traitant le problème même de la nature de la causalité, qui proposent des solutions opposées : la solution de Kant au problème de la causalité, et l'argument de Ducasse (1960) pour défendre le réalisme. Enfin, nous montrerons, à travers l'évocation des travaux de Davidson, pourquoi la nature de la causalité demeure un problème crucial pour la philosophie de l'esprit.

La réponse la plus notable au défi de Hume fut fournie par Emmanuel Kant. Ce dernier, dans les *Prolégomènes à toute métaphysique future qui pourra se présenter comme science* (Kant, 1986), s'est déclaré « réveillé de son sommeil dogmatique » par la mise en cause radicale de la science par Hume, qui en avait sapé le fondement même en niant que l'inférence causale ait un fondement rationnel. En effet, si la causalité ne résulte plus que de l'observation d'une régularité, jointe à la *croyance* que la nature se comporte de façon stable, toute connaissance est reléguée au statut de *croyance*. Kant ne nie pas que notre connaissance des relations causales relève d'une synthèse de l'expérience. Mais il renverse la situation en proposant que la relation causale elle-même n'est pas inférée, ni même nécessairement une relation dans les choses elles-mêmes : au lieu de cela, elle est une structure a priori de notre entendement, agissant comme un filtre à l'appréhension des phénomènes. En définitive, nos seules expériences possibles du monde s'insèrent dans le cadre des relations causales, puisque la causalité est une structure fondamentale, a priori, de mon entendement. Ce qui, dans le monde réel, sort de ce cadre, ne nous est pas intelligible, pas accessible. Donc le monde réel qui nous est accessible est un monde gouverné par les relations causales. Le basculement du référentiel qu'opère Kant, du monde réel vers le sujet, lui permet de fonder la possibilité de la connaissance (qui certes dépend des expériences possibles, mais qui n'est plus une croyance). Emmet (1984) résume d'une formule l'approche de la causalité kantienne : « Hume declared all consequence to be mere sequence ; Kant, on the other hand, affirmed that there is no other [irreversible] sequence but consequence ». Néanmoins, en faisant de la causalité une structure a priori, Kant n'a pas rendu sa nature plus intelligible à celui qui veut la connaître pour elle-même, pas plus qu'il n'a contribué à donner à la science les outils lui permettant de distinguer le causal du non-causal.

I - 1.3.3 Persistance du rationalisme

Les théories de la causalité qui acceptent l'approche de Hume sont parfois regroupées sous la dénomination de « théories de la régularité » (White, 1990), car elles affirment en

substance que la causalité n'est en définitive que régularité de certaines successions, ou du moins qu'on ne peut la concevoir que comme telle. À ces théories il ne reste que l'outil des critères logiques pour approcher la causalité, c'est-à-dire à raffiner, dans la mesure du possible, les critères de conjonction qui permettent de distinguer ce qui est causal de ce qui ne l'est pas (au sens de l'efficacité prédictive, et non au sens de l'ontologie).

Toutefois, si la plupart des théoriciens admettent avec Hume que la causalité n'est pas directement observable (« de l'avis général » avec raison, nous dit Russell, 1989), le rationalisme, vue selon laquelle une part de la réalité nous est accessible par la raison, n'a pas disparu pour autant. Les tenants d'une causalité connaissable (par exemple Bunge ou Emmet) insistent sur le fait que la notion de production seule permet de différencier les régularités causales (nomologiques, c'est-à-dire qui relèvent d'une loi causale) des régularités non causales (« le jour succède à la nuit »). La critique de Hume par Ducasse (1960) se distingue par le fait qu'elle ne recourt ni à la mésinterprétation consistant à attribuer à Hume un discours sur l'ontologie, ni à un principe de pouvoir causal, ni à une définition purement logique de la causalité. Ducasse considère que la conception de la causalité du *Traité* n'est pas cohérente. Hume commence par affirmer que l'observation de la causalité ne révèle que la conjonction constante. Il n'en poursuit pas moins en produisant 8 règles servant à établir la causalité (« *Rules by which to judge Causes and effects* »). Les trois premières, contiguïté spatiale et temporelle, antériorité de la cause, constance de l'union, sont fidèles à la conception de la causalité affichée par Hume. Les suivantes, qui préfigurent les critères de Mill (cf. I - 2.2.1 b), réfèrent selon Ducasse (p.148) à la causalité objective, dont il avait auparavant été nié qu'on puisse la connaître. Ducasse explique ainsi la contradiction : en affirmant que la nécessité entre cause et effet n'est jamais observable objectivement, Hume considèrerait la nécessité *logique*. Or l'hypothèse selon laquelle la nécessité n'a pas de sens autre que la nécessité logique est infondée. En revanche, selon Ducasse, la nécessité *étiologique*, qui concerne les faits (par contraste avec la nécessité logique qui concerne les idées), est observable. La nécessité étiologique peut être définie par les situations définies dans la méthode de la différence de Mill ; elle peut donc idéalement¹⁰ être observée dans une expérience unique, ne nécessitant pas de répétition. En résumé, si Ducasse admet avec Hume que la nécessité logique est une synthèse de l'expérience, il affirme en revanche que la

¹⁰ le mot est de Ducasse

causalité dans les choses est distincte de la causalité logique (qui s'exprime en termes de lois), et qu'elle est observable dans les cas singuliers.

I - 1.3.4 Davidson : la description n'est pas la chose

C'est dans la seconde moitié du XIX^{ème} siècle, époque de la naissance de la psychologie scientifique, que la nature de la causalité revient au cœur du débat épistémologique. L'enjeu est décider si la psychologie est une science naturelle, si elle peut établir des lois (causales) associant les événements mentaux à d'autres événements mentaux ou à des comportements. Émettre une position sur cette question oblige souvent à traiter la nature de l'interaction entre l'esprit et le corps, ou plus spécifiquement, entre les événements mentaux et les événements physiques. Différentes positions ont émergé depuis un siècle (cf. Engel, 1996 pour une discussion détaillée du psychologisme). Nous évoquons ici l'importante contribution de Davidson (1967, 1993), non seulement pour illustrer l'actualité du problème de la causalité, mais parce que sa conception de la causalité prétend « réconcilier » les vues apparemment opposées de Hume et de Ducasse. Par ailleurs, cette théorie de la causalité est la clé de voûte d'une théorie de l'identité du corps et de l'esprit, le monisme anomal, qui demeure une référence importante des sciences cognitives contemporaines.

Davidson (1993) observe tout d'abord que la causalité est nomologique, c'est-à-dire que l'existence d'une relation causale particulière implique l'existence d'une loi causale (c'est l'expression d'un déterminisme strict). D'autre part, on peut légitimement faire deux hypothèses sur la nature de l'interaction entre mental et physique. La première est le principe d'interaction causale, selon lequel au moins certains états mentaux interagissent causalement avec des événements physiques. La seconde est le principe de l'anomie du mental, selon lequel il n'y a pas de lois déterministes strictes à partir desquelles on peut expliquer la nature exacte des événements mentaux. Selon Davidson, la contradiction entre ces deux principes n'est qu'apparente, car elle repose sur l'hypothèse d'une identification stricte des événements mentaux à des événements physiques. Davidson suggère une approche alternative, la survenance (*supervenience*), selon laquelle tous les événements mentaux sont physiques, mais qui rejette la thèse selon laquelle tous les événements mentaux peuvent recevoir une explication purement physique. La relation de survenance, qui distingue entre ce que sont les choses (elles sont physiques) et l'explication qui peut leur être associée, est une relation de dépendance et non d'identité stricte : les caractéristiques mentales dépendent des

caractéristiques physiques, mais ne peuvent y être réduites. La possibilité de ce monisme anomal (identité du corps et de l'esprit jointe à une absence de déterminisme strict concernant les événements mentaux) s'appuie alors sur l'approche suivante de la causalité. La causalité est une relation entre événements particuliers, et le principe d'interaction causale porte sur des événements en extension (c'est-à-dire sur une collection d'événements particuliers). La vérité d'une interaction causale est indifférente à la description donnée des événements concernés, et elle est donc en particulier indifférente à la distinction mental/physique, car cette distinction réside non dans les événements (qui ont tous un substrat physique), mais sur la description qui en est donnée. Les lois causales ne concernent que des descriptions d'événements (elles sont des entités linguistiques). Le principe de l'anomie du mental ne concerne donc les événements qu'en tant que décrits comme mentaux. On interprète ainsi le caractère nomologique de la causalité : deux événements en relation de cause à effet ont des descriptions qui instancient une loi (donc des descriptions physiques), mais il ne s'ensuit pas pour autant que tout énoncé singulier vrai de causalité (par exemple entre un événement mental et un événement physique) instancie une loi.

Cette approche de la causalité se veut (Davidson, 1967) compatible à la fois avec l'approche de Hume ou Mill, selon laquelle la causalité est essentiellement une loi, c'est-à-dire une synthèse de l'expérience, et l'approche de Ducasse, pour qui les événements particuliers peuvent être causaux. Ce qui permet de concilier ces deux vues est la prise en compte de la notion de description : il faut clairement distinguer entre les causes et les caractéristiques que nous utilisons pour les décrire, et donc entre la question de savoir si un énoncé causal est vrai et la question de savoir si les événements sont caractérisés dans cet énoncé de telle façon qu'il soit possible de déduire ou d'inférer à partir de lois que la relation est causale. Ainsi, Hume a raison au sens où un énoncé causal particulier du type « a est la cause de b » entraîne l'*existence* d'une loi du type « tous les objets similaires à a sont suivis d'objets similaires à b », et que nous n'avons de raison de croire à la vérité de l'énoncé singulier que si nous pouvons croire qu'une telle loi existe. Mais cette loi ne nous est pas nécessairement connue, et elle ne fait pas nécessairement intervenir a et b sous les descriptions qu'on leur a données dans l'énoncé singulier. C'est en ce sens, qui tient compte de la description des objets, que Ducasse a raison de dire qu'un énoncé causal singulier n'implique pas une loi.

Notre intention dans cette partie n'était pas de dresser un tableau exhaustif du débat philosophique sur la causalité, mais simplement de poser les jalons qui devraient permettre au

lecteur de situer les approches de la causalité évoquées par la suite par rapport aux principales options philosophiques sur ce qu'est la causalité. En effet, si la distinction entre les niveaux ontologique, psychologique et épistémologique est un premier outil pour discerner la nature d'un discours sur la causalité, ni le discours épistémologique ni le discours psychologique ne peuvent ignorer la question de l'ontologie. L'épistémologue, parce que la science est un réalisme en acte. Le psychologue qui étudie la représentation de la causalité, parce qu'il se doit de dire de quoi il étudie la représentation ; il peut par ailleurs s'appuyer sur une approche ontologique pour suggérer un modèle théorique de ce qu'est la causalité psychologique, ou de la façon dont elle s'élabore.

I - 2 Questions sur la causalité

Nous espérons avoir convaincu le lecteur qui nous a suivi jusqu'ici que définir la causalité relève de la métaphysique. Une définition rigoureuse et définitive ce que sont les causes semble hors d'atteinte. Il n'est toutefois question pour personne de nier l'existence et l'importance de la causalité, et à défaut de savoir ce qu'est la causalité, nous pouvons tenter d'envisager la question de la causalité sous l'angle de questionnements plus spécifiques : Quel est le rapport entre loi causale et occurrence causale ? Que signifie, comment décrire la multiplicité des causes ? Quelle est l'organisation des causes entre elles ? D'où nous vient l'idée de la cause, quel est son modèle (ou quels sont ses modèles) ? Y a-t-il différentes catégories de causalité en fonction des objets concernés, du niveau de discours ? Dans la présente partie, nous tentons d'énumérer les principales questions auxquelles les différentes théories de la causalité ont tenté (doivent tenter) de répondre. Nous précisons en préliminaire l'importance de la notion de loi causale, et sur quel aspect de cette question les théories peuvent diverger. Puis les différentes approches présentées sont regroupées en trois questions. En premier lieu, la question de la discrimination de la cause parmi les autres éléments d'un tout, nous permet d'aborder les catégorisations logiques de la causalité (I - 2.2.1), les approches privilégiant un type d'objet a priori (I - 2.2.2), et les approches plus générales faisant dépendre la sélection de la cause du questionnement spécifique qui conduit à sa recherche (I - 2.2.3). La discrimination d'une cause dans la multiplicité est ensuite abordée sous l'angle de leur organisation en chaînes causales (I - 2.3). Entre alors en jeu la notion de degré de détail, ou grossissement de la chaîne causale. La seconde question traitée est celle du

rôle de notre expérience de la causalité dans la notion de cause. La causalité agie volontairement peut être vue à la fois comme un type de causalité spécifique, une origine de notre idée de cause, comme un modèle de la causalité en général ; la possibilité d'une interaction causale volontaire peut également fonder des typologies d'objets qui relèvent à leur tour d'explications causales de nature différentes. En troisième lieu, nous examinons le rôle du discours dans la causalité. Après avoir rappelé la distinction épistémologique entre causes et raisons, nous précisons la différence entre causes factuelles et causes discursives ; enfin nous montrons en quoi le discours fournit, par son contenu et par ses buts, un référentiel pour le lieu de la cause.

I - 2.1 Loi causale et occurrences particulières

Il n'y a pas de relation de causalité sans loi causale. Autrement dit, un événement singulier, pour être tenu pour causal, doit instancier une loi causale. Cette proposition est soutenue par ceux qui conçoivent la causalité comme une synthèse de l'expérience, mais aussi par les rationalistes selon lesquels la causalité est observable dans les occurrences singulières. En effet, le principal argument de ceux qui contestent l'approche de Hume repose sur l'idée qu'elle ne permet pas de distinguer les régularités causales des régularités non causales (« après la pluie le beau temps »), la différence entre les deux étant que les premières sont nomales (c'est-à-dire qu'elles comportent un caractère universel et nécessaire), et les secondes ne le sont pas. Ainsi, il est admis qu'une cause et sa conséquenceinstancient une loi. C'est donc peut-être moins sur la définition de la causalité que sur la question « que puis-je savoir de la causalité ? » que les diverses théories choisissent de privilégier l'aspect singulier ou le caractère nomologique. Les successeurs de Hume considèrent que rien dans l'occurrence singulière n'est porteur d'une information relative à la loi, et que seule la conjonction répétée peut nous informer sur l'existence de cette dernière. En revanche, les opposants à cette vue jugent que chaque occurrence singulière comporte des indices du caractère nomologique de la relation. Dans le premier cas, le jugement de causalité ne peut se passer de l'expérience et de la connaissance de la loi ; dans le second cas, l'inférence causale est possible à partir d'un cas particulier, sans connaissance a priori de la loi.

I - 2.2 Multiplicité des causes

On ne peut pas affirmer que l'effet est entièrement déterminé par la nature de la cause, sans quoi cause et effet ne sont que deux aspects de la même entité, et la distinction entre les deux devient inopérante. Que l'état de l'univers à l'instant t est la conséquence de l'état de l'univers à l'instant qui précède t est vrai, mais de peu d'intérêt. Pour que la notion de cause ait une quelconque utilité, il faut donc que dans la multiplicité de l'antécédent soit distingué un élément. Grâce à quels critères *la* cause est-elle individualisée ou sélectionnée ? En fonction du problème qu'elle vise à résoudre, chaque théorie envisage des modes de distinction différents. Nous évoquerons dans un premiers temps les critères logiques qui visent à établir des critères fiables de conjonction, puis nous évoquerons les approches qui privilégient a priori un type de cause, et enfin nous évoquerons les modes de distinction orientés par la question à résoudre.

I - 2.2.1 sélection par des moyens logiques

a Nécessité, suffisance

S'agissant de la causalité, le mot « nécessaire » présente une ambiguïté due au fait qu'il est employé dans des sens différents. Lorsque l'on parle de connexion nécessaire, on veut dire que la cause *doit* produire l'effet. Ce qui est ici vu comme nécessaire, c'est la connexion, et non la cause. Et ce à quoi la connexion est nécessaire, c'est la validité de la loi causale. Dire que la cause est nécessaire à la conséquence – et c'est le sens de « nécessité » qui nous intéressera par la suite – porte une autre signification. Définissons d'abord rigoureusement les notions logiques de nécessité et suffisance :

nécessité : A est une condition nécessaire de B si en l'absence de A, B n'est pas. Il résulte de cette définition qu'il se peut que A et non B, mais il ne se peut pas que non A et B. Cette définition est conforme au sens du mot dans la langue courante : A est nécessaire à B.

suffisance : A est une condition suffisante de B si chaque fois que A a lieu, B aussi. Selon cette définition, B peut se produire, en l'absence de A, mais B se produit toujours lorsque A se produit. C'est la notion de suffisance qui correspond à la notion logique d'implication : dire que A implique B signifie que A est suffisant à B.

Ces définitions données en purs termes de cooccurrences sont réciproques l'une de l'autre. Autrement dit, « A est une condition nécessaire de B » équivaut à « B est une condition suffisante de A ». Appliquée à la causalité, cette symétrie entraîne une gêne due à la priorité temporelle de la cause sur la conséquence. Lorsque A se produit après B, on ne dira pas volontiers que « A est une condition nécessaire/suffisante de B », sans préciser explicitement la succession temporelle, comme dans « A est une condition nécessaire/suffisante au fait que B se fut produit ». En revanche, la formulation simple ne heurte pas lorsque l'on sait que A précède B. Ainsi, bien qu'une relation puisse être réduite à l'autre, on préférera conserver la possibilité de nommer les deux relations. Appliquées à la relation de causalité, le sens de nécessité et suffisance peut donc être ainsi spécifié :

cause nécessaire : A est une cause nécessaire de B si aucune occurrence de B ne se produit sans être précédée d'une occurrence de A. Si A est une cause nécessaire et non suffisante, cela veut dire que B ne se produit jamais sans l'antécédent A, mais que ce dernier doit être combiné avec d'autres antécédents.

cause suffisante : A est une cause suffisante de B si toute occurrence de A entraîne l'effet B. Mais il se peut que B ait d'autres causes que A, au sens où la suffisance de A n'interdit pas que B soit produite par d'autres causes que A.

cause nécessaire et suffisante : si A est une cause nécessaire et suffisante de B, alors A est la cause unique de B (ici le sens de la causalité n'est dû qu'à la succession temporelle).

On voit à présent qu'affirmer la nécessité de la connexion causale revient à affirmer la suffisance des entités du même type de la cause (« la connexion entre A et B est nécessaire » revient à dire : « tous les objets du type de A sont suffisants à produire des objets du type de B »). Comme propriété de la cause, la suffisance correspond mieux que la nécessité à l'idée de production de la cause par l'effet : la cause étant censée produire l'effet, on ne peut la tenir pour une cause si elle ne le produit pas à chaque fois. Toutefois, lorsqu'on examine une relation causale particulière, la cause suffisante n'est jamais une entité simple isolée. Un phénomène particulier a toujours lieu dans un contexte déterminé, en un point de l'espace et du temps, et les entités concernées par la relation de causalité sont entourées de nombre d'autres entités qui sont rarement sans influence sur la relation. Considérons par exemple l'enchaînement : *Je lâche un verre -> Le verre se brise*. L'effet ne se produit pas si le verre tombe sur de la mousse. Il me faut donc, pour être précis, formuler une condition

supplémentaire pour que l'enchaînement soit correct, c'est-à-dire pour que la cause soit suffisante : *Je lâche un verre au-dessus d'une pierre -> Le verre se brise*. Cet effet ne se produit pas si un faucon attrape le verre au vol : *Je lâche un verre au-dessus d'une pierre, il ne rôde aucun animal -> Le verre se brise*. Cet effet ne se produit pas si la pierre, le verre et moi nous trouvons en apesanteur : *Je lâche un verre au-dessus d'une pierre, il ne rôde aucun animal, je suis sur Terre -> Le verre se brise* ; etc. Cet exemple illustre que ce que je tenais pour une cause suffisante est en général une partie d'un ensemble considérable de conditions nécessaires, qui ensemble sont suffisantes à produire la cause. Nécessité et suffisance sont incapables à elles seules à dégager une notion pertinente de causalité, qui permettrait de distinguer une cause parmi d'autres conditions nécessaires.

b Les critères de John Stuart Mill

James Stuart Mill a proposé une formalisation de la démarche inductive de la science expérimentale qui articule le nécessaire et le suffisant aux contraintes de l'observation empirique. Dans *A System of Logic* (Mill 1973), il énonce quatre « méthodes pour l'enquête expérimentale ». Ces méthodes consistent à généraliser les notions de nécessité et de suffisance en fonction des possibilités permises par l'observation empirique. L'emploi raisonné de ces méthodes suppose que l'on ait un candidat au statut de cause, et que l'on compare les effets de sa présence ou de son absence à contexte constant ou variable. Seules les trois premières méthodes sont vraiment des conditions logiques concernant la cause. La méthode de l'accord correspond à la situation où l'on fait varier tous les éléments du contexte sauf la condition dont on veut savoir si elle est une cause. Intuitivement, elle fournit une approximation du test de nécessité (dans la mesure où la variation du contexte est une approximation de « tous les contextes possibles »). La méthode de la différence correspond à un test de suffisance *toutes choses égales par ailleurs* (le contexte est fixé). La méthode de l'accord jointe à la méthode de la différence fournit une approximation du caractère nécessaire (pour toute occurrence où se produit l'effet, la cause était présente) et suffisant

(pour toute occurrence où l'effet ne se produit pas, la cause était absente). Mill énonce ainsi les conditions¹¹ :

Méthode de l'accord (*Method of agreement*) :

Si au moins deux instances du phénomène étudié n'ont qu'une circonstance commune, l'unique circonstance commune à toutes les instances est la cause (ou l'effet) du phénomène.

Méthode de la différence (*Method of difference*) :

Si pour une instance dans laquelle le phénomène étudié se produit, et une instance dans laquelle le phénomène ne se produit pas, toutes les instances sont communes sauf une, présente dans la première, alors l'unique circonstance par laquelle les deux instances sont différentes est l'effet, ou la cause, ou une partie indispensable de la cause ou du phénomène.

Méthode de l'accord joint à la différence (*Joint method of agreement and difference*) :

Si au moins deux instances dans lesquelles le phénomène se produit ont une seule circonstance commune, et au moins deux instances dans lesquelles le phénomène ne se produit pas ont pour seul point commun l'absence de cette circonstance, l'unique circonstance par laquelle les deux ensembles sont différents est l'effet, ou la cause, ou une partie indispensable de la cause ou de l'effet du phénomène.

La quatrième méthode, méthode des résidus, consiste à déduire des causes par soustraction d'un effet causal déjà connu. A la suite des quatre méthodes annoncées par le titre de son chapitre, Mill en mentionne une cinquième, du dernier recours, appelée méthode des variations concomitantes. Cette dernière correspond au critère de conjonction constante de Hume, et s'applique aux éléments impossibles à isoler.

c *Les conditions INUS de Mackie*

¹¹ Dans ces énoncés, « le phénomène » est l'effet dont on cherche la cause, et la cause est cherchée parmi les circonstances, qui correspondent à des conditions.

Mackie (1974) présente une approche de la cause qui articule les notions de nécessité et de suffisance pour les conditions d'un effet particulier. Mill avait proposé à la science expérimentale des règles logiques pour inférer la validité d'une hypothèse causale donnée, en fonction des expérimentations réalisables. Mackie, qui cherche un critère de caractérisation de l'idée commune de cause, se demande quelle est le rôle logique (en termes de nécessité et de suffisance) de l'élément que notre sens commun isole comme étant *la* cause, dans le jeu complexe et multiple de toutes les conditions nécessaires et suffisantes. Il affirme tout d'abord que notre connaissance d'une relation de cause singulière n'est ni l'instanciation d'une régularité, ni une connaissance a priori. Elle relève plutôt d'un raisonnement contrefactuel : la cause est ce sans quoi l'effet n'aurait pas eu lieu (sur le plan logique, cela signifie que la cause est une condition nécessaire). Le principe de contrefactualité fournit un critère de distinction entre *la* cause et les autres conditions nécessaires. La cause est la condition qui fait l'objet du raisonnement contrefactuel, celle que l'on fait varier mentalement ; les autres conditions relèvent de ce qui est fixé, et qu'on peut appeler les circonstances, ou le contexte, ou encore le champ causal (selon une terminologie empruntée au philosophe australien John Anderson). Enfin, notre idée de causalité suppose un mécanisme causal (« *bears some presumption of a 'causal mechanism'* »), et de ce fait des continuités spatio-temporelles et qualitatives, que Mackie place dans les objets.

Comment concilier cette approche de la cause comme condition nécessaire avec l'idée de cause comme condition suffisante ? En articulant nécessité et suffisance en deux niveaux, l'un concernant une condition individuelle (la cause est nécessaire dans les circonstances), et l'autre relatif à l'ensemble plus large des conditions (la cause jointe aux circonstances sont un tout suffisant). Selon Davidson (1967), nécessité, suffisance, et multiplicité s'articulent ainsi : pour un effet donné, plus les conditions sont nombreuses, plus l'ensemble de ces conditions (considérées toutes ensemble) a de chances d'être suffisant, mais moins cet ensemble de conditions a de chances d'être nécessaire (un autre ensemble de conditions aurait pu produire

l'effet)¹². Mackie observe que pour un effet donné, ses causes possibles peuvent être décomposées en une disjonction de conjonctions, en d'autres termes, une collection d'ensembles suffisants de conditions. « Ensemble suffisant de conditions » signifie que la conjonction des conditions appartenant à cet ensemble suffit à produire l'effet. Par exemple, un incendie de forêt peut être causé par la foudre lors d'un orage, ou encore par un mégot oublié un jour sec de grand vent. Ces deux scénarii correspondent respectivement à deux ensembles de conditions suffisantes (aucun de ces scénarii n'est nécessaire, puisque l'autre permet aussi de causer l'incendie). Toutefois chaque ensemble suffisant (qui inclut l'ensemble des circonstances qui permettent à l'effet de se produire) est trop large pour refléter notre idée de cause, focalisée sur un élément. C'est le jeu de la contrefactualité qui distingue une condition particulière au sein de l'ensemble (c'est-à-dire dans le cadre du scénario), celle sans laquelle l'effet n'aurait pas lieu. Le tableau logique est alors complet. La cause est une condition nécessaire (au sein des conditions du scénario) mais insuffisante (car il faut compter les autres éléments du scénario) dans un scénario suffisant mais non nécessaire (car il existe d'autres scénarii produisant l'effet). Cette caractérisation logique s'abrège « INUS » (*Insufficient but Necessary condition in an Unnecessary but Sufficient scenario*). Le champ causal est ce qui indique quel est le scénario à considérer, et quelles sont les conditions du scénario qui appartiennent au contexte.

C'est la caractérisation des causes en termes de conditions nécessaires (INUS) qui fonde Mackie à affirmer que la contrefactualité constitue le cœur de notre appréhension des

¹² Nous avons transposé les termes de Davidson, traduisant ce qu'il désigne par « richesse de la description » en termes de nombre d'éléments de la situation inclus parmi les causes ou les conséquences. Il traite par ailleurs également de la multiplicité de la conséquence. Voici son propos original : « The relation between a singular causal statement like 'the short circuit caused the fire' and necessary and sufficient conditions seems, in brief, to be this. The fuller we make the description of the cause, the better the chances of demonstrating that it is sufficient (as described) to produce the effect, and the worse our chances of demonstrating that the cause (as described) was necessary; the fuller we make the description of the effect, the better the chances of demonstrating that the cause (as described) was necessary, and the worse our chances of demonstrating that it was sufficient. »(p.698). (*En bref, la relation entre une assertion causale singulière comme « le court-circuit est la cause du feu » et les conditions nécessaires ou suffisantes semble être la suivante. Plus riche nous rendons la description de la cause, plus on a de chances de prouver qu'elle est suffisante (sous cette description) à la production de l'effet, et moins bonnes sont nos chances de prouver qu'elle est nécessaire; plus riche nous rendons la description de l'effet, plus on a de chances de prouver que la cause (sous cette description) était nécessaire, et moins bonnes sont nos chances de montrer qu'elle est suffisante*).

séquences causales particulières. La difficulté qu'il lui faut résoudre consiste alors à établir en quoi le raisonnement contrefactuel ne consiste pas en l'application d'une règle de régularité à un cas particulier, auquel cas il ne se distinguerait pas de l'approche de Hume ou Mill qui ne permet pas de distinguer entre les régularités causales et celles qui ne le sont pas. Mackie discute successivement les arguments de Kant, Ducasse, Hart et Honoré. Puis en s'appuyant sur Mill et Popper, il reprend la distinction entre d'une part, les lois de fonctionnement (*laws of working*), nécessaires, qui énoncent des règles absolues et valables dans tous les univers possibles, et d'autre part, les lois que Mill appelle les collocations, qui relèvent des conditions initiales du système (Popper), et ont un caractère accidentel et inexplicable par nature. La science se sert des secondes (en faisant varier les collocations) pour essayer d'établir les premières. Dans quoi réside la nécessité spécifique des lois de fonctionnement ? Selon Kneale, elles sont inobservables par nature, transcendantes, descriptibles mathématiquement. Mackie rejette le caractère transcendant de la structure sous-jacente aux lois de fonctionnement, et suggère (en critiquant les objections faites à d'Alembert), que la notion de persistance ou de continuité structurelle ou qualitative peut constituer (p.218) ou servir d'indice à (p. 223) la notion d'une nécessité résidant objectivement dans les lois de fonctionnement. Il suggère ensuite, citant les travaux de Michotte (cf. I - 2.4.3), que ces notions pourraient également être au cœur de notre sens intuitif de la causalité. Finalement (p.229), une séquence causale singulière instancie une loi pure de fonctionnement (*pure law of working*), qui est elle-même une forme de persistance partielle. La séquence singulière est donc identique à un processus recelant une continuité qualitative ou structurelle. Celle-ci peut être observable ou non : on n'en a pas moins trouvé une caractéristique générale des processus causaux constituant un lien entre causes et effets¹³.

La difficulté liée à l'analyse contrefactuelle des enchaînements causaux singuliers était qu'un raisonnement contrefactuel ne peut être tenu pour vrai (ou acceptable avec certitude) dans la mesure où il implique un raisonnement sur des mondes possibles, et s'appuie donc sur des faits non observés. L'approche de la causalité dans les objets suggérée par Mackie lui permet d'affirmer que les raisonnements contrefactuels ne sont pas vrais en eux-mêmes, mais sont des substituts (*surrogates*) d'affirmations qui peuvent être vraies. L'utilisation des

¹³ p. 229 : « ... a general characteristic of causal processes, sometimes observable, sometimes not, which constitutes a link between cause-events and effect-events similar to but more

raisonnements contrefactuels se justifie d'une part, par les inférences inductives appuyant les lois de fonctionnement qu'ils mettent en œuvre, et d'autre part, par l'observation des régularités.

En définitive, on peut distinguer deux aspects relativement indépendants de la contribution de Mackie. D'une part, sa discussion de ce que contient notre idée de la causalité : alors que Hume y voit l'idée d'une connexion positive et a priori (« les B suivent les A nécessairement »), Mackie argumente en faveur d'une connexion analysée en termes de contrefactualité dans le cas singulier (« Si ce A n'avait pas eu lieu, dans les circonstances, ce B n'aurait pas eu lieu »). D'autre part, il développe une approche rationaliste de la causalité, en affirmant que les lois pures du fonctionnement sont objectives, donc dans les choses, et propose en quoi ces lois peuvent se manifester dans les enchaînements causaux singuliers. Il accepte toutefois une conclusion essentielle de Hume, à savoir que notre connaissance des lois de fonctionnement est inductive, et par suite, que c'est l'induction qui nous détermine à porter les jugements singuliers de causalité, pour autant que c'est elle qui nous donne accès (par la science) aux lois de fonctionnement. Les continuités structurelles ou qualitatives parfois observables constituent, conjointement avec les opérations inductives de la science, des indices à l'appui des pures lois de fonctionnement qui sont dans les objets. Mackie demeure cependant imprécis quant au contenu psychologique de notre appréhension de la causalité. En effet, bien qu'il rende compte favorablement de la proposition de Michotte que la causalité peut être perçue dans un cas singulier par sa manifestation dans une continuité, il maintient l'idée que les relations causales singulières sont analysées en termes de contrefactualité, et prête à cette « forme de raisonnement primitive » une valeur adaptative (p. 56); de plus, il indique que l'observation des continuités constitue un appui ou une justification à ces analyses contrefactuelles. Il semble suggérer ainsi que la perception ne contribue à l'évaluation de la causalité qu'indirectement, par l'apprentissage, en permettant de développer (ou fonder) l'appréhension contrefactuelle des enchaînements causaux.

L'approche de la cause comme condition INUS combine une caractérisation logique de la causalité avec la notion de champ causal (implicite dans les caractérisations de Mill). Cette approche présente le mérite de prendre acte, dans une description logique, du fait que

selective than the relation defined by Ducasse, since it relates specifically relevant causal features to those features which constitute the result. »

l'attribution d'une cause consiste, dans le sens commun, à distinguer une condition parmi plusieurs autres dont le statut logique est identique. Toutefois Mackie ne précise pas explicitement pour quelles raisons certaines conditions appartiennent au champ causal, et d'autres font l'objet du raisonnement contrefactuel. Les points I - 2.2.2 et I - 2.2.3 présentent des théories systématisant les critères de distinction d'une cause dans un ensemble de conditions.

I - 2.2.2 Sélection a priori de l'angle de vue

a Immanence et transcience

Certaines approches de la causalité définissent à priori l'angle de vue permettant de distinguer la cause en utilisant comme référentiel l'objet qui subit des modifications lors du processus causal. La modification de l'objet est le signal d'une causalité, et l'effet est l'expression de caractéristiques intrinsèques de l'objet modifié. Hare & Madden (1975) recourent à la notion de pouvoir causal. La notion de pouvoir causal, malgré la faiblesse de sa puissance explicative, permet toutefois de tracer une frontière entre deux catégories de causes : dans l'explication du devenir d'un objet, contribuent à la fois ses propriétés (des causes immanentes), et des événements contingents (des causes transcientes). Un pouvoir causal lié à un objet peut trouver à s'exprimer ou non : il faut la présence d'un facteur extérieur, déclencheur, pour que s'exprime l'effet immanent au pouvoir causal. Un exemple permet d'illustrer cette notion. Si je frotte une allumette soufrée sur une surface rugueuse, elle s'enflamme. La cause immanente de la flamme est la propriété qu'a cette allumette de s'enflammer à la suite d'un frottement. Il existe d'ailleurs un mot permettant de rendre cette idée : c'est l'inflammabilité de cette allumette qui nomme son pouvoir causal. Il est clair que l'inflammabilité et le frottement, vus comme causes de la flamme, ne jouent pas un rôle symétrique : si l'allumette n'était pas inflammable, elle ne serait pas une allumette, car l'inflammabilité participe à l'essence même de l'allumette. Aussi longtemps que je pourrai appeler « allumette » une allumette, celle-ci doit être inflammable. En revanche, le frottement qui a donné lieu à la flamme aurait tout aussi bien pu se produire à un autre moment, hier, ou dans deux ans, ou bien pas du tout : il n'est pas nécessaire à l'essence de l'objet « allumette ». Ce frottement, qui a libéré, en le laissant s'exprimer, le pouvoir d'inflammabilité de l'allumette, a un caractère contingent, accidentel. Le changement produit (la combustion) est donc décrit comme la rencontre d'une cause immanente (inflammabilité) et d'une cause

transcienne (friction). La première est un pouvoir causal “enfermé” dans l’objet, et la seconde est la circonstance qui permet la libération du pouvoir causal. La notion de cause immanente désigne les facteurs intrinsèques des transformations que subit un objet ; si le pouvoir causal est en général compris comme une donnée statique, la notion d’immanence peut également impliquer l’idée d’un devenir ou d’un développement naturel de l’objet (Emmet, 1984). Cette vue se rapproche de la conception aristotélicienne de la nature, dans laquelle l’état final est compris comme un état de maturité.

b Stable / transitoire

Le principe de sélection de la cause qui vient d’être présenté relève d’une caractérisation philosophique de la cause. Il nous semble cependant opportun de mentionner également certaines notions issues du domaine de la psychologie de l’attribution causale qui constituent un apport original aux approches philosophiques. La psychologie de l’attribution causale étudie non pas ce qu’est la cause, mais ce que nous jugeons être la cause. Les distinctions appartenant à ce domaine de recherche visent à caractériser non pas des critères normatifs de sélection d’une cause parmi les conditions, mais à caractériser quels sont critères effectifs par lesquels nous distinguons une cause parmi des conditions. Il n’est pas dans notre propos de présenter l’ensemble des approches et des résultats d’une discipline aussi vaste que l’attribution causale. Nous passerons donc sous silence un grand nombre de théories de l’attribution causale dont les modèles correspondent à des approches philosophiques présentées par ailleurs. Le lecteur désireux d’avoir une vue d’ensemble de la discipline pourra se reporter à Hewstone (1989), ou à Beauvois, Joule & Monteil (1989).

Certaines recherches du domaine de l’attribution opposent, pour ce qui concerne l’explication des comportements humains, les causes stables aux causes transitoires (e.g. Serlin & Beauvois, 1991). Si la distinction immanent/transcienne se superpose à la frontière entre intrinsèque et extrinsèque, ce n’est pas le cas de la distinction stable/transitoire, car ces qualificatifs peuvent s’appliquer à des états internes du sujet. Une des hypothèses fondamentales de Heider (1944), fondateur de ce domaine de recherche, était que nous préférons attribuer un comportement humain particulier aux traits de la personnalité de l’agent (stables), plutôt qu’à d’autres causes passagères ou accidentelles, que ces dernières soient internes à l’agent (e.g. état émotionnel ou croyance liés à la situation) ou externes (purement circonstanciels). On a nommé ce phénomène la surattribution dispositionnelle. Heider (1958) utilise une métaphore perceptive pour décrire l’analyse causale des comportements

humains. Selon lui, l'action perçue agit comme stimulus proximal, le stimulus distal étant une propriété dispositionnelle du monde ('dispositionnal property'). Les propriétés dispositionnelles, connaissances relatives à la stabilité des choses, sont notre moyen de rendre la réalité intelligible et contrôlable. Dans le même ordre d'idées (Hewstone, 1989), Ichheiser avait souligné avant Heider la tendance à surestimer l'unité de la personnalité (présupposition de la détermination personnelle du comportement). Il avait le premier signalé la tendance spontanée à attribuer le succès ou l'échec à une compétence, plutôt qu'à d'autres facteurs, y compris dans des situations où la compétence ne pouvait être mise en cause (comme dans les jeux de hasard).

c La personne comme cause privilégiée

Dans les hypothèses de Heider, le rôle de la personne humaine dépasse d'ailleurs la distinction entre le stable et le transitoire : nous avons naturellement tendance, dans une situation dont nous sommes témoins, à surestimer l'importance causale de la personne (ex. ses capacités, sa volonté), par contraste aux autres éléments de la situation (ex. l'opportunité, la contrainte). Ce principe de la « personne comme prototype de l'origine » a pris depuis le nom d'« erreur fondamentale d'attribution » (Ross, 1977). Cette dénomination permet de distinguer plus clairement entre le phénomène observé (biais du jugement d'attribution causale en faveur de la personne) et sa possible explication théorique (la personne comme prototype de la cause ; cf. I - 2.4.4). Jones et Harris (1967) ont produit une démonstration efficace de ce principe dans une expérience où l'on présentait à des étudiants américains un court texte rédigé par un autre étudiant, pour ou contre Fidel Castro (contre est la condition correspondant aux attentes). Pour les mêmes textes, les expérimentateurs ont dit à une moitié des sujets que l'auteur avait été libre de choisir son camp (pour ou contre Castro) ; à l'autre moitié des sujets on disait que le sujet avait été imposé à l'auteur dans le contexte d'un exercice académique. Les sujets ont du ensuite juger l'attitude réelle des auteurs vis-à-vis de Castro. Jones et Harris ont observé un biais significatif sous-estimant les circonstances (sujet imposé) à la faveur de la personne : les jugements de fidélité de la thèse du texte aux opinions de l'auteur n'étaient pas différentes entre les 2 groupes. Une seconde expérience, dans laquelle les sujets avaient dû préalablement rédiger un texte au thème imposé, a révélé un biais dans le même sens que la première expérience.

I - 2.2.3 Sélection en fonction de l'objectif pragmatique

Les catégories traitées au paragraphe précédent consistent en définitive à attribuer des rôles différents à des causes simultanées, en fonction de leur position par rapport à un objet dont les transformations sont l'effet observé. La cause est intérieure ou extérieure à l'objet, propre à sa nature ou contingente. Une telle approche exige le choix d'un objet qui constituera le référentiel de l'immanence ; il nous reste à comprendre ce qui détermine ce choix (est-ce l'acide qui est corrosif ou le fer qui est corrodable ?). D'autre part, lorsque je lâche une pomme et qu'elle tombe par terre, si je devais considérer cet effet comme l'expression d'une propriété immanente, cette dernière appartiendrait plutôt à la Terre qu'à la pomme, qui est pourtant l'objet subissant la modification la plus notable.

Hart et Honoré (1959), dont la réflexion concernait le domaine de la causalité en droit, ont proposé un système de distinction de la cause qui s'appuie sur une forme d'immanence s'appliquant à une situation au lieu d'un objet. Cette classification s'appuie sur l'idée de déroulement « normal » ou habituel des événements. De la même façon que l'argumentation n'est utile que là où il y a un doute, je n'ai besoin d'expliquer un phénomène que parce qu'il présente un aspect inhabituel. Je définis alors la cause comme l'élément (événement, état, propriété, fait, etc.) de la situation initiale sans lequel tout se serait déroulé normalement. La cause est donc une cause relative à un scénario « standard ». Une telle définition permet de comprendre que la cause pertinente pour un médecin n'est pas la même que la cause pertinente pour un patient. Certes, toutes les explications ne portent pas nécessairement sur des faits « inhabituels ». Mais il demeure que l'on peut toujours considérer la question du « pourquoi cela ? » comme une question du type « Pourquoi cela et pas telle autre chose ? ». On voit alors que la définition de la cause qui est proposée par ces auteurs s'appuie sur le point de vue d'un scénario donné, celui-ci peut être le scénario habituel, mais il peut aussi être autre, et la pertinence de la cause correspondant au référentiel est alors gouvernée par le questionnement qui mène à rechercher la cause. L'idée essentielle ici n'est finalement pas celle de scénario *habituel*, mais l'idée que toute question « pourquoi » est posée en référence implicite à un scénario.

I - 2.2.4 Multiplicité des causes: figure et fond

Le trait commun des différents principes de sélection évoqués dans les points précédents est que la cause se distingue des autres conditions comme une figure sur un fond. Une caractérisation purement logique échoue à fournir des explications de la répartition des objets entre ce qui est focalisé et de ce qui appartient au contexte. S'il peut y avoir des biais systématiques (vers la personne humaine par exemple, comme l'a montré la littérature sur l'attribution causale, cf. I - 2.2.2 c), le discours, en tant qu'acte de parole gouverné par des buts spécifiques (un questionnement spécifique), contribue également à tracer la frontière entre l'objet mis au premier plan lors de la recherche de la cause et son fond contextuel. En précisant au point I - 2.5 le rapport entre discours et causalité, nous décrirons plus précisément la façon dont il peut influencer sur la détermination de la cause.

I - 2.3 Degré de détail : chaînes causales

La multiplicité des causes d'un effet ne correspond pas uniquement à la conjonction des conditions qui le produisent immédiatement. Si l'on est déterministe, on considère que tous les phénomènes s'enchaînent causalement. Nous traitons la question de la chaîne causale sous deux angles. Nous évoquons d'une part la question de la première des causes, et d'autre part la possibilité d'une modification du degré de détail de la chaîne causale, par le jeu du grossissement.

I - 2.3.1 Causes enchaînées, causes ordonnées : cause première et causes secondes

Si l'on admet le principe de causalité, à savoir que toute chose, événement, fait, état, etc. a une cause, alors, de cause en cause, à la façon des enfants qui appliquent obstinément la question « pourquoi ...? » à la dernière réponse qu'on leur a fournie, on est conduit à la question métaphysique de la première des causes. On peut choisir d'y répondre ou non. La tradition péripatéticienne (Ben Maïssa, 1982) distingue en tout cas entre la « cause première », et les causes secondes, celles de la nature, celles qui nous sont intelligibles, lesquelles ont elles-mêmes d'autres causes hors d'elles-mêmes. Le *Livre de l'explication d'Aristote au sujet du bien pur*, connu au moyen âge latin sous le titre *Liber de causis*,

explique que les causes secondes, qui se séparent de leur effet (donc ne transmettent pas leur être), ne parviennent pas à rendre compte de l'être des effets ; la cause première, elle, ne se sépare pas de son effet : l'être procède de la cause première, laquelle est sa propre cause. Si la cause première n'est pas celle qui nous rend les événements du monde intelligibles ou prévisibles, elle est néanmoins présente avec toutes les causes des causes, dans l'explication totale du « pourquoi ». La conception de cause première différente en nature des causes secondes, et efficiente en chaque occurrence de causalité, s'est éteinte avec Malebranche (1638 – 1715). Le problème de l'enchaînement subsiste néanmoins. on peut difficilement nier la transitivité de la relation de causalité : Si C1 est cause de E, et C2 est cause de C1, alors C2 est une cause (fût-elle indirecte) de E. Il ne serait toutefois pas raisonnable de recourir, dans toutes les explications, à toutes les causes, causes des causes, causes des causes des causes, et ainsi de suite jusqu'à la cause première si l'on admet son existence. Le “big bang” est de peu d'intérêt dans l'explication d'un accident de voiture. On atteint nécessairement un point où la transitivité n'opère plus vraiment, où ce qu'on ne peut pas nier comme étant une cause, au nom de la transitivité, n'apparaît pas comme une explication pertinente (à ce régime, il faut compter la naissance parmi les causes de la mort). On se satisfait en général de la cause la plus proche de cette chaîne, celle qui est apparemment efficiente. Il n'existe toutefois pas de critère pour décider quels éléments de la chaîne des causes sont pertinents: la cause de la guerre de 40 est-elle l'ordre d'invasion donné par Hitler ou le traité de Versailles de 1919 ?

I - 2.3.2 Cause directe ou indirecte

On est alors conduit, si l'on cherche la cause prochaine d'un événement, à s'interroger sur la notion de distance entre la cause et l'effet. Par exemple, si, à la suite de mon action sur l'interrupteur, la pièce s'éclaire, la pression de mon doigt est cause de la lumière. On peut cependant affirmer qu'entre cette pression et l'apparition de la lumière, peuvent s'insérer une chaîne de causes intermédiaires : la pression de mon doigt induit un mouvement du bouton qui se termine par la fermeture du circuit électrique, ce qui permet le mouvement des électrons, lequel fait chauffer le filament à l'intérieur de l'ampoule, jusqu'au point où le dégagement d'énergie est suffisant pour produire de la lumière. Il se pourrait qu'entre deux de ces causes, on puisse encore intercaler d'autres causes intermédiaires, et ainsi de suite, à l'infini. L'univers des enchaînements causaux pourrait être ainsi compris comme un espace infiniment décomposable d'actions causales. On le conçoit plutôt en général comme un espace discret, « granuleux » ; autrement dit, on admet l'existence d'un degré de

décomposition maximal de la chaîne causale en cause élémentaires, où chaque cause est la cause la plus proche, la plus directe de la cause suivante. D'ailleurs, qu'un tel grain existe ou non dans la réalité, on imagine mal que notre connaissance des relations de causalité ne comporte pas de telles « relations atomiques de la causalité ». Revenons à l'exemple de la lumière, et supposons que la décomposition que nous venons de proposer est une décomposition en causes élémentaires. C'est la dernière de ces causes que l'on pourrait légitimement nommer la cause prochaine de la lumière : celle qui précède directement l'effet, et qui le produit. Dans ce cas précis, si une personne présente dans la pièce se demande pourquoi la pièce se trouve tout à coup éclairée, elle sera peu renseignée par la connaissance de la cause prochaine : le filament chauffait. La connaissance de cette cause est sans doute cruciale dans l'approche scientifique, mais elle n'est pas toujours la plus pertinente dans la vie courante. Reprenons le même exemple, avec l'effet inverse. J'appuie sur l'interrupteur, et la lumière ne se fait pas. Pourquoi ? Parce que le filament ne chauffe pas. Cette réponse, une fois de plus, ne m'est pas d'un grand secours : que le dernier élément de la chaîne causale ne se soit pas produit peut résulter d'une discontinuité à n'importe quel point de la chaîne. Supposons qu'en démontant l'interrupteur, je voie qu'un fil avait quitté son logement. Je dirai alors que la lumière ne s'est pas allumée parce que le fil n'était pas dans son logement, au niveau de l'interrupteur. Il serait absurde d'expliquer cette panne par le fait que le filament ne chauffait pas. Lorsque j'aurai identifié ce point de discontinuité, c'est alors que j'aurai compris ce qu'est la cause. Ce cas, cette fois, s'applique aussi au raisonnement scientifique. La cause de la panne ne réside pas dans la non réalisation de la cause prochaine, mais dans la non réalisation de la première des causes de la chaîne à n'être pas réalisée.

On voit donc que le choix, dans une chaîne causale, de *la* cause pertinente, n'est qu'un cas particulier du problème de la sélection d'une cause parmi plusieurs : l'organisation en chaîne de ces causes n'intervient en l'occurrence que comme une particularité du scénario. La notion de chaîne causale introduit l'idée d'une « échelle » de la causalité, au sens où l'on peut choisir un grossissement plus ou moins grand selon son but. Par exemple, la physique aura tendance à essayer de trouver la cause la plus « petite », la plus élémentaire (échelle subatomique); la chimie s'intéressera à des interactions causales d'un niveau de grossissement un peu moins poussé (la molécule), et la biologie développe ses explications causales à un degré de grossissement encore plus faible (la cellule, l'organe, etc.). Une explication biologique ne trouve pas sa place en physique, de même qu'il serait absurde d'essayer de

rendre compte, par exemple, de la division des cellules à partir des seules lois de la physique des particules.

En définitive, le mécanisme qui permet de sélectionner une cause parmi la multiplicité des conditions produisant un effet requiert une double action discriminative orientée par le discours : d'une part, le détachement d'une figure sur un fond, par l'établissement de ce qui appartient au contexte (le donné), et dont se détache la figure, sujet du discours ou du questionnement, et lieu possible du raisonnement contrefactuel. D'autre part, type de questionnement induit explicitement ou implicitement par le discours détermine l'échelle, ou le niveau de grossissement spatio-temporel avec lequel la succession causale sera abordée, et par suite le registre des connaissances pertinentes. Ainsi, au sujet de la mort d'un accidenté de la route, le médecin invoque les hémorragies multiples, l'assureur incrimine la négligence du conducteur, et les ingénieurs de la DDE attribuent l'accident mortel à un défaut d'éclairage de l'intersection (exemple adapté de Hanson, 1958). Ces observations soulignent à nouveau ce que la notion de causalité doit à celle d'explication.

I - 2.4 Expérience de la causalité

I - 2.4.1 Volonté : cause prochaine et finale

Les deux types fondamentaux d'enchaînements causaux sont, d'une part, l'effet provoqué par une volonté agissante, et d'autre part, la causalité régie par les lois physiques de la nature. Dans le premier cas, la volonté agissante à la source de l'effet ne peut être qu'un être humain, ou Dieu. Dans ce cas, la cause première de l'effet ne réside pas dans les péripéties physiques ayant entraîné l'effet, mais dans une volonté. La différence fondamentale entre la causalité faisant intervenir une volonté et la causalité physique est que dans le cas de l'intention (la volonté) comme cause, cause efficiente et cause finale sont confondues. Pour la causalité physique, le recours aux explications finalistes a été abandonné depuis Descartes : une cause efficiente n'est pas une cause finale. Il faut alors admettre qu'au moins en cela, il faut penser différemment les deux types de relations causales, humaine et physique, en ce que l'une est par nature finaliste (s'il y a doute, il porte sur son caractère d'efficience), et l'autre non.

Comment ce système de causalité s'articule-t-il à celui qui gouverne la succession des événements naturels ? Jusqu'à la naissance de la science moderne, le principal problème était de rendre la notion de cause mécanique compatible avec cette forme de causalité, autrement dit d'accorder la régularité des phénomènes naturels avec la toute-puissance de la volonté divine. Dans la période postérieure, la relation entre causalité physique et volonté est pensée en sens inverse : comment comprendre la notion de volonté si le monde physique, support matériel de cette volonté, est causalement déterminé ? Cette question est liée à celle de la réductibilité de l'esprit au corps. Si l'on est mentaliste, il faut élucider la relation causale entre les phénomènes mentaux et les phénomènes physiques qui en découlent : on est en présence de deux formes de causalité différentes à cause de la différence de nature des objets impliqués. Si l'on est physicaliste, il n'en demeure pas moins que l'action du sujet humain reste un phénomène à comprendre. Il faut notamment traiter la question de la liberté, c'est-à-dire celle de la possibilité que nos pensées et les actions qui en découlent échappent au déterminisme strict que nous supposons pour les événements physiques. On peut également vouloir déterminer dans quelle mesure nos introspections, les raisons que nous donnons de nos actes ou de ceux des autres reflètent leur réalité causale.

Quel que soit le parti philosophique que l'on adopte, il apparaît que la causalité physique et la causalité d'intention sont deux systèmes qu'il est difficile d'analyser de façon uniforme. Dès qu'on cherche à donner une définition opérationnelle de la causalité, on est réduit à en donner deux, irréductibles l'une à l'autre. En témoigne par exemple, dans le domaine de l'intelligence artificielle, le système d'apprentissage des relations causales OCCAM de Pazzani, (1990). Cet auteur classe les phénomènes causaux en deux grandes catégories, la causalité physique (*physical causality*) et la causalité sociale (*social causality*). Pazzani caractérise la causalité physique par le jeu de la transmission des forces, alors que le moteur de la causalité sociale est l'intention ou le but d'un individu ou d'un groupe d'individus.

De nombreux auteurs considèrent que notre notion de la causalité est issue de notre expérience de la causalité : notre capacité à agir physiquement sur notre environnement immédiat serait le modèle psychologique de la causalité, sociale ou physique. Selon les auteurs, ce prototype contient ou non un caractère finaliste. Cette approche de notre notion de la causalité s'appuie sur l'idée que notre notion de la causalité puise sa source aux caractéristiques de notre apprentissage des interactions causales. Le point suivant résume les arguments relatifs au développement de la notion de causalité chez le sujet ; nous

mentionnons ensuite d'autres théories affirmant l'existence d'un prototype humain de la causalité, sans référence explicite à ses origines dans le développement.

I - 2.4.2 Expérience de l'efficace et apprentissage de la causalité

Selon Maine de Biran (1834), contrairement à ce que prétend Hume, nous avons l'expérience directe de notre propre causalité, et cette expérience directe est indissolublement liée au moi, à l'identité consciente du sujet :

« Il est bien vrai que dans l'expérience extérieure le fait ne peut jamais être prévu dans l'énergie de la cause (...). Il en est tout autrement dans une expérience intérieure, telle que celle de notre effort libre, ou de l'efficace de la volonté dans les mouvements [sic] qu'elle produit. Nous sentons l'effet en même temps que nous apercevons la cause, et le premier acte de conscience nous apprend aussitôt à prévoir le fait du mouvement dans l'énergie même de la cause qui est moi » (p. 278)

La psychologie scientifique a tenté dès le début du vingtième siècle de décrire la psychogenèse de la notion de causalité (Claparède, 1903). Piaget (1925) admet avec Maine de Biran que la causalité est liée chez l'enfant à l'efficace, c'est-à-dire « au sentiment d'une liaison entre le désir et le résultat obtenu ». Toutefois s'il admet que « l'idée de force est le résultat d'une expérience interne », il conteste que l'expérience de l'efficace (expérience de sa propre capacité d'action sur l'environnement) soit « sentie d'emblée comme interne » par l'enfant (Piaget, 1927). Selon Piaget (1925), le phénoménisme (causalité inférée de l'observation de la conjonction de phénomènes) est préalable, et nécessaire à l'émergence du sentiment de soi qui se produit vers l'âge de huit mois : l'enfant forme d'abord sans discrimination des associations entre ses désirs et les événements concomitants de son champ perceptif. Le moi émerge dans la conscience progressive qu'il acquiert de son propre corps par l'interaction, soumise à son désir, de ce corps avec son environnement immédiat.

Ensuite, la notion de cause évolue en trois phases. Vers 4-5 ans, la causalité par efficace est intimement mêlée à la causalité phénoméniste (c'est le stade de la précausalité, dans lequel la pensée magique est dominante). Dans une seconde étape, la causalité par efficace disparaît pour laisser place à la seule causalité phénoméniste ; enfin, le stade rationnel (vers 8-9 ans) fait intervenir des hypothèses plausibles, et exclut les idées d'action à distance. Ces trois stades de la notion de causalité sont à mettre en parallèle avec les explications que

les enfants donnent du mouvement apparent de la lune qui suit leur propre mouvement. À quatre ans, l'enfant dit être le seul à pouvoir la faire bouger ou s'arrêter ; tout en étant phénoméniste, l'enfant « applique » une efficace sur les relations qu'il observe. À six ans, il conserve la croyance en une relation directe entre son mouvement et celui de l'astre, mais perd la foi en son efficace personnelle : la lune le suit parce qu'elle le veut bien. C'est le stade purement phénoméniste, durant lequel un enfant dira qu'un caillou coule parce qu'il est lourd et fort, et cinq minutes plus tard qu'un autre caillou coule parce qu'il est blanc. Enfin, l'enfant ne croit plus que la lune le suit.

C'est dans le cadre de la théorie du développement par assimilation et accommodation que Piaget (1971) interprète le mécanisme du passage de la causalité efficace à la causalité concernant les objets du monde extérieurs. L'assimilation, selon Piaget, est le mécanisme par lequel l'enfant coordonne ses actions en schèmes stables et répétables. L'accommodation est le mécanisme de modification des schèmes lorsqu'ils sont inadaptés à une situation donnée. C'est par des cycles d'assimilation (répétition des schèmes, par généralisation de ces schèmes de nouveaux objets, apprentissage de ce qui s'y applique ou non) et accommodation (mise à jour des schèmes) que l'enfant élabore peu à peu ses opérations. Il propose qu'il y a convergence entre la psychogenèse des opérations et celle des explications causales : la causalité « apparaît donc à son tour comme un système d'opérations, mais attribuées aux objets, c'est-à-dire situées dans le réel et tendant à exprimer ce que produisent ces objets lorsqu'ils agissent les uns sur les autres en se comportant en tant qu'opérateurs ». En bref, « le noyau causal qu'est l'activité propre (...) se pulvérise en une série de centres par objectivation progressive de la causalité » (Piaget, 1996).

I - 2.4.3 Approche de la « perception directe de la causalité »

Par contraste avec ces vues, il existe une lignée récente et vigoureuse de recherches visant à appuyer la thèse que la causalité est sinon perçue d'emblée, du moins traitée comme telle à des stades très précoces du développement. Par exemple, Michotte (1953 ; 1962), Leslie (1988) et Spelke (2000) illustrent cette vue. Les travaux les plus nombreux dans la période récente adoptent une approche développementale.

La plupart des protocoles expérimentaux visant à établir une capacité à percevoir directement les relations causales du monde physique sans référence à notre action propre sont inspirés des expériences de Michotte (1953), qui concernaient les adultes. C'est pourquoi

nous présentons ici brièvement ses thèses et les travaux expérimentaux par lesquels il les a explorées. Sauf mention explicite d'une autre source, nous nous référons ici aux travaux présentés dans *La perception de la causalité* (Michotte, 1953). En opposition frontale avec la thèse de Hume, Michotte considère (p.13) que « certains événements physiques [donnent] une impression immédiate de causalité ». Les expressions « impression causale » et « perception de la causalité » sont employées indifféremment par Michotte. On peut voir un objet *agir sur* un autre objet, ou *produire* une action sur un autre objet, ou le *modifier*. La perception ne se borne pas à « l'impression de deux mouvements spatialement et temporellement coordonnés » : l'action est perçue comme telle. Cette affirmation se situe explicitement dans la lignée de la théorie de la forme (*gestalt*) qui analyse les configurations (e.g. une figure spatiale, une mélodie) comme un tout, une globalité irréductible analytiquement ; leur appréhension perceptive ne peut en conséquence être comprise comme la perception de la somme de leurs parties : elle est directe, indécomposable. Michotte affirme que le monde phénoménal n'est pas une juxtaposition de « pièces détachées » : il a pour trame essentielle les relations fonctionnelles, qui « donnent leur signification aux choses qui nous entourent, car c'est en constatant ce que les choses *font* qu'on apprend ce qu'elles *sont*¹⁴ ». Les relations causales sont un sous-ensemble des relations fonctionnelles. Il illustre cette distinction par l'exemple d'un enfant, pour qui un chapeau sera longtemps un objet « qu'on place sur sa tête » (relation fonctionnelle), sans songer à son rôle de protection (relation causale). Michotte émet (p. 3) le projet gestaltiste de montrer que la connaissance des relations fonctionnelles n'est pas « une *élaboration* secondaire des données sensorielles¹⁵ ».

Michotte considère, à la suite de Metzger, que « la causalité phénoménale implique le passage (le saut), d'un objet à l'autre, d'un processus ou d'une propriété de l'un d'eux. ». Avec Duncker, il affirme que les objets en relation causale « ne sont pas toujours aussi 'détachés', isolés l'un de l'autre que ne l'avait indiqué Hume ». La liaison est rendue « au moins partiellement patente » dans la coïncidence spatiale et la coïncidence temporelle, mais aussi par l'existence fréquente d'une « correspondance étroite entre l'effet et la cause, au point de vue forme et matière ». Michotte cite des exemples de cette correspondance : la transmission du mouvement d'une bille à une autre, les traces laissées par les « pattes d'un animal qui ont la même forme que l'objet qui les imprime, l'humidité de la pluie qui passe

¹⁴ Cette affirmation est à rapprocher de la notion d'affordance (cf. II - 2.4.2 d, et *infra*)

¹⁵ C'est Michotte qui souligne (ainsi que dans les citations suivantes).

dans l'humidité des pavés qu'elle mouille, etc... ». Ainsi, la forme, l'aspect, la direction, etc. , passent de la cause à l'effet sous une forme immédiate pour l'intuition.

A travers les 95 expériences présentées dans *La perception de la causalité*, Michotte examine la formation de « l'impression causale » (dans le domaine de la causalité mécanique) à partir d'images de formes simples projetées sur un écran, ou d'un dispositif constitué de deux disques qui tournent derrière un écran percé d'une fente horizontale, et qui permettent de figurer des formes en mouvement dans le rectangle dessiné par la fente. Ces dispositifs permettent de montrer au participant des séquences de mouvements de formes sur un fond blanc. Puis le participant doit décrire ce qu'il a vu. Les deux premières expériences, portant respectivement sur « l'effet lancement » et « l'effet entraînement » illustrent clairement le principe de l'ensemble des expériences. Dans la description des expériences, les lettres A et B correspondent à des rectangles noirs mobiles. Dans la première expérience (effet lancement), la scène vue par les participants était la suivante : A se dirige vers B immobile, et au moment du contact, A s'immobilise et B se met immédiatement en mouvement dans la direction que suivait A, à la vitesse antérieure de A, ou moins vite. Michotte rapporte que les participants « voient l'objet A donner un choc à l'objet B et le *chasser, le lancer en avant, le projeter, lui donner une impulsion*. L'impression est évidente, c'est le choc de A qui *fait partir* B, qui *produit* son mouvement ». Dans la seconde expérience, on montre une variante de la séquence précédente : après le contact, A poursuit son mouvement, A et B et se meuvent juxtaposés l'un à l'autre jusqu'à ce qu'ils s'arrêtent. Les descriptions des participants indiquent que A « cueille B au vol », le prend avec lui, ou le pousse en avant. Ici encore, « c'est A qui *fait avancer* B, qui *produit* le déplacement de B ». Si dans l'une ou l'autre de ces deux premières expériences, on introduit une pause dans le mouvement, c'est-à-dire que les deux carrés sont immobiles pendant 0,2s ou plus avant que la séquence ne continue, alors les sujets décrivent ce qu'ils ont vu comme deux mouvements successifs, sans lien causal entre les deux. Aucune des deux phases n'est non plus interprétée comme une influence causale (par exemple du type « A est attiré par B ») ; elles présentent toutefois « les caractères remarquables du 'rapprochement' et de 'l'écartement' (...) ainsi qu'un caractère d'*activité* (...) ». L'impression d'écartement est d'ailleurs parfois formulée par « fuite ». Michotte conclut de ces observations que « la génération du mouvement est *directement vécue*. Il ne s'agit point d'une inférence, ni d'une 'signification' ajoutée à une impression de mouvement ; en d'autres mots, le 'donné' n'est pas une simple représentation, un symbole de la causalité. De même que le mouvement stroboscopique n'est pas, psychologiquement

parlant, le 'symbole' d'un mouvement, mais *est* un mouvement phénoménal, de même, la causalité perçue ici *est* une causalité phénoménale ».

Michotte interprète la production de « réponses causales » comme une preuve de l'existence d'impressions causales. Il énonce (Michotte, 1962, p.73) la principale critique qui peut être portée cette interprétation, à savoir qu'elles traduisent une capacité de catégorisation du sujet, c'est-à-dire une capacité à rapporter les données vues à des expériences communes : « Il est donc possible a priori que les réponses causales soient évoquées par la similitude des situations dans l'éventualité même où il n'y aurait aucune structure perceptive causale en jeu, et où les réponses seraient simplement dictées par les connaissances acquises en matière de physique, naïve ou scientifique ». Michotte (1953) oppose trois réponses à ces objections. La première est qu'il n'utilise que des sujets nouveaux pour des présentations uniques, afin d'éviter une « ambiance intellectuelle orientée vers la causalité ». La seconde est que les sujets affirment formellement qu'ils ne procèdent pas à une induction ou à une interprétation, mais qu'ils livrent une « expérience perceptive spécifique et immédiate de causalité ». Enfin, on observe des cas d'impression causale non conformes à la catégorie réelle : par exemple une réponse d'effet levier associée à des stimuli dans lesquels il n'y avait pas de contact entre le levier et son support. Michotte indique que ces expériences permettent d'écarter l'intervention des connaissances acquises.

On peut critiquer ces trois arguments en explicitant leurs présupposés. Le premier argument implique que la demande faite par l'expérimentateur au participant de décrire la scène vue n'est pas interprétée comme la demande d'une formulation plus intelligible, ou plus sémantique que celle des données perceptives. On peut critiquer l'argument en s'interrogeant sur la signification de la tâche de description. Les réponses des sujets peuvent refléter le fait que les sujets interprètent la demande de description comme une demande d'intelligibilité supplémentaire par rapport aux données objectives du stimulus. La spontanéité des réponses causales peut simplement traduire une tendance systématique à rendre significatives ou intelligibles les expériences vécues lorsqu'on les communique : les réponses non causales ne seraient alors produites que lorsqu'il est impossible de condenser l'expérience vécue en une figure de sens commune. La proposition que tout compte-rendu langagier est spontanément causal ne peut être réfutée qu'en produisant une situation dans laquelle le participant aurait la possibilité de décrire causalement une perception, et ne le ferait pas. Or les expériences de Michotte n'explorent que la réciproque, à savoir qu'elles recherchent jusqu'à quel degré de « violation des règles naturelles » les interactions entre mobiles sont décrites causalement.

Accepter le second argument ne requiert pas seulement de s'autoriser à tenir pour argent comptant ce que rapporte un participant : cet argument suppose également que la production d'une description langagière de la réalité *puisse* ne pas impliquer de processus d'interprétation. Enfin, le troisième argument sous-entend qu'une catégorisation imprécise ou erronée n'est pas possible (ce qui revient à nier la possibilité d'une métaphore ou d'une approximation). En définitive, il apparaît que l'interprétation de Michotte repose sur une vue du langage comme transcription fidèle de la réalité : le mot serait l'expression de concepts purs, et non le reflet d'une catégorie de l'expérience. Par ailleurs, il néglige la possibilité qu'il existe des présupposés pragmatiques dans l'interaction entre l'expérimentateur et le participant.

On peut affirmer que Michotte a fait œuvre de sémanticien, en déterminant quelles configurations du réel (dans le cadre restreint de la mécanique des solides, telle qu'elle peut être représentée par son dispositif), quelles configurations cinétiques d'objets, correspondent respectivement aux notions de « lancement », « entraînement », « traçage », etc... En effet, les critères qui lui permettent de délimiter une frontière entre impressions causales (lancement, entraînement, traçage), et impressions non causales, au premier rang desquelles les impressions d'activité (se rapprocher, s'écarter, frapper...) sont fondés non pas sur des données psychologiques, mais sur sa propre catégorisation des expressions langagières en causales et non causales. C'est à ce titre qu'on peut affirmer que son étude ne portait pas sur la causalité (qui n'est qu'une catégorie surimposée a priori aux productions langagières, mais sur la langue. Ainsi il considère comme témoignant de l'absence d'une impression causale les productions « A donne un coup à B », ou « A heurte B », et comme témoignant d'une impression causale les productions « A pilonne B » « A donne un coup de pied à B et le lance », ou « A écrit/peint/fait un trait ». Si les expériences de Michotte sont interprétables en termes de sémantique expérimentale, précisons qu'il ne s'agit pas de sémantique cognitive, c'est-à-dire d'une étude des composantes mentales de la signification, mais d'une sémantique au sens traditionnel, c'est-à-dire une mise en relation des expressions langagières avec la réalité à laquelle elles réfèrent.

Dans la même ligne, White (1988), ne se contente pas d'affirmer que l'expérience de la causalité propre n'est pas première. Réinterprétant les travaux de la littérature de la « causalité perçue », il propose un modèle selon lequel la causalité intentionnelle est généralisée à partir d'une notion préalable de causalité comme continuité perceptible. Son hypothèse est que les relations entre événements traitées par le bébé sont les relations dans

lesquelles la continuité d'un mouvement est préservée entre deux entités, à l'échelle temporelle de la mémoire iconique (inférieure à une seconde). Cette continuité comporte quatre aspects : la contiguïté temporelle, la contiguïté spatiale, l'ordre séquentiel (la cause précède l'effet), et la similarité. Ce n'est qu'ensuite que cette notion première de la causalité est abstraite et généralisée à d'autres échelles temporelles. À mesure que se développent des capacités d'attention et de mémoire qui permettent d'agrandir l'échelle spatiale et temporelle des événements cognitifs, le traitement de la causalité se généralise à d'autres phénomènes grâce à la perception dans ces phénomènes des quatre caractéristiques de la continuité causale.

A White et aux tenants d'une causalité antérieure à l'expérience de la causalité intentionnelle, Piaget (1925) avait opposé par avance un argument offrant peu de prise : si le sentiment de l'efficace n'est pas premier dans la capacité du bébé à associer les événements du monde entre eux, on peut toutefois douter que « les séquences entièrement indépendantes du corps de l'enfant [soient] jamais senties comme causales avant que l'enfant ait découvert, par sa propre activité, la notion de cause ». Que le bébé ait un comportement qui manifeste une capacité d'attention particulière à la congruité ou à l'incongruité causale ne signifie pas qu'il a le *sentiment* ou la *notion* de la causalité ; ces comportements peuvent aussi bien relever de réflexes conditionnés, ou de mécanismes innés. La formation de l'impression de causalité chez Piaget est indissociable de l'émergence de la distinction entre moi et l'extérieur. Si l'on veut rendre seconde l'efficace dans la psychogenèse de la causalité il est nécessaire de proposer une théorie alternative de l'émergence du sentiment de soi. A ce défi, le courant « innéiste » illustré notamment par Spelke oppose une vue selon laquelle le noyau de connaissances du nourrisson est suffisant pour lui permettre d'« expérimenter » le monde par le biais de la perception visuelle, et ainsi développer sa connaissance des interactions causales antérieurement au développement du contrôle de soi. Pour une revue des nombreux arguments empiriques à l'appui de cette thèse, ainsi que pour une discussion détaillée du débat concernant le nourrisson, nous renvoyons le lecteur à Lécuyer, Pêcheux & Streri (1996).

I - 2.4.4 L'action volontaire comme prototype de la causalité

Parmi les chercheurs qui admettent l'existence de prototypes ou de modèles de la représentation (cf. II - 3.2.3), l'existence d'un modèle de l'action volontaire humaine ne fait pas débat. Nous avons mentionné l'hypothèse de Heider (1958) de la personne comme

prototype de l'origine causale (cf. I - 2.2.2 c). Le Ny (1989), affirme que le schéma agent-action-patient est une représentation de la causalité humaine inscrite dans la mémoire sémantique de tout locuteur. Lakoff & Johnson (1985) vont plus loin en faisant de l'action volontaire un prototype général de la notion de causalité. Ces auteurs attribuent à la représentation typique de la causalité les caractéristiques suivantes : il y a un agent du changement, un patient sur lequel le changement se produit, l'agent a pour but un changement du patient et possède un plan pour le provoquer, lequel exige une action motrice contrôlable de l'agent impliquant un contact (direct ou indirect) du patient. Enfin, le changement subi par le patient doit être perceptible, et l'agent et le patient sont uniques.

Pour conclure, il nous semble que la vue selon laquelle l'expérience de notre propre efficace est le modèle de la causalité fournissent une explication naturelle à la préférence du sens commun pour la causalité efficace suggérée au point I - 1.2. L'idée commune de la causalité mécanique, qui implique mouvement et contact, semble calquée sur notre propre capacité d'action sur l'environnement, elle aussi médiée par nos mouvements, par les contacts et actions sur les objets qui nous entourent. La différence majeure entre ces deux types de causalité est que l'une fait intervenir la volonté, et l'autre non. Mais peut-on affirmer que nos représentations des événements physiques sont entièrement dénuées de connotations finalistes ?

I - 2.4.5 Typologies d'objets fondées sur le rapport à l'expérience subjective de la causalité

Le rôle de la causalité humaine peut également intervenir dans l'évaluation des antécédents causaux par une classification des objets selon le rapport possible qu'ils entretiennent avec l'agentivité humaine. Sous ce rapport figurent les oppositions entre être humain et objet inanimé, entités naturelles et artificielles, la notion de manipulabilité.

Si, comme le suggère Heider, la personne est le prototype de la cause, alors il faut que la cause finale soit aussi un prototype de la cause. À l'appui de cette hypothèse, on peut citer travaux menés par Berzonsky (1971). Berzonsky a demandé à des enfants d'expliquer des événements concernant différents types d'objets : des objets « familiers » (pourquoi la voiture bouge, pourquoi le réveil fait-il tic-tac...), ou des objets « distants » (pourquoi le vent souffle-t-il ?), ou encore des phénomènes accidentels (pourquoi les avions s'écrasent-ils ?). Il a classé les explications en deux catégories, « non naturelles », et « naturelles ». Les explications non naturelles sont celles où l'enfant recourt à des explications motivationnelles, finalistes,

morales, magiques, animistes, et dynamiques (ces catégories sont celles caractérisant les explications précausales de Piaget, 1927). Les explications naturelles reposent sur la logique ou des mécanismes. Berzonsky a observé que les explications non naturelles sont moins souvent appliquées aux événements concernant des objets familiers que des objets lointains, et moins encore aux accidents. Les explications naturelles suivent un schéma inverse : elles sont plus fréquentes pour les objets familiers. White (1990) remarque que dans le matériel de cette expérience, la familiarité était confondue avec la distinction entre objets artificiels et objets naturels. Il propose donc d'interpréter ainsi les résultats de Berzonsky : la causalité mécaniste est le modèle privilégié par le sens commun pour expliquer les phénomènes concernant les objets artificiels, alors que les modèles explicatifs impliquant volonté, volition, ou agence sont préférés dans le domaine des objets naturels. Une distinction proche de celle qui oppose les objets naturels et artificiels repose sur l'idée de manipulabilité. Une interaction causale est manipulable s'il j'ai la possibilité de modifier, de produire ou d'empêcher la cause de façon à éprouver la nécessité du lien causal. Si la relation causale est manipulable, je suis, par la possibilité de mon action, la cause virtuelle de l'effet. Ainsi, si la distinction artificiel /naturel introduit l'agentivité dans l'origine des objets, la distinction entre manipulable et non manipulable la situe dans l'occurrence causale.

I - 2.5 Causalité et discours

Jusqu'ici nous avons essentiellement traité la causalité sous l'angle des caractéristiques de la réalité qui la définissent, ou qui sont prises en compte dans la distinction de la cause. Nous avons toutefois mentionné, à propos de la distinction entre figure causale et champ causal, que les objectifs pragmatiques du discours ont une importance dans notre appréhension de la cause. Nous revenons ici sur l'importance de la notion de discours pour la causalité. Nous évoquerons d'abord dans les deux premiers points en quoi il peut y avoir une causalité de nature discursive, avant de montrer en quoi les règles propres à l'activité discursive impliquent un référentiel pour l'évaluation de la causalité.

I - 2.5.1 Causes et raisons

En général nous n'avons pas prêté des intentions aux objets. En revanche, pour ce qui concerne notre analyse quotidienne du comportement humain (ou animal), nous recourons

volontiers à leur explication par des idées, des croyances, des attitudes, intentions. En bref, nous tenons les événements mentaux pour des causes, finales ou non, des comportements. Si l'on excepte la parenthèse du béhaviorisme radical, c'est également le projet de la psychologie scientifique d'expliquer la relation entre nos comportements et les événements mentaux dont nous sommes le siège. Le début du siècle dernier a vu s'affronter deux vues sur la légitimité de cette approche de la psychologie comme science naturelle (Engel, 1996). Il s'agit en effet de distinguer entre les causes (ce que recherche une science) et les raisons. Les premières relèvent de l'explication, et les secondes sont du domaine de la compréhension, ou de l'interprétation. Le débat (illustré notamment par l'opposition entre Frege et Husserl) porte sur la question de savoir si l'on peut connaître des causes objectives du comportement, ou si l'on ne peut que s'appuyer sur les raisons, c'est-à-dire des entités culturelles, ou institutionnelles (la psychologie ne peut prétendre au titre de science naturelle que si elle traite vraiment des causes, et non si elle confond les causes et les raisons). Les raisons s'inscrivent dans le cercle herméneutique, c'est-à-dire qu'elles ne peuvent être évaluées en dehors de leur système interprétatif ; une raison est sa propre justification, elle est comprise « de l'intérieur », en elle-même. Elles diffèrent en cela des causes, entités « naturelles », qui peuvent être appréhendées par un œil extérieur (en ce sens, une raison n'est d'ailleurs pas nécessairement une cause finale). La vue réductionniste consiste à considérer que les seules causes sont physiques, et que toute psychologie maniant la notion de représentation est dans le domaine des raisons. Un siècle de pratique rigoureuse de la psychologie expérimentale a toutefois apporté la preuve qu'il était possible de fournir des explications pertinentes des comportements cognitifs dans un cadre expérimental, garantissant les critères de falsifiabilité et de reproductibilité sur lesquels reposent les sciences naturelles.

I - 2.5.2 Causes du monde/causes du discours

Nous n'en dirons pas plus sur le débat de la causalité en psychologie, qui relève de l'épistémologie. Retenons simplement ici que la distinction qui en a émergé entre les causes et les raisons fournit un critère important de discrimination entre explications du « pourquoi » : les premières s'appliquent aux choses, les secondes relèvent d'une logique propre au discours. L'articulation des causes est celle de la réalité, tandis que les enchaînements de raisons sont des enchaînements de nature discursive. Causes et raisons, dans ces acceptions, sont toutes rangées sous la catégorie des causes par le sens commun. C'est pourquoi nous préférons référer à cette distinction en termes d'opposition entre causes factuelles et causes discursives.

D'ailleurs, les causes discursives peuvent être vues comme des causes « naturelles », concernant non pas le niveau du contenu du discours, mais le niveau de l'acte de discours. Illustrons ceci par un exemple. Considérons les deux enchaînements suivants (cet exemple est inspiré de Traxler, Sanford, Aked & Moxey, 1997):

(1) Il pleut, donc les pavés sont mouillés.

(2) Les pavés sont mouillés, donc il pleut.

La phrase (1) présente un enchaînement causal factuel, qui concerne le monde décrit dans le discours. La phrase (2) présente un enchaînement tout aussi compréhensible, mais de nature argumentative. Traxler et collaborateurs qualifient la phrase (1) d'« affirmation causale », et la phrase (2) d'« affirmation diagnostique ». En fait, l'enchaînement (2), qui fait sans conteste intervenir le plan du discours, peut être compris comme causal à deux titres différents, que nous illustrons par les reformulations suivantes :

(2a) Je dis « il pleut » parce que j'ai dit « les pavés sont mouillés »

(2b) Je dis « il pleut » parce que les pavés sont mouillés.

Dans les deux phrases, la conséquence est un acte de discours. C'est le niveau auquel la cause est située (dans le discours ou dans les faits) qui fait varier la nature de l'enchaînement causal. L'enchaînement explicité en (2a) est situé au niveau du discours : c'est un enchaînement purement argumentatif. L'enchaînement (2b) dessine en revanche un lien causal entre un élément du monde dont il est question dans le discours et la situation d'énonciation. Ces deux exemples marquent deux bornes extrêmes de l'intervention du discours dans la causalité. Entre ces deux situations, la nature de l'interaction causale entre le fait référé et sa conséquence varie avec sa valeur épistémique dans la phrase :

(2c) Je dis « il pleut » parce que je crois que / je pense que / je suis certain que / j'imagine que / je veux que / [etc.] les pavés sont/soient mouillés.

La compréhension d'une des phrases suggérées par (2c) met en œuvre les théories causales du compreneur, qui lui permettront de relier l'événement mental exprimé à sa conséquence ; cette relation n'est alors pas purement argumentative. Nous regroupons sous la dénomination « causes discursives » tous les enchaînements dans lesquels ce n'est pas le contenu seul mais l'acte de discours qui est impliqué dans la relation causale. Cette notion

recouvre un champ plus large que celle d'affirmation diagnostique de Traxler et al. (1997), qui nous semble correspondre à (2a).

I - 2.5.3 Causes « plus profondes » : le discours comme référentiel

Le plan du discours peut agir à double titre comme un référentiel d'évaluation des causes du monde qu'il décrit. En effet, le discours détermine un point de vue dans la description des événements qui définit un contexte, ou champ causal (voir I - 2.2.1c). Les informations du texte décrivant le contexte fixent le champ causal, référence à partir de laquelle sera évaluée la cause. C'est le texte qui indique, par son contenu, quelles sont les circonstances des événements, et donc quel est le « scénario » de référence par rapport auquel la cause apparaît comme origine d'une déviation. Pour comprendre ce qui relève du champ causal et ce qui relève de la figure potentiellement causale, le récepteur du discours peut s'appuyer sur les maximes de pertinence et d'informativité proposées par Grice (1975). Ces maximes expriment un contrat tacite entre producteur et récepteur du discours, selon les termes duquel le discours produit ne doit pas contenir d'informations inutiles, parce que sans rapport avec le thème ou l'objet du discours (pertinence) ou sans valeur informative pour l'élaboration d'une représentation du discours (informativité). De ces deux maximes dérivent des stratégies permettant de discerner entre le champ causal et les éléments qui s'en détachent. La maxime de pertinence permet de supposer que toute information donnée va jouer un rôle dans la cohérence du discours. La maxime d'informativité est un détecteur d'informations à détacher du contexte : si le discours contient une séquence qui semble inutile ou redondante avec ce que le compreneur a déjà élaboré du contexte, alors la présomption d'informativité invite le compreneur à supposer que l'information présentée dans cette séquence va se distinguer du contexte et jouer un rôle de premier plan. Ces mécanismes de mise en place d'un point de vue par le texte, influent sur la causalité par le contraste que le point de vue opère entre certains référents sur lesquels l'accent est mis et le contexte. Une éventuelle discrimination causale dépendra de la perspective instituée par le texte.

Selon le but du discours, ce n'est pas toujours par des informations mises en valeur que le discours indique le lieu de la causalité. En effet, ce dernier est parfois déduit par soustraction en vertu du principe que s'il faut trouver la cause des phénomènes décrits, c'est que celle-ci n'y est pas explicitée. La recherche de la cause peut-être comprise comme la recherche d'un élément plus profond, au-delà de l'information donnée (Bruner), principe à

rapprocher de l'idée de Piaget qu'une propriété essentielle de la relation de cause est de dépasser l'observable. C'est ce phénomène qu'attestent Ahn, Kalish, Medin, & Gelman (1995), en commentant la méthodologie des expériences sur l'attribution causale : lorsque, après avoir fourni des informations à un sujet, on lui demande de proposer des causes possibles, ce dernier comprend cette question comme la demande d'un élément autre que ceux qui lui sont fournis. Les productions recueillies par ces auteurs indiquent que le choix spontané des sujets dans une telle situation n'est pas d'invoquer directement les éléments fournis dans l'explication : les sujets recherchent plutôt des mécanismes (non donnés) susceptibles de relier les informations données à l'événement à expliquer. Selon les auteurs, les sujets expliquent l'événement, ou émettent des hypothèses à son sujet, en recourant à des informations qui ne leur sont pas données, en vertu d'une maxime gricéenne (c'est la pertinence de la question cette fois qui domine), selon laquelle si on leur demande cette explication ou hypothèse, c'est que les données initiales ne fournissent pas une explication suffisante. L'idée de cause comporte ici une exigence de nouveauté. Ce qui est ici décrit comme une conception spontanée de l'explication causale chez le vulgaire, se trouve également formalisé en épistémologie dans la notion d'explication : « une théorie nouvelle constitue une explication soit lorsqu'elle fait apparaître un rapport *nouveau* entre des domaines de faits (...) qualitativement différents, soit lorsqu'elle permet de prédire des faits qualitativement *nouveaux* » (Halbwachs, 1971 ; nous soulignons).

Le discours installe donc ce que l'on pourrait appeler un champ causal, et qui comporte deux composantes : une positive, car sont données des informations sur la situation suggérant ce qui appartient au contexte, ou au scénario « normal », de référence (ce qui est au rang de conditions, par opposition aux causes) ; l'autre négative, car le type de questionnement dans lequel s'inscrit le texte, et qu'il contribue aussi à instaurer, permet d'exclure, par leur simple formulation, que certaines choses soient admises au rang d'explication. Ainsi, le contenu du discours constitue un référentiel d'évaluation de la cause, qui dépend à la fois du contenu véhiculé, et des buts pragmatiques qu'il sert.

I - 3 Conclusion

Le rapide tour d'horizon présenté dans ce chapitre visait à présenter les différentes approches de la causalité *dans les choses*. Il apparaît que pour être omniprésente dans nos vies et notre discours, la causalité n'en est pas moins problématique dès lors qu'il s'agit de la définir ou de la caractériser. Hume a efficacement montré que toute caractérisation de la causalité qui soit fidèle à l'idée de production (ou de connexion nécessaire) que nous en avons manque de critères objectifs et observables qui permettraient d'établir le lien causal dans un enchaînement singulier. La causalité est avant tout une connaissance (une synthèse de nos expériences passées), jointe à une croyance (celle que le monde est régi par des lois de fonctionnement stables). Si l'idée de force productive demeure dans la conception commune de la relation causale, la science en revanche a préféré revenir à une approche de la causalité qui met l'accent sur les relations formelles. En définitive, la nécessité d'un système de référence pour l'appréhension de la cause découle de son caractère de connaissance. La causalité est une confrontation des faits nouveaux à la synthèse que nous avons formé de notre expérience sous forme de lois (connaissances) causales. Toute inférence causale singulière relève de l'établissement ou de l'application d'une forme de théorie sur le monde, scientifique ou naïve.

La difficulté à sonder la nature même de la causalité n'empêche pas la « pratique » de la causalité, dans la science comme dans les explications naïves que nous avons du monde qui nous entoure. Un des principaux aspects du problème de la détermination de la cause d'un phénomène est qu'il s'agit d'isoler une cause parmi plusieurs conditions cooccurrentes. A cet égard, on ne conçoit pas de cause hors d'un système de référence. La notion de champ causal, qui implique une forme de distinction entre figure (cause ou cause putative) et fond (champ causal) est une pièce commune à toutes les approches de la détermination de la cause. Selon l'approche adoptée, les déterminants du champ causal dépendent des caractéristiques mêmes de la situation (qualifiées en termes logiques, ou bien en rapport avec un prototype), ou bien des buts pragmatiques qui soutiennent le questionnement causal. Le discours joue un rôle important dans l'institution d'un référentiel pragmatique pour l'appréhension causale. Finalement, le plan des actes du discours paraît tenir une place importante dans la détermination même des causes « dans le monde ». Le chapitre suivant aborde le rôle de la causalité dans la compréhension de textes. Les théories de la causalité présentées dans le présent chapitre visent à fournir une clé de lecture permettant de situer les enjeux du rôle de la causalité et de sa représentation dans les différentes approches de la compréhension de

textes ; cet arrière-plan théorique sur les approches de ce qu'est la cause dans les choses ou dans notre conception commune nous permettra de montrer en quoi la causalité en est une question cruciale du problème de la représentation du texte.

Chapitre II La relation de causalité dans une approche multidimensionnelle de la compréhension de textes

Le premier chapitre présentait les principaux problèmes et approches concernant la définition de la causalité. Son but était de fournir au lecteur un contexte théorique suffisant pour comprendre et situer les approches de la causalité présentées dans le présent chapitre. Nous abordons ici la causalité sous l'angle de son rôle dans la compréhension de textes. La première partie du chapitre définit le champ de la compréhension de textes et présente les principales notions du domaine. Le modèle de situation est défini comme une représentation structurée faisant à la fois figure de produit et d'instrument de la compréhension de texte. Les dimensions de sa cohérence sont présentées. La question de leur représentation est abordée par la confrontation entre deux théories distinctes de la compréhension, à savoir le modèle d'indexation d'événements de Rolf Zwaan, et le modèle Construction-Intégration de Walter Kintsch. Au sujet du premier, on examine la question des unités et du format de la représentation des dimensions ; au sujet du second, on discute de la possibilité et de l'intelligibilité de la représentation des informations liées aux dimensions. L'analyse du modèle de Kintsch indique que la puissance expressive du modèle est en général sous-utilisée, du fait d'une difficulté de caractérisation des corrélats psychologiques aux paramètres mathématiques du modèle. Il est proposé une vue du modèle d'indexation qui le caractérise comme une recherche des dimensions par lesquelles le modèle de situation est une

représentation analogique. Dans la troisième partie du chapitre, le rôle des connexions causales dans le modèle de situation est étudié plus en détail. Nous décrivons en quoi la causalité est une dimension structurant le modèle de situation. Les principales données du traitement en ligne de la causalité sont présentées, puis finalement situées dans une classification qui permet de les mettre en rapport avec les approches philosophiques présentées au chapitre 1, et avec les hypothèses relatives au format des représentations.

II - 1 Compréhension, cohérence, et modèle de situation

Comprendre un texte, c'est en élaborer une représentation mentale cohérente. La mise en mémoire de cette représentation peut servir de nombreux buts : se rappeler, répéter, transmettre, résumer, ou encore critiquer son contenu. Dans cette partie du chapitre, nous allons montrer que les représentations mentales du texte sont des entités structurées (cohérentes), et qu'il existe plusieurs niveaux de représentation. Nous mettrons notamment l'accent sur la notion de modèle de situation, qui est la représentation de la situation à laquelle réfère le texte, plutôt que la représentation de sa structure formelle ou de son contenu sémantique immédiat. Nous passerons finalement rapidement en revue les différents facteurs susceptibles d'influer sur le niveau et la qualité du modèle de situation. Il existe en effet plusieurs niveaux de compréhension, correspondant à des niveaux et degrés d'élaboration variables de la représentation du contenu d'un texte.

II - 1.1 Définition de la cohérence textuelle

Les linguistes définissent le texte (mot formé à partir du latin *textere*, « tramer », ou « entrelacer ») comme une « chaîne linguistique écrite ou parlée formant une unité communicationnelle » (Ducrot & Schaeffer, 1995, p.494). Le texte est une unité sémantique, et non une unité de forme, comme le sont la phrase ou le syntagme (Halliday & Hasan, 1994/1976). Le contrat implicite entre l'auteur et le lecteur est que les unités dont le texte est composé entretiennent des liens sémantiques. Les relations de cohérence entre phrases réalisent l'unité du texte (van Dijk, 1977). Une définition suffisamment exigeante de la compréhension d'un texte implique donc non seulement la représentation du sens individuel

de ses unités, mais aussi la représentation des relations de cohérence, celles qui font du texte un tout pertinent. C'est cette exigence qui conduit de nombreux auteurs à envisager la compréhension de textes comme une activité de résolution de problème : le problème à résoudre est d'établir les liens de cohérence entre les différentes unités du texte, en général les épisodes décrits par ses phrases (e.g. Black & Bower, 1980 ; Trabasso & Van den Broek, 1985; Fletcher & Bloom, 1988 ; Graesser, Singer & Trabasso, 1994 ; Trabasso & Magliano, 1996 ; Noordman & Vonk, 1998 ; Tapiero, 2000). La recherche de la nature et des types de relations de cohérence, de leurs relations hiérarchiques, de leur maintien en mémoire, et l'étude des processus par lesquels nous établissons la cohérence en lisant sont des questions fondamentales de la recherche sur la compréhension de textes. Avant de présenter les principales notions du domaine, nous allons d'abord illustrer ici par un exemple en quoi la compréhension est une tâche d'établissement de la cohérence. Puis nous préciserons la distinction entre cohérence et cohésion. Considérons la séquence de phrases suivante :

- (1) Pierre versa son café dans sa tasse.
- (2) Machinalement, il y versa du lait.
- (3) Puis il a ajouta du sel au mélange.
- (4) Mathilde pouffa de rire.

S'il faut lire cette séquence de phrases comme un texte, et en élaborer une représentation unifiée, il est nécessaire d'identifier de nombreuses relations de cohérence. Nous en indiquons ici quelques unes.

- (a) Dans (2), « Il » réfère à Pierre (mentionné dans (1)).
- (b) Dans (2), l'adverbe de lieu « y » renvoie à la tasse de café de (1).
- (c) Dans (3) « Il » réfère à Pierre (mentionné dans (1)).
- (d) Dans (3), « le mélange » désigne le café au lait.
- (e) Dans (4), Mathilde est témoin de la scène décrite dans les trois phrases précédentes, et elle rit de l'étourderie de Pierre.

Les relations (a), (b), et (c) sont des relations de coréférence (les deux phrases partagent un même référent, Pierre et/ou la tasse). Ces trois relations sont signalées par la présence de marqueurs linguistiques de l'anaphore à résoudre (le pronom personnel ou l'adverbe de lieu). La relation (d) est aussi une relation de coréférence, mais elle n'est pas marquée syntaxiquement : c'est le sens du nom « mélange », et non sa fonction syntaxique qui nous indique que le mélange dont il s'agit est le café au lait (la cohérence aurait été différente si l'on avait substitué « ragoût » à « mélange »). Aucun élément du texte n'explique la nature de la relation (e). La phrase (4) ne partage aucun référent ni aucun prédicat avec les phrases qui la précèdent. Pour établir la cohérence, il faut à la fois avoir une représentation de l'ensemble de la situation (Pierre mal réveillé, Mathilde présente qui le voit verser le sel), et recourir à des connaissances du monde (le café salé est infect, Mathilde pouffe sans doute en imaginant la tête de Pierre quand il y goûtera).

Cet exemple vise à illustrer trois faits relatifs à la cohérence. Le premier est que lorsque nous comprenons un texte, nous devons recourir à des élaborations pour établir des liens entre ses parties (ex. (a)), en puisant parfois dans nos connaissances pour établir ces liens parfois complexes (ex. (e)). C'est ce travail de mise en relation en vue d'établir la cohérence que l'on appelle inférence. Le second point est que certaines relations de cohérence sont signalées par des moyens linguistiques (ici, les relations (a), (b), et (c)), alors que d'autres ne le sont pas. Enfin, la cohérence ne se limite pas à la coréférence (relation (e)) : elle repose parfois sur une appréhension globale de la situation décrite par le texte. Avant de revenir plus en détail sur la causalité comme dimension de la cohérence de la représentation mentale du texte, nous présenterons la notion de modèle de situation et ses principaux modèles. Apportons ici deux précisions terminologiques. Le mot « inférence » peut désigner soit le processus d'établissement du lien, soit l'information qui fait le pont entre deux éléments du texte (par exemple, « Pierre va faire une drôle de tête »), ou encore l'information qu'*il y a* un lien entre les deux éléments du texte (le lien entre les deux est direct). Suivant Champion & Rossi (1999), nous réserverons le mot « inférence » à l'information faisant lien, et « production d'inférence », ou « élaboration d'inférence » au processus d'élaboration associé. D'autre part, on réserve en général le mot « cohésion » aux cohérences marquées linguistiquement, tandis que le mot « cohérence » désigne la catégorie plus générale des relations sémantiques entre phrases (van Dijk, 1977). Le terme d'explication est parfois utilisé pour désigner la mise en relation de l'information entrante avec des informations antérieures du texte (e.g. Trabasso & Magliano, 1996). Champion & Rossi (1999) qualifient ces inférences

de rétrogrades, par opposition aux inférences antérogrades, qui sont les élaborations prédictives. D'autres auteurs (e.g. Van den Broek, Lorch, Linderholm & Gustafson, 2001) utilisent le terme « explication » pour désigner la mise en relation de l'information entrante avec les connaissances, par opposition aux inférences rétrogrades, qui établissent des liens entre les informations du texte. Afin d'éviter la confusion, nous n'utiliserons le mot « explication » que dans une acception plus générale (cf. II - 1.4), et préciserons le cas échéant de quel type d'inférence nous voulons parler.

II - 1.2 Niveaux de représentation, modèle de situation

Au point précédent, nous avons utilisé l'expression « représentation mentale du texte ». Cette formulation ambiguë recouvre trois niveaux de représentation (van Dijk & Kintsch, 1983) qui se distinguent par leur position entre les deux pôles que constituent la surface du texte et la situation à laquelle ce dernier réfère. Avant de présenter les trois niveaux proposés par van Dijk et Kintsch, nous introduisons séparément leurs hypothèses concernant le format de la représentation et la nature de la cohérence, car ces hypothèses sont séparables de la notion de niveau de représentation. Nous présenterons ensuite les deux premiers niveaux (microstructure et macrostructure), qui sont des représentations du texte proprement dit, avant d'évoquer le modèle de situation, ou modèle mental, qui fait intervenir les connaissances propres du compreneur.

Le modèle de van Dijk & Kintsch propose que le sens du texte est représenté par des propositions, qui sont des entités amodales analogues aux prédicats de la logique du premier ordre, ou aux structures de la grammaire de cas. Les propositions sont des structures sémantiques à places fixes. On appelle arguments les entités qui instancient ces places. Les arguments sont soit d'autres propositions, soit des concepts (nœuds lexicaux ou groupes nominaux). La cohérence entre les propositions repose sur le partage d'arguments : deux propositions sont connectées entre elles si elles ont en commun un argument. Nous avons illustré au point précédent les limites de cette approche de la cohérence. La distinction que ces auteurs proposent entre microstructure, macrostructure et modèle de situation demeure une classification pertinente des types de cohérence, quelles que soient les hypothèses que l'on fait sur la nature des unités de représentation. Les notions de microstructure et macrostructure permettent d'opposer la cohérence locale à la cohérence globale, et la notion de modèle de

situation permet d'envisager la cohérence du texte, au-delà des unités textuelles, au niveau de la situation dont il est question dans le texte.

Le premier niveau, la microstructure, est la représentation la plus proche du texte verbatim. Elle englobe la surface même du texte (son lexique et sa syntaxe), et la base de texte, c'est-à-dire le sens des phrases dans ce qu'il a d'indépendant de sa surface (ce sens est représenté au format propositionnel selon van Dijk et Kintsch), et les inférences éventuelles qui permettent d'établir la cohérence locale, c'est-à-dire la cohérence entre phrases ou propositions adjacentes ou proches. La microstructure n'est pas hiérarchisée, son organisation est linéaire.

Le second niveau, la macrostructure, contient les idées principales du texte, hiérarchisées selon leur importance. La macrostructure est élaborée à partir de la microstructure selon les règles permettant de construire le sens global d'une séquence du discours à partir du sens exprimé localement par les phrases. Les trois règles sont la suppression (d'informations trop détaillées ou peu pertinentes), la généralisation (qui substitue à une séquence de propositions une macroproposition unique qui dérive de chacune), et la construction (qui substitue à une séquence de propositions une macroproposition unique qui dérive de l'ensemble). Ces macrorègles sont récursives (c'est-à-dire qu'elles s'appliquent à leur tour aux macropropositions), la hiérarchie résultante comporte donc plusieurs niveaux. La macrostructure reflète l'organisation globale du contenu sémantique du texte.

La distinction entre représentation du texte et représentation de la situation a émergé parallèlement, avec d'une part, la notion de modèle mental dans les travaux de Johnson-Laird (1983), et d'autre part la notion de modèle de situation chez van Dijk & Kintsch (1983). Si le premier a surtout mis l'accent sur l'aspect analogique des modèles mentaux et sur leur rôle dans la résolution de problèmes, les seconds ont élaboré la notion de modèle mental au service d'une théorie de la compréhension de texte (et dans ce domaine, les deux notions sont souvent utilisées de façon interchangeable). Les deux approches sont équivalentes en ce qu'elles affirment l'existence d'une représentation dont la structure et le contenu repose moins sur la structure et la formulation du discours lui-même que sur les caractéristiques de la situation ou du problème auquel le discours réfère. On peut définir le modèle de situation comme la représentation mentale des référents, relations, événements et actions auxquels le texte renvoie, ainsi que de l'ensemble de la situation à laquelle ils appartiennent. Le modèle de situation est épisodique, au sens où il renvoie à une occurrence situationnelle

singulière dans un monde possible, et non à une structure générale, à une catégorie de situations. Avec la notion de modèle de situation, ce n'est plus le texte et son contenu qui occupent la place centrale dans l'étude de la compréhension : c'est le compreneur. Le texte est vu comme un apport d'informations permettant au lecteur d'élaborer ou de mettre à jour une représentation qui lui est propre, et à l'élaboration de laquelle les informations du texte ne suffisent pas. Cette approche permet de rendre compte de la résolution par le compreneur des problèmes de coréférence, et de l'intégration de connaissances extérieures au texte, qui lui permettent d'en établir la cohérence. La perspective adoptée par le texte sur la situation n'est pas la seule possible, et le compreneur peut s'appuyer sur le modèle de situation pour s'en dégager (cet aspect est très important lorsque l'activité de compréhension a un but d'apprentissage ou d'évaluation critique). Dans une perspective plus large, Denhière & Baudet (1992) affirment que les modèles mentaux jouent le double rôle de représentation du monde et d'univers référentiel des expressions langagières. Par un effet en retour, les modèles mentaux jouent un rôle de structuration du réel.

Les observations expérimentales attestant d'un modèle de situation sont nombreuses (Zwaan & Radvansky, 1998 ; Kintsch, 1998 en présentent des revues). Dans l'une des plus anciennes, Bransford, Barclay & Franks (1972) ont fait écouter à leurs sujets des phrases du type de 1 ou 2 (ci-dessous), qui ont des structures syntaxiques identiques, et qui ne diffèrent que par un mot (le premier mot souligné).

1. Three turtles rested beside a floating log, and a fish swam beneath them.
(Trois tortues étaient posées à côté d'un tronc flottant, et un poisson est passé sous elles)
2. Three turtles rested on a floating log, and a fish swam beneath them.
(Trois tortues étaient posées sur un tronc flottant, et un poisson est passé sous elles)

Les sujets étaient ensuite soumis à une tâche de reconnaissance (c'est-à-dire qu'ils devaient dire si une phrase qui leur était présentée avait été entendue auparavant). Les phrases de la tâche de reconnaissance comportaient à la fois les phrases d'origine et des phrases du type 1' et 2', respectivement identiques à 1 et 2, à l'exception de la modification du deuxième

mot souligné :

1'. Three turtles rested beside a floating log, and a fish swam beneath it.

(Trois tortues étaient posées à côté d'un tronc flottant, et un poisson est passé sous lui [le tronc])

2'. Three turtles rested on a floating log, and a fish swam beneath it.

(Trois tortues étaient posées sur un tronc flottant, et un poisson est passé sous lui [le tronc])

Du point de vue de la surface (lexique et syntaxe), 1' et 2' modifient 1 et 2 de façon identique. Mais la modification de 1 en 1' modifie la situation, alors que 2 et 2' rapportent à des structures situationnelles identiques. Les scores de reconnaissance de 2 et 2' ne sont pas différents, alors que les scores de reconnaissance de 1 sont nettement supérieurs à ceux de 1'. La proportion de fausses reconnaissances est donc nettement supérieure dans la condition où la phrase présentée pour la reconnaissance correspondait à la même situation que la phrase entendue à l'apprentissage. Ainsi, à modification égale de la surface, les sujets sont plus enclins à confondre des formulations différentes lorsque ces dernières réfèrent à la même situation, ce qui appuie l'hypothèse que la représentation sur laquelle ils s'appuient comporte les informations qui leur permettent d'identifier la conformité de la phrase avec la situation, et que la formulation exacte peut avoir été oubliée.

A l'appui de la notion de perspective donnée par le texte sur la situation, Black, Turner & Bower (1979) ont montré l'existence d'un point de vue implicite. Selon ces auteurs, ce point de vue peut venir soit d'une « position de caméra » implicite dans le texte, soit d'une tendance du lecteur à s'identifier à un protagoniste (empathie). Pour ces deux types de points de vue, ils ont construit des couples de phrases dans lesquels la seconde phrase était cohérente ou non avec le point de vue établi par la première phrase. En voici des exemples (les crochets signalent la partie de la phrase qui varie) :

position de la caméra :

1. Bill was sitting in the living room reading the paper,

(Bill lisait le journal assis dans le salon)

2. when John [came (version cohérente)] / [went (version incohérente)] into the living room.

(quand John [vint]/[alla] au salon)

empathie :

1. Alan played a game of tennis with Liz
(*Alan a fait une partie de tennis avec Liz*)
2. After winning, she [came up (cohérent)] / [went up (incohérent)] and shook his hand.
(*Après avoir gagné, elle est [venue] / [allée] lui serrer la main*).

Pour les deux types de perspective, il apparaît que la version incohérente est lue plus lentement, et elle est jugée moins compréhensible. Dans une tâche de rappel, certains sujets qui ont lu la version incohérente écrivent la seconde phrase dans sa version cohérente ; cette erreur ne se produit pas en sens inverse.

A la suite de Schmalhofer & Glavanov (1986), Kintsch, Welsch, Schmalhofer & Zimny (1990) ont étudié la durée de vie des différents niveaux de représentation en mémoire. Les deux études reposaient sur une tâche de reconnaissance de phrases lues. Les phrases présentées étaient des phrases de l'énoncé original (niveau de surface), des paraphrases (niveau base de texte), ou des phrases présentant des informations inférées (niveau situation). Les résultats indiquent que la forme littérale du texte est oubliée très rapidement ; la mémoire de la base de texte décroît fortement avant de se stabiliser ; la mémoire du modèle de situation se maintient même après quatre jours.

II - 1.3 Structures de connaissances impliquées dans la cohérence

Les frontières entre les types de représentations décrites au point précédent ne sont pas parfaitement tranchées : il existe probablement un continuum de représentations empruntant par leur contenu ou leur structure plus ou moins à chacun des deux pôles que sont le texte et la situation. En fonction des auteurs, la macrostructure joue l'un des rôles suivants : une représentation reflétant directement la structure discursive du texte (van Dijk & Kintsch, 1983, qui l'intègrent à son tour dans une superstructure discursive) ; un support du modèle de situation (Kintsch, 1988, 1991) ; à un sens global du texte, qui sans être aussi riche que le modèle de situation, ne reflète pas forcément pour autant la structure discursive (Tapiero, 2000). Que le lecteur élabore une représentation du texte même, ou qu'il alimente un modèle de situation directement à partir du texte, il doit en tout cas s'appuyer sur des connaissances des structures du discours ou de la situation afin d'élaborer la cohérence de sa représentation.

Les notions de schéma (Minsky, 1975) et de script (Schank & Abelson, 1977) permettent de rendre compte de la facilité avec laquelle nous complétons et structurons les informations lacunaires du texte. L'idée commune à ces notions est que nos connaissances des situations usuelles sont constituées d'ensembles structurés, les schémas ou scripts, qui correspondent à des configurations prototypiques, à des modèles. Par exemple, le schéma du musée inclut les éléments suivants : un bâtiment fermé divisé en plusieurs salles, une billetterie située à l'entrée, un vestiaire, des tableaux accrochés sur les murs des salles, et des gardiens dans les salles. L'idée principale de la notion de schéma ou de script est que ces connaissances forment une unité mémorielle, et sont convoquées ensemble, composants et relations, dès qu'il est nécessaire de se représenter un musée. Si la notion de schéma est assez générale, caractérisant des objets, situations, événements, celle de script désigne des séquences d'actions ou d'événements causalement organisées. La notion de causalité est ici comprise en un sens très large, et se confond parfois avec l'idée de séquence chronologique prototypique. L'exemple le plus célèbre de script (Schank & Abelson, 1977) décrit en effet la séquence d'événements et de sous événements correspondant à « aller au restaurant ». Ce sont les connaissances assemblées dans les schémas ou les scripts qui permettent d'intégrer la séquence suivante dans une structure cohérente : « Dimanche dernier je suis allé au Louvre. Alors que je cherchais la salle de *La Joconde*, un gardien méfiant m'a obligé à retourner déposer mon sac au vestiaire ».

Le lecteur aura reconstitué, à partir du schéma « musée », ou du script « visite d'un musée », l'ensemble de la situation, dont peu d'éléments sont explicités. Plus précisément, le script aller au « musée » est convoqué il comporte des « cases » génériques « salle », « billetterie », « gardien », etc. En fonction des éléments fournis par le texte et des connaissances du lecteur, les cases de la structure générique sont remplies (instanciées) par des occurrences particulières (le palais du Louvre, la billetterie sous la pyramide, un gardien méfiant...). Que l'on connaisse ce musée particulier ou non, le schéma inclut la connaissance qu'en général, le vestiaire est proche de l'entrée, et que pour avoir pénétré dans les salles, il faut avoir franchi l'entrée et la billetterie. Se diriger vers le vestiaire implique donc de rebrousser chemin. Toutes ces connaissances du script (ou du moins les plus centrales ou pertinentes) sont particularisées dans le modèle de situation.

Les scripts ont été beaucoup étudiés à la fin des années 70 et dans les années 80 (Denhière & Baudet, 1992 en présentent une revue critique détaillée). Nous ne présenterons ici que les travaux de Bower, Black & Turner (1979), qui ont établi dans une longue série

d'expériences les principaux faits relatifs au rôle des scripts, à leur organisation, et à leur utilisation dans la compréhension de textes narratifs. Ils ont dans un premier temps recueilli des normes pour constituer des scripts d'activités familières (aller au restaurant, chez le dentiste), et constaté des taux d'accord élevés pour les éléments inclus dans le script, ainsi que pour le découpage des séquences en événements et sous-événements. Dans deux expériences, des sujets devaient lire des textes élaborés à partir de scripts ; pour chaque script, plusieurs versions étaient construites variant par le choix des éléments du script explicités dans le texte. Dans l'épreuve de rappel libre (indiqué par le titre) comme dans l'épreuve de reconnaissance, les sujets confondaient les éléments du script présents dans le texte avec ceux qui ne l'étaient pas. De plus, la présence d'éléments instanciés dans un texte portant sur un script similaire augmentait la probabilité de faux rappel. Dans l'expérience 5, les sujets devaient retenir dans un ordre particulier des éléments de scripts présentés sous forme de phrases inscrites sur des fiches cartonnées, en vue de les rappeler ensuite. Les résultats indiquent que le rappel était effectué dans l'ordre du script, de préférence à celui de l'apprentissage, lorsque les deux séquences étaient différentes. Enfin, la dernière étude indiquait que le temps de lecture de phrases consécutives augmente avec la distance correspondante entre les éléments dans le script ; d'autre part, les phrases se rapportant à la deuxième moitié du script sont lues plus vite que celles rapportant à la première moitié.

Parmi les unités mémorielles structurées, on peut distinguer celles qui concernent le déroulement même du texte. Historiquement, l'étude des schémas narratifs (Bartlett, 1932) est antérieure à la notion de script. Les structures canoniques du discours sont appelées grammaires de textes ou frames, ou encore superstructures. Bien que la linguistique générative semble avoir abandonné le projet d'élaborer une grammaire générale du texte sur le modèle de la grammaire de la phrase, de nombreux travaux de psychologie ont démontré l'importance des structures prototypiques de la narration. Par exemple, une des règles implicites du récit est que l'ordre de présentation des épisodes est conforme à leur chronologie. Kintsch, Mandel et Kozminsky (1977) présentent à leurs sujets une histoire soit « normale », soit dont les épisodes ont été mélangés, et demandent au sujet d'en construire un résumé. Le sujet est contraint ou non par le temps de lecture. Les résumés sont ensuite notés par des juges. Pour les sujets qui n'ont pas été contraints par le temps, l'ordre des épisodes n'a pas d'influence sur les scores des résumés. En revanche en temps contraint, la performance dans la condition mélangée est inférieure à celle de la condition normale.

Les critiques adressées à la notion de script tiennent s'en prennent le plus souvent à sa « rigidité ». Celle-ci tient au fait qu'il n'est caractéristique que de situations fortement stéréotypées, et spécifiques. Les scripts ainsi conçus ne permettent pas de rendre compte de la facilité avec laquelle nous interprétons des situations moins familières ou moins fréquentes, mais analogues aux situations des scripts, ou encore à l'infinité des variantes possibles d'un schéma donné. Ce problème est d'autant plus aigu dans le domaine du texte explicatif qui vise à transmettre des informations nouvelles. Thorndyke & Yekovich (1980) ont également critiqué la notion de script pour sa souplesse théorique : l'idée de script ne contraint pas suffisamment les prédictions théoriques sur les processus de compréhension pour constituer une hypothèse scientifique. Les scripts permettent d'expliquer les résultats empiriques post hoc.

Pour le texte narratif, la frontière entre script et grammaire de texte est parfois floue. Fayol (1985) considère que le schéma narratif ne décrit pas des phénomènes langagiers, mais qu'ils est plutôt une organisation conceptuelle. Selon lui, la notion de structure narrative se ramène « au fait que les événements successifs sont perçus comme reliés causalement et les comportements comme finalisés ». Le schéma concerne plutôt les contenus que la forme. Pour le texte explicatif, la distinction entre schéma d'organisation textuelle et modèle de situation est plus pertinente (Rossi, 1990 ; Rossi & Bert-Erboul, 1991 ; Britton, 1994). Rossi (1990) a testé l'effet de différentes aides sur le résumé et la compréhension de textes explicatifs de type problème/solution. Les participants, (enfants d'environ 10 ans) lisaient un texte dans l'une de ces trois conditions : sans marques, avec des indicateurs de frame (mention dans la marge de la catégorie de grammaire de texte. ex. : « problème » / « première solution » / « critique »), ou avec des marqueurs de la macrostructure (soulignement des idées principales). Les enfants étaient catégorisés bons compreneurs ou mauvais compreneurs selon leur performance à une tâche de compréhension préalable. Les résultats indiquent que les mauvais compreneurs bénéficient des deux types d'aide; en revanche les bons compreneurs ne bénéficient que du soulignement des éléments de la macrostructure. La capacité à élaborer le frame apparaît donc comme une composante des compétences du « lecteur expert », importante mais insuffisante à elle seule pour l'élaboration du modèle de situation pertinent.

La théorie de la construction de structure de Gernsbacher (1990 ; 1997) insiste sur la dualité des compétences mises en œuvre dans la compréhension. Dans cette théorie, le modèle de situation est une structure comportant des sous-structures. Les structures peuvent concilier des représentations de différentes modalités (par exemple propositions et images mentales).

La compréhension est vue comme l'élaboration d'une structure cohérente à partir du texte. Le texte agit comme une série d'instructions pour la construction de la structure. Chaque nouvelle phrase fait l'objet d'une tentative d'appariement à la structure en cours d'élaboration, selon l'une des dimensions de la cohérence : référentielle, temporelle, spatiale, causale ou structurale (i.e. conceptuelle). En cas de rupture de la cohérence, une nouvelle sous-structure est élaborée. Dans cette approche (Goldman & Rakestraw, 2000), la compréhension du texte dépend d'une part de son contenu sémantique et des connaissances du lecteur sur le domaine considéré, et d'autre part des indices structurels du texte (indices de l'organisation des éléments du texte). Les indices sont de nature linguistique, syntaxique (ordre des mots, phrases, paragraphes) lexicaux, ou graphiques (taille, graisse, points, etc.). Ils donnent des indices sur l'importance des informations (ex. la première phrase d'un paragraphe est considérée plus importante), sur le genre textuel (« Il était une fois »), sur la place d'une séquence dans la grammaire textuelle (« en bref », « en conclusion »), sur la structuration du problème sous ses aspects spatial, temporel, conceptuel (ex. les indices d'énumération), argumentatif (« en revanche »).

Les connaissances utiles aux lecteurs pour élaborer sa représentation sont donc de deux ordres: d'une part, les connaissances du domaine (dans laquelle les scripts jouent un rôle important), qui influent sur la cohérence et la richesse de la représentation à construire, et d'autre part ses connaissances des moyens linguistiques et rhétoriques par lesquels le texte livre sa propre structure : c'est à l'aide de ces connaissances que peut s'effectuer l'appariement entre les nouvelles informations du texte et le modèle de situation occurrent. Selon Givón (1995), les signaux grammaticaux contribuent au mécanisme de transfert pour placer l'information textuelle à un emplacement pertinent de la mémoire épisodique. C'est par ce moyen qu'ils contribuent à la cohérence du texte représenté.

II - 1.4 Paramètres influant sur la cohérence de la représentation

La quantité d'élaborations établissant la cohérence du modèle de situation est variable. Elle dépend du degré d'« appétit de sens » (traduction libre de l'expression anglaise « *search for meaning* ») du lecteur, c'est-à-dire l'intensité avec laquelle il cherche à expliquer chaque nouvelle phrase par la mise en relation avec les autres phrases et éléments du modèle de situation. C'est de cet appétit que dépend l'effort du lecteur à rechercher à la fois la cohérence

locale et la cohérence globale, et à utiliser ses connaissances propres pour construire un modèle cohérent. Il existe des incertitudes quant au degré de cohérence ou d'élaboration du modèle de situation d'une lecture spontanée. Un tel niveau moyen n'existe sans doute pas. La qualité du modèle de situation dépend du type de texte, de sa cohérence propre, des connaissances du lecteur, de ses buts de lecture, et de la capacité de sa mémoire de travail (Graesser, Millis & Zwaan, 1997).

Dans une série d'expériences, Zwaan (1993) a fait lire les mêmes textes à deux groupes de participants. A l'un des groupes il était dit qu'il s'agissait de textes littéraires, et à l'autre groupe de textes journalistiques. Les mesures de temps de lecture, de rappel et de reconnaissance indiquent qu'en condition littéraire la surface du texte est traitée plus attentivement et elle est mieux mémorisée qu'en condition journalistique. Dans le domaine du texte explicatif, McNamara et collaborateurs (McNamara & Kintsch, 1996 ; McNamara, Kintsch, Songer & Kintsch, 1996) ont étudié l'effet des connaissances initiales du lecteur sur la compréhension, en manipulant la cohérence du texte (c'est-à-dire le degré d'explicitation des relations entre ses idées). Pour les lecteurs disposant d'un faible niveau de connaissances, l'augmentation de la cohérence textuelle améliore la performance pour les tâches impliquant la base de texte ou le modèle de situation. En revanche, les lecteurs qui ont plus de connaissances dans le domaine traité sont plus performants pour certaines tâches (tris d'informations, questions ouvertes, résolution de problèmes) lorsqu'ils ont eu un texte peu cohérent que lorsqu'ils ont lu un texte très cohérent. Ces résultats indiquent que la qualité du modèle de situation élaboré ne dépend pas uniquement des connaissances initiales du sujet. Dans la version peu cohérente, les sujets disposant de bonnes connaissances étaient forcés de s'engager dans l'élaboration d'inférences qu'ils n'effectuent pas spontanément dans la condition cohérente.

Le niveau de représentation privilégié dans la compréhension dépend des buts de lecture. Schmalhofer & Glavanov (1986) ont demandé à leurs sujets de lire un manuel d'instructions pour l'utilisation d'un programme informatique, puis testaient ensuite la mémorisation respective de la surface, de la base de texte et du modèle de situation. Certains sujets lisaient dans le but de faire un résumé, et d'autres dans un but d'utilisation. Les premiers ont eu tendance à traiter plus longuement les phrases hiérarchiquement importantes (dans le modèle de situation), tandis que les seconds, qui lisent pour apprendre, consacrent naturellement plus d'attention aux informations spécifiques du domaine qu'ils cherchent à acquérir. Les buts de lecture déterminent également la nature des types de cohérences mis en

jeu dans la compréhension. Van den Broek, Lorch, Linderholm & Gustafson (2001) ont étudié l'effet des buts de lecture (pour le plaisir ou pour apprendre) sur les types d'inférences générés lors de la lecture et sur la performance de rappel. Ils ont recueilli et classé des élaborations faites à voix haute par les participants en présence de l'expérimentateur, avant de les soumettre à une épreuve de rappel libre. Il s'avère qu'en condition d'apprentissage, les élaborations générées sont plutôt des inférences antérogrades et rétrogrades¹⁶, qui mettent l'accent sur la cohérence interne du texte. En condition de lecture pour le plaisir, les inférences produites étaient préférentiellement des associations (« cela me fait penser à telle autre chose que j'ai lue ») ou des évaluations (« c'est une façon amusante de traiter la question »). Par ailleurs la performance de rappel est meilleure en condition apprentissage qu'en condition plaisir. Van den Broek et collaborateurs suggèrent qu'une problématique de définition des critères de cohérence (*standards of coherence*) en fonction des buts de lecture est plus pertinente qu'un débat sur le « niveau » spontané d'élaboration de la représentation.

La mémoire de travail, c'est-à-dire de la partie de la mémoire dans laquelle se situent les représentations les plus actives, celles qui peuvent faire l'objet d'un traitement cognitif immédiat, joue également un rôle dans le niveau de représentation privilégié lors de la compréhension. Les modèles courants de la mémoire de travail la considèrent comme une « zone » à capacité limitée, c'est-à-dire que le nombre d'éléments qu'elle peut contenir est borné à quelques unités (ces unités, les *chunks*, ont en revanche une taille et une complexité variables).

Vers le milieu des années 90, deux approches du niveau spontané de l'élaboration d'inférences s'opposent. D'une part, l'approche constructionniste (Graesser, Singer & Trabasso, 1994) postule un appétit élevé du lecteur pour l'explication : pour chaque phrase, il cherche à établir les connexions avec les causes et les buts superordonnés afin de répondre à la question « pourquoi ? ». Par contraste, l'hypothèse minimaliste (McKoon & Ratcliff, 1992), propose que le lecteur n'établit spontanément que la cohérence locale, essentiellement fondée sur la coréférence, et que le lien avec les informations distantes dans le texte n'est établi qu'en cas de rupture de la cohérence locale, ou bien si l'information se trouve disponible en mémoire de travail. Champion & Rossi (1999) ont remarqué que cette controverse pouvait se résumer à un débat portant sur le rôle joué par l'accessibilité des informations en mémoire.

¹⁶ pour la définition de ces termes, voir II - 3.1.2 a

Dans l'approche constructionniste, le coût cognitif des inférences n'est pas un déterminant essentiel à leur élaboration. Par contraste, un des principaux arguments sur lesquels s'appuie l'approche minimaliste pour justifier que la cohérence globale n'est pas spontanément mise en œuvre est que la récupération des informations requises pour l'établir serait coûteuse en temps. Dans la toute autre perspective de l'explication des différences interindividuelles, Singer & Ritchot (1996) ont conduit une expérience étudiant l'effet de la capacité de la mémoire de travail sur l'accès à l'information pertinente pour établir la cohérence causale. Dans cette expérience, la capacité de la mémoire de travail est mesurée par la tâche d'empan de lecture (Daneman & Carpenter, 1980), qui mesure la capacité à retenir des phrases ; cette variable est contrôlée par une mesure de compétence d'intégration des informations textuelles, la tâche d'intégration (Potts & Peterson, 1985). Les résultats indiquent que les deux mesures sont faiblement corrélées, ce qui suggère qu'elles sont indépendantes. Les résultats de Singer & Ritchot indiquent notamment que les lecteurs à grande capacité de mémoire de travail accèdent plus facilement aux informations permettant d'établir une inférence causale. Dans une étude de suivi des mouvements oculaires lors de la lecture, Kaakinen, Hyönä & Keenan (2002) ont montré que les buts de lecture et la capacité de la mémoire de travail interagissent dans le traitement en ligne du texte et influent conjointement sur les caractéristiques finales de la représentation : globalement, les temps de fixation sont supérieurs sur les informations pertinentes pour le but de lecture. Mais cette différence n'apparaît qu'à partir de la seconde lecture pour les lecteurs à faible empan, alors qu'elle est observable dès la première lecture pour les lecteurs à fort empan. Kintsch (1998) suggère toutefois que le test d'empan de lecture utilisé pour mesurer la capacité de la mémoire de travail est en fait plutôt une mesure de compétence de lecture qu'une mesure de capacité. Il n'en reste pas moins qu'elle constitue un facteur expliquant les différences interindividuelles dans la compréhension.

La distinction entre mémoire de travail (à accès rapide, mais capacité limitée) et mémoire à long terme (accès lent, et capacité virtuellement illimitée) a été remise en cause de deux façons. D'une part, le modèle de résonance (Albrecht & Myers, 1995), suggère que des informations stockées en mémoire à long terme peuvent être activées par un mécanisme, appelé résonance, qui est automatique et non orienté par une recherche spécifique. L'idée de base de la théorie de la résonance est que sont activées les informations de la mémoire à long terme qui partagent avec l'information focale un nombre suffisant de traits caractéristiques (voir aussi les hypothèses sur l'étape construction dans le modèle Construction-Intégration, II

- 2.3.1). Ericsson & Kintsch (1995) ont quant à eux introduit la notion de mémoire de travail à long terme, afin de rendre compte de données empiriques révélant un accès très rapide à des structures complexes d'information, qui dépassent manifestement la capacité communément admise de la mémoire de travail. Ils avancent l'idée que des structures de connaissances complexes peuvent être construites et stockées en mémoire à long terme, tout en restant directement accessibles grâce à la présence d'indices ou de pointeurs situés en mémoire de travail. Ces deux approches, que nous ne développeront pas dans le présent travail, suggèrent que la distinction entre mémoire de travail et mémoire à long terme est une approximation de la théorie, qui peut être raffinée par la spécification des structures de récupération en mémoire, des conditions de leur mise en place et de leur utilisation.

II - 2 Types de liens de cohérence dans le modèle de situation

Nous avons jusqu'à présent montré que le lecteur s'appuie sur le texte (ce qu'il sait en interpréter selon sa compétence linguistique) et sur des connaissances préétablies comme les scripts pour élaborer une représentation cohérente de ce dont il est question, le modèle de situation. L'objectif principal de ce chapitre est de présenter le rôle de la causalité dans la cohérence du modèle de situation. Pour comprendre le rôle de la causalité, il est nécessaire de préciser son importance relative et ses articulations avec les autres dimensions de la cohérence. Afin d'éclairer le tableau dans lequel se situe la causalité, nous procéderons en trois étapes. Un premier temps sera consacré à la présentation des différents types de cohérence jusqu'ici étudiés dans la compréhension de texte. Nous présenterons ensuite deux modèles de la compréhension de texte qui traitent la multiplicité des dimensions de la cohérence par des approches opposées. D'une part, le modèle d'indexation multiple de Zwaan et collaborateurs (Zwaan, Langston & Graesser, 1995 ; Zwaan & Radvansky, 1998) propose que les éléments de la représentation sont indexés (et donc structurés) selon cinq dimensions représentant autant d'aspects de la cohérence. Cette approche distingue les types de relations de cohérence dans le modèle de situation en fonction de la nature des relations qu'elles représentent. Après avoir introduit l'indexation multiple comme cadre global de l'approche de la cohérence par ses dimensions, nous présenterons plusieurs travaux étudiant les relations spécifiques entre des sous-ensembles des dimensions. L'ensemble de ces travaux fait apparaître le rôle prépondérant de la causalité dans la structure de la représentation. A

l'opposé de la description du modèle de situation par ses dimensions (i.e. par les types de relations qui y sont exprimées), le modèle Construction-Intégration de Walter Kintsch propose une représentation connexionniste du modèle de situation, dans laquelle les éléments de la représentation sont des unités abstraites appelées propositions, et toutes les formes de cohérence sont exprimées par des forces de connexion entre propositions. Une analyse des propriétés mathématiques du modèle de Kintsch montre la difficulté qu'il y a à élucider ce qui est effectivement représenté ou représentable dans une utilisation donnée du modèle. Nous étudierons en quoi l'approche de l'indexation multiple et celle du modèle Construction-intégration sont des descriptions complémentaires du modèle de situation, avant de souligner en quoi la causalité constitue un défi particulier à ces deux approches.

II - 2.1 Les dimensions de la cohérence du modèle de situation

La plupart des approches de la compréhension, qui portent sur le texte narratif, ont établi que les questions que se pose implicitement ou explicitement le lecteur lorsqu'il élabore sa représentation du texte sont : Qui (ou quoi) ? Quand ? Où ? Pourquoi (dans quel but, ou à la suite de quelle cause) ? Comment ? L'importance de ces différentes dimensions a été successivement étudiée et mise en évidence, mais ce n'est que depuis quelques années qu'elles sont étudiées dans leur interaction, au lieu de séparément. Zwaan & Radvansky (1998) présentent une revue très complète des études concernant chacun des aspects de la cohérence que nous présentons ici brièvement. Dans le texte, les caractéristiques de chaque dimension peuvent être rendues manifestes par de nombreux moyens linguistiques : connecteurs, compléments circonstanciels, choix du verbe, de son temps grammatical et de son aspect, etc. Nous mettons ici l'accent non sur ces moyens d'expression des relations temporelles, spatiales, et causales entre les éléments du discours, mais sur l'effet que ces relations *dans la situation* produisent sur la compréhension : en quoi elles structurent le modèle mental, en quoi elles influencent l'intégration d'une information nouvelle, indépendamment des moyens par lesquels le discours a pu les signaler.

II - 2.1.1 Référence

La référence (i.e. les personnages, objets ou entités auxquels le texte réfère) fut la première dimension de la cohérence étudiée. Il est désormais établi qu'en lisant nous

résolvons immédiatement toutes les formes de coréférence. Après la première mention d'un référent dans un texte, les répétitions, synonymes, reformulations, hyponymes et hyperonymes, ainsi que les références anaphoriques (ex. pronoms) sont immédiatement associées par le lecteur au référent antérieur. La facilité avec laquelle ces liens sont faits dépend du type d'anaphore, de la distance de l'antécédent dans la surface du texte, de la forme sous laquelle l'antécédent est apparu (position dans la phrase, prénom, etc.). Garrod & Sanford (1977) observent que la proximité sémantique (*semantic relatedness*) entre l'anaphore et son antécédent joue un rôle dans la résolution d'anaphores. Dans ces expériences, anaphore et antécédent entretiennent des rapports de classe à exemplaire (dans un sens ou dans l'autre), et la proximité sémantique est définie à partir d'une norme de probabilité de citation de l'exemplaire à partir du nom de la classe. Par exemple, les sujets lisent successivement les deux phrases suivantes :

1. [Un canari] / [une oie] entrain parfois dans la maison.
2. L'oiseau était attiré par le garde-manger.

Dans cet exemple, la seconde phrase est lue plus vite lorsque la phrase 1 est présentée dans la condition « canari » (grande proximité) que dans la condition « oie » (faible proximité). L'effet obtenu est similaire lorsque les phrases ne sont pas consécutives, ou lorsque les places de la classe et de l'exemplaire sont intervertis. Si les mots apparaissent sans que les occurrences de la classe et de l'exemplaire ne soient reliés, l'augmentation du temps de lecture disparaît. Ces observations indiquent que l'anaphore est résolue au moment de la lecture, et que la facilité de la résolution dépend de la proximité sémantique entre anaphore et antécédent.

Toutes les références n'ont pas la même importance. Le texte narratif concerne le plus souvent un ou plusieurs personnages, parmi lesquels se distinguent les protagonistes, sur les caractéristiques, intentions et actions desquels se focalise le discours. Le statut des personnages de la narration (protagoniste ou non) jouent un rôle important dans la structuration du modèle de situation. Par exemple Morrow (1985) a montré qu'à moins d'une focalisation particulière sur l'événement dans lequel est impliqué un non-protagoniste, la résolution d'une anaphore ambiguë se fait en faveur du protagoniste, indépendamment de l'ordre de mention des personnages. Franklin & Tversky (1990) ont montré qu'il est possible de donner au lecteur une perspective sur l'environnement spatial décrit dans un texte, en

suscitant son identification à un personnage. L'importance du personnage comme point focal de l'attention du lecteur sur une partie de la situation joue un rôle important dans les protocoles élaborés pour étudier l'espace (Glenberg, Meyer & Lindem, 1987 ; Morrow, Bower & Greenspan 1989 ; voir II - 2.1.3)

II - 2.1.2 Causalité

La causalité est la seconde source de cohérence à avoir été largement étudiée. Cette dimension étant l'objet principal de notre travail, elle est traitée dans la seconde partie du chapitre. Mentionnons toutefois ici les deux courants originaux qui ont mis l'accent sur la notion de causalité. Le premier est la théorie des scripts, qui selon la plupart des auteurs, établissent une cohérence dont la nature est causale (voir II - 1.3). Le second courant est né par contraste avec l'approche de Kintsch & van Dijk (1978) dont le modèle de compréhension de textes faisait du partage d'arguments (la coréférence) entre les unités du textes la source principale de sa cohérence. Il s'agissait d'établir, sans nécessairement recourir à la notion de script, que la continuité référentielle n'est pas la seule source de cohérence de la représentation mentale du texte. Par exemple, Haberlandt & Bingham (1978) ont étudié les temps de lecture et les jugements de compréhensibilité de triplets de phrases dans lequel le verbe de la seconde phrase établissait un lien causal ou non dans la séquence. Par exemple, les sujets lisaient le triplet suivant, soit dans la version cohérente causalement (« appela ») soit dans la version incohérente (« aimait bien »)¹⁷ :

1. Brian donna un coup de poing à George (*Brian punched George*).
2. George [appela] / [aimait bien] le docteur (*George [called] / [liked] the doctor*).
3. Le docteur arriva (*The doctor arrived*).

Les résultats indiquent que la troisième phrase est jugée plus compréhensible et lue plus vite en condition cohérente, ce qui indique que la cohérence causale est un facteur facilitant l'intégration dans le modèle de situation, même en l'absence de continuité référentielle (en effet, le docteur n'est pas mentionné dans la première phrase).

¹⁷ Dans le matériel original, ici traduit, le temps grammatical des verbes était le même pour toutes les phrases et les versions.

La causalité peut être décomposée en deux dimensions, celle de la motivation (gouvernée par les buts des protagonistes), et les autres formes de causalité, qui n'impliquent pas l'aspect motivationnel. S'ils ont souvent été mêlés dans l'étude de la causalité comme aspect de la cohérence de la représentation, il est désormais établi que les buts et les causes jouent des rôles distincts dans la compréhension. Nous développerons cette question au point II - 3.

II - 2.1.3 Espace

Le rôle des relations spatiales entre les éléments du modèle de situation a fait l'objet d'une attention croissante depuis une quinzaine d'années. Plusieurs travaux ont mis en évidence une compétence des lecteurs à établir et à mettre à jour la configuration spatiale décrite dans une narration. La structure de l'espace étant par nature distincte de la structure linéaire du discours, si l'espace joue un rôle de structuration du modèle de situation, on s'attend à ce que deux objets A et B spatialement proches dans la situation soient également proches dans la représentation, indépendamment de la distance entre leurs mentions dans la surface du texte. La proximité dans la représentation est définie comme le fait que la mention de l'un des deux objets activerait la représentation de l'autre (en rendant sa récupération en mémoire ou sa reconnaissance plus facile). Glenberg, Meyer & Lindem (1987) ont présenté à leurs sujets deux textes décrivant les activités d'un personnage. Les deux textes avaient la même structure propositionnelle, mais des structures situationnelles différentes quant à la disposition spatiale d'un objet par rapport au protagoniste. Dans l'un des textes lus par les sujets, John se prépare à un marathon. La version « associée » du texte contenait la phrase « John mit son sweatshirt et partit courir ». Dans la version « dissociée », cette phrase était remplacée par: « John enleva son sweatshirt et partit courir ». Les deux phrases qui suivaient continuaient de décrire les activités du protagoniste. Après ces phrases, le mot « sweatshirt » était présenté au sujet pour une tâche de reconnaissance (le sujet devait dire si le mot appartenait au texte qu'il était en train de lire). La reconnaissance est plus rapide en condition « associée » qu'en condition « dissociée », ce qui indique qu'à structure propositionnelle constante, le fait que l'objet soit physiquement proche du protagoniste le rend plus accessible dans la représentation. Des études ultérieures ont montré que le temps de récupération lié à un objet dépendait moins de sa distance au protagoniste que de sa distance au lieu que l'histoire a mis sous focus. Par exemple, dans une lignée d'études initiée par Morrow et ses collègues (e.g. Morrow, Greenspan & Bower, 1987 ; Morrow, Bower & Greenspan, 1989) et

développée par Rinck & Bower (1995), plusieurs textes narratifs mettaient chacun en scène un protagoniste effectuant un parcours dans un bâtiment (le même pour tous les textes). Les participants doivent, avant de lire les textes, apprendre la configuration du bâtiment, les accès réciproques entre ses pièces, et savoir également placer dans chaque pièce plusieurs objets, qui seront éventuellement mentionnés dans l'histoire. Le protagoniste, au fil de l'histoire, se déplace d'une pièce à l'autre, et la lecture est interrompue par une tâche dans laquelle le sujet doit indiquer si deux objets (ou un objet et un protagoniste) dont les noms lui sont présentés, sont localisés dans la même pièce. Il apparaît que le temps de réponse « oui » pour deux objets effectivement situés dans la même pièce dépend de la distance entre cette pièce et la pièce focalisée (celle où se trouve le protagoniste, ou celle à laquelle pense ce dernier). Dans ce type d'études, l'espace est structuré en unités discrètes (les pièces), et la distance pertinente n'est pas la distance euclidienne, mais le nombre de nœuds à traverser dans le réseau d'adjacence que constituent les pièces (Rinck & Bower, 2000). Ce type d'observations appuie l'hypothèse d'un modèle de situation du type modèle mental (Johnson-Laird, 1983), c'est-à-dire non seulement indépendant du texte dans sa structure (c'est l'hypothèse du modèle de situation), mais aussi schématique (car l'espace est simplifié en unités discrètes) et analogique (car les distances dans la situation sont reflétées par les distances dans la représentation, mesurées en termes d'accessibilité réciproque ; cf. II - 2.4.2 a). Hors du champ strict de la compréhension de textes, de nombreuses recherches témoignent de notre capacité à générer et entretenir à partir de descriptions verbales des représentations de l'espace qui présentent un caractère d'analogie avec la réalité représentée, au sens où les temps de parcours mentaux reflètent les distances correspondantes dans l'espace représenté (Denis & Cocude, 1992 ; 1997).

Malgré ces résultats indiquant qu'il est possible que les lecteurs élaborent des représentations reflétant la structure spatiale de la situation, il semble que les relations spatiales entre objets ne sont pas spontanément retracées et mises à jour, à moins que le lecteur ne dispose de connaissances très détaillées sur le cadre spatial, ou bien que son but de lecture n'oriente explicitement son attention sur les caractéristiques spatiales de la scène (e.g. Zwaan & van Oostendorp, 1993 ; Gray Wilson, Rinck, McNamara & Morrow, 1993 ; Tapiero & Blanc, 2001). Il a également été montré que ces effets dépendent des compétences visuospatiales des individus (Denis & Cocude, 1997). Par ailleurs, les effets de distance des relations spatiales semblent parfois dépendre d'une autre dimension. Par exemple, dans l'expérience de Glenberg, Meyer & Lindem (1987), on pourrait aussi bien interpréter le

sweat-shirt comme une caractéristique (temporaire) de John, au même titre que le fait qu'il est de bonne humeur, ou qu'il est en sueur. Par ailleurs, Bower & Rinck (1999) suggèrent que le gradient spatial (l'activation plus grande des objets plus proches du protagoniste) résulte d'un effet de pertinence sous-tendu par la dimension motivationnelle (les buts). Zwaan & Radvansky (1998) citent une étude (Zwaan, Van den Broek, Truitt & Sundermeier, 1996) suggérant que la probabilité d'encodage des informations spatiales dépend de leur pertinence causale. Dans la même ligne d'idées, Radvansky & Copeland (2000) ont montré que les phrases présentant des relations spatiales fonctionnelles sont lues plus vite et sont mieux mémorisées (rappel et en reconnaissance) que les phrases présentant des relations spatiales non fonctionnelles. Par exemple, dans un texte le protagoniste se trouve sous un pont. Cette relation spatiale est qualifiée de fonctionnelle dans un contexte où il pleut, et de non fonctionnelle dans un contexte où il ne pleut pas. Selon ces auteurs, une relation fonctionnelle entre deux objets est caractérisée par la possibilité d'une interaction plausible induisant un changement. La notion de relation fonctionnelle est proche de celle d'affordance¹⁸ ; les auteurs reconnaissent que la causalité y joue un rôle central.

II - 2.1.4 Temps

Plusieurs caractéristiques de l'effet du temps narré sur la compréhension ont été étudiées : la cohérence entre l'ordre chronologique des événements et l'ordre de la narration (e.g. Mandler, 1986 ; Ohtsuka & Brewer, 1992), le changement d'épisode (Anderson, Garrod & Sanford, 1983), la contiguïté temporelle (Zwaan, 1996). Dans une série d'expériences, Zwaan (1996) étudie l'effet de l'introduction d'une rupture temporelle dans l'histoire. Dans ces expériences, les sujets lisaient pendant huit phrases la relation d'événements appartenant à un scénario, c'est-à-dire à une unité événementielle d'une durée de quelques heures, comme un match de base-ball. La neuvième phrase décrit un événement non relié causalement, et dont la distance chronologique au dernier événement relaté est proche, intermédiaire ou distante. Cette phrase critique est la même dans les trois conditions, à l'exception des premiers mots, qui indiquent la distance temporelle : « un instant après » (succession immédiate), « une heure après » (avec une rupture temporelle suffisamment petite pour que le

¹⁸ La notion d'affordance Gibson (1977) désigne les propriétés de l'environnement et des objets qui déterminent les interactions entre notre organisme et cet environnement. Par

curseur du temps narré ne sorte pas du cadre du scénario), ou « le jour suivant » (rupture temporelle projetant le curseur au-delà des limites du scénario). Zwaan a mesuré les temps de lecture de la phrase critique ; après la lecture de cette phrase, les sujets étaient soumis à une tâche de reconnaissance d'un mot appartenant à l'événement qui précède la rupture temporelle. Le temps de réaction à cette tâche était mesuré. Une expérience complémentaire mesurait également le temps de reconnaissance de l'événement critique (celui qui se produit après la rupture éventuelle) indicé par l'événement qui le précède dans l'histoire. L'hypothèse de Zwaan est qu'une rupture temporelle introduit des traitements supplémentaires, diminue l'accessibilité des événements antérieurs durant le traitement en ligne, et diminue l'accessibilité mutuelle en mémoire à long terme des événements séparés par la rupture. Nous appellerons « distance » les caractéristiques de la représentation que reflètent ces phénomènes (difficulté d'intégration et moindre accessibilité). Il envisage deux hypothèses sur l'échelle de la rupture temporelle, c'est-à-dire la quantité de temps qui doit s'écouler dans l'histoire pour avoir un impact sur la distance dans la représentation. La première possibilité est qu'une rupture temporelle n'ait d'effet que si elle conduit l'histoire en dehors du scénario courant. Dans ce cas, les conditions devraient s'ordonner ainsi : proche = intermédiaire < distant. C'est l'hypothèse correspondant aux résultats d' Anderson, Garrod & Sanford (1983), qui ont observé que le traitement d'une anaphore se rapportant à un personnage impliqué dans un scénario est plus long lorsque le saut temporel conduit le curseur au-delà du scénario que lorsqu'il demeure dans les limites du scénario. La seconde éventualité est que toute rupture temporelle produit un effet. On aurait dans ce cas la hiérarchie suivante : proche < intermédiaire = distant. Cette hypothèse est conforme au principe de forte iconicité (Dowty, 1986), selon lequel le lecteur suppose par défaut (en l'absence d'indication explicite du temps) qu'un événement de la narration a lieu immédiatement après l'événement qui le précède. Les violations à cette règle pragmatique auraient un coût cognitif, et par conséquent, toute condition autre que la condition proche conduirait à une distance plus grande dans la représentation. Zwaan rejette l'éventualité d'une hiérarchie du type proche < intermédiaire < distant, arguant qu'on ne saurait pas quel est le temps de lecture associé à une durée de 40 ans. Ses observations semblent confirmer l'hypothèse de la forte iconicité. Le temps de lecture de la phrase critique est significativement plus élevé en condition intermédiaire qu'en condition proche, et la différence entre les conditions intermédiaire et distante n'est pas

exemple, le fait de pouvoir être tenu, déplacé, lancé, de pouvoir rouler sont des affordances

significative. Les temps de réponse pour la tâche de reconnaissance lexicale, ainsi que la tâche de reconnaissance indicée de phrases, confirment ce schéma. Plusieurs contrôles permettent d'affirmer que les différences observées ne dépendent pas de différences liées à la formulation de l'information temporelle ni à des différences de plausibilité dans le contexte des événements narrés. Il apparaît par ailleurs que l'augmentation du temps de lecture concerne non seulement les mots exprimant la relation temporelle, mais aussi l'événement cible qui suit la rupture, ce qui semble indiquer l'immédiateté du traitement lié à la rupture temporelle. Par ailleurs, cette augmentation ne peut s'expliquer uniquement par l'idée que le lecteur « mime » le temps narré en le corrélant au temps qu'il passe sur les phrases, car la rupture temporelle a également des effets en mémoire à long terme. Enfin, l'augmentation du temps de traitement de l'événement cible peut résulter d'un débordement du traitement de l'information temporelle, ou d'une difficulté plus grande à intégrer l'information, ou encore d'une combinaison de ces deux facteurs.

Si ces expériences de Zwaan établissent clairement qu'une rupture de la contiguïté temporelle entre les événements augmente la distance qui les sépare dans la représentation, il concède que ses résultats ne permettent pas de rejeter l'hypothèse du rôle du scénario. Autrement dit, ses résultats n'excluent pas la possibilité que la distance dans la représentation soit d'autant plus grande que la distance temporelle est grande entre les événements, de façon graduée. On aurait alors une hiérarchie du type proche < intermédiaire < distant. Plusieurs arguments peuvent être avancés pour défendre cette hypothèse. Premièrement, les différences absolues observées pour les variables dépendantes entre les conditions intermédiaire et distante sont comparables aux différences entre les conditions proche et intermédiaire, pour toutes les expériences. Zwaan rapporte des intervalles de confiance qui suggèrent que la variance est d'autant plus grande que le saut temporel est grand. Par ailleurs, la plausibilité de l'événement cible dans les circonstances est jugée équivalente pour les conditions proche et intermédiaire, alors qu'elle est nettement inférieure pour la condition lointaine. On peut formuler l'hypothèse que la différence entre les conditions intermédiaire et distante est masquée par une augmentation structurelle des différences interindividuelles liées à la condition. En effet, les trois situations diffèrent quant à la contrainte qu'elles exercent sur la situation : la variété des situations possibles (notamment des événements intermédiaires inféribles) est plus grande pour la condition distante que pour les deux autres.

d'une boule de pétanque ou d'une clémentine.

Betsgen & Vonk (1995 ; 2000) ont mis en évidence le rôle de régulation de la continuité thématique joué par les marqueurs de segmentation temporelle. D'une part, Betsgen & Vonk ont montré (1995) que la présence d'un marqueur de segmentation temporelle comme « puis » ou « à deux heures », par opposition à l'absence de marqueur temporel, ou au marqueur « et », rend moins accessibles les informations antérieures. La présence d'un marqueur temporel, même s'il exprime la contiguïté, fonctionne donc comme le signal d'un changement de thème (*topic shift*), et de ce fait établit une distance entre les représentations des événements séparés par cette rupture. D'autre part, ces mêmes auteurs ont montré (Betsgen & Vonk, 2000) qu'en situation de discontinuité thématique, la présence d'un marqueur de segmentation temporelle facilitait l'intégration. En général, la lecture d'une phrase (ex. « J'ai coupé une tranche de jambon cuit ») est plus courte lorsqu'elle est précédée de phrases situationnellement cohérentes¹⁹ (ex. « J'ai épluché les pommes de terre. J'ai mis le rôti dans la casserole ») que lorsqu'elle est précédée de phrases incohérentes (ex. « J'ai décidé d'aller me promener dans la campagne. Je me suis habillé chaudement »). On appelle « effet de frontière » cette augmentation du temps de traitement, que l'on interprète par la mise en place d'une nouvelle division de la représentation liée à la rencontre d'une rupture thématique. Betsgen et Vonk ont observé que lorsque la phrase était introduite par un marqueur de segmentation temporelle (ex. « Vers onze heures, j'ai coupé une tranche de jambon cuit »), l'effet de frontière disparaissait, alors qu'un marqueur de segmentation neutre (ex. « Comme d'habitude, j'ai coupé une tranche de jambon cuit ») ne le supprime pas. Le rôle du marqueur temporel est donc ici de donner un contenu explicite à la rupture de cohérence thématique, ce qui facilite son traitement. Ainsi, les marqueurs temporels agissent comme des signaux de rupture. Lorsque les événements reliés par le marqueur sont cohérents, sa présence institue une rupture dans la représentation, même si cette rupture n'est pas temporelle. En revanche, lorsque les événements reliés par le marqueur sont thématiquement distants, la présence du marqueur « lisse » le traitement en signalant (en expliquant ?) la rupture. L'expression du rapport temporel permet au lecteur de saisir la nature de la rupture, ou du moins d'anticiper son traitement.

A la lumière de ces résultats, il apparaît que la condition proche de Zwaan (1996) correspond à une forme de discontinuité situationnelle : cela renforce l'hypothèse que la

¹⁹ Les auteurs appellent « cohérence thématique » ce type de cohérence : dans la suite du paragraphe, nous appliquons leur terminologie.

différence entre les conditions proche et intermédiaire relève spécifiquement de la dimension temporelle. Quant à l'absence de différence entre les conditions intermédiaire et distante, elle pourrait à son tour s'interpréter comme résultant de l'atténuation de l'effet de scénario par la présence d'un marqueur temporel dans les deux conditions. Toutefois, une telle interprétation ne s'applique pas aux expériences d'Anderson, Garrod & Sanford (1983), car leur matériel contenait également des marqueurs de discontinuité temporelle dans toutes les conditions. Une interprétation alternative de ces résultats divergents serait un moindre contrôle par Zwaan que par Anderson et collaborateurs des frontières de l'événement précédant immédiatement la rupture : il se peut que la forme même de l'énonciation de l'événement le présente comme terminé, ce qui pourrait alors faire apparaître la situation intermédiaire comme un changement de sous-scénario.

L'articulation entre la dimension temporelle et celle du contour des événements a été précisée par l'étude de l'aspect, c'est-à-dire la perspective temporelle du discours sur le procès. Par exemple, Zwaan, Madden & Whitten (2000) ont montré que l'effet de la rupture temporelle dans une tâche de reconnaissance n'a lieu que si le saut temporel suit un événement présenté comme terminé. Si l'événement peut être supposé comme se poursuivant pendant la durée correspondant à la rupture temporelle, alors on n'observe pas de différence significative d'activation. Dans la compréhension de textes, l'aspect a jusqu'à présent été principalement étudié à travers l'opposition entre la continuation ou la terminaison. Par exemple, Magliano & Schleich (2000) ont observé que l'activation d'une action décroît plus lentement si elle est présentée sous forme imperfective que si elle est présentée sous forme perfective.

Les linguistes ont observé que le rôle de la temporalité dans la visée du discours est d'une grande complexité. Par exemple, Pottier (2000) recense 16 modes d'appréhension du procès : 6 saisies aspectuelles (points de visée temporels de l'énonciateur) et 10 descriptions des phases de l'événement (qui dépendent de la partie du procès considérée, de la référence ou non à un événement voisin, et de son suivi cinétique par l'énonciateur). La complexité des systèmes envisagés pour saisir la temporalité, tant en linguistique qu'en logique (sur les logiques temporelles, voir Bestougeff & Ligozat, 1989) laisse supposer que l'approche « linéaire » du temps qui a prévalu jusqu'à présent dans les travaux sur la compréhension de textes peut encore être considérablement affinée.

Nous avons abordé la dimension temporelle avec plus de précision que les autres, pour deux raisons. La première est que nous espérons avoir souligné à travers la discussion des expériences de Zwaan (1996) que la dimension du temps est mêlée à la notion d'unité situationnelle. Qu'il s'agisse de scénarii, de schémas, de scripts, d'épisodes ou d'événements, les unités établissant un cadre de cohérence situationnelle impliquent au premier chef le temps. Nous reviendrons sur ce sujet au point II - 2.2.1. La deuxième raison pour laquelle la dimension du temps présente une grande importance pour nous est qu'elle joue un rôle fondamental dans la causalité. L'impossibilité de renverser la séquence temporelle dans la relation de causalité est peut-être le seul élément universellement admis concernant la causalité. La succession temporelle est le lieu de la causalité : les relations susceptibles d'être reliées causalement sont d'abord reliées temporellement. Autrement dit, la succession (seulement) temporelle est la relation qui contraste de façon privilégiée avec la relation de causalité. En bref, le temps est crucial pour la causalité, parce qu'il fournit à la fois une précondition fondamentale de la causalité, et, par défaut, la substance des relations qui ne sont pas causales (plus précisément, celles que l'on échoue à trouver causales).

II - 2.1.5 Autres types de relations de cohérence

D'autres types d'informations impliquées dans la cohérence ont été mis en évidence expérimentalement, notamment les émotions des protagonistes (e.g. Gernsbacher, Goldsmith & Robertson, 1992 ; de Vega, León & Diaz, 1996) ou d'autres caractéristiques dispositionnelles des protagonistes, comme le fait d'être végétarien ou d'aimer s'amuser (e.g. Albrecht & O'Brien, 1993 ; Myers, O'Brien, Albrecht & Mason, 1994). Zwaan & Radvansky (1998) suggèrent également les relations de propriété et les relations interpersonnelles. Nous ne traiterons pas ces types d'informations sur le même plan que les dimensions évoquées dans les autres points, car s'ils sont porteurs d'informations importantes, leur prise en compte comme dimensions à part entière ne satisfait pas à un principe de parcimonie théorique. En effet, comme le suggère Zwaan (1999b), il est possible de les subordonner à d'autres dimensions, à savoir la référence ou la motivation (Tapiero & Blanc, 2001, présentent un point de vue opposé).

II - 2.2 Approche multidimensionnelle du modèle de situation

Zwaan & Radvansky (1998) remarquent que jusqu'à une date récente, ces différentes dimensions (temps, espace, référence, causalité) ont été étudiées séparément, ce qui ne permet pas d'avoir une vue d'ensemble articulant les rôles respectifs des dimensions de la cohérence du modèle de situation. Dans un premier temps, nous présenterons le modèle d'indexation d'événements, qui a le premier étudié simultanément cinq dimensions de la cohérence, proposant une approche globale des processus de traitement et des caractéristiques de la représentation. Nous présenterons ensuite des études plus spécifiques intégrant des sous-ensembles de ces dimensions, qui permettent d'affiner l'analyse de leurs interactions. Nous conclurons cette partie du chapitre par une discussion de la notion d'événement comme lieu d'intégration entre les dimensions de la cohérence.

II - 2.2.1 Un cadre intégratif global : le modèle d'indexation d'événements

A la suite de Chafe (1979), Johnson-Laird (1983), et Gernsbacher (1990), qui ont souligné le caractère multidimensionnel de la cohérence, Zwaan et ses collaborateurs (Zwaan, Langston & Graesser, 1995 ; Zwaan, Radvansky, Hilliard & Curiel, 1998 ; Zwaan & Radvansky, 1998 ; Zwaan, 1999b) ont élaboré le modèle d'indexation d'événements (*event-indexing model*), selon lequel cinq dimensions de la cohérence forment l'ossature du modèle de situation. Dans ce modèle, lors de la compréhension, chaque événement entrant est indicé dans cinq dimensions : le temps, l'espace, la causalité, l'intentionnalité (les buts), et l'agent. Ensuite, l'événement entrant est intégré au modèle de situation courant, c'est-à-dire celui qui résulte de l'intégration successive des événements qui précèdent l'événement à intégrer. Les auteurs appellent événement tout événement ou action dénoté par un verbe. Cette théorie fait des prédictions relatives à l'organisation en mémoire du modèle de situation, d'une part, et à la charge de traitement lors de la compréhension, d'autre part. Pour ce qui concerne l'organisation du modèle de situation, le modèle prédit que pour chacune des cinq dimensions, deux événements sont plus fortement associés en mémoire à long terme s'ils partagent le même indice que s'ils ont des indices différents. D'autre part, le modèle prédit que pour chaque dimension, la charge de traitement pour l'intégration d'un nouvel événement est moins lourde s'il partage l'indice du précédent événement pour cette dimension. A ces deux prédictions, le modèle d'indexation d'événements ajoute l'hypothèse d'additivité, selon laquelle les effets liés à chaque dimension sont cumulatifs. On peut donc reformuler ainsi les

hypothèses sur l'organisation en mémoire et sur la charge de traitement : d'une part, plus deux événements partagent d'indices communs, plus fortement ils sont associés en mémoire à long terme (plus ils y sont « proches »). D'autre part, l'intégration d'un nouvel événement est d'autant plus facile (en termes de coût cognitif) qu'il partage un plus grand nombre d'indices avec les autres événements du modèle de situation courant. Autrement dit, moins bon est le recouvrement d'indices, plus difficile est l'intégration. Par exemple, toutes choses égales par ailleurs, un événement temporellement et spatialement contigu avec l'événement qui le précède directement dans le texte est mieux intégré qu'un événement contigu dans une seule des dimensions, qui est lui-même mieux intégré qu'un événement non contigu dans les deux dimensions. Dans le ce dernier cas (double discontinuité), le lecteur doit ajouter à sa représentation deux nouveaux indices, un pour le temps et un pour l'espace.

L'élaboration d'un ou plusieurs nouveaux indices correspond à l'élaboration d'une nouvelle sous-structure dans le modèle de Gernsbacher (1990). Dans le modèle d'indexation d'événements, une discontinuité dans l'une des dimensions de la cohérence conduit à créer un nouvel indice pour cette dimension dans le modèle de situation. La différence entre les deux théories est que l'approche par les indices introduit une gradation de la discontinuité entre les différentes parties du modèle de situation, en fonction du nombre d'indices qui diffèrent d'un événement à l'autre ; dans cette approche, le modèle de situation peut être vu comme un réseau d'événements plus ou moins fortement connectés entre eux en fonction du nombre d'indices partagés, et les sous-ensembles de la représentation sont des résultantes du jeu de ces connexions. Par contraste, le modèle de Gernsbacher met l'accent sur les structures comme parties distinctes de la représentation, et articulées entre elles. Dans cette approche, la continuité (appartenance à des sous-structures différentes) a un caractère binaire, tandis que dans l'approche du modèle d'indexation, la continuité entre événements est graduée par le nombre d'indices dimensionnels partagés (voir Tapiero & Blanc 2001 pour une comparaison précise des deux modèles).

Les quatre hypothèses du modèle d'indexation d'événements (Zwaan, 1999b) sont les suivantes :

1. Les événements sont les unités des modèles de situation (mais la quantité d'informations associée à un événement varie avec son activation).
2. Les événements sont reliés entre eux selon 5 dimensions : le temps, l'espace, la causalité, la motivation, et les protagonistes.
3. Les relations sont binaires : dans chaque dimension, deux événements sont soit reliés, soit non reliés.
4. Les dimensions sont égales : leurs rôles sont équivalents dans la structure du modèle de situation.

Zwaan (1999b) précise que la justification des hypothèses 3 et 4 est plus méthodologique que théorique : l'approche binaire est considérée comme une simplification opérationnelle de possibles échelles de distances graduées, et l'égalité des dimensions est une hypothèse de départ qui doit être affinée par des études plus précises sur les relations entre dimensions.

Les hypothèses du modèle d'indexation ont été étudiés par des analyses de régression multiple (Zwaan, Magliano & Graesser, 1995 ; Zwaan, Radvansky, Hilliard & Curiel, 1998) et par des épreuves de catégorisation (Zwaan, Langston & Graesser, 1995). La méthode statistique de l'analyse de régression multiple présente l'avantage de mesurer simultanément les effets de plusieurs variables, et d'indiquer la contribution propre de chacune au sein de l'ensemble. Dans leurs études de régression multiple, Zwaan et ses collaborateurs ont utilisé des textes narratifs longs (nouvelles ou fables). Pour chacune des cinq dimensions, chaque phrase était codée soit continue, soit discontinue. Pour la dimension temporelle, le critère de continuité est la contiguïté : une phrase est jugée discontinue si l'événement qu'elle dénote ne succède pas immédiatement à l'événement que dénote la phrase précédente. Pour la dimension spatiale, il y avait discontinuité en cas de changement de cadre spatial (pièce, scénario ou région comportant des caractéristiques distinctives). Pour la causalité, une phrase est continue s'il existe un antécédent causal dans le texte antérieur (le critère de utilisé est celui de van den Broek, 1990a) ; les préconditions (*enablements*) n'étaient pas comptées parmi les antécédents causaux (cf. II - 3.1.1). La continuité motivationnelle est préservée tant

que les événements correspondent à un but formulé ou impliqué dans le texte antérieur. Enfin, la discontinuité de protagonistes est caractérisée par l'apparition d'un nouveau protagoniste. Les cinq dimensions étaient codées indépendamment les unes des autres.

Dans la première étude de régression multiple sur les temps de lecture (Zwaan, Magliano & Graesser, 1995), seuls le temps, l'espace et la causalité (causes et buts confondus) étaient des variables théoriques. Toutefois, une variable de contrôle codait la continuité référentielle au sens large : il y avait discontinuité en cas d'introduction d'un nouveau groupe nominal argument²⁰ (*new argument noun*). Nous appellerons cette variable « nouvel argument ». Cette publication décrivait deux expériences dans lesquelles les temps de lecture étaient mesurés, dans une présentation phrase par phrase sur l'écran d'un ordinateur. Dans les deux expériences, il y avait deux conditions de lecture : soit pour le plaisir (condition normale), soit dans le but d'être capable de restituer oralement le contenu de l'histoire (condition mémoire). Dans la deuxième expérience, les participants faisaient deux lectures du même texte. Pour le matériel de la première expérience, les corrélations bivariées ont des valeurs absolues inférieures à 0,15. Pour les textes de la seconde expérience, les corrélations sont plus importantes. Les principales corrélations concernent les nouveaux arguments et le temps ($r = -0,41$), et la causalité ($r = -0,17$). Le temps et l'espace sont également significativement corrélés ($r=0,19$). Ces niveaux de corrélation permettent d'écarter par avance les problèmes de multicolinéarité. Dans les deux expériences, en condition de lecture normale, les analyses de régression multiple révèlent des Bêtas significatifs pour les discontinuités temporelle et causale, ainsi que pour les nouveaux arguments. Dans l'expérience 2, en condition normale, Zwaan et al. ont observé les mêmes effets significatifs pour la première lecture, mais dans la deuxième lecture, seuls le temps et l'espace sont significatifs. Les auteurs interprètent ces résultats comme reflétant le fait que lors de la première lecture, le lecteur contrôle spontanément les dimensions spatiale et temporelle, et qu'en seconde lecture, une fois les connexions causales établies, il peut consacrer son attention à la dimension spatiale. En condition mémoire, les résultats sont beaucoup moins clairs, et diffèrent d'une expérience à l'autre. La causalité n'est significative que dans la seconde expérience (pour les deux lectures) ; le temps est significatif partout, et l'espace n'est significatif que dans la première expérience, et la seconde lecture de l'expérience 2. Les nouveaux arguments ne sont significatifs que dans la première lecture des deux

²⁰ autrement dit, lorsque apparaissait un nouveau référent servant d'argument à un verbe.

expériences. Les auteurs concluent que la tâche de mémorisation perturbe le traitement normal de la narration ; toutefois les résultats pris dans leur ensemble semblent appuyer l'hypothèse d'un contrôle spontané du temps et de la causalité, ainsi que de la référence telle que l'expriment les nouveaux arguments. En revanche, le partage d'arguments (*argument overlap*), inclus parmi les variables de contrôle, n'était pas significatif.

Dans trois expériences Zwaan, Radvansky, Hilliard & Curiel (1998) ont appliqué la méthode de la régression multiple en incluant cette fois les cinq dimensions du modèle. Dans la première expérience, le matériel était constitué de quatre fables modernisées d'une vingtaine de phrases. Les corrélations les plus importantes entre variables théoriques concernaient la causalité et les protagonistes ($r=0,50$). Pour l'ensemble des variables, les tolérances étaient comprises entre 0,37 et 0,69. L'analyse de régression a révélé des effets significatifs sur le temps de lecture du temps, de la causalité, des buts, et des protagonistes, mais pas de l'espace. Les expériences 2 et 3 visaient à étudier si l'apprentissage par le lecteur d'un modèle mental spatial détaillé le conduit à contrôler également la dimension spatiale. Dans ces deux expériences, Zwaan et collaborateurs ont utilisé le matériel de Rinck & Bower (1995 ; cf. II - 2.1.3 pour une description de leur protocole). Dans l'expérience 2, les sujets devaient au préalable apprendre soigneusement la configuration spatiale dans laquelle le protagoniste allait évoluer. L'expérience 3 servait de contrôle : les sujets lisaient directement les textes sans avoir appris la configuration spatiale. Les régressions multiples confirment l'hypothèse de Zwaan et al., à savoir que les cinq variables théoriques sont des prédicteurs significatifs du temps de lecture lorsque les lecteurs disposent d'un modèle mental spatial détaillé (expérience 2), alors que dans la condition de lecture sans apprentissage préalable (expérience 3), parmi les 5 dimensions, seul l'espace n'est pas un prédicteur significatif. Le matériel utilisé pour ces expériences appelle plusieurs remarques. La première est le fait que les transitions spatiales étaient très explicites dans les textes. L'absence d'effet de l'espace dans l'expérience 3 indique donc que l'effet obtenu pour cette dimension dans l'expérience 2 résulte bien des connaissances préalables du sujet (ou du but induit par la tâche d'apprentissage), et non du degré d'explicitation des informations spatiales dans le texte. La seconde remarque concernant le matériel est que les dimensions du temps et de la causalité avaient des variances très faibles (les discontinuités étaient rares), et elles étaient fortement corrélées ($r= 0,55$). Ces résultats sont donc moins une preuve positive de leur effet qu'une absence de d'infirmerie de l'hypothèse de leur effet. La tolérance de l'ensemble des variables était comprise entre 0,55 et 0,80. Dans cette étude, Zwaan et al. ont effectué deux

analyses pour tester l'hypothèse d'additivité des effets des ruptures sur la charge de traitement : d'une part, ils ont observé une corrélation significative entre le nombre de dimensions en rupture et l'erreur-type du temps de lecture. D'autre part, une analyse de variance indique que le temps de lecture augmente significativement en fonction du nombre de ruptures. Les occurrences de discontinuité dans plus de deux dimensions étant rares, pour cette analyse, les modalités considérées du nombre de ruptures étaient : une, deux ou trois et plus.

En bref, les analyses de régression multiple indiquent que quatre dimensions de la causalité ont une contribution propre à la charge de traitement dans l'intégration d'une nouvelle phrase au modèle de situation : le temps, la causalité, les buts, et les protagonistes. De plus, il semble que les effets des ruptures soient additifs, c'est-à-dire que le temps de lecture est d'autant plus long que le nombre de ruptures est élevé. Parmi les cinq dimensions proposées de la cohérence, l'espace peut avoir une contribution spécifique à la charge de traitement, mais cette dernière n'apparaît que lorsque le lecteur dispose d'informations très précises sur la configuration spatiale. Ces résultats confirment que les informations spatiales ne font l'objet d'un traitement poussé que dans des conditions spécifiques (cf. II - 2.1.3).

Dans une étude sur l'effet des cinq dimensions sur l'organisation en mémoire, Zwaan, Langston & Graesser (1995) ont présenté la première formulation du modèle d'indexation multiple. Dans deux expériences, ils ont demandé aux participants d'exécuter une tâche de catégorisation des verbes de quatre narrations d'une centaine de mots chacune. Dans l'expérience 1, les participants avaient pour tâche de regrouper les verbes en sept catégories, une première fois après avoir lu le texte et sans pouvoir le consulter (condition mémoire), puis une seconde fois en ayant la possibilité de se référer au texte (condition texte présent). L'expérience 2 intervertit l'ordre des conditions. La variable dépendante est la probabilité de classement des deux verbes dans la même catégorie par au moins deux sujets. Les cinq variables de continuité de ces expériences sont les variables binaires décrites pour les analyses sur les temps de lecture. Quatre variables de contrôle ont été également codées : la distance de surface (nombre de mots séparant les deux verbes dans l'histoire), la connexion de surface (variable binaire codant l'appartenance des deux verbes à une même phrase, le partage d'argument (variable binaire), et la distance lexicale (c'est-à-dire la probabilité « hors contexte » de classement des deux verbes dans la même catégorie, obtenue dans une étude normative préalable). Les corrélations les plus importantes entre variables concernent le temps et la connexion de surface ($r=0,60$), le protagoniste et le partage d'arguments ($r=0,50$),

la causalité et la connexion de surface ($r= 0,43$), la causalité et le temps ($r=0,38$), et la causalité et la distance de surface ($r=0,32$). Dans l'expérience 1 (condition mémoire suivie de la condition texte présent), les cinq variables théoriques ont des Betas significatifs, pour les deux conditions ; la distance de surface est un prédicteur significatif dans la condition texte présent. Dans la seconde expérience (condition texte présent suivie de la condition mémoire), seules l'espace, la causalité et l'intentionnalité sont significatives, pour les deux conditions. La distance de surface est significative dans les deux conditions. Les auteurs suggèrent que l'absence de significativité du temps dans la seconde expérience jointe à la significativité de la distance de surface s'explique par la forte corrélation entre ces deux variables ; ils n'expliquent pas l'absence d'effet du protagoniste. Les résultats présentés suggèrent que les cinq dimensions du modèle sont des prédicteurs significatifs de la proximité dans la représentation du texte lorsque le lecteur se réfère à sa mémoire du texte ; toutefois, le fait de pouvoir se référer au texte semble augmenter l'importance de ses caractéristiques de surface dans la distance perçue, et supprime peut-être l'effet des ruptures de protagonistes.

L'ensemble des données empiriques recueillies par Zwaan et collaborateurs sont compatibles avec les trois premières hypothèses du modèle d'indexation multiple, car elles indiquent qu'il est possible d'observer un effet propre des ruptures des cinq dimensions, sur les temps de lecture comme sur la distance perçue des informations du texte après lecture. Elles permettent en outre de préciser en partie les conditions dans lesquelles l'hypothèse d'égalité, comprise au sens large de contribution significative de toutes les dimensions, est valide. Le rôle de la dimension spatiale n'apparaît que sous certaines conditions. D'autre part, certaines corrélations, notamment entre la causalité et les protagonistes, ou la causalité et le temps, témoignent du fait que les dimensions ne sont pas indépendantes. La rareté des ruptures dans plus de trois dimensions peut être également prise comme une indication de l'additivité des dimensions : l'absence de ruptures simultanées reflèterait le fait que la nécessaire continuité thématique du texte est mise en œuvre par les continuités dans les dimensions. Toutefois, cette approche globale ne permet pas de préciser quelles dimensions sont additives, ou la nature de leur relation et son effet sur la compréhension. Dans le point suivant, nous présentons des travaux concernant des sous-ensembles des cinq dimensions, qui permettent de préciser le tableau de leurs interactions dans la compréhension. Enfin, l'étude de catégorisation de Zwaan, Langston & Graesser (1995) suggère que la distance perçue entre événements dépend en partie de la disponibilité du texte.

II - 2.2.2 Intégrations partielles

a Causalité et espace

Friedman & Miyake (2000) s'appuient sur l'hypothèse d'une division de la mémoire de travail (MT) en deux parties consacrées spécifiquement au raisonnement visuospatial et aux compétences de traitement du discours pour suggérer que les aspects causaux et spatiaux du modèle de situation sont traités indépendamment dans la compréhension. Le modèle classique de la mémoire de travail (Baddeley, 1986) propose l'existence de deux systèmes « esclaves » de la MT, respectivement dédiés au maintien d'informations verbales (la boucle phonologique) et visuospatiales (le carnet visuospatial). Toutefois de nombreux travaux empiriques suggèrent que cette division joue un rôle limité pour ce qui concerne les tâches d'ordre supérieur, comme la compréhension du discours ou la pensée spatiale. Shah & Miyake (1996) ont fait l'hypothèse que la distinction entre les capacités visuospatiales et verbales peut être étendue aux niveaux supérieurs de la mémoire de travail. Pour étayer cette hypothèse, ils étudient la corrélation entre, d'une part, des mesures d'empan (empan de lecture et empan spatial), et d'autre part des tâches de compréhension de texte ou de visualisation spatiale. La tâche d'empan de lecture (Daneman & Carpenter, 1980) consiste à lire à haute voix un ensemble de phrases, avec pour tâche de garder en mémoire le dernier mot de chaque phrase pour un rappel ultérieur. La tâche d'empan spatial (élaborée par Shah et Miyake) consiste à exécuter des rotations mentales de lettres de l'alphabet tout en devant garder mémoire de l'orientation spatiale initiale en vue d'un rappel ultérieur. Leur étude montre que le score d'empan de lecture prédit les performances pour la tâche de compréhension mais pas pour la tâche de visualisation spatiale. Réciproquement, score d'empan spatial prédit les performances pour la tâche de visualisation spatiale, mais pas pour la tâche de compréhension. La dissociation des corrélations suggère que les capacités de mémoire impliquées dans la compréhension du discours et la pensée spatiale sont séparables, même à un niveau plus élevé que la boucle phonologique et le carnet visuospatial.

En s'appuyant sur cette distinction, les auteurs étudient les rôles de ces deux sous-systèmes dans l'élaboration et le maintien du modèle de situation. Dans deux expériences, ils font lire aux participants des textes requérant l'élaboration d'inférences spatiales et causales. Les informations correspondant aux inférences étaient rendues explicites ou non. Des mesures de compréhension en ligne permettaient d'évaluer dans quelle mesure les lecteurs avaient élaboré les inférences. La performance d'élaboration des informations causales était

mesurée par comparaison des temps de jugements d'affirmations paraphrasant des inférences explicitées ou non dans le texte. La performance pour les inférences spatiales étaient testées à la fois verbalement, comme les inférences causales, et par des temps de jugements de la fidélité de figures schématiques à la configuration spatiale décrite dans les textes. Les résultats indiquent que les scores de compréhension correspondant aux deux types d'inférences étaient indépendants. Par ailleurs, les scores de compréhension causale étaient corrélées à l'empan de lecture, mais pas à l'empan spatial ; les scores de compréhension spatiale étaient corrélés à l'empan spatial, mais pas à l'empan de lecture. Selon les auteurs, ces résultats appuient l'hypothèse que les dimensions spatiale et causale des modèles de situation sont construites et entretenues dans des sous-systèmes indépendants de la mémoire de travail. Ces résultats de Friedman et Miyake présentent l'intérêt de préciser un sens possible de l'indépendance des dimensions de l'espace et de la causalité, en montrant que la qualité des élaborations des deux dimensions dépend de compétences spécifiques du lecteur. Toutefois une interprétation en termes d'indépendance des modèles spatiaux et causaux est problématique, en ce que la notion même de modèle de situation (ou de compréhension) repose essentiellement sur le principe d'une intégration cohérente des informations. Quel serait le sens ou la portée d'une compréhension produisant un ensemble de représentations dimensionnelles indépendantes dont la cohérence n'est qu'interne ?

b Espace et référence

En utilisant le paradigme de l'effet de ventilation (*fan effect*), Radvansky et ses collaborateurs (Radvansky & Zacks, 1991 ; Radvansky, Spieler & Zacks, 1993), ont étudié les facteurs influant sur le mode préférentiel (lieu ou référence) de structuration du modèle de situation. L'effet de ventilation a été défini et observé par J.R. Anderson (1974), dans une tâche au cours de laquelle les participants devaient apprendre une liste d'informations sur la localisation de personnes dans des lieux (par exemple : « Un hippie est dans le parc. | Un pompier est dans la cave. | Un avocat est dans le parc. | Un hippie est dans l'église | etc. ». Puis les sujets étaient soumis à une tâche de reconnaissance : on leur présentait des phrases du même type que celles qu'ils avaient étudié, et ils devaient dire si l'information présentée correspondait à celle qu'ils avaient apprise. Il apparaît que les temps de réponse (acceptation d'une information présentée ou rejet d'une information non présentée) est une fonction croissante du nombre d'informations associées au concept (lieu ou personne) dans le matériel étudié (dans l'étude originale, ce nombre varie de 1 à 3). Par exemple, l'acceptation ou le rejet

d'une phrase concernant un hippie était d'autant plus long que le matériel mentionnait plus de lieux dans lesquels se trouvaient un hippie. De même, le temps de jugement d'une information concernant la cave était une fonction croissante du nombre de personnes se trouvant dans la cave. On interprète en général l'effet de ventilation en termes de dispersion de l'activation dans un réseau de nœuds interconnectés (théorie ACT d'Anderson, 1983, ou ACT-R, Anderson, 1993). Les concepts correspondant à l'amorce présentée au sujet dans la tâche de reconnaissance sont activés, et cette activation se propage en fonction des connexions de ces concepts avec les autres éléments du réseau. Le nœud à récupérer est d'autant moins activé que son activation a été « ventilée » vers un plus grand nombre d'autres nœuds. C'est donc une activation moindre due à un effet de ventilation qui expliquerait les temps de reconnaissance supérieurs. Radvansky et collaborateurs arrivent à produire des effets de ventilation dissymétriques selon le type de concept (lieu ou référent), en faisant varier le type de référent (objet ou personne) et le type de lieu (susceptible d'accueillir plusieurs personnes ou non). Dans les expériences 1 et 2, les lieux considérés sont des contenants de grande taille, comme un aéroport ou une bibliothèque, et les référents sont des objets. Dans ce cas on observe un effet de ventilation pour les objets, mais pas pour les lieux. Dans les expériences 3 et 4, les référents sont des personnes : le profil des résultats est différent de ceux des expériences 1 et 2, et suggère la possibilité d'un double effet de ventilation, pour les personnes et pour les lieux. Dans les expériences 5 et 6, les référents sont toujours des personnes, mais cette fois les lieux ne peuvent contenir qu'une personne (ex. un kayak, une cabine téléphonique). Dans cette condition, il n'y a pas d'effet de ventilation pour les personnes, mais un effet de ventilation pour les lieux. Par ailleurs, les résultats obtenus ne sont sensibles ni au caractère transportable des objets (ex. un journal ou un parapluie vs. un bureau ou un distributeur de boissons), ni au caractère défini ou indéfini de l'article (« un » vs. « le »).

Radvansky, Spieler & Zacks (1993) interprètent cet effet dans le cadre de la théorie des modèles de situation. Selon ces auteurs, l'individu comprend une information en l'intégrant dans les circonstances d'une situation. Si une nouvelle information peut être intégrée dans une situation existante de la représentation, elle l'est, et sinon une nouvelle situation (dans la terminologie des auteurs, un nouveau modèle de situation) est ajoutée à la représentation. L'hypothèse de Radvansky est que les situations sont les unités recevant l'activation : l'activation d'un nœud situationnel implique l'activation de toutes ses composantes. Ainsi, l'accès à un élément à partir de la situation à laquelle il appartient ne

dépend pas du nombre d'éléments intégrés à la situation. Autrement dit, si l'indice de récupération d'un élément est une situation à laquelle il est intégré, il ne doit pas y avoir d'effet de ventilation. En revanche, la récupération d'une situation par l'un de ses éléments sera d'autant plus difficile que cet élément appartient à un plus grand nombre de situations : dans ce cas l'effet de ventilation doit avoir lieu, et il s'interprète comme une interférence due à l'activation de plusieurs modèles de situation non pertinents reliés à l'amorce. Radvansky et collaborateurs interprètent donc ainsi leurs observations empiriques : lorsque les référents sont des objets, les situations sont définies par les lieux (donc pas de ventilation pour les lieux, mais ventilation pour les objets). Lorsque les référents sont des personnes, il y a concurrence entre la référence et le lieu, comme principe d'organisation des situations (donc l'effet de ventilation pour les lieux est possible ; cette situation correspond au protocole d'Anderson, 1974). Enfin, lorsque les lieux ne peuvent contenir qu'une personne, le référent (la personne) est le principe privilégié d'organisation des situations (ventilation pour les lieux, mais pas pour les personnes). Anderson & Reder (1999) ont reformulé ces résultats en termes de différences de poids d'activation dans un réseau uniforme de concepts (par opposition au réseau hiérarchisé des situations), et proposé une interprétation fondée sur un mécanisme attentionnel. Quelle que soit l'interprétation que l'on donne des expériences de Radvansky et al. (1993), elles mettent en évidence certains facteurs permettant de prédire la proximité entre éléments de la représentation, en fonction de la nature des informations (référentielles ou spatiales).

c Temps et référence

Dans un protocole d'effet de ventilation analogue à celui de Radvansky, Spieler & Zacks (1993 ; cf. paragraphe b), Radvansky, Zwaan, Federico & Franklin (1998) ont comparé les rôles du temps et de la référence comme facteurs de structuration de la représentation des informations apprises dans un ensemble de phrases. Dans cette recherche, les participants devaient apprendre des informations associant l'action d'une personne à un repère temporel. Le participant était informé du scénario englobant les repères temporels (par exemple une fête privée). Les phrases étudiées étaient de la forme « Le banquier regarda sa montre quand le téléphone sonna » ou « le plombier leva son verre quand l'appareil photo émit un flash ». Les résultats indiquent que le temps de reconnaissance d'une phrase concernant une personne était plus long si le participant avait appris plusieurs informations concernant cette personne, correspondant à divers repères temporels. En revanche, le temps de reconnaissance d'une

phrase correspondant à un repère temporel donné ne dépendait pas du nombre d'informations qui lui étaient attachées. En d'autres termes, on observe un effet de ventilation pour les personnes, mais pas pour le temps. Toutefois, le sens donné à la dimension temporelle dans cette recherche est très spécifique : tous les événements-repères (*anchoring events*) constituant le cadre temporel avaient une durée ponctuelle, et aucun autre repère temporel n'était donné (ni la date ni l'ordre séquentiel des événements-repères). Ces résultats peuvent donc être formulés en termes d'ancrage préférentiel des informations aux événements (plutôt qu'à la référence). Il serait plus prudent d'affirmer que les événements à mémoriser sont plus volontiers assemblés par groupes d'événements simultanés que par groupes d'événements concernant la même personne. Cette formulation des résultats de Radvansky et al. (1998) rend possible l'explication des résultats obtenus par le fait que le temps (« lorsque le téléphone sonna ») fournit un indice relatif à l'événement dans son entier (« le plombier leva son verre »), alors que la référence n'est un élément de l'événement dénoté ; le temps est un indice qualifiant le tout, tandis que la référence est une partie.

d Espace et temps

Dans un protocole analogue à celui de Morrow, Bower & Greenspan (1989), Rinck & Bower (2000) ont étudié les effets des distances temporelle et spatiale, et leurs interactions avec la distance dans la surface du texte. Dans les histoires du matériel, le protagoniste effectuait un parcours dans un bâtiment dont les participants des expériences avaient préalablement appris la disposition spatiale. Arrivé dans une pièce, le protagoniste s'engageait dans une activité secondaire par rapport à son but principal (par exemple, il parcourt le bâtiment à la recherche d'un document perdu, et s'arrête ranger une pièce en désordre). Cette activité secondaire était présentée soit en une phrase soit en six (distance de surface), puis une phrase indiquait le temps mis par le protagoniste pour la terminer : soit des minutes, soit des heures (distance temporelle). Après cette phrase, les noms d'un objet et d'une pièce étaient présentés au participant, qui devait indiquer le plus vite possible si l'objet nommé était situé dans la pièce nommée. Pour les items cible de cette tâche de décision, la bonne réponse était oui, et la pièce concernée était soit celle dans laquelle se trouvait le protagoniste, soit une autre pièce qu'il a traversée auparavant (distance spatiale). Les temps de réponse s'avèrent significativement plus longs en cas de rupture spatiale ou d'allongement de l'intervalle temporel ; il n'y a en revanche pas d'effet de la distance de surface. Par ailleurs, les effets de l'espace et du temps sont additifs. Ces résultats indiquent des effets propres du temps et de

l'espace sur les différences d'accessibilité, indépendants de la distance de surface. Toutefois, à la différence de Zwaan (1996), Morrow et collaborateurs. n'observent pas d'effet de l'intervalle temporel sur les temps de lecture. Par ailleurs, le temps de lecture de la phrase exprimant la durée est d'autant plus courte que le nombre de phrases décrivant l'action est élevée, et cet effet est indépendant de la distance temporelle. Cette différence entre les deux études peut s'interpréter en termes d'articulation entre l'intervalle temporel et le scénario. Dans les expériences de Rinck & Bower, le temps écoulé définissait explicitement les bornes d'une subdivision du scénario. Les phrases exprimant le temps étaient construites sur ce modèle : « [After ten minutes] / [After an hour], Calvin was finally done cleaning up the room » (« [Au bout de dix minutes] / [Au bout d'une heure] , Calvin avait fini de ranger la pièce »). Dans l'étude de Zwaan, le temps écoulé (un moment ou une heure) maintenait la situation à l'intérieur des bornes d'un scénario (un match de foot ou une soirée d'anniversaire), mais deux caractéristiques de l'intervalle temporel n'étaient pas présentes dans le matériel de Rinck et Bower. Premièrement, le fait que l'intervalle de temps soit inclus ou non dans les bornes du scénario en cours n'est pas explicité, mais à inférer ; deuxièmement, le marqueur de segmentation temporel indique non pas la durée d'un événement mais la durée d'un intervalle entre événements (sans que l'on sache a priori ce qui remplit cet intervalle). Dans ce matériel, le fait qu'une heure s'écoule avant l'événement suivant est susceptible d'engager le lecteur dans deux types d'élaborations dont l'existence expliquerait l'allongement des temps de lecture. D'une part, il est peut-être nécessaire de recourir aux connaissances de la mémoire à long terme pour établir que le délai écoulé ne fait pas sortir le curseur du temps hors du champ du scénario en cours. D'autre part, dans la perspective où le lecteur cherche à établir la cohérence entre les événements successifs, c'est-à-dire à (s')expliquer les relations entre événements, la présence d'un intervalle temporel, qui viole la contiguïté par défaut des événements (hypothèse d'iconicité), est susceptible de déclencher la recherche d'inférences liant les événements séparés dans le temps. On ne peut conclure précisément sur la nature des élaborations suscitées par l'intervalle temporel à partir des données existantes. Nous suggérons toutefois deux hypothèses interprétatives permettant d'articuler les résultats de Zwaan avec ceux de Rinck et Bower. La première hypothèse est que l'effet de l'intervalle temporel sur le temps de lecture est subordonné à la continuité de scénario : l'intervalle temporel n'alourdit pas les traitements en ligne s'il décrit la durée d'un événement (Rinck & Bower), mais il suscite des élaborations s'il décrit un intervalle entre événements (Zwaan), car sa présence signale la nécessité d'une élaboration pour établir la cohérence entre les unités qu'il individualise. La seconde hypothèse est que l'effet de distance

de l'intervalle temporel sur l'accessibilité mutuelle des éléments de la représentation ne relève pas uniquement du rôle de signal que nous venons de mentionner, puisque Rinck et Bower observent un effet de la distance temporelle en situation explicite de continuité événementielle : un événement plus long met plus à distance dans la représentation les événements qui le précèdent. En d'autres termes, l'effet de distance du temps sur la représentation n'est pas « discrétisable » par une reformulation du temps en termes d'événements. Une interprétation alternative des résultats de Rinck & Bower serait qu'une durée importante pour le sous-événement conduise le lecteur à instaurer un niveau de but correspondant, ce qui introduit une différence de niveau hiérarchique entre cet événement et les événements relatifs au but principal (cf. II - 3.1.1 b). Toutefois cette interprétation, outre qu'elle nécessite une vérification expérimentale, présente deux défauts. Premièrement, elle implique que l'inférence d'un nouveau niveau de buts n'est pas coûteuse en temps (puisque Rinck & Bower n'ont pas observé d'allongement des temps de lecture). Deuxièmement, cette explication ne s'applique pas aux effets observés par Zwaan (1996) sur la mémoire à long terme, car dans ces expériences, l'intervalle temporel ne semble pas susceptible de qualifier l'importance des événements.

Les suggestions formulées ici demeurent à confirmer par une étude manipulant de façon indépendante rapport entre l'intervalle temporel et les bornes de l'événement (cf. f). On peut néanmoins retenir que les données empiriques suggèrent que l'effet de la dimension temporelle est sinon subordonné, du moins lié à l'organisation des événements, laquelle est essentiellement causale.

e Espace, temps et référence

Scott Rich & Taylor (2000) ont comparé les intensités des effets des ruptures temporelles, spatiales et référentielles (nouveau protagoniste) dans les textes narratifs, pour les temps de lecture, la reconnaissance, et les jugements de cohérence locale (qu'elles appellent *cohesion*) et globale (qu'elles appellent *coherence*). Dans le matériel des expériences sur les jugements de cohérence, les ruptures apparaissaient par paires : temporelle + spatiale, temporelle + référentielle, ou référentielle + spatiale. Les résultats indiquent que les ruptures du type temps + espace sont celles qui diminuent le moins les jugements de cohérence locale ou globale. Les ruptures de type espace + référence conduisent aux cohérences globales les plus faibles ; en revanche, pour la cohérence locale, les ruptures de type temps + référence ont plus d'impact. Il semble donc que la référence est, des trois dimensions, celle dont l'effet est

le plus important. La troisième expérience, dans laquelle les dimensions sont individualisées (rupture dans une seule dimension à la fois) présente des résultats mitigés et difficiles à interpréter, car les hiérarchies obtenues ne sont pas les mêmes pour les temps de lecture, les temps de réponse à une tâche de reconnaissance, et les taux de bonnes réponses à cette tâche. Les temps de réponse à la tâche de reconnaissance sont plus longs pour les ruptures de la dimension référentielle que pour les deux autres dimensions (lesquelles ne diffèrent pas). Les taux de bonnes réponses sont les meilleurs lorsqu'il y a eu rupture référentielle, et les taux de bonnes réponses en cas de rupture spatiale sont significativement supérieurs aux taux en cas de rupture temporelle. Selon Scott Rich & Taylor, la différence entre ces deux mesures ne peut s'interpréter comme un compromis entre vitesse et précision, car il ne s'appliquerait qu'à une partie du matériel. Les analyses relatives au temps de lecture sont plus difficiles encore à interpréter, car elles ne signalent pas de différence entre les phrases présentant une rupture et celles qui n'en présentent pas. Les temps de lecture sont plus les plus courts pour les ruptures temporelles, et ils sont équivalents pour les ruptures référentielles et spatiales. Si les résultats de Scott Rich et Taylor (expériences 1 et 2) indiquent un effet des ruptures référentielles supérieur à l'effet des ruptures temporelles et spatiales, ces données nécessitent de plus amples investigations pour être confirmées.

f La notion d'événement

Il ressort des développements du point II - 2.1.4, et des discussions des points c et d ci-dessus, que la notion d'événement peut apparaître, selon l'échelle à laquelle le texte le présente, non seulement comme une unité située dans le temps et l'espace, mais aussi comme un facteur intérateur des dimensions spatiale et temporelle. Avant de présenter l'analyse par Zacks & Tversky (2001) de la notion d'événement, tentons de préciser l'articulation entre événement et situation. Les deux mots sont en général employés sans définition rigoureuse. La notion de situation se distingue de celle d'événement par son caractère possiblement statique, lorsqu'elle est réduite à la seule dimension spatiale (elle s'apparente alors à un état de fait). Toutefois, dès qu'on caractérise une situation par des coordonnées spatiales et temporelles, la distinction avec la notion d'événement est floue. « Aller au cinéma » est-il une situation ou un événement ? Soulignons l'ambiguïté de la notion d'événement, qui désigne aussi bien une unité de la situation (ex. « une offensive »), qu'un ensemble structuré de ces unités (« la reconquête de l'Alsace et de la Lorraine »), ou encore le cadre global, la situation dont il est question (« la guerre de 14 »).

Zacks & Tversky (2001), dans une revue des travaux de philosophie et de psychologie, ont tenté d'analyser ce qui nous permet d'individualiser des événements comme tels. Nous ne rapportons de leurs travaux que ce qui concerne directement le rapport entre la notion d'événement et les dimensions situationnelles que nous avons énumérées. Les références du présent paragraphe sont citées par ces auteurs. Ils suggèrent que le problème est similaire à celui de la psychologie de la perception des objets : les événements, comme les objets, sont organisés selon une double hiérarchie, taxonomique (les relations taxonomiques sont les relations d'espèce) et paronomique (les relations paronomiques sont celles entre une entité et ses sous-entités). La segmentation des événements est une segmentation temporelle. Son échelle varie selon des critères perceptifs (nombre de changements), mais aussi selon les buts et les connaissances du segmenteur. Dans une expérience où l'on demandait aux participants d'indiquer les limites d'unités événementielles d'un événement filmé (Newton, 1973), les participants avaient tendance à placer les ruptures aux moments où les modifications de caractéristiques physiques étaient les plus nombreuses. Au delà de ces segmentations caractérisables objectivement, et pour lesquelles les accords interindividuels sont importants, il est possible de moduler l'échelle de la segmentation en demandant explicitement aux sujets de marquer les plus grandes unités possibles ou les plus petites unités possibles (Lassiter, Stone & Rodgers, 1988; Newton, 1973). Il apparaît, en tâche de reconnaissance, que les caractéristiques physiques des stimuli sont mieux rappelées lorsque la segmentation est fine. Un ajustement spontané de l'échelle se produit également en fonction de la connaissance du sujet sur les buts et les actions qu'il observe : moins le comportement observé est prédictible, plus petites seront les unités événementielles. L'échelle des événements semble ainsi dépendre de notre capacité à les rendre causalement cohérents: lorsqu'un grain temporel grossier ne permet pas de rendre intelligible la cohérence des actions observées, le sujet décompose les événements dans un grain temporel plus fin (Newton, 1973). Vallacher & Wegener (1987) ont trouvé des résultats analogues pour la perception de ses activités propres.

En définitive, tous les événements ont un début et une fin, ils ont lieu dans le temps et dans l'espace. Ces deux dimensions contribuent sans aucun doute à la structuration des événements, mais la façon dont leur combinaison détermine les contours de l'événement en général demeure insaisissable. Zacks et Tversky considèrent que les paronomies d'événements dans les représentations structurées reposent sur des structures causales et des structures de buts ; ce n'est qu'à défaut d'une telle structure d'organisation des événements

que nous nous rabattons sur une segmentation plus fine, s'appuyant sur les caractéristiques physiques des stimuli.

A la lumière des études que nous venons de présenter, il apparaît que les relations entre les dimensions de la cohérence proposées dans le modèle d'indexation d'événements sont complexes. Leurs importances respectives sont inégales (Scott Rich & Taylor, 2000) et dépendent des caractéristiques de la situation, ainsi que du degré de précision des connaissances, et des buts de lecture. Des travaux empiriques (e.g. Rinck & Bower, 2000 ; Zwaan, 1996 ; Bower & Rinck, 1999) et théoriques (Zacks & Tversky, 2001) suggèrent une possible relation hiérarchique entre la causalité, d'une part, et le temps et l'espace d'autre part, cette relation s'articulant autour de la notion d'événement. Le temps et l'espace fournissent à la fois le cadre et les bornes des événements causalement reliés entre eux ; les ruptures temporelles apparaissent aussi comme des signaux d'une possible frontière d'événement, ou comme constituant les frontières par défaut des événements lorsque la causalité n'en fournit pas les contours. Si le modèle d'indexation multiple a établi la pertinence du modèle en cinq dimensions de la cohérence, et permis de préciser les rôles respectifs de chaque dimension, il nous semble qu'en définitive, la causalité joue un rôle d'une nature particulière. En effet, la causalité n'est pas qu'un type de relations entre événements. Elle apparaît aussi comme un facteur gouvernant à la fois le contour (l'échelle, ou le grain) des événements représentés (donc des unités incluses dans la représentation), et conditionnant la pertinence des autres types de relations, en particulier les relations spatiales et temporelles. Dans la section suivante, nous tenterons de préciser le sens et la pertinence de la notion de dimension dans le modèle d'indexation multiple. Nous aborderons cette question sous plusieurs angles, notamment celui de l'unité de représentation, et de la notion d'analogie.

II - 2.2.3 Quelles sont les unités de représentation dans l'indexation multiple ?

La question des unités constitutives de la représentation mentale dans le modèle d'indexation multiple demande à être précisée. En effet, une des sources des divergences entre les études consacrées aux dimensions de la cohérence réside dans l'imprécision de la notion de dimension, ambiguë quant à la distinction entre unité et relation dans la représentation. Qu'est-ce qu'une dimension ? Circonscribit-elle un type d'entité représenté, comme le suggère l'existence d'une dimension du protagoniste, ou l'inclusion par certains d'une dimension des émotions ? Pourquoi alors ne pas définir aussi la dimension des fruits, celle des moyens de

transports, ou encore la dimension des belles-mères ? Les dimensions semblent plutôt devoir correspondre à des systèmes généraux de relations entre entités, une sorte de système de coordonnées permettant de caractériser les relations les plus universelles (ou les plus communes) entre les entités représentées. Dans la formulation initiale du modèle d'indexation multiple, une conséquence du caractère binaire des dimensions est que les relations peuvent toutes être vues à la fois comme des relations et comme des unités : pour la temporalité, par exemple, deux événements sont continus temporellement s'ils partagent le même *indice temporel*. Cet indice temporel joue le rôle d'une relation de cohérence entre deux événements, mais il est aussi une unité de la représentation, à laquelle s'ancrent les unités correspondant aux événements. Cette duplicité est flagrante si l'on interprète dans le cadre du modèle d'indexation les protocoles utilisant l'effet de ventilation : ils font alterner les rôles respectifs d'unité et de relation (indice) joués par les dimensions. Zwaan & Radvansky (1998) ont suggéré, pour les dimensions temporelle et spatiale, de distinguer entre le cadre et la relation²¹. Par exemple, au jeu d'échecs, le cadre spatial dans lequel les pièces évoluent est l'échiquier. Les relations spatiales entre les pièces renvoient aux relations topologiques, au fait que tel pion est à gauche du cavalier, ou dans la diagonale de la reine. On peut de même définir la distinction entre cadre temporel et relation temporelle. Toutefois, s'il nous semble que l'opposition entre cadre et relation permet d'éclairer les rapports entre les diverses observations empiriques, à notre connaissance aucune recherche n'a étudié empiriquement cette distinction. Une articulation de ces deux rôles demeure à préciser dans le modèle d'indexation multiple (Zwaan, 1999b ne la mentionne pas dans sa présentation du modèle). On peut s'appuyer sur l'opposition entre cadre/unité et relation pour fonder une classification des dimensions avérées de la cohérence. Les dimensions du temps et de l'espace présentent la double valeur de cadre et de relations. La distinction entre relation et unité est opérante pour caractériser la différence entre les causes et les buts. La causalité rapporte à une relation, et les intentions rapportent à des unités (les buts). En effet, la relation de cause à effet est symétrique au sens où l'on ne peut concevoir une entité comme une cause sans simultanément envisager qu'une autre entité soit son effet (et réciproquement). La présence d'une relation de causalité impose la présence des deux termes de la relation. Quelle que soit la forme de la représentation mentale que l'on envisage pour causalité, l'éventuelle unité de

²¹ Cette distinction est analogue à celle qui oppose les objets de référence aux termes de référence pour la description des objets dans l'espace (Tversky, Taylor & Mainwaring, 1997).

représentation correspondant à une relation de causalité (par exemple le schéma de causalité, ou encore la loi causale validant le lien entre cause et effet) n'aurait pas d'autonomie dans le modèle de situation. Par contraste, la relation de but est subordonnée à l'existence du but, elle repose avant tout sur l'existence d'une unité de représentation. Le but peut préexister aux actions accomplies en vue de l'atteindre, il est avant tout une unité, qui le cas échéant fournit par extension le contenu sémantique de sa relation avec une autre unité de la représentation. La référence fournit essentiellement des unités au modèle de situation, car elle peut être définie et conçue indépendamment du rôle de relation que lui fait jouer le modèle d'indexation. Si elle peut être interprétée comme une relation, cette relation repose toujours sur l'existence d'un référent commun, d'une unité faisant référence à une entité autonome du monde.

Un examen de la dimension du protagoniste illustre la difficulté qu'il y a à envisager les protagonistes comme des indices d'événements et non comme des nœuds. L'indexation d'événements distribue ainsi les rôles : les événements sont les nœuds et les protagonistes sont des indices établissant une relation continuité/discontinuité entre les nœuds. Toutefois, dans une discussion de ce que doit contenir le modèle de situation, Zwaan & Radvansky (1998) évoquent la présence de tokens²² (p.180) correspondant à des « entités » (selon leurs propres termes) dont la nature est variable²³. Certaines des propriétés d'une entité sont associées à son token (les propriétés pertinentes pour la compréhension). Des « pointeurs » vers plus d'informations ont également ces tokens pour source. Les auteurs ne précisent pas la façon dont les rôles des nœuds et des tokens s'articulent dans la représentation. La variété des entités tokénisées et les informations qui y sont associées laissent à penser que les tokens sont, plutôt que des ponts, des points nodaux, des briques de la représentation plus ou moins détaillées en fonction de leur activation, et servant de point d'accès à d'autres informations. Pourtant Zwaan et Radvansky illustrent cette notion en prenant pour exemple une personne, en contradiction implicite avec la vue du protagoniste comme indice.

²² nous conservons ce mot anglais, faute de traduction satisfaisante. Les mots marque, symbole, jeton, ou nœud pourraient correspondre à l'idée exprimée par « token », d'une unité de la représentation qui tient le rôle de la chose représentée.

²³ « Entities correspond to people, animals, objects, and ideas that stand in relation to one another in a situation. » (Les entités correspondent à des personnes, animaux objets, et idées qui entretiennent des relations au sein d'une situation).

En définitive, l'indexation multiple pourrait s'accommoder de donner un statut nodal aux représentations de toutes les entités tokénisables (événements, protagonistes, objets, référence, cadre spatial et cadre temporel, buts). Les effets de structure ne dépendraient pas de la différence de statut entre événement et indice, mais de différences de connectivité dépendantes de la nature et des propriétés des objets auxquels réfèrent les informations nodales. C'est ce que font implicitement Anderson & Reder (1999) en réinterprétant les résultats de Radvansky, Spieler & Zacks (1993) en termes de modèle d'activation connexionniste (ACT-R, Anderson, 1993) plutôt qu'en termes de modèle de situation. Dans une telle approche, ce sont les propriétés de connectivité ou de poids d'activation qui définissent la notion de distance ou de continuité entre les éléments de la représentation. Radvansky et ses collaborateurs (Radvansky, Spieler & Zacks, 1993 ; Radvansky, Zwaan, Federico & Franklin, 1998) ont montré que la nature des entités représentées ne déterminait pas de façon univoque les lieux de discontinuité du modèle de situation. Une interprétation de la structure du modèle de situation en termes de connectivité d'unités de même nature permet de mieux rendre compte de la souplesse des modes d'organisation du modèle de situation que la formulation du modèle d'indexation par ses auteurs, qui fait dépendre la distinction problématique entre nœuds et indices sur la nature de l'information représentée.

Dans la division suivante, nous présentons le modèle Construction-Intégration de Walter Kintsch, qui utilise un seul type d'unité de représentation : la proposition. Nous discuterons ensuite de la compatibilité entre l'approche de la représentation par les dimensions, essentiellement qualitative, et l'approche unifiée que propose le modèle, qui met l'accent sur une formulation quantitative des relations entre les nœuds de la représentation. Nous défendrons notamment l'idée que la spécificité des représentations dimensionnelles dans le modèle d'indexation repose sur un principe d'analogie.

II - 2.3 Approche unifiée de la construction d'une représentation : le modèle Construction-Intégration

A l'opposé du modèle d'indexation multiple, qui décrit les composantes et la structure du modèle de situation en fonction des types d'informations représentées, classés en dimensions, le modèle Construction-Intégration (CI) de Walter Kintsch (1988 ; 1998) s'appuie sur un format unique de représentation, la proposition, et un principe unitaire de la

cohérence, cette dernière n'étant exprimée qu'en termes de forces de connexion entre propositions. Le modèle CI est la première proposition globale de formalisation computationnelle de la compréhension du discours. Le nombre et la variété des travaux de recherche qui ont utilisé le modèle ou qui s'y sont référés (Kintsch, 1998 ; Graesser, Millis & Zwaan, 1997) témoignent de son importance et de l'intérêt continu qu'il suscite depuis près de quinze ans. Le but initial de CI est la modélisation de la compréhension de textes. Son entrée (*input*) est un texte (mis sous forme de propositions), et sa sortie (*output*) est un vecteur d'activations de propositions, qui reflète le résultat du processus de compréhension. Les sorties du modèle (les vecteurs d'activation) sont donc à la fois qualitatives (quelles propositions), et quantitatives (quelles activations respectives). Elles peuvent être validées psychologiquement par leur confrontation aux performances de rappel, de reconnaissance, aux hiérarchies de jugements d'importance, par exemple. Nous allons dans un premier temps décrire les hypothèses et le fonctionnement du modèle, avant d'étudier ses limites, qui résident essentiellement dans sa prédictivité. Pour conclure nous envisagerons une approche « renversée » du modèle dans laquelle les actuels paramètres du modèle seraient ses prédictions.

II - 2.3.1 Présentation du modèle

Selon le modèle CI, la compréhension met en jeu les trois niveaux de représentation proposés par van Dijk & Kintsch (1983) : la base de texte (construite à partir de l'entrée textuelle), la macrostructure (qui correspond à une représentation intégrée et hiérarchisée du sens du texte), et les connaissances à long termes du sujet. Chacun de ces niveaux de représentation est constitué d'un réseau interconnecté de propositions. Les nœuds de la représentation sont les concepts et les propositions (Kintsch, 1974), unités formelles (symboliques) de représentation du sens (voir II - 1.2) analogues aux termes et prédicats de la logique propositionnelle du premier ordre. Dans la suite, le mot « proposition » désigne les concepts ou les propositions. Les liens du réseau de propositions sont des forces d'association, qui déterminent la facilité avec laquelle l'activation se transmettra d'une proposition à une autre. Les forces d'association sont des coefficients positifs ou négatifs. Intuitivement, la force d'association entre deux propositions peut être vue comme une probabilité que l'activation de l'une entraîne l'activation de l'autre. Les valeurs négatives peuvent être interprétées comme des relations inhibitrices. Le réseau des connaissances à long terme du compreneur (ses connaissances du monde) est représenté par une matrice de forces

d'associations. Cette matrice carrée comporte autant de lignes (et de colonnes) qu'il y a de nœuds dans le réseau, et le coefficient de la $i^{\text{ième}}$ ligne et $j^{\text{ième}}$ colonne correspond à la force d'association du $i^{\text{ième}}$ nœud vers le $j^{\text{ième}}$ nœud. Dans la suite, on appellera « Mémoire à long terme » (en abrégé MLT) ce réseau des connaissances à long terme. Nous appellerons « matrice de connexion » la matrice des forces d'association, et « coefficient » une valeur de cette matrice (i.e. une valeur de force d'association entre deux propositions).

La compréhension du texte est réalisée par cycles successifs de construction (d'une représentation du segment courant), et d'intégration (de cette représentation à la macrostructure du texte). Le découpage de la compréhension en cycles d'intégrations successives résulte de la capacité limitée de la mémoire de travail. La taille du segment de l'entrée textuelle traité dans un cycle correspond en général une phrase. Le premier cycle de traitement établit un embryon de macrostructure à partir du premier segment. Au $n^{\text{ième}}$ cycle du traitement (i.e. lors du traitement du $n^{\text{ième}}$ segment), la macrostructure courante résulte de l'intégration successive des $(n-1)$ segments qui ont précédé. Après l'intégration du dernier segment, la macrostructure résultante est la représentation finale du texte. Détaillons les deux étapes du cycle de compréhension.

1. Construction. La première étape du traitement d'un segment de texte est sa mise en propositions. La taille des segments correspond à quelques propositions (elle est limitée par la capacité de la mémoire de travail). Ces dernières peuvent être vues comme un sens littéral du segment linguistique (c'est une représentation de son sens explicite indépendante de sa forme lexicale et syntaxique). Elles constituent la base de texte. Dans le processus de construction, la base de texte s'enrichit de deux types de propositions : les associés en mémoire à long terme, et les élaborations. Les associés proviennent du réseau de connaissances à long terme, dont en principe l'intersection avec la base de texte n'est pas nulle : les propositions de la MLT dont la force d'association avec les propositions de la base de texte sont les plus fortes viennent enrichir cette dernière. Par exemple, aux propositions formées à partir de « J'ai planté un clou », il est probable que vienne s'associer le concept MARTEAU. La seconde source de nouvelles propositions sont les élaborations construites à partir des macrorègles (cf. II - 1.2, p. 61). Les propositions issues du texte, leurs associés en MLT et les élaborations sont ensuite ajoutées à la macrostructure courante. L'ensemble des propositions ainsi assemblées par l'étape de construction peut être vue comme un réseau dont les forces d'association sont soit héritées de la MLT (pour les associés), soit déterminées par la relation d'argument (pour les autres

propositions). La représentation en graphe de la relation d'argument permet de définir une distance entre propositions. Dans le graphe dont les nœuds sont les propositions, et les arcs les relations d'argument (il y a un arc entre A et B si A est argument de B ou si B est argument de A), la distance entre A et B est la taille du plus court chemin de l'un à l'autre. Par exemple, si A est un argument de B, alors la distance entre ces deux propositions est 1. Si les propositions A et C n'ont en commun que d'avoir B pour argument, alors la distance entre A et C est 2. La règle par laquelle la relation d'argument détermine la force d'association dans la base de texte est la suivante : la force d'association est d'autant plus faible que la distance (par la relation d'argument) est grande. Par exemple, dans les simulations de Kintsch (1988) il était attribué une force de 0,9 lorsque la distance entre les propositions était égale à 1, une force de 0,7 lorsque la distance était égale à 2, une force de 0,4 lorsque la distance était égale à 3, et une force de 0 pour les distances supérieures. Le produit de l'étape de construction est donc un réseau contenant des propositions issues de la macrostructure, des propositions représentant la séquence textuelle, des élaborations et des associés. Les forces de connexion dans ce réseau sont déterminées par la relation d'argument et par les forces de connexion en mémoire à long terme.

2. **Intégration.** L'intégration consiste en une sélection, par un mécanisme de propagation d'activation, des propositions les plus importantes du réseau produit par la construction. Les forces de connexion déterminent la circulation de l'activation à chaque étape de l'intégration. Au départ, seules les propositions issues du texte sont activées, et la somme de ces activations est 1. Chaque cycle du processus d'intégration se déroule en trois parties. Premièrement, chaque proposition p_i du réseau reçoit une activation égale à la somme pondérée des activations de toutes les autres propositions, la pondération de chaque p_j étant la force d'association m_{ij} entre p_i et p_j . Deuxièmement, les éventuelles activations négatives sont ramenées à 0. Troisièmement, les activations sont normalisées de façon que leur somme soit égale à 1. Le niveau global de l'activation reste donc constant, et c'est sa répartition qui évolue. Puis les trois étapes du cycle sont à nouveau répétées itérativement, jusqu'à ce que la répartition de l'activation se stabilise. Concrètement, l'intégration est arrêtée (i.e. elle aboutit) lorsque la somme des différences d'activation en valeur absolue entre deux cycles pour l'ensemble des propositions est inférieure à un certain seuil (par exemple 0,001). La nouvelle macrostructure est constituée des seules propositions les plus activées à l'issue du processus d'intégration.

Les propositions dont l'activation est faible ou nulle sont supprimées, et ne demeurent dans la macrostructure que les plus importantes.

Pour finir, la sortie du modèle est un vecteur d'activation, c'est à dire une hiérarchie de propositions. Celle-ci, qui reflète le produit de la compréhension d'un texte, peut influencer en retour sur le réseau des connaissances à long terme, dans un processus d'apprentissage analogue au renforcement Hebbien. Par exemple, si deux propositions sont conjointement activées dans le vecteur final, alors leur force d'association en MLT peut être augmentée.

Le modèle CI permet de simuler un grand nombre de phénomènes de compréhension. Il présente notamment l'avantage de combiner dans un cadre cohérent les processus montants (construction du sens par combinaison des éléments du texte et associations) et descendants (appariement des éléments apportés par le texte à des structures de connaissances préalables). L'étape de construction permet l'élaboration « brutale » d'inférences pertinentes et non pertinentes dans le contexte, et ces dernières sont ensuite éliminées par le processus de satisfaction de contraintes qu'est l'intégration. La combinaison de ces deux mécanismes permet notamment de modéliser la production d'erreurs en situation d'ambiguïté, et rend compte d'observations empiriques (Till, Mross & Kintsch, 1988) indiquant que lors de la compréhension, certains associés lexicaux non pertinents peuvent être activés dans un délai très court, avant d'être désactivés (environ 350ms après la lecture du mot).

Son champ d'application est vaste. Le modèle a par exemple été utilisé dans les domaines de la compréhension des problèmes d'arithmétique (Kintsch, 1988), de la compréhension de la phrase (Kintsch, Welsch, Schmalhofer & Zimny, 1990) et de la narration (Kintsch, 1998), de la détection des contradictions (Otero & Kintsch, 1992), l'élaboration d'inférences (Singer, 1996), le traitement de la métaphore (Kintsch 2001).

II - 2.3.2 Analyse du modèle

Malgré l'utilisation intensive dont le modèle a été l'objet, les caractéristiques techniques de son fonctionnement demeurent mal connues. Le système dynamique de l'intégration, comme tous les systèmes connexionnistes définis par le comportement local de

ses unités, est difficile à analyser d'un point de vue global Rodenhausen (1991 ; 1992) a formulé trois questions sur le système dynamique simulant la propagation d'activation :

- (1) Quelles sont les conditions pour que le processus soit bien défini (i.e. quand peut-on être sûr que les activations ne vont pas devenir toutes nulles) ?
- (2) Quelles sont les conditions d'existence de points d'équilibre pour le système (c'est-à-dire des vecteurs d'activations stables, qui sont les seuls points de convergence possibles du système) ?
- (3) Quelles sont les conditions pour que le système converge effectivement vers un point d'équilibre ?

Ces questions, qui semblent au premier abord concerner des détails très spécifiques, sont d'une grande importance pour comprendre le pouvoir modélisateur de la théorie CI. En effet, il est important, pour connaître la portée de la théorie, de pouvoir caractériser les situations effectivement modélisables (question (1)). Par ailleurs, si le système modélise la compréhension, alors caractériser des conditions de convergence (possibilité de la convergence et effectivité de la convergence) revient à caractériser les conditions psychologiques qui rendent impossible ou effective la compréhension, vue comme la capacité à produire la représentation d'un sens d'un texte.

Enfin, nous formulons une question subordonnée à (2) et (3), dont la réponse détermine une propriété essentielle du modèle, son adéquation (i.e. le système modélise-t-il ce qu'il prétend modéliser ?).

- (4) Quel est le nombre des points d'équilibre vers lesquels le système est effectivement susceptible de converger ?

La réponse à cette question renseigne sur l'adéquation du modèle, car elle détermine le point auquel sa sortie dépend effectivement de son entrée, et donc la mesure dans laquelle le modèle reflète un processus de traitement d'un input.

Afin de traiter ces questions qui permettent de mesurer la portée du modèle CI, nous avons effectué une analyse de la convergence du système d'intégration par des moyens algébriques. L'aspect formel de cette analyse (formulation mathématique et démonstrations) est présenté dans l'article de Guha & Rossi (2001). Afin de ne pas handicaper le lecteur non

spécialiste, nous présentons ici une formulation « en français » des résultats, en pointant vers les numéros de propositions ou numéros de page correspondants dans la référence mentionnée. Nous récapitulerons dans un premier temps des paramètres, entrées et sorties du modèle, après quoi l'analyse proprement dite sera présentée. Enfin, nous examinerons les conséquences que cette analyse permet de tirer sur les simulations publiées du modèle CI, et nous indiquerons en quoi notre contribution peut permettre d'améliorer l'utilisation future du modèle.

a Entrée, sortie, paramètres

Afin de clarifier l'articulation des différentes composantes du modèle, il nous semble utile de préciser la nature de l'entrée, de la sortie, et des paramètres du système dynamique d'intégration. Le système consiste à propager l'activation dans un réseau de propositions. L'entrée est donc un ensemble de propositions avec leurs activations initiales. Cet état initial du système peut être caractérisé par un vecteur d'activation de dimension n s'il y a n propositions. La sortie, le résultat final de la propagation, est un autre vecteur d'activation de dimension n . La matrice des connexions est un paramètre du modèle, au sens où elle constitue une donnée structurelle invariable du système dynamique. Comptent donc également au nombre des paramètres les règles par lesquelles ces coefficients sont établis.

b Résumé de la formalisation mathématique du système

Si n est le nombre de propositions du système, à chaque cycle de l'intégration, les activations des propositions sont représentées par un vecteur de dimension n . On note v_0 le vecteur d'activation initial, v_k le vecteur d'activation au k ème cycle de l'intégration. Les forces de connexion sont représentés dans la matrice carrée ($n \times n$) M . Chaque coefficient m_{ij} de la matrice indique la facilité avec laquelle l'activation de la proposition p_j se propage vers la proposition p_i . Les trois étapes d'un cycle d'intégration sont les suivantes :

- i. propagation : multiplication de M par le vecteur d'activation (chaque proposition reçoit la somme pondérée des activations des autres propositions)
- ii. Mise à zéro de toutes les activations négatives
- iii. normalisation : division du vecteur d'activation par la somme de ses valeurs afin que la somme des activations soit égale à 1.

c Résultats antérieurs

Rodenhausen (1992) a partiellement répondu aux questions 1 à 3. Pour la première question, il a montré que si pour chaque proposition, la somme des coefficients sortants de chaque nœud est strictement positive, alors le système dynamique est bien défini (i.e. on ne risque pas que l'étape ii de l'intégration mette à 0 toutes les activations, ce qui rendrait impossible l'exécution de l'étape iii). Nous ne traiterons pas cette question dans notre analyse. Utilisant un argument topologique, Rodenhausen a également montré que si le système est bien défini, alors il existe au moins un point d'équilibre. Enfin, il a exhibé des conditions relatives à la matrice de connexions garantissant l'existence d'un attracteur unique (i.e. quelle que soit l'activation initiale, le système converge, et il converge vers un point d'équilibre unique). Toutefois ces conditions sont très spécifiques, et ne correspondent à aucune simulation publiée. La principale difficulté de l'analyse du comportement du système dynamique est que le modèle CI ne fait pas d'hypothèses spécifiques sur les caractéristiques de la matrice de connexions. Ainsi, il est nécessaire d'envisager la classe de matrices la plus large possible, afin que ces résultats aient des implications concrètes sur l'utilisation du modèle en psychologie.

Pour l'essentiel, Rodenhausen n'a pas répondu aux questions 2 et 3 (et par suite à la question 4). A partir de sa formalisation du système (cf. Guha & Rossi, 2001, p. 358), nous avons orienté notre analyse vers des méthodes algébriques plutôt que topologiques.

d Caractérisation algébrique des points d'équilibre

La fonction caractérisant le système d'intégration étant continue, il s'ensuit que si le système converge, c'est nécessairement vers un point d'équilibre du système, c'est à dire un vecteur d'activation que l'application successive des procédures i à iii ne modifie pas. La caractérisation des points d'équilibre est donc une caractérisation des points possibles de convergence du système. La proposition 1 (Guha & Rossi, 2001, p. 360) présente une caractérisation algébrique des points d'équilibre du système, c'est à dire un ensemble de conditions qu'un vecteur doit respecter pour être un point d'équilibre. Ces conditions reposent sur la matrice de connexions. Cette caractérisation présente deux avancées majeures pour la pratique des simulations du modèle CI. La première est qu'il s'agit d'une caractérisation générale. Elle ne fait pas d'hypothèses sur les coefficients de la matrice, comme la positivité ou la symétrie, et s'applique à toute matrice de connexion. Le second avantage de cette

caractérisation est que les critères qu'elle donne permettent, pour une matrice de connexions quelconque, d'énumérer a priori tous les points d'équilibre. Ce résultat constitue une amélioration conséquente du modèle, car il permet de connaître sans simulation toutes les possibles hiérarchisations finales de propositions liées à une matrice de connexions, c'est-à-dire de connaître tous les candidats au statut de proposition importante. De telles données peuvent être confrontées aux prédictions qualitatives de la théorie et aux observations empiriques. Elles permettent de rechercher empiriquement quelles sont les conditions initiales menant à tel ou tel résultat. Une telle méthode permet d'interpréter le résultat d'une simulation non seulement pour ses caractéristiques propres, mais aussi par contraste avec les autres résultats envisageables.

La méthode d'énumération qui découle de la caractérisation des points d'équilibre a été implémentée à l'aide du logiciel Mathematica 3.0. Nous avons appliqué la méthode à plusieurs simulations publiées du modèle (notamment Kintsch, 1988 ; Kintsch 1998, pp. 202, 259, 405 et 415 ; Kintsch, Welsch, Schmalhofer & Zimny, 1990 ; Kintsch & Welsch, 1991 ; Otero & Kintsch, 1992 ; Tapiero & Denhière, 1995 ; Singer, 1996). Dans toutes les simulations étudiées (sauf une) un seul point d'équilibre était associé à la matrice de connexion, ce qui signifie que pour cette matrice le résultat de l'intégration était le seul possible. Dans la simulation pour laquelle le point d'équilibre n'était pas unique (Kintsch, 1998, p. 415), l'un des deux points d'équilibre correspond au cas où une seule proposition reste activée, et toutes les autres ont des activations nulles. Cet exemple illustre l'intérêt d'une connaissance a priori des points d'équilibre : dans ce cas particulier, le théoricien peut constater que l'alternative (si elle existe, cf. infra) confronte deux situations radicalement différentes qualitativement ; il est possible d'envisager l'intérêt et la plausibilité de chacune, et d'entreprendre des simulations pour comprendre quelles conditions initiales conduisent à quel résultat.

e Caractérisation des attracteurs

Un attracteur du système est un vecteur v tel qu'il existe une condition initiale du système (autre que lui-même) pour laquelle le système converge vers v . Les attracteurs sont un sous-ensemble de celui des points d'équilibre. En effet, si le système converge, c'est forcément vers un point d'équilibre. En revanche, un point d'équilibre n'est pas nécessairement un attracteur. De plus, il est possible que pour une condition initiale donnée, le système ne converge jamais. On peut même construire, quel que soit n , une matrice de taille n

pour laquelle l'unique point d'équilibre n'est pas un attracteur (et le système ne converge pas, sauf dans le cas où le vecteur initial est le point d'équilibre). Il est donc nécessaire, pour une bonne connaissance du modèle et de ses possibilités, d'élucider les conditions pour lesquelles un point d'équilibre est un attracteur.

A défaut de produire une caractérisation générale des attracteurs, nous avons pu, d'une part, exhiber des conditions pour lesquelles le système ne peut pas converger un point d'équilibre, et d'autre part, mettre en rapport certaines caractéristiques des points d'équilibre avec des caractéristiques de la convergence. Ces deux résultats sont exprimés dans la proposition 2 (Guha & Rossi, 2001, p. 363). Le premier résultat de la proposition (i et ii) établit que si pour un sous-ensemble de propositions, une valeur propre d'un vecteur propre dominant de la sous-matrice correspondante n'est pas réelle et positive, alors le point d'équilibre correspondant n'est pas un attracteur. Il s'agit donc d'un critère opérationnel d'exclusion a priori pour les attracteurs. Pour la seconde partie de la proposition (iii), on a défini deux types de convergence : la convergence « rebondissante », et la convergence « non rebondissante », ou « coulante ». La convergence du système est dite rebondissante s'il existe un sous-ensemble de propositions dont l'activation converge vers 0 avec la propriété particulière d'alterner (peut-être irrégulièrement) entre la valeur 0 et des valeurs strictement positives de plus en plus petites. On a qualifié cette convergence de rebondissante, parce que pour ces propositions, l'activation vient infiniment « rebondir » sur la valeur zéro, mais sans jamais s'y stabiliser. Parallèlement, on peut définir deux types de points d'équilibre : les points d'équilibre dominants (qui sont les vecteurs propres dominants d'une sous-matrice de la matrice de connexion), et les points d'équilibre non-dominants. Il est possible (et facile) de savoir a priori si un point d'équilibre est dominant ou non. Ces distinctions étant faites, nous avons établi que si le système converge vers un point d'équilibre non-dominant, c'est forcément de façon rebondissante. L'intérêt de la correspondance entre les caractéristiques du point d'équilibre et caractéristiques de la convergence provient du fait que l'on ignore si une convergence rebondissante est possible. Nous n'avons pas pu en construire d'exemple par des moyens théoriques ; par ailleurs, nous avons exécuté l'ensemble des simulations citées au point précédent, avec différents seuils de convergence, sans observer de comportement suggérant un « rebond » pour les coordonnées qui convergeaient vers 0. En conséquence, la mise en évidence (théorique ou empirique) d'un attracteur ayant la propriété d'être aussi un point d'équilibre non dominant serait une découverte intéressante pour la théorie du modèle CI. Si, comme l'affirme Kintsch (1998), la portée modélisatrice de CI concerne non

seulement le rapport entre entrée et sortie, mais aussi la dynamique des processus, alors les deux formes de convergences doivent correspondre à des différences dans les processus psychologiques aboutissant aux situations qui correspondent respectivement aux points d'équilibre dominants et non-dominants.

Ainsi, pour chaque point d'équilibre, il est possible, d'une part, de vérifier la présence de caractéristiques qui l'excluent de l'ensemble des attracteurs, et d'autre part, de le classer parmi les points d'équilibre dominants ou non-dominants. Cette classification ne permet pas de savoir s'il est un attracteur, mais il permet de prédire les caractéristiques de la convergence dans le cas où il serait un attracteur.

f Critères pour la convergence et le nombre d'attracteurs

Les résultats énoncés au paragraphe précédent ne fournissent pas de condition nécessaire et suffisante permettant d'identifier les attracteurs parmi les points d'équilibre. Néanmoins, dans le cas d'une matrice non-négative (i.e. dont tous les coefficients sont positifs ou nuls), il est possible d'énoncer des critères pour la matrice qui déterminent le nombre d'attracteurs. Les deux notions utilisées sont celle de matrice irréductible et de matrice primitive. Nous énonçons les définitions de ces deux notions pour montrer qu'il est facile d'établir si une matrice est irréductible ou primitive. Une matrice non négative est irréductible si le graphe représentant les connexions non nulles est fortement connexe (i.e. pour tout couple de propositions, il existe un chemin menant de l'une à l'autre). Une matrice est primitive si elle est irréductible et la somme des coefficients de sa diagonale est strictement positive. La proposition 3, qui dérive du théorème de Perron-Frobenius (Berman & Plemmons, 1979) établit trois points :

- (a) Si tous les coefficients de la matrice sont strictement positifs, alors il existe un point d'équilibre unique, qui est un attracteur, et le système converge quelle que soit la condition initiale.
- (b) Si la matrice est irréductible, alors il existe un unique point d'équilibre x , qui est un vecteur propre de la matrice, et le système converge si et seulement si il n'y a pas d'autre vecteur propre dont la valeur propre a le même module que celle de x .
- (c) Si la matrice est primitive, alors il existe un point d'équilibre unique, qui est un attracteur, et le système converge quelle que soit la condition initiale.

En fait, le point (b) suffit à établir l'unicité des points d'équilibre (et attracteurs) de la plupart des simulations publiées (par exemple, Kintsch, 1988 ; Kintsch, 1998, pp. 202, 259 ; Kintsch, Welsch, Schmalhofer & Zimny, 1990 ; Kintsch & Welsch, 1991 ; Tapiero & Denhière, 1995, sauf pour la dernière simulation ; Singer, 1996 ; Singer & Halldorson, 1996 ; Kintsch, 1992 ; Kintsch, 2001).

II - 2.3.3 Conclusion de l'analyse

Les conditions des questions (1) à (4) reposent entièrement sur les caractéristiques de la matrice de connexion. Dans un premier temps, nous avons caractérisé les points d'équilibre du système (réponse à la question 2). Cette caractérisation nous a permis de développer une méthode d'énumération des états finaux possibles du système. Nous avons partitionné l'ensemble de ces états en deux classes qui diffèrent quant aux caractéristiques de la convergence associée. Enfin, nous avons énoncé des critères sur la matrice qui permettent de prédire le nombre d'attracteurs correspondants et l'effectivité de la convergence (réponses aux questions (3) et (4) pour une classe de matrices englobant l'essentiel des simulations publiées).

Ces résultats présentent un intérêt pratique pour les chercheurs entreprenant une simulation à l'aide du modèle CI, car ils permettent une évaluation a priori de la pertinence et de la qualité des paramètres du modèle (la matrice des forces d'associations). De plus, ils éclairent également l'interprétation des résultats de simulation. Notre travail permet d'améliorer la connaissance des aspects théoriques du modèle de deux façons. Premièrement, Kintsch (1988) considère que l'intégration ne converge pas nécessairement, et que la non-convergence correspond aux cas où il est nécessaire d'effectuer des traitements supplémentaires. Notre travail (notamment l'affirmation (b) du point f) permet de définir mathématiquement une classe de matrices de forces d'associations correspondant à ces situations. La pertinence de l'hypothèse que le succès ou l'échec de l'intégration reflète le succès ou l'échec des processus peut être évaluée grâce à l'explicitation de critères de non-convergence, car il est possible de tester si ces critères caractérisent effectivement des structures existantes ou pertinentes des forces d'associations en MLT. Deuxièmement, nos résultats éclairent la question de la relation entre l'état initial et l'état final du système. Le travail d'Otero & Kintsch (1992) illustre la pertinence de cette question : ces auteurs ont effectué plusieurs simulations en faisant varier systématiquement les valeurs d'activation

initiales des propositions en fonction de leur fonction dans le texte. La pertinence dépend de l'existence d'un impact réel de l'activation initiale sur l'activation finale, et cet impact est bien entendu conditionné par l'existence de plusieurs points d'équilibre. Dans le cas où le point d'équilibre est unique, les conditions initiales n'influencent pas sur la hiérarchie finale des propositions, mais sur la « vitesse » de convergence du système, dont le corrélat psychologique est un temps ou une difficulté de compréhension (Kintsch, 1998). Toutefois la vitesse de convergence (le nombre d'étapes nécessaires pour que les modifications d'un cycle d'intégration à l'autre soient inférieures à un certain seuil) est essentiellement déterminée par une propriété de la matrice (en l'occurrence, la valeur du rapport entre les deux valeurs propres de plus grand module).

Notre analyse du modèle souligne la place prépondérante des propriétés de la matrice de connectivité dans les caractéristiques de l'intégration. La formulation de critères mathématiques susceptibles d'être associés à des situations psychologiques déterminées fournit des éléments pour une validation systématique du modèle. Par exemple, nous avons établi que l'existence d'un point d'équilibre unique doit correspondre à la situation où il n'existe qu'un seul aboutissement possible à l'intégration (psychologique) ; les matrices de connexions irréductibles et cycliques doivent correspondre à des situations de compréhension nécessitant le recours à des mécanismes de traitement supplémentaires (car dans ce cas l'intégration ne converge pas).

Jusqu'à présent, la plupart des matrices de connexion étaient réalisées « à la main » par l'expérimentateur, qui pour établir les propositions et leurs forces d'associations, s'appuyait sur les éléments suivants :

- son expertise de théoricien : dans la mise en propositions d'un texte, pour le choix d'associés plausibles, et de forces d'associations plausibles en mémoire à long terme ;
- des règles systématiques : macrorègles pour la génération des macropropositions, règles de définition des coefficients à partir des relations de partage d'argument ;
- des hypothèses théoriques spécifiques sur la nature des propositions incluses et les forces d'associations qui les accompagnent. Ce sont en général ces hypothèses (somme toute essentiellement qualitatives) qui font l'intérêt des simulations.

- Dans des travaux plus récents, les coefficients de la MLT sont obtenus grâce à la LSA (Latent Semantic Analysis, Landauer & Dumais, 1997), un système permettant une modélisation de la distance sémantique à partir de gros corpus textuels.

Cette méthode a fait la preuve de son utilité, car elle oblige le théoricien à expliciter et à mettre en œuvre tous les éléments de la théorie qu'il simule à l'aide du modèle CI. Toutefois, elle présente l'inconvénient de faire apparaître comme des paramètres du modèle certains facteurs qu'il serait plus pertinent de considérer comme des entrées (en particulier les hypothèses théoriques qui conduisent à des modifications de la matrice).

Notre contribution à l'analyse des propriétés pertinentes de la matrice doit permettre d'explorer des méthodes systématiques de construction de la matrice de connexions, en vue de réduire autant que possible l'intervention de l'arbitraire de l'expérimentateur (ou de son expertise, source d'informulé). Le recours aux coefficients fournis par la LSA est un progrès conséquent dans ce domaine, mais notre analyse suggère que la puissance du modèle CI (comprise comme la variété de ses sorties possibles) exige la présence de coefficients négatifs suffisamment nombreux ou forts. Nous suggérons, en conjonction avec la LSA, une méthode de constitution de la matrice fondant sa pertinence sur des données empiriques. Les détails de la démonstration de la proposition 2 indiquent que si plusieurs vecteurs propres d'une matrice ont la même valeur propre, alors le résultat final d'une convergence rebondissante dépend effectivement du vecteur d'activation initiale. Plus précisément, le vecteur vers lequel le système converge est l'un des vecteurs propres dominants de la matrice, et dépend de la combinaison de ces vecteurs correspondant à son activation initiale. C'est pourquoi les matrices comportant plusieurs vecteurs propres dominants présentent un intérêt particulier pour le modèle CI. Or il est possible, à partir d'un ensemble de vecteurs linéairement indépendants, de construire une matrice ayant ces vecteurs pour vecteurs propres dominants. Ainsi, pour une situation de compréhension donnée, il est possible d'établir théoriquement ou empiriquement une liste des vecteurs correspondant à des réponses comportementales possibles, et déduire de cette liste une matrice de connexions. Il est alors possible d'évaluer la pertinence des coefficients de la matrice ainsi obtenus, par l'étude théorique, par l'utilisation de la matrice dans d'autres simulations, ou par la confrontation avec des données empiriques concernant les forces d'association mentales. La recherche de méthodes systématiques d'élaboration des matrices par leurs prédictions possibles, et leur validation, relèvent d'un projet à long terme, et nécessiterait notamment de formuler des hypothèses sur la part des

coefficients de la matrice de connexions qui ne relèvent pas des vecteurs propres. Toutefois, si une telle démarche dépasse le cadre et l'échelle de la présente analyse du modèle Construction-Intégration, nous avons présenté des éléments théoriques à l'appui de sa faisabilité, tout en ayant élaboré des outils concrets permettant d'évaluer la contribution que les différents éléments du modèle apportent à ses prédictions.

II - 2.4 Compatibilité des deux approches

II - 2.4.1 Format de la représentation vs. nature des informations représentées

Un reproche couramment formulé à l'encontre du modèle CI est l'importance qu'il accorde au partage d'argument comme source de la cohérence, au détriment des autres dimensions, au premier rang desquelles la causalité et l'espace. En effet, les seules hypothèses directes formulées par le modèle à propos des facteurs déterminant les forces d'associations concerne la relation de partage d'argument (cf. II - 2.3.1). C'est pour cette raison que dans les travaux concernant la cohérence causale ou spatiale on rencontre fréquemment l'affirmation que le modèle CI propose le partage d'arguments comme source unique de la cohérence du modèle de situation. Si Kintsch a effectivement lui-même mis l'accent sur cet aspect de la cohérence (Kintsch, 1988, mais surtout ses travaux antérieurs, notamment Kintsch, 1974), il convient toutefois de souligner que le modèle, même dans sa formulation de 1988, n'assure ni n'empêche a priori la représentation ou l'importance d'aucun aspect de cohérence. En effet, le partage d'arguments joue un rôle explicite dans les règles du processus de construction, mais d'autres types de cohérence peuvent se trouver implicitement représentés à travers le jeu des forces d'association issues de la MLT : celles-ci peuvent donner corps à toutes les natures de cohérence. Les relations de cohérence entre propositions sont uniquement exprimées par les forces d'association, elles ne sont pas typées. Ce choix de représentation ne permet pas « d'étiqueter » les types de cohérence (c'est pourquoi le partage d'argument, seul facteur de cohérence rendu explicite dans le processus de construction, apparaît proéminent dans le modèle), mais d'autre part, il permet en théorie que tous les types de cohérence puissent s'exprimer à travers les forces d'association. Par exemple, les relations de causalité peuvent être représentées en mémoire à long terme, soit par des forces d'associations importantes entre cause et conséquence, soit à travers la connexion de la cause et de la conséquence par une proposition intermédiaire exprimant la relation de causalité (e.g. Singer, 1996).

Cette remarque nous permet de préciser la position du modèle CI par rapport au modèle d'indexation multiple. Le modèle CI propose que le mécanisme d'intégration repose uniquement sur le jeu des forces associatives entre des unités de sens représentées dans un typage uniforme. Cette hypothèse n'interdit pas que divers types de cohérence puissent jouer un rôle, mais ne permet pas de les mettre en évidence, car la sémantique des propositions ne rentre pas en ligne de compte lors du processus d'intégration. Les aspects qualitatifs de la cohérence, ceux qui dépendent de la sémantique, interviennent en amont des processus modélisés par CI, à travers les associations de la MLT (éventuellement dans la part d'interprétation que recèle le passage du texte à sa représentation propositionnelle). Par contraste, le modèle d'indexation d'événements formule des prédictions essentiellement qualitatives, qui reposent sur des typologies des objets représentés et de leurs relations. Nous avons vu (II - 2.2.3) que la question des unités de représentation demeure incertaine dans ce modèle. En bref, on peut synthétiser ainsi le rapport entre les deux modèles : d'un côté, CI reposant sur l'hypothèse d'un format de représentation unique (symbolique), repousse les caractéristiques spécifiques du representatum dans l'opacité des coefficients de connexion ; de l'autre côté, l'indexation multiple, en mettant l'accent sur les caractéristiques des entités représentées, demeure évasive quant aux unités de la représentation et à leur format.

Chacune des deux théories projette sa lumière sur des questions différentes : le format de la représentation et l'approche quantitative dans un cas, les caractéristiques des objets représentés et les prédictions qualitatives, de l'autre. De ce fait, rien ne permet d'affirmer que les deux approches sont incompatibles ; mais l'articulation des deux modèles (confrontation ou compatibilité) requiert un terrain commun. Pour chacun des deux modèles, on peut formuler les questions qui nous semblent susceptibles d'exprimer la question de la compatibilité avec l'autre.

Pour ce qui concerne le versant du modèle CI, la principale question est la suivante : Quelle est la capacité expressive, quelle est la richesse des relations sémantiques qui peuvent être exprimées par un ensemble de forces d'associations associées aux couples de propositions ? En particulier, comment rendre compte, dans les formats de représentation adoptés par le modèle, de relations sémantiques spécifiques comme la négation, les relations d'antonymie (dans lesquelles les unités s'excluent mutuellement dans leur interprétation mais n'en sont pas moins fortement associées en mémoire lexicale), ou des effets de distance topologiques ? Le problème de la puissance sémantique des réseaux d'associations est complexe, et il n'est pas dans notre propos de la traiter directement ici. La question du

pouvoir expressif du format de représentation, du champ de ce qu'il peut représenter a en définitive sa pertinence maximale dans la perspective de la simulation informatique de la compréhension. Du point de vue de la théorie psychologique, la question de l'intelligibilité des représentations du modèle présente une grande importance, car elle est une condition de la formulation d'hypothèses prédictives spécifiques. L'évolution des modèles formels proposés après CI témoigne d'ailleurs de ce souci de représentation de la théorie (et non seulement de son objet) dans le modèle, c'est-à-dire de rendre explicites les aspects des processus ou du representatum impliqués dans la théorie psychologique de la compréhension. A titre d'illustration, on peut citer le modèle Construction-Intégration à contrainte de capacité (*Capacity-Constrained Construction-Integration* ; Goldman, Varma & Coté, 1996), et le modèle « Paysage » de van den Broek (*Landscape model* ; Van den Broek, Ridsen, Fletcher & Thurlow, 1996). Ce dernier met l'accent sur les fluctuations dynamiques de l'activation des propositions au cours du processus de la lecture, et sa souplesse permet d'implémenter et de comparer différentes théories qualitatives (Van den Broek & Gustafson, 1999). C'est dans cette optique d'explicitation de la théorie dans le modèle que Zwaan & Radvansky (1998) réclament de la part d'un éventuel module de construction du modèle de situation, d'une part, qu'il représente les connexions dans les différentes dimensions, et d'autre part, qu'il rende compte (*capture*) des processus de construction, focalisation, mise à jour, intégration, et récupération des informations dans les parties de la représentation. En d'autres termes, ils requièrent d'un modèle formel que la théorie de la compréhension qu'ils proposent y soit « visible ».

Pour ce qui concerne le versant du modèle d'indexation, les questions clés sont les suivantes : Quelles sont les implications du modèle en termes de format de la représentation ? Quel est le format de représentation le plus à même d'exprimer les hypothèses du modèle ? Nous avons suggéré, au point II - 2.2.3, que les problèmes de la distinction entre référent et événement, ainsi que la souplesse des modes de structuration du modèle mental pouvaient être mieux rendues dans une représentation dont les unités ont la même nature, et les forces de relations sont variables, par opposition à une représentation dont les typages figés n'ont pas cette souplesse. Toutefois, il existe d'autres façons de résoudre l'imprécision du modèle sur la question du format de la représentation. Plus spécifiquement, il nous semble que le principe même de l'indexation multiple est sous-tendu par l'idée d'un caractère analogique de la représentation. Afin d'explicitier cette position, nous définissons dans un premier temps ce que sont les représentations analogiques, avant d'argumenter en quoi l'indexation multiple affirme

le caractère analogique de la représentation. Nous mentionnerons enfin brièvement des hypothèses « maximalistes » concernant l’analogie dans les représentations, et leurs limites.

II - 2.4.2 Cinq dimensions : analogie et format de la représentation

a Représentations analogiques

A propos de la dimension spatiale (II - 2.1.3), nous avons très brièvement mentionné la notion de représentation analogique. Une représentation analogique est supposée refléter dans sa propre structure celle de la chose qu’elle représente. Selon Denis (1998), les représentations analogiques sont porteuses d’une « sémantique de la ressemblance », par opposition à la sémantique utilisant des symboles arbitraires. Un exemple pris parmi les représentations externes (i.e. non mentales) permet de saisir cette notion. Une carte routière à l’échelle 1/1000000 de la France est une représentation analogique du territoire français, car les rapports de distance sont les mêmes dans la carte et dans la réalité à laquelle elle réfère. Dans le coin des cartes routières, on trouve souvent un tableau des distances kilométriques entre les principales villes du pays. Ce tableau est une représentation symbolique abstraite d’une réalité spatiale, exprimée à l’aide de mots, de chiffres, et de leur disposition conventionnelle. Cette représentation n’est pas analogique, car les informations de distance sont exprimées par un code arbitraire, et non par une propriété physique de la représentation. Dans le cas de la carte, c’est la structure physique de l’objet qui est porteuse d’information. Dans le cas du tableau, l’information peut être obtenue par un décodage conventionnel.

Le principe d’analogie implique la conservation de propriétés de l’objet dans sa représentation, qui permettent à cette dernière de se substituer fonctionnellement au premier. Si toutes les propriétés d’un objet se retrouvaient dans sa représentation, cette dernière serait un objet jumeau, et par conséquent inutile en tant que représentation. La représentation implique toujours une transformation, et en général une simplification ou une perte d’information. Le nombre et la précision des propriétés conservées est très variable. Dans le domaine des représentations analogiques de l’espace, par exemple, il est établi que nous sommes capables de construire des images mentales suffisamment détaillées pour conserver les distances métriques, et l’orientation (Denis & Cocude, 1992) ; mais il existe de nombreuses données appuyant l’idée que nous pouvons aussi construire des modèles mentaux

qui sont des représentations simplifiées dans lesquelles l'information spatiale est réduite à un petit nombre de relations topologiques (Denis & de Vega, 1993).

b L'analogie comme principe implicite de l'indexation multiple.

Le modèle d'indexation multiple suppose que deux événements seront plus proches (associés) en mémoire si les événements sont contigus dans le temps que s'ils sont distants (des affirmations du même type peuvent être formulées quant aux autres dimensions). Cette affirmation constitue en fait l'hypothèse que le modèle de situation est une représentation analogique pour la dimension temporelle. En effet, en définissant l'opposition entre continuité et discontinuité temporelle, on définit une notion binaire de distance pour le temps, qui constitue une topologie simplifiée pour cette dimension. Par ailleurs, le modèle d'indexation multiple définit deux notions de distance mentale. L'une correspond à la facilité d'intégration de deux informations telle qu'elle se manifeste dans les temps de lecture. L'autre correspond à la force d'association en mémoire de deux informations, telle qu'elle se manifeste dans les temps de réponse à la reconnaissance indiquée. Le modèle définit pour chaque dimension une opposition entre continuité et discontinuité, et donc, au moins formellement, une distance. En définitive, l'indexation multiple propose que la distance entre deux événements dans la représentation, définie comme un temps d'intégration ou une force d'association, reflète leur distance dans le monde référé, définie comme un vecteur de cinq distances binaires.

Quel est l'intérêt d'une telle reformulation ? Elle révèle l'idée unificatrice du modèle, celle de mesure. En effet, pour qu'il y ait un effet de la distance, il faut que le système cognitif puisse prendre la mesure de cette distance, l'évaluer. Le modèle d'indexation multiple suggère, pour chaque dimension, des critères descriptifs de la mesure, mais il ne traite pas la question du mode cognitif de son appréhension. Les moyens d'évaluation des mesures ont-ils des points communs, une nature commune, ou bien s'agit-il de traitements cognitifs hétérogènes ? Ces évaluations sont-elles distinctes ou intégrées ? Si elles sont intégrées, de quelle façon ? L'étude des rôles respectifs des dimensions et de leurs interactions doit donc rendre compte de la façon dont le système cognitif évalue et représente la mesure dans chacune de ces dimensions.

Le second intérêt de cette formulation en termes d'analogie est qu'elle nous permettra de situer les hypothèses de l'indexation multiple de l'approche perceptiviste du modèle de situation, vers laquelle s'orientent les auteurs du modèle. Rappelons que c'est par commodité

méthodologique que Zwaan et ses collaborateurs ont défini des mesures de distance binaires. Ils suggèrent que des échelles graduées peuvent être envisagées au moins pour les dimensions du temps, de l'espace et de la causalité (Zwaan, Magliano & Graesser, 1995). Ils suggèrent ainsi que le caractère fruste de la structure analogique du modèle suggérée dans le modèle n'est qu'une première approximation méthodologique : sa richesse analogique serait en fait supérieure. Mais jusqu'à quel point ? Une tendance récente en recherche sur la compréhension du discours (Zwaan, 1999b ; Glenberg & Robertson, 1999 ; Barsalou, 1999) met l'accent sur le caractère perceptif du modèle de situation. Le point suivant introduit la relation entre perception et analogie dans les représentations, avant de présenter l'approche simulationniste de la compréhension. Nous tenterons ensuite de synthétiser la relation entre l'indexation multiple, l'approche analogique, et l'approche simulationniste. Ces éléments nous permettront de préciser les enjeux de l'étude de la cohérence causale dans l'approche de l'indexation multiple.

c Perception et représentations analogiques

L'implication de la notion de perception dans celle de représentation analogique est une contrainte découlant de la définition même de représentation analogique. Si l'on met à part l'introspection, dont se méfie la psychologie scientifique, notre accès à la structure des représentations est indirect. Les représentations analogiques sont donc caractérisées par le fait que les *traitements* que nous opérons sur elles (pour les modifier ou pour en tirer de l'information) ont des caractéristiques communes avec les *traitements* que effectuons sur les objets réels (pour les modifier de façon analogue ou pour en tirer le même type d'informations). Or notre interaction avec les objets du monde réel s'appuie sur les processus perceptifs et moteurs. Il s'ensuit qu'une représentation est analogique si les traitements qui lui sont associés ont des caractéristiques communes avec les interactions perceptivo-motrices que nous avons avec l'objet représenté. C'est donc pour ainsi dire par définition que les représentations analogiques sous-tendent des traitements analogues à la perception ; la frontière est parfois floue entre cette interaction définitoire et l'hypothèse d'un mécanisme commun de traitement partagé par les objets réels et leurs analogues mentaux. Cette hypothèse est plausible selon un principe de parcimonie. Une revue approfondie de ses arguments empiriques dépasse le cadre du présent travail. Le lecteur peut se référer à la revue de Barsalou (1999).

Un argument indirect à l'appui de l'hypothèse d'une composante perceptive de la représentation repose sur la constatation que les caractéristiques physiques (donc perceptibles) d'un objet jouent un rôle dans sa représentation. Tulving & Schacter (1990) ont distingué entre l'amorçage²⁴ conceptuel ou sémantique (reposant sur les propriétés sémantiques du stimulus), et l'amorçage perceptif, qui dépend des caractéristiques de surface du stimulus. Sur la question de l'amorçage perceptif, nous renvoyons le lecteur aux travaux de Lebreton & Eustache (2002, pour une revue concernant les données d'imagerie cérébrale), Kellenbach, Wijers & Mulder (2000 ; activation de la composante N400 du potentiel évoqué), et Pecher, Zeelenberg & Raaijmakers (1998 ; temps de réponse dans une tâche de dénomination). L'amorçage perceptif a également été observé dans le domaine du traitement du discours. Zwaan, Stanfield & Yaxley (2002) ont fait lire aux participants de leurs expériences des phrases concernant des objets dans des lieux particuliers ; la forme de l'objet dépendait du lieu. Par exemple, un aigle était soit dans le ciel (donc avec les ailes écartées), soit dans son nid (donc avec les ailes repliées). Après la lecture, on présentait aux participants un dessin, et ils devaient juger si l'objet représenté était mentionné dans la phrase (expérience 1), ou bien simplement nommer l'objet (expérience 2). Le dessin était soit cohérent soit incohérent avec les caractéristiques visuelles de l'objet impliquées par le lieu où il était décrit (par exemple, le dessin représentait soit un aigle avec les ailes écartées, soit un aigle avec les ailes repliées). Les temps de réponse pour les deux tâches étaient plus courts dans le cas où la figure présentée correspondait à la forme impliquée par la phrase lue que dans celui où elle était différente. Ces résultats suggèrent donc une facilitation du traitement perceptif de l'image lorsque la représentation préalable du même objet dans le contexte du discours impliquait des caractéristiques visuelles cohérentes.

d Approche perceptiviste de la représentation

L'approche perceptiviste (Barsalou, 1999) est une conception extrême des modèles mentaux proposés par Johnson-Laird (1983). Elle fait l'hypothèse que le traitement des informations (y compris les informations abstraites) s'appuie essentiellement sur la perception. La thèse principale de Barsalou est que la mémoire est fondamentalement perceptive, et partage avec la perception des systèmes, à la fois au niveau neuronal et au

²⁴ On appelle amorçage un phénomène dans lequel le traitement d'un stimulus est modifié (en général accéléré ou facilité) par la présentation préalable d'un autre stimulus (l'amorce) qui

niveau cognitif. Plus précisément, Barsalou propose que des sous-ensembles des états perceptifs sont extraits et stockés dans la mémoire à long terme, formant ce qu'il appelle des symboles perceptifs, qui sont modaux, et dont la structure entretient des rapports d'analogie avec ce qu'ils représentent. Les symboles perceptifs sont modaux en ce qu'ils sont représentés dans les mêmes systèmes que les états perceptifs dont ils dérivent. Ils sont analogiques parce qu'ils sont modaux. Barsalou souligne l'importance de l'intégration temporelle des expériences perceptives. Il nomme simulateur le mécanisme psychologique d'intégration perceptive qui permet la représentation et la catégorisation des événements, ainsi que le raisonnement sur les affordances. Les simulateurs impliquent des mécanismes profonds (inconscients) susceptibles de produire des images spécifiques des entités et événements. Les modèles mentaux correspondent au niveau de surface du simulateur, c'est-à-dire à la simulation d'entités et d'événements spécifiques. Dans cette optique, il suggère que la compréhension du langage peut être vue comme la construction d'une simulation perceptive visant à représenter le sens d'un discours. Selon lui, la simulation perceptive rend naturellement compte de la notion de modèle de situation, ou de modèle mental.

Glenberg et ses collègues (Glenberg & Robertson, 1999 ; Kaschak & Glenberg, 2000) ont spécifié cette approche pour le traitement du discours en formulant l'hypothèse indexicale (*indexical hypothesis*). Selon cette hypothèse, les constituants essentiels de la représentation sont les référents, c'est-à-dire les tokens rapportant à des entités du monde référé. Le modèle mental est comme la scène d'un théâtre intime sur laquelle on fait « jouer les acteurs », c'est-à-dire agir entre eux les référents, selon leurs affordances. Le processus de compréhension est une simulation, et le travail du compreneur consiste à « incarner » (ou tokeniser) les entités référées, convoquer leurs affordances, et à les « faire jouer » en une configuration d'actions ou d'interactions cohérentes. Les relations spatiales et temporelles sont codées de façon analogique, perceptive : la disposition spatiale des entités, leurs états successifs, leurs mouvements et les actions des uns sur les autres sont représentés à travers leur incarnation (*embodiment*) dans la simulation mentale. Ainsi, dans l'optique simulationniste, les référents sont les unités irréductibles de la représentation, et sont disposés dans le modèle de situation de façon analogue à celle des objets dans la situation réelle. Les mécanismes de la perception et de l'action sous la contrainte des affordances sont les moyens de notre interaction avec le modèle de situation. Les contraintes s'exerçant sur l'opération de combinaison des

lui est spécifiquement relié.

affordances sont celles de la physique et de la biologie sur les objets de la situation, mais aussi celles que la syntaxe exerce sur la situation.

e Indexation multiple et approche perceptiviste

Il apparaît clairement que les hypothèses simulationnistes sur le format de la représentation sont beaucoup plus fortes que ce qu'implique la seule idée d'analogie sous-tendue par le modèle d'indexation multiple. Par ailleurs, les hypothèses simulationnistes sur le format de la représentation diffèrent quant à la notion d'unité de représentation par rapport à celles formulées dans l'indexation multiple. La principale différence réside dans le statut de l'événement comme unité. Considéré comme brique fondamentale de la représentation dans l'indexation multiple, l'événement n'est pas vu comme une unité statique, il est intégré par simulation dynamique de la représentation. C'est à ce titre que l'événement n'est pas représenté comme tel, tokenisé, mais plutôt incarné, « agi mentalement ». La capacité à traiter l'événement comme une unité, et par suite à le mettre en relation avec d'autres événements, notamment par la causalité, relève ainsi d'une compétence de simulation, d'une capacité à actualiser la relation, et non pas d'un codage spécifique en mémoire. Par suite, le temps joue un rôle crucial dans cette approche, car l'analogie dans cette dimension est mise en œuvre par préservation du caractère dynamique du temps. Le temps est à la fois une dimension du monde représenté, et une dimension constitutive de la représentation²⁵ (une dimension métareprésentationnelle). Une des faiblesses de l'approche simulationniste réside justement dans le fait qu'elle ne formule pas de prédiction explicite sur le coût temporel de la simulation et ses conséquences sur les traitements cognitifs, alors même que son aspect dynamique est souligné. La seconde difficulté tient à la notion de mémorisation ; s'il est facile d'envisager que l'action décrite dans une narration soit « agie » mentalement par simulation, la question du codage mémoriel de l'aspect dynamique de la représentation n'est pas traitée.

Toutefois nous avons souligné que les hypothèses de l'indexation multiple sur l'unité de la représentation ne sont pas cruciales à ses prédictions, car celles-ci reposent essentiellement sur les caractéristiques de la situation et non sur celles de la représentation. En conséquence, une approche perceptiviste peut fournir un cadre dans lequel s'insérerait l'indexation multiple. En fait, la compatibilité des prédictions de l'indexation multiple avec

²⁵ Pour la dimension spatiale, cela équivaudrait à donner une étendue spatiale à la représentation mentale elle-même.

celles de l'approche indexicale souligne une difficulté épistémologique de cette dernière. En effet, en incluant la richesse de l'information perceptive dans la représentation mentale de la situation, elle évite de traiter la question des informations qu'il est pertinent de représenter, puisque par la richesse perceptive et la possibilité de simulation mentale, l'ensemble des données de la situation sont en puissance dans la représentation. En somme, une difficulté de l'approche perceptiviste est qu'elle inclut dans la représentation l'ensemble des informations de la situation. De ce fait, toutes les théories exprimant une relation entre une caractéristique de la situation et une caractéristique du modèle de situation peuvent entrer dans le cadre d'une perspective simulationniste. Ainsi, si Zwaan (1999a) reproche aux systèmes symboliques le caractère post hoc de leurs prédictions, il reste encore à préciser clairement quelles prédictions ne font pas les systèmes perceptivistes.

Enfin, il y a un aspect de la représentation pour lequel les hypothèses perceptivistes ne fournissent pas de support « naturel » au caractère analogique de la représentation : la causalité au sens large (les causes et les buts). En effet, une approche simulationniste du temps, de l'espace et des référents fournit le cadre naturel d'une représentation analogique de ces dimensions, et toute approche analogique de ces dimensions peut être vue comme la « dégradation » ou la simplification d'une entité de nature perceptive. En revanche, les informations relatives aux intentions des protagonistes et aux relations de causalité sont en général tenues, dans les théories de la représentation du discours, pour des relations abstraites et amodales. Si le but peut être considéré comme une information (particulièrement importante) associée au token du protagoniste, la forme de la relation de causalité en revanche demande à être éclaircie sur deux points : celui par lequel nous établissons cette relation (lorsqu'elle n'est pas explicitée) dans la représentation, et celui de son articulation avec les autres dimensions de la représentation. En effet, si les protagonistes sont des tokens évoluant dans des cadres de représentation spatio-temporels analogiques, « où » se situe la causalité ? De plus, dans la perspective de l'indexation multiple, il convient de déterminer en quoi, au delà de l'opposition entre continuité et discontinuité, la causalité mentale reflète les distances de la causalité réelles, alors même que la question du critère de la causalité demeure philosophiquement problématique, et essentiellement binaire ou qualitative (logique). Il apparaît ici que la problématique de l'indexation multiple n'est pas strictement incluse dans celle de l'approche perceptiviste, car la première suppose une échelle graduée de la causalité (Zwaan, Magliano & Graesser, 1995), alors que la seconde ne formule pas directement d'hypothèses sur la nature et les traitements de la causalité (et donc son caractère analogique),

car ceux-ci sont « incarnés » dans les affordances simulées mentalement. Dans la troisième partie de ce chapitre, nous présentons plus en détail les résultats concernant la dimension causale dans la compréhension de textes, avant de proposer une typologie articulant entre elles les différentes approches de la notion de distance causale mentale, ou force causale.

II - 2.4.3 Conclusion

L'indexation multiple propose que les discontinuités dans la représentation mentale reflètent des discontinuités de la situation, dans plusieurs dimensions de la description de la situation. Dans cette approche binaire des distances dans les dimensions (que sous-tend l'idée de marquage des événements par des indices), le modèle d'indexation d'événements est compatible avec des représentations amodales (ex. réseau connecté de nœuds) comme celles du modèle de Kintsch. Toutefois, la notion d'indice rend plus naturellement compte des dimensions comme unités discrètes (cadre spatial et temporel, références, buts) que comme relations éventuellement graduées (distance spatiale et temporelle, causalité). De plus, les auteurs motivent les dimensions de l'indexation par des travaux visant à révéler des effets de distance, et ils affirment que le caractère binaire des distances dans l'état actuel du modèle est une approximation. Il apparaît donc que l'on peut reformuler l'objectif de l'indexation multiple comme étant la recherche des dimensions de la situation par lesquelles le modèle mental présente un caractère d'analogie avec la situation. Cette formulation rend cruciale la question du format de la représentation, car si la version binaire du modèle est compatible avec des représentations amodales, on peut considérer qu'une approche modale de la représentation (à base de représentations de nature perceptive) rendrait mieux (ou plus naturellement) compte des effets de distance qu'une approche amodale. En définitive, il est probable que le modèle de situation, comme l'a supposé Gernsbacher (1990), associe des éléments de représentation modaux et amodaux.

La représentation des liens de causalité est problématique. Si le modèle CI la permet en principe, nous avons vu que l'état de notre connaissance analytique du modèle ne nous permet pas de formuler de prédictions spécifiques en dehors de l'inclusion de nœuds ad hoc exprimant la causalité. Toutefois, le modèle CI et le modèle d'indexation multiple partagent l'idée d'une représentation graduée de la force de connexion mentale associée à la causalité. Par ailleurs, dans la perspective d'une représentation analogique, la dimension causale soulève deux problèmes : d'une part, la signification de son caractère analogique supposé

dans l'indexation multiple, et d'autre part, sa relation avec les aspects perceptifs ou perceptibles de la situation. Dans la partie suivante du présent chapitre, nous présentons les principales théories et les principaux résultats concernant la causalité dans la compréhension de texte. Puis nous présenterons une classification synthétique des approches possibles de l'établissement du lien causal, en situant pour chacune les théories philosophiques, approches de la représentation, et observations empiriques qui s'y rattachent.

II - 3 Le rôle de la causalité dans le modèle de situation

Dans la partie précédente du présent chapitre, nous avons présenté les principaux types de cohérence du modèle de situation, dans une approche multidimensionnelle. Il apparaît que la dimension causale joue un rôle crucial dans l'interaction des dimensions, de plusieurs façons. Comme critère d'individualisation de la notion d'événement, elle intervient dans l'intégration des dimensions spatiale et temporelle. Elle joue également un rôle de détermination du degré de pertinence des informations des autres dimensions. Enfin, la dimension causale interagit spécifiquement par nature avec les autres dimensions : elle est notamment corrélée avec les dimensions du temps et du protagoniste. Nous avons également abordé la question du format des représentations, en situant les hypothèses du modèle d'indexation multiple entre deux pôles opposés : d'une part, le format amodal unifié du modèle Construction-Intégration, dans le cadre duquel la caractérisation des dimensions de la situation est difficile. Une individualisation de la dimension causale dans le cadre de cette théorie ne faisant pas recours à des modifications post hoc de paramètres requerrait une connaissance plus systématique des relations entre les caractéristiques mathématiques du modèle et les situations corrélatives. D'autre part, l'approche perceptiviste propose que le modèle de situation est une simulation mentale de nature perceptive, fournissant un cadre naturel au caractère analogique des dimensions spatiale, temporelle et référentielle, mais jusqu'à présent évasive quant à ses prédictions concernant la causalité. Dans cette partie, nous présentons plus en détail le rôle de la dimension causale dans la compréhension de textes. Nous introduisons notamment la notion de force causale, qui constitue une mesure opérationnelle de « distance causale » dont la théorie analogique de la causalité a besoin. Pour conclure ce chapitre, nous présentons une typologie des approches de l'établissement du lien causal, en utilisant comme critères classificatoires les rôles respectifs supposés des

connaissances et du raisonnement. Cette typologie permet notamment d'indiquer les rapports d'affinités entre les approches philosophique et psychologique, et d'articuler systématiquement les approches du traitement de la causalité aux options plus générales de la compréhension, et notamment aux hypothèses sur le format de la représentation.

II - 3.1 Cohérence causale dans la compréhension de textes

La relation de causalité est une dimension essentielle de la cohérence de la représentation. Nous présentons ici les principaux résultats expérimentaux montrant que les relations causales entre les informations du texte permettent de prédire leur importance et leur mémorisation, et ont une influence leur traitement en ligne.

II - 3.1.1 Représentation du texte par ses liens causaux : chemin causal, réseau causal

A partir de la fin des années 70, plusieurs auteurs ont décrit les relations de cohérence entre les éléments du texte comme relevant essentiellement de la causalité. Par exemple, Warren, Nicholas, & Trabasso (1979) décrivent le contenu d'une narration comme un ensemble de faits et de relations. Ils proposent des classifications pour ces deux catégories. L'ensemble des faits se décompose en états, événements, actions, cognitions (actes mentaux volontaires des protagonistes), manifestations (mouvements involontaires, par exemple sursauter), impulsions (états internes involontaires, comme la faim ou la peur), et buts. Les relations sont causales, ou à défaut temporelles. Les types de relations causales sont la motivation, la causalité psychologique (non liée à un but), la causalité physique, la précondition ou relation « rend possible » (*enablement*²⁶). Les liens non causaux sont la succession temporelle et la simultanéité, ou coexistence temporelle (*temporal coexistence*).

a Chaîne causale

Black & Bower (1980), utilisant la notion de chaîne causale de Schank (1975), ont les premiers formulé une approche de la compréhension comme résolution de problèmes. Selon eux, une narration peut être présentée comme un séquence d'actions visant à atteindre un but,

éventuellement décomposées en sous-actions relatives à un but intermédiaire. Il s'agit donc pour le lecteur de relier le début et la fin du texte en une chaîne de relations causales, qu'on appelle chemin critique ou chaîne causale. Ce chemin critique constitue l'épine dorsale du récit. Black et Bower (1980) ont montré, d'une part, que les événements appartenant au chemin critique sont mieux rappelés que ceux qui appartiennent à une « branche morte » du réseau des relations causales (chaîne causale interrompue pour cause d'échec), et d'autre part, que le rappel d'une action est d'autant meilleur que le but qu'elle vise à satisfaire est élevé dans la hiérarchie des buts.

Omanson (1982), reprenant la notion de chemin critique, a étudié l'effet de la centralité d'un événement ou état sur les jugements d'importance, le rappel immédiat ou à une semaine, et la probabilité d'inclusion dans un résumé. Dans son analyse, un événement était jugé central s'il appartenait au chemin critique ou s'il introduisait un nouveau personnage. Procédant à des analyses de régression multiple pour trois textes, il a établi que la centralité était un facteur prédictif de toutes les variables dépendantes. Comparant l'effet de la centralité aux catégories de grammaires d'histoires de Stein & Glenn (1979), il a montré que les effets de ces deux variables se combinent pour expliquer l'importance et le rappel : la centralité est un facteur prédictif dans chaque catégorie narrative, et parmi les événements centraux, les événements initiateurs et les résultats sont mieux rappelés que les autres catégories narratives.

b Réseau causal : réseau de transitions récursif de Trabasso et al.

La description de la cohérence par les chaînes causales met l'accent sur les relations locales de cohérence (celles qui concernent la microstructure). Trabasso et ses collaborateurs ont enrichi cette approche en représentant les relations de cohérence par des réseaux causaux (Trabasso & Sperry, 1985 ; Trabasso & Van den Broek, 1985 ; Van den Broek & Trabasso, 1986 ; Trabasso, Van den Broek & Suh, 1989). Le réseau causal permet de distinguer une dimension supplémentaire dans la représentation de la cohérence, car elle tient compte du fait qu'un élément peut avoir plusieurs antécédents causaux, et permet de représenter les relations de cohérence causale entre éléments distants dans la surface du texte. Ainsi, l'importance causale d'un événement dépend de deux paramètres : d'une part, sa distance au chemin

²⁶ la première traduction du mot est prise de Fayol (1985), et la seconde, de Quintana (2000). Nous optons arbitrairement pour la première, plus concise.

critique au sein du réseau causal, et d'autre part, sa connectivité (le nombre de relations causales qu'il entretient avec d'autres événements du réseau). Par ailleurs, ces paramètres ont été étudiés en conjonction avec une classification des catégories narratives inspirée des grammaires de texte, et proche des classifications de Stein & Glenn (1979), Warren, Nicholas & Trabasso (1979), et Black & Bower (1980) (Trabasso & Van den Broek, 1985).

Trabasso & Sperry (1985) ont étudié l'effet de la connectivité causale et de l'appartenance à la chaîne causale sur les jugements d'importance relatifs aux événements de six narrations d'une soixantaine de clauses. Selon le texte, des analyses de régression incluant les deux variables théoriques ont expliqué entre 60% et 44% de la variance des jugements d'importance. Les variances uniques de la connectivité étaient comprises entre 6% et 26%, tandis que la variance unique de la variable chaîne causale était comprise entre 1% et 3%. Toutefois, le résultat mitigé concernant cette dernière variable résulte probablement d'une forte corrélation entre les deux variables pour ce matériel. Dans une analyse a posteriori des données d'Omanon (1982) et de Stein & Glenn (1979), Trabasso & van den Broek (1985) ont testé les effets de la connectivité, de l'appartenance à la chaîne causale, et des catégories narratives de Stein & Glenn (1979) sur les jugements d'importance, le rappel immédiat et différé, et l'inclusion dans les résumés. Ces analyses indiquent que les trois variables contribuent à prédire entre 32% (rappel immédiat d'Omanon) et 65% (jugements d'importance d'Omanon) de la variance des mesures dépendantes. Il s'avère que la chaîne causale est le prédicteur présentant la plus grande variance unique, suivie de la connectivité et des catégories narratives. Toutefois, les corrélations entre ces variables sont très importantes. L'inclusion dans l'équation de régression de mesures de partage d'argument (avec les segments antérieurs, ou bidirectionnel) indique une variance unique nulle pour cette variable. Cependant cette variable ne tenait compte que des mots répétés, ce qui correspond, à une vue très restrictive de la notion de partage d'argument.

Kintsch (1992) a réalisé des simulations à partir du même matériel textuel, en comparant plusieurs critères pour l'élaboration de la matrice des connexions. Trois facteurs étaient identifiés : les relations de partage d'argument (PARAR), les propositions faisant l'objet d'une emphase syntaxique (SYN), et les relations causales (CAUS) identifiées par Trabasso et Van den Broek. Étaient considérés comme faisant l'objet d'une emphase syntaxique les propositions correspondant au verbe et au sujet principaux de chaque phrase, sauf pour les verbes relatifs aux processus psychologiques ou aux « actions verbales ». Les règles de prise en compte de chaque type de relation étaient les suivantes : les relations

PARAR étaient représentées dans la matrice par des coefficients de 1 ; les coefficients de la diagonale faisant l'objet d'une emphase syntaxique SYN étaient doublés (la valeur par défaut était 1) ; les relations CAUS étaient marquées d'un coefficient égal à 1 (de la cause vers la conséquence). La hiérarchie des propositions résultant de la simulation tenant compte des critères PARAR et SYN était fortement corrélée (rho de Spearman de 0,76) aux données de rappel d'Omanson ; de plus, l'inclusion du critère CAUS dans la matrice ne modifiait que marginalement la qualité de la prédiction (rho de Spearman de 0,79). Kintsch conclut de ces résultats que des indices syntaxiques de bas niveau sont en grande partie redondants avec les inférences causales pour prédire le rappel des propositions. Cependant, en appliquant les simulations au matériel d'une autre recherche (Kintsch, 1974), l'auteur constate que les critères syntaxiques s'avèrent insuffisants à prédire certains types de résumés (les résumés de « second degré », très condensés). Ainsi, dans certains cas au moins, les inférences causales sont indispensables à la hiérarchisation de la macrostructure. Une des limites des simulations présentées par Kintsch (1992) est que les simulations présentées ne donnent pas une vue d'ensemble du rôle de chaque combinaison de critères. La conjonction des critères CAUS + SYN n'est pas testée, ce qui ne permet pas d'évaluer la contribution marginale de PARAR aux deux autres critères, alors que, d'une part, le critère CAUS seul prédit mieux les données d'Omanson que PARAR (respectivement, rho=0,61 et rho=0,55), et que d'autre part, la contribution des critères PARAR dans le modèle global PARAR+SYN+CAUS et le modèle partiel PARAR+SYN est très importante (les r de Pearson comparant les hiérarchies de ces deux modèles avec PARAR seul sont respectivement r=0,90 et r=0,84).

Trabasso & van den Broek (1985) proposent également de systématiser l'analyse des enchaînements causaux à l'aide d'un réseau de transitions récursif (cf. **Figure 1**). Les nœuds de cette représentation sont les clauses du récit, et les arcs (orientés) entre ces nœuds correspondent aux relations de causalité. Les auteurs définissent cinq types de nœuds correspondant aux catégories du récit : situation (*setting*), but (*goal*), essai (*attempt*), issue (*outcome*), et réaction (*reaction*). Les quatre types de relations de causalité sont ceux de Warren, Nicholas & Trabasso (1979) : les relations de précondition (*enablement*), la causalité psychologique, la causalité motivationnelle, et la causalité physique. Le modèle est constitué d'un ensemble de règles récursives qui décrivent les types d'enchaînements possibles entre les catégories du récit. Par exemple, un but peut être la cause d'un autre but, d'une action, ou d'une issue, et il n'est la source que de causes motivationnelles ; les seules causes

psychologiques possibles sont les issues. Mais ces dernières peuvent aussi être des causes physiques ou des préconditions d'un autre issue.



Figure 1 : le réseau de transitions récursif général de Trabasso & van den broek (1985), dans la présentation de Trabasso, van den Broek & Suh (1989). Les lettres italiques correspondent aux catégories du récit : *S* pour situation (*setting*), *B* pour but (*goal*), *A* pour action, *I* pour issue (*outcome*), et *R* pour réaction. Les arcs sont étiquetés par des lettres indiquant le type de relation de causalité : *P* pour la relation de précondition (*enablement*), le *Psi* pour la causalité psychologique, *M* pour la causalité motivationnelle, et le *Phi* pour la causalité physique. Dans la représentation en réseau d'une histoire, l'indice *i* correspond au niveau hiérarchique du but en cours dans la hiérarchie des buts de l'histoire. L'indice *j* indique le rang de la clause dans la séquence textuelle.

Les transitions décrites par le modèle général ne reflètent pas toutes les relations qui peuvent être identifiées dans l'application du modèle à un texte. Par exemple, dans l'exemple d'analyse présenté par Trabasso, Van den Broek & Suh (1989), certaines réactions peuvent avoir une action pour antécédent. Un autre exemple d'entorse à la définition abstraite est la convention selon laquelle les auteurs décomposent la prise de parole d'un personnage en une action servant de précondition à une prise de connaissance (par le lecteur ou un autre personnage). Ainsi, dans l'exemple de texte analysé, une phrase est décomposée en deux unités :

5. La mère du petit garçon prévint ce dernier (*The little boy's mother warned him*)
6. De tenir le gâteau en faisant attention (*To hold the coke carefully*)

et la relation subséquente entre ces deux unités est la suivante :

$$A_2(5) \xrightarrow{P} G_3(6)$$

Les relations causales sont rigoureusement caractérisées à partir du critère de contrefactualité de Mackie (1974), laquelle opérationnalise la notion de nécessité dans les

circonstances (cf I - 2.2.1, c). Pour juger si A est la cause de B, l'application du critère de contrefactualité consiste à se demander si, dans les circonstances générales de l'action, B aurait pu avoir lieu en l'absence de A. Si la réponse est non, alors A est la cause de B. Les critères communs aux quatre types de causalité sont la priorité temporelle et le raisonnement contrefactuel. Pour toutes les relations, la cause précède la conséquence, et la cause est une condition nécessaire de la conséquence dans les circonstances. Pour classer une cause parmi les relations définies, on applique un raisonnement séquentiel. D'abord, la causalité motivationnelle est attestée par la présence dans la cause d'un verbe ou d'une préposition signifiant le but ; dans le cas contraire, si la conséquence concerne un état ou une réaction interne (comme une cognition ou une émotion), alors il s'agit de causalité psychologique ; parmi les types de causalité restants, ce qui distingue une cause physique d'une de précondition est que la première requiert nécessité et suffisance dans les circonstances, tandis que la seconde ne satisfait qu'au critère de nécessité dans les circonstances. En conséquence, une cause physique est définie comme une cause nécessaire et suffisante dont le mécanisme n'est pas psychologique, et qui n'est pas un but.

Les deux principales caractéristiques des relations de causalité sont l'opérativité et la transitivité. L'opérativité correspond à l'actualité du pouvoir causal dans une situation donnée. Elle implique notamment qu'une cause mentionnée à distance dans la surface du texte peut rester opérative. Par exemple, un but est opératif (« *is operative and has causal force* ») tant qu'il n'a pas été atteint. Le maintien de l'opérativité d'une cause permet à la fois qu'un segment soit la cause d'un autre segment non adjacent dans le texte, ainsi que la multiplicité des antécédents causaux. La transitivité résulte de la transitivité de la notion de condition nécessaire. En effet, si A est une cause de B, et B est une cause de C, alors A est une cause de C : en l'absence de A, C ne peut avoir lieu, car B ne peut avoir lieu (A condition nécessaire de B), et puisque B n'a pas lieu, C n'a pas lieu non plus (B condition nécessaire de C). Il est donc possible de composer les couples cause-conséquence entre eux pour former des chaînes causales. Toutefois, au sens que lui donnent les auteurs, la transitivité qui permet d'enchaîner deux couples cause-conséquence n'implique pas l'opérativité (le caractère direct) de la relation entre la première cause et la dernière conséquence. La causalité par transitivité se distingue de la relation directe par l'existence d'une ou plusieurs causes intermédiaires.

Etudiant plus spécifiquement les aspects hiérarchiques du réseau, Van den Broek & Trabasso (1986) ont examiné conjointement les effets du niveau dans la hiérarchie des buts, de la connectivité, et de la place dans le chemin critique sur l'importance des phrases d'une

narration par le critère d'inclusion dans un résumé. Il apparaît que l'importance d'un but ne diminue lorsqu'il est placé à un niveau inférieur de la hiérarchie que si sa connectivité et sa place dans la chaîne causale sont également modifiées. Ainsi, pour les buts comme pour les autres catégories narratives, l'importance augmente avec le nombre de liens causaux, et avec l'appartenance à la chaîne causale. Dans une étude sur les jugements d'importance, Van den Broek (1988) a obtenu des résultats similaires en faisant cette fois varier la connectivité d'un même segment : l'importance d'un but dépend du nombre de ses connexions causales ; en particulier, les buts dont l'impossibilité à les atteindre directement génère un sous-but sont jugés plus importants. L'importance d'une issue de bas niveau dépend du nombre de connexions du but qui lui est associé.

Ainsi, même si la représentation en réseau causal des narrations ne reflète pas nécessairement les aspects dynamiques de la compréhension (mais voir le point suivant), et si le modèle de situation contient probablement des inférences et connexions qu'une telle représentation ne prédit pas, la représentation en réseau reflète néanmoins des propriétés importantes des éléments du texte, qui influent sur leur statut dans la représentation. En bref, la connectivité causale d'une unité de récit prédit la probabilité de son rappel (Fletcher & Bloom, 1988 ; Trabasso & Van den Broek, 1985), sa vitesse de récupération (O'Brien & Myers, 1987), les jugements d'importance (Trabasso & Sperry, 1985 ; Trabasso & Van den Broek, 1985 ; Van den Broek, 1988), et la probabilité d'inclusion dans les résumés (Van den Broek & Trabasso, 1986).

Au-delà des prédictions sur les informations individuelles en fonction de la place qu'elles occupent dans le réseau causal, plusieurs recherches ont étudié la réalité de la connexion dans la représentation. En effet, si la représentation du réseau traduit une réalité relative aux connexions elles-mêmes, alors les relations directes doivent être plus fortes que les relations par transitivité, qui passent par des intermédiaires dans le réseau. Van den Broek & Lorch (1993) ont étudié les connexions entre informations dans la représentation par une tâche de reconnaissance indicée d'événements. Les participants devaient lire plusieurs textes courts avant d'être soumis à la série des tâches de reconnaissance. Les phrases cibles expérimentales (dont le participant devait dire si elles correspondaient à un événement de l'histoire) paraphrasaient une phrase originale d'un texte. Chacune était précédée de la présentation d'une phrase amorcée, correspondant soit à une indication générale (« Rappelez-vous l'histoire au sujet de Bob » ; condition contrôle), soit à une action précédant immédiatement la cible à reconnaître, soit à un but en cours pour l'action cible. Les temps de

réponse pour les amorces buts et actions étaient significativement plus courts que les temps pour des amorces générales. L'expérience 2, en variant les amorces de la condition contrôle, a établi que ce résultat ne s'expliquait pas par un effet du partage d'argument, ni par le caractère abstrait de l'amorce générale : l'accélération de la réponse s'observe également si les amorces contrôle sont des événements subséquents à la cible. Ces résultats indiquent donc que les buts, qui sont des éléments distants dans la surface du texte, mais directement reliés à la cible dans le réseau causal, amorcent la reconnaissance de la cible. La troisième expérience, en croisant les facteurs distance de surface (amorce et cible adjacentes ou non adjacentes dans le texte) et type d'amorce (but ou action, respectivement adjacent et non adjacent dans le réseau), établit que la distance entre amorce et cible dans le réseau diminue la force de la connexion dans la représentation. En effet, en condition adjacente (lorsque l'amorce précède immédiatement la cible dans le texte), les actions amorcent aussi bien que les buts (les deux sont directement connectés à la cible dans le réseau causal). En revanche, seuls les buts amorcent la reconnaissance : à distance de surface égale, seule l'amorce directement connectée à la cible dans le réseau accélère la reconnaissance de cette dernière. Quintana (2000 ; expérience 2) a répliqué sur des textes français les résultats de Van den Broek & Lorch (1993). Elle a de plus examiné l'hypothèse supplémentaire que la multiplicité des connexions liées aux buts devait s'accompagner d'un effet de ventilation. La prédiction spécifique à cette hypothèse était qu'en condition adjacente, les temps de réponse aux amorces buts devaient être plus longs que les temps de réponse aux amorces actions, car les premières sont connectées à un plus grand nombre d'associés²⁷. Les temps de réponse s'ordonnaient effectivement dans le sens prédit, mais de façon non significative. Quintana présente également une analyse des pourcentages d'erreur (rejet d'une vraie cible). Cette analyse indique que les taux d'erreurs pour les cibles non adjacentes sont supérieurs aux taux d'erreurs pour les cibles adjacentes, pour les trois types d'amorce. Ainsi, la structure de surface semble influencer sur l'acuité des jugements, mais pas sur le temps de réponse. Toutefois, ce résultat ne semble pas mettre en danger l'interprétation des résultats de temps de réponse. En effet, une interprétation en termes de compromis entre vitesse et acuité n'expliquerait pas pourquoi le compromis ne concernerait

²⁷ Une controverse oppose actuellement deux modèles de l'effet de ventilation : l'un explique le phénomène par la dispersion de l'activation (c'était l'hypothèse originale de J. R. Anderson), et l'autre par un mécanisme d'inhibition. Une discussion de ces approches est hors du champ du présent travail ; quel que soit le mécanisme supposé de l'effet, il suffit à notre propos de constater que cet effet est avéré, et qu'il peut s'interpréter comme un test de la force d'association (ou de la proximité) des composantes de la représentation.

qu'une partie des items (en l'occurrence les buts). Toujours à l'appui de la validité de la représentation en réseau comme prédicteur de l'association en mémoire, Trabasso & Suh (1993) rendent compte d'une série d'expériences de Suh qui établissent que le temps de reconnaissance en cours de lecture d'une phrase antérieure du texte exprimant un but est plus court si le but est toujours pertinent au point du texte où la tâche a lieu que s'il est satisfait ; le but est également reconnu plus vite si l'action courante vise à sa satisfaction que si elle concerne un sous-but (cf. Black & Bower, 1980).

Ainsi, la représentation du texte en réseau causal permet de prédire non seulement des propriétés individuelles des épisodes, mais aussi les propriétés d'association dans la représentation mentale du texte. Cette approche du lien causal présente toutefois deux limites : d'une part, elle conçoit la connexion comme une relation binaire, en ce qu'elle repose sur l'idée d'un lien direct entre deux éléments : ce lien a lieu ou non, en fonction du critère de

$$A_1(8) \xrightarrow{P} A_1(9) \xrightarrow{P} I_1(10)$$

contrefactualité. Or on peut avoir l'intuition que deux faits ou événements, tout en étant liés causalement, peuvent l'être plus ou moins fortement. Une deuxième limite, liée à la première, est que les réseaux causaux sont des représentations des relations entre les éléments du texte, et à ce titre, les distances entre éléments dépendent du rapport entre l'implicite et l'explicite dans le texte. Par exemple, considérons un extrait du réseau causal présenté par Trabasso, Van den Broek & Suh (1989) :

8. Le petit garçon mit sous son bras le gâteau entouré d'une feuille.
9. Le petit garçon porta le gâteau vers chez sa grand-mère.
10. Le petit garçon arriva chez sa grand-mère.

Supposons que la phrase 9 ait été supprimée. Dans ce cas, la relation entre 8 et 10 aurait été directe dans le réseau récursif. La force d'association causale entre ces deux éléments est-elle pour autant plus forte dans la représentation mentale du texte ? Ou bien au contraire est-elle rendue plus difficile par l'absence de chaînon intermédiaire ? Existe-t-il une distance mentale intrinsèque à la relation entre les phrases 8 et 10, ou bien la force d'association est-elle plutôt gouvernée par les enchaînements présents dans le texte ? Une représentation complète des relations causales dans la représentation mentale du texte devrait sans doute inclure dans le réseau les inférences générées lors de la lecture. La notion de force causale permet de remédier à ces deux limites de l'approche du réseau causal, en introduisant

des degrés dans la relation. Le point suivant est consacré à l'exposé de la notion et des principaux résultats qui lui la concernent.

II - 3.1.2 Degrés du lien causal : la force causale

La seule approche objective de la causalité qui la décrive comme une relation graduée et non discrète est celle des lois de probabilités. Toutefois, une pareille approche n'est pas opérationnalisable pour décrire une relation, dans la mesure où seule une approche scientifique rigoureuse est susceptible d'associer une probabilité à une succession donnée d'événements. En l'absence d'une mesure objective (ou opérationnalisable, comme les critères logiques, par exemple) de la causalité dans les choses, le psychologue peut qualifier la relation en utilisant une mesure de « distance causale perçue », en recueillant pour des couples cause-conséquence des jugements explicites de « distance causale », de « force causale », ou de « plausibilité ». C'est cette approche de la force causale comme force causale perçue qu'ont mise en œuvre Keenan, Baillet & Brown (1984) pour étudier l'effet du degré de causalité sur les temps de traitements et le rappel. Dans les chapitres qui suivent, les notions de force causale et distance causale seront utilisées indistinctement dans la mesure où elles expriment la même idée par des échelles inversées : là où la force est maximale, la proximité l'est aussi, et donc la distance est la plus courte ; pour les distances les plus longues, c'est-à-dire la proximité la plus faible, la force est minimale. Toutefois, dans la présente section, notamment au paragraphe b, qui concerne les réseaux causaux, l'expression « distance causale » désignera, conformément à la terminologie des auteurs, la notion de distance dans le réseau causal, et non celle de force causale. Cette exception ne concerne que la présente section.

Par ailleurs, soulignons que la force causale est mentale dans la mesure où elle relève d'un jugement cognitif de la relation cause-conséquence. Mais cette mesure, qui tient lieu de mesure de la proximité causale *entre les événements*, doit être clairement distinguée de la force de connexion, ou force d'association mentale, qui indique la proximité *entre les représentations des événements, au sein de la représentation mentale*. Cette dernière peut être explorée par les tâches classiques de rappel ou de reconnaissance indicées, ou encore par des tâches d'amorçage. Nous présentons d'abord l'expérience princeps de Keenan, Baillet & Brown (1984) et la réplique de Myers, Shinjo & Duffy (1987). Ces deux contributions concernaient la force causale de paires de phrases. Nous présentons ensuite les travaux de

Trabasso, Van den Broek & Suh (1989), et Tapiero, Van den Broek & Quintana (2002), qui ont étudié les effets du réseau causal sur la force causale perçue.

a Force causale perçue

Keenan, Baillet & Brown (1984) ont étudié l'effet de la force causale reliant deux phrases sur le temps de lecture de la seconde phrase, ainsi que la reconnaissance et le rappel. Par commodité, et puisque leur relation est envisagée sous l'angle de la causalité, en rendant compte de ces expériences, nous appellerons « cause » ou « antécédent » la première phrase, et « conséquence » la deuxième phrase. Pour constituer le matériel expérimental, les auteurs ont élaboré un ensemble de phrases susceptibles de jouer le rôle de conséquence, puis ont associé à chacune une liste d'antécédents aussi divers que possible. Dans une étude normative, quarante juges ont évalué la force causale associée à chaque antécédent des phrases du corpus, sur une échelle de 5 points. Les huit conséquences sélectionnées pour constituer le matériel expérimental furent celles pour lesquelles les forces des antécédents d'une même conséquence étaient suffisamment distinctes, et les variances associées à chacun suffisamment petites. Chaque conséquence et ses quatre causes conservées ont été réécrites de façon à que la continuité référentielle s'exprime de la même façon dans tous les cas. Les quatre causes conservées pour chaque conséquence ont été écrites de façon à contrôler la continuité référentielle. L'exemple suivant présente l'un des huit ensembles de phrases partageant une même conséquence (1 = la plus grande force ; 4 = la plus petite force) :

causes :

- force 1 : Joey s'est fait bourrer de coups de poing par son grand frère.
(*Joey's big brother punched him again and again*)
- force 2 : En dévalant la colline, Joey est tombé de vélo.
(*Racing down the hill, Joey fell off his bike*)
- force 3 : La mère de Joey, une folle, est devenue furieuse contre lui.
(*Joey's crazy mother became furiously angry with him*)
- force 4 : Joey est allé jouer chez un voisin.
(*Joey went to a neighbor's house to play*)

conséquence :

Le lendemain, il était couvert de bleus.
(*The next day, his body was covered with bruises*)

Chaque participant devait lire huit couples de phrases (deux couples par niveau de force), avec pour tâche de proposer pour chaque couple une phrase de continuation (expérience 1), ou bien de les lire en vue de répondre à des questions de compréhension Oui/Non (expérience 2). Les phrases étaient présentées successivement sur un écran d'ordinateur, et les participants devaient appuyer sur une touche pour passer à la suite. Les temps de lecture de la seconde phrase étaient mesurés. Dans les deux expériences, les auteurs ont relevé un effet significatif de la force causale sur le temps de lecture : ce dernier est d'autant plus court que la force causale est grande. Les auteurs interprètent ce résultat en suggérant que le temps de lecture est une conséquence du coût cognitif de l'établissement de la cohérence causale : à mesure que la force causale diminue, le coût de la cohérence augmente, et par suite le temps de lecture.

Dans la seconde expérience, la lecture des paires de phrases était suivie de questions de compréhension, puis 35 minutes après, d'une épreuve de rappel et enfin d'une épreuve de reconnaissance. Dans la tâche de rappel, le participant devait rappeler la cause à partir de la présentation de la conséquence, en répondant à une question du type : « Comment Joey a-t-il eu des bleus ? ». Les auteurs observent un résultat inattendu : la performance de rappel et de reconnaissance est meilleure pour les forces intermédiaires que pour les forces extrêmes. En particulier, les paires les plus fortement reliées causalement étaient significativement moins bien rappelées que les paires intermédiaires (forces 2 et 3), bien que significativement mieux rappelées que les paires de force 4. Pour expliquer ce résultat en forme de cloche, les auteurs avancent que la mémorisation des causes est soumise à deux facteurs. D'une part, plus l'enchaînement requiert de traitements, mieux il est remémoré : cela explique que les enchaînements de force intermédiaires sont mieux rappelés que les enchaînements très fortement connectés. Toutefois, cette relation n'explique pas que la mémorabilité des causes les moins fortement associées soit la plus faible, alors que les traitements les plus longs leur sont consacrés. Le second facteur expliquant la mémorabilité de l'enchaînement est la force de la connexion résultante dans la représentation. Ainsi, les enchaînements de force 4, difficiles à intégrer, produisent les plus faibles connexions en mémoire, et par conséquent les plus faibles rappels indicés.

Myers, Shinjo & Duffy (1987) ont répliqué l'expérience de Keenan, Baillet & Brown (1984), en utilisant cette fois 32 ensembles de phrases au lieu de 8. Les quatre antécédents de chaque groupe furent écrits en faisant varier la précision temporelle d'une même cause ; le

nombre de syllabes et de propositions était homogène. Voici un exemple extrait de leur matériel :

causes :

- force 1 : A son travail, Cathy a eu un étourdissement, et elle s'est évanouie.
(*Cathy felt very dizzy and fainted at her work*)
- force 2 : Cathy a travaillé dur, et elle s'est épuisée.
(*Cathy worked very hard and became exhausted*)
- force 3 : Cathy a fait des heures supplémentaires pour terminer son projet.
(*Cathy worked overtime to finish her project*)
- force 4 : Cathy avait commencé à travailler sur un nouveau projet.
(*Cathy had begun working on a new project*)

conséquence :

On l'a transportée à l'hôpital dans un état inconscient.
(*She was carried unconscious to a hospital*)

Dans l'étude normative, 60 participants ont jugé la proximité causale de chaque paire sur une échelle de 7 points²⁸. Bien que les jugements de proximité moyens fussent ordonnés selon la hiérarchie prévue par les auteurs, la variabilité des jugements correspondant à chaque niveau de force leur a fait préférer une approche de régression à partir des proximités moyennes des items, plutôt qu'une analyse de variance. Cette approche permet une vision plus fine du profil des variables dépendantes en fonction du niveau de proximité causale. Pour les deux expériences de cette étude, la procédure expérimentale était analogue à celle de l'expérience 2 de Keenan, Baillet & Brown (1984), à la différence qu'il n'y avait pas de tâche de reconnaissance. La différence entre les deux expériences de l'étude concernait le rappel indicé. Dans l'expérience 1, l'item à rappeler était la cause, et l'indice était la conséquence ;

²⁸ Dans cette étude, le sens de l'échelle est inversé par rapport à celle de Keenan et al. (1984). La force 1 correspond à la moindre connexion causale, et la force 7 à la plus grande.

dans l'expérience 2, les rôles étaient inversés. Les données du rappel dans les deux expériences répliquent les résultats de Keenan, Baillet & Brown (1984) : les paires les plus fortement connectées sont moins bien rappelées que les paires intermédiaires (le pic de rappel se situe entre 5 et 6, pour une plausibilité maximale de 7). La composante quadratique de la courbe (qui teste le caractère significatif de la décroissance finale) est significative. Par ailleurs, le rappel des causalités les plus fortes demeure supérieur au rappel des plus faibles. Comme dans l'expérience de Keenan et al. (1984), le temps de lecture de la seconde phrase décroît à mesure que la force causale augmente. Ainsi les résultats de Keenan et collaborateurs sont confirmés, avec certains contrôles supplémentaires (notamment le nombre de syllabes des causes). Toutefois, les auteurs relèvent certaines différences entre leurs résultats et ceux de Keenan et collaborateurs. En effet, bien que la tendance générale soit à la décroissance du taux de rappel lorsque la force causale décroît aussi, le rappel se relève significativement pour les valeurs les plus faibles (en-dessous de 2,22, pour une plausibilité minimale de 1 ; la composante cubique est significative). Les auteurs suggèrent que cet effet peut traduire un effet de l'atypicité des enchaînements particulièrement peu reliés causalement. On peut de plus remarquer que pour les valeurs de force les plus petites (<2,77), les temps de lecture semblent marquer un plateau, avant de décroître à mesure que la force causale augmente.

S'il apparaît clair que le profil du rappel dépend des inférences associées aux différents niveaux de proximité causale, le mécanisme de la relation entre inférence et rappel doit être précisé. Cette question sera traitée dans la section consacrée au traitement en ligne de la causalité, où nous présenterons les travaux de Duffy, Shinjo & Myers (1990). Les résultats présentés dans ce point indiquent que l'intégration en ligne de couples de phrases est d'autant plus rapide que la force causale est grande. En revanche, le taux de rappel de paires de phrases est meilleur pour les forces intermédiaires que pour les forces extrêmes, ce qui suggère que les caractéristiques de la connexion établie dans la représentation diffèrent qualitativement en fonction du niveau de force causale. Le point suivant précise les caractéristiques des réseaux causaux, des catégories de causalité, et des critères logiques de la causalité du point de vue de la force causale.

b Réseau causal, critères de la causalité, et force causale

Trabasso, Van den Broek & Suh (1989) ont testé la valeur prédictive de la représentation d'une narration en réseau de transitions récursif sur la force causale

(expérience I), et étudié le rôle du critère de contrefactualité (i.e. critère de nécessité) dans la force causale (expérience II). Les auteurs ont représenté quatre narrations à l'aide du modèle du réseau de transitions récursif général. Dans l'expérience I, ils ont soumis un échantillon de couples cause-conséquence issus de chacun des textes à 24 participants qui avaient lu le texte (condition contexte) ou non (condition sans contexte). Les participants devaient juger la force causale sur une échelle de 9 points (allant de « strongly related » à « strongly unrelated »). Les auteurs ont observé l'effet de trois variables indépendantes : la distance causale dans le réseau²⁹ (qui correspond au nombre de causes intermédiaires dans la représentation en réseau, comprise entre 0 et 4), la distance de surface (le nombre de clauses séparant la cause de la conséquence dans le texte), et la distance référentielle (correspondant au nombre d'arguments partagés). Il apparaît que la force causale décroît linéairement en fonction de la distance causale, de la distance référentielle (ces deux variables sont corrélées significativement à $r=-0,11$), et log-linéairement en fonction de la distance de surface (corrélée significativement avec la distance causale à $r=0,60$). En analyse de régression multiple, les trois variables expliquent 43% de la variance de la force causale, avec des variances uniques de 13% pour la distance causale et la distance de surface.

Les auteurs ne trouvent pas d'effet significatif du contexte, et observent une interaction significative entre distance causale et contexte : pour les distances courtes (au plus une cause intermédiaire), la force causale est supérieure lorsque le contexte est présent ; pour les distances plus grandes, les forces sont inférieures dans la condition contexte. En d'autres termes, l'ampleur de l'effet de la distance causale est supérieure en présence du contexte. Les auteurs interprètent ce résultat comme une indication du fait que le contexte est pris en compte dans le jugement causal. Toutefois, dans cet effet, il n'est pas possible de distinguer entre le contexte général (tel que le donneraient, par exemple les premières phrases du texte, ou son titre), l'explicitation par le texte des enchaînements intermédiaires, et la distance de surface (fortement corrélée à la distance causale) : la connaissance par le sujet d'une distance importante dans le texte peut être prise en compte, en plus du contexte général constituant le champ causal de la contrefactualité. Ce résultat peut être rapproché de l'effet de la présence

²⁹ N.B. Conformément à la terminologie des auteurs, nous employons ici l'expression « distance causale » pour décrire la distance dans le réseau causal. Dans le présent document, cet usage est limité au compte-rendu des travaux de Trabasso et collaborateurs. Partout ailleurs, « distance causale » sera pour nous un autre nom de la force causale (cf. IV - 1.3).

du texte (vs. condition mémoire) sur la distance perçue entre ses éléments, que traduisent les résultats de Zwaan, Langston & Graesser (1995 ; cf. II - 2.2.1, p. 89). Enfin, le contexte interagit également avec le nombre d'antécédents. Pour les conséquences n'ayant qu'un antécédent, le contexte est sans effet. Les conséquences à antécédents multiples sont aussi fortement reliées à la cause testée que les conséquences à antécédent unique dans la condition contexte, mais la force causale est moindre en l'absence du contexte (donc des autres antécédents).

Cette expérience confirme la validité de l'approche par le réseau causal : la force causale est une fonction décroissante du nombre d'intermédiaires dans le réseau causal. Par ailleurs, la supériorité des forces dans la condition contexte pour les causes proches dans le réseau indique que le contexte est utilisé dans le jugement de la force causale.

L'objectif de l'expérience II était, d'une part, d'étudier l'impact du type de causalité (physique, motivationnelle, psychologique, ou précondition) sur la causalité perçue, et d'autre part d'éclaircir le rôle du critère de contrefactualité dans le jugement causal. Dix participants ont lu le texte, puis en ont jugé des couples directement reliés dans le réseau, soit en condition causalité, soit en condition contrefactuelle. Dans la condition causalité, le jugement de plausibilité porte sur une phrase du type « A cause B » (par exemple : « le fait que le petit garçon ait apporté le beurre à la maison a causé la fonte du beurre » ; « *The boy carrying the butter home caused the butter to melt* »). Dans la condition contrefactuelle, le jugement porte sur une phrase du type « Si A n'avait pas eu lieu, alors B n'aurait pas eu lieu » (« Si le petit garçon n'avait pas apporté le beurre à la maison, le beurre n'aurait pas fondu » : « *If the boy had not carried the butter home, the butter would not have melted* »). Les jugements de plausibilité sont portés sur une échelle en onze points. Les résultats indiquent en premier lieu une hiérarchie entre les types d'enchaînements causaux. Ces derniers s'ordonnent ainsi, par force décroissante : physique, motivationnelle, psychologique, et précondition. Par ailleurs, seule la force des préconditions est sensible au type de question (causalité ou contrefactuel) : en condition causale, les préconditions ont une faible plausibilité (autour de 30 sur une échelle de 100), alors que la plausibilité est forte (supérieure à 60) en condition contrefactuelle. Les auteurs ont recodé leurs variables dépendantes sous forme binaire (Oui/Non) afin d'évaluer les probabilités conditionnelles de causalité sachant nécessité, et de nécessité sachant causalité. La probabilité conditionnelle d'acceptation de la causalité sachant que le critère de nécessité est accepté, est supérieure à 88% pour toutes les catégories de relations sauf les préconditions (28%). Réciproquement, la probabilité conditionnelle d'acceptation du critère

de nécessité sachant la causalité acceptée est supérieure à 78% pour toutes les catégories (respectivement 100%, 92%, 78% et 88% pour les causes physiques, motivationnelles, causes psychologiques, et préconditions). Ces résultats indiquent que le critère de nécessité dans les circonstances englobe celui de la causalité, laquelle exige également la suffisance dans les circonstances (la suffisance est le critère distinguant les préconditions des autres types de causalité). Par ailleurs, en situation de suffisance (selon les critères définitoires des catégories de causalité), le jugement par le critère de contrefactualité est équivalent au jugement causal (il donne des résultats d'acceptabilité équivalents). Autrement dit, pour les relations autres que la précondition, juger de la nécessité revient à juger de la causalité.

Tapiero, Van den Broek & Quintana (2002) ont étudié sur des textes français (adaptés de Quintana, 2000, expérience 2) l'effet de quatre variables sur le jugement de causalité : le critère de jugement (nécessité ou suffisance), la distance entre cause et conséquence dans le texte (adjacentes ou non adjacentes), le nombre de lectures (0, 1, ou 2 lectures), et le type de causalité (physique, motivation, psychologique, précondition).

En condition adjacente, et quel que soit le nombre de lectures, la hiérarchie des types obtenue est conforme à celle observée par Trabasso, Van den Broek & Suh (1989). En condition non adjacente, la hiérarchie obtenue est la suivante (par ordre de force décroissante) : psychologique, motivation, précondition, physique. La causalité physique est donc la plus affectée par la distance de surface. L'interaction entre la distance et le type de causalité reflète sans doute en grande partie l'effet de la distance dans le réseau causal. Elle suggère que les relations impliquant des états internes des protagonistes sont peu sensibles à la distance de surface (par ailleurs, les forces moyennes de ces deux types ne sont pas significativement différentes, en condition adjacente ou non adjacente). Selon les auteurs, cela confirme que ces deux types sont fortement similaires, et toutes les phrases sont connectées directement au but, ou reliées aux informations susceptibles d'indiquer le succès ou l'échec relativement au but. Par ailleurs, le rapport entre les conditions adjacente et non adjacente pour les temps de jugement diffère avec le type de relation. Ces temps sont plus longs en condition non adjacente qu'en condition adjacente pour la causalité motivationnelle ; en revanche, pour la causalité physique et les préconditions, le temps de jugement est plus long en condition adjacente qu'en condition non adjacente. Les temps sont équivalents pour la causalité psychologique. Selon Tapiero et collaborateurs, cela suggère que l'importance de ces types de causalité diminue avec la distance.

Le nombre de lectures tend globalement à augmenter les jugements de force causale, mais cet effet varie selon le type de relation et la distance de surface. Pour les paires adjacentes, la lecture du texte (vs. sans lecture) augmente la force perçue. En revanche, pour les paires non adjacentes, la lecture n'augmente les forces que des types motivationnel et psychologique. La différence entre première et seconde lecture ne se manifeste que pour les paires adjacentes, et s'accompagne dans ce cas de temps de jugement supérieurs. Enfin, pour tous les types de relations sauf les préconditions, le nombre de lectures avait tendance à augmenter la différence entre les conditions adjacente et non adjacente. Il ressort en définitive que le nombre de lectures tend à renforcer la corrélation entre force de connexion et distance de surface : ce résultat converge avec les observations de Trabasso, Van den Broek & Suh (1989 ; voir p.143) et Zwaan, Langston & Graesser (1995 ; voir p. 89). L'effet du nombre de lectures diffère également selon le critère de jugement : les jugements de suffisance sont du même niveau pour les trois conditions, tandis que les jugements de nécessité sont plus faibles en condition sans lecture qu'avec une ou deux lectures. Dans les analyses par condition de lecture, les jugements de nécessité et de suffisance sont équivalents, sauf en condition sans lecture (pour laquelle les jugements de suffisance sont supérieurs aux jugements de nécessité). Ainsi, le critère de nécessité est plus sensible à la présence de contexte que le critère de suffisance.

Tapiero et collaborateurs ont également étudié la relation entre les jugements de nécessité et de suffisance en procédant à une binarisation des jugements analogue à celle de Trabasso, Van den Broek & Suh (1989). En condition lecture unique, le taux de recouvrement des jugements de nécessité et de suffisance est très élevé ($>0,75$), sauf pour les paires de la causalité physique non adjacentes. Pour ces paires, le faible taux de recouvrement provient de la forte proportion d'enchaînements nécessaires et non suffisants. En condition double lecture, les taux de recouvrement sont également très élevés ($>0,88$), sauf pour les causalités physique (0,50) et psychologique (0,69) pour les paires non adjacentes. Ces deux types de causalité présentent des proportions importantes de paires nécessaires et non suffisantes (respectivement 67% et 23% pour la causalité physique et la causalité psychologique), mais aussi une proportion non négligeable de paires suffisantes et non nécessaires (respectivement 40% et 17%). En condition adjacente, les critères de nécessité et suffisance sont donc très fortement superposés, pour tous les types de relations. En condition non adjacente, la superposition des deux critères demeure importante, à l'exception de la causalité physique, et dans une moindre mesure, de la causalité psychologique. Les résultats de Trabasso, Van den

Broek & Suh (1989) suggéraient que le critère distinctif entre les préconditions et les autres types de causalité était la suffisance : les préconditions étaient le seul type de causalité pour lesquelles le critère de nécessité n'impliquait pas causalité. Les fortes probabilités conditionnelles de suffisance sachant nécessité observées pour les préconditions par Tapiero et collaborateurs ($>0,85$) indiquent que l'absence de suffisance ne suffit peut-être pas à caractériser la distinction entre préconditions et causalité physique. Il semble que le critère de suffisance caractérise la différence entre les paires adjacentes et non adjacentes pour la causalité physique. Il demeure toutefois que le critère de nécessité semble plus large que le critère de suffisance : en effet, les probabilités de nécessité sachant suffisance sont systématiquement supérieures aux probabilités de suffisance sachant nécessité.

En résumé, ces résultats confirment et nuancent ceux de Trabasso, Van den Broek & Suh (1989). L'importance des buts dans la cohérence de la représentation est confirmée, et le rapport entre les types de relations et les critères causaux est précisé. Les résultats concernant le nombre de lectures soulignent les aspects dynamiques de la construction de la représentation mentale du texte, ainsi que le suppose le modèle du paysage d'activation de Van den Broek. Par ailleurs, il semble que les types de causalité se répartissent en deux groupes relativement homogènes pour leurs propriétés. D'une part, la motivation et la causalité psychologique, peu différentes en force, peu sensibles à la distance de surface, et pour lesquelles la connaissance du contexte (i.e. au moins une lecture) renforce la causalité perçue. Pour ces deux types, les temps de jugement des paires non adjacentes sont supérieurs ou égaux aux temps de jugement des paires adjacentes. D'autre part, la causalité physique et les préconditions, dont les temps de jugement sont plus longs pour les paires adjacentes que pour les paires non adjacentes. En condition non adjacente, les deux types ont des forces comparables. Cependant, les causalités physique et psychologique présentent des points communs quant à leurs profils de recouvrement entre nécessité et suffisance.

Les recherches présentées dans cette section ont permis de confirmer la pertinence de la représentation des textes narratifs sous forme de réseaux causaux récursifs, et elles ont éclairé la relation entre cette représentation et la notion de force causale. La distance dans le réseau est un bon prédicteur de la force causale ; la force des paires motivationnelles et psychologiques dépend peu de la distance de surface, tandis que la force pour la causalité physique y est très sensible. Par ailleurs, la connaissance du contexte que donne au moins une lecture préalable semble jouer un rôle de renforcement plus important pour les causalités motivationnelle et psychologique que pour les causalités physique et les préconditions. Pour

ce qui concerne les critères logiques de la force causale, il apparaît que la suffisance joue un rôle plus important dans la force causale que la nécessité, car cette dernière recouvre un ensemble de situations plus large que la suffisance, laquelle est présente le plus souvent lorsque le critère de nécessité est satisfait. Enfin, la familiarité du lecteur avec le texte semble faire converger la distance causale perçue avec les distances de surface : le nombre de lectures augmente la force des paires adjacentes, accentue les différences entre les paires adjacentes et non adjacentes, et supprime la différence entre les jugements de nécessité et les jugements de suffisance. Le point suivant approche la connexion causale non plus sous un angle statique, mais du point de vue du traitement. Cette approche permettra notamment d'aborder le rôle de l'élaboration inférentielle dans la notion de force causale, et de préciser des types de connexions en termes de processus sous-jacent.

II - 3.1.3 Traitement en ligne de la connexion causale

Le point précédent présentait des données permettant d'établir une relation entre la structure causale du texte et la structure de la représentation finale du texte. Les limites de cette approche sont, d'une part, qu'elle n'offre qu'une vue statique sur la compréhension, en comparant les données du texte au produit de sa représentation, et d'autre part, que les connexions causales entre éléments d'un texte ne recouvrent qu'une partie de toutes les inférences causales qu'il est possible d'effectuer lors de la compréhension (cf. II - 1, p. 59). Pour aborder la question des connexions causales sous l'angle des processus en ligne, il est important de spécifier le type d'inférences causales que l'on étudie au sein de la variété des élaborations produites lors de la compréhension. Notre objectif n'est pas de présenter ici une revue critique de l'ensemble des théories de l'inférence, qui font l'objet d'une vaste littérature. Le lecteur pourra se reporter à la revue de Champion & Rossi (1999). Nous présenterons brièvement dans un premier temps les différents types d'inférences, avant de nous intéresser plus particulièrement aux connexions causales rétrogrades, c'est-à-dire aux connexions effectuées entre l'information focale (en cours de traitement) et des informations antérieures du texte. Trois questions sont abordées : quelles sont les inférences faites en ligne lors de la compréhension ? Quel est le contenu de l'information codée dans la connexion (s'agit-il de l'information qu'il y a une connexion, ou d'informations supplémentaires permettant faisant lien dans la situation, ou un lien argumentatif)? Par quel processus la connexion est-elle établie ?

a Contexte théorique : types d'inférence

Trabasso & Magliano (1996), en analysant des élaborations effectuées à haute voix, ont proposé une classification ternaire des inférences et des opérations mnésiques impliquées dans la génération d'inférences. Selon eux, les inférences sont des explications, des prédictions, ou des associations. Les explications sont des inférences rétrogrades, c'est-à-dire qu'elles mettent en relation l'information focale avec des informations antérieures du texte. Elles établissent la cohérence en répondant à la question « Pourquoi ? », c'est-à-dire en fournissant aux événements, états ou actions de la narration une cause, une raison, un motif, une condition, un prétexte, une justification, un fondement, etc. Les prédictions sont des inférences antérogrades, c'est-à-dire projetées vers l'avant du texte, ce qui n'est pas encore lu. La suite du texte les confirme ou les infirme. Les associations permettent d'enrichir la représentation avec des informations sur les caractéristiques, propriétés, relations et fonctions des personnes, objets ou concepts. Les associations permettent de préciser « qui fait quoi à qui avec quoi, quand, et où ». Dans cette catégorie qui semble conçue pour rassembler toutes les élaborations qui ne sont pas directement causales, Trabasso & Magliano incluent par exemple l'instrument à l'aide duquel une action est exécutée (par exemple, un marteau pour planter un clou), l'instanciation des catégories, ou encore la disposition spatiale des objets dans la scène décrite. Parallèlement, les trois types d'opérations mnésiques impliquées dans les processus inférentiels sont l'activation des connaissances générales sur le monde, le maintien d'informations en mémoire de travail d'un cycle de traitement à l'autre, et la récupération d'éléments de la représentation du texte dans la mémoire à long terme. Ces trois opérations correspondent à trois sources potentielles pour puiser l'information inférée : la mémoire de travail (la plus disponible), et au sein de la mémoire à long terme, soit la représentation du texte antérieur (ou plutôt du modèle de situation), soit les connaissances générales. Les théories de l'inférence causale doivent comporter des hypothèses sur les processus mnésiques associés, car ces derniers sous-tendent une classification des inférences par leur coût cognitif, et d'autre part ils ont des implications sur le cours temporel de la production d'inférence, et sur la justification des théories (voir II - 1.4, p. 70). Dans la suite nous focaliserons la présentation des processus inférentiels sur les processus de recherche d'un antécédent causal, et nous négligerons les inférences prédictives. En effet, notre principal objectif étant d'étudier la relation causale entre deux termes définis, et non le pouvoir d'évocation causal d'une information isolée, les inférences hypothétiques, non nécessairement confirmées par la suite, sont d'un intérêt secondaire pour notre propos. Mentionnons toutefois que les inférences

prédictives ne sont produites que dans des cas spécifiques, par exemple lorsque le contexte est très contraint. Ici encore, nous renvoyons le lecteur à Campion & Rossi (1999).

b Quelles sont les inférences rétrogrades élaborées en cours de lecture ?

La plupart des auteurs s'accordent sur le point que les inférences assurant la cohérence locale (i.e. avec les éléments adjacents dans le texte) sont spontanément produites. Le principal point de débat porte sur l'effectivité du codage, en cours de lecture, des connexions causales avec des éléments du texte distants en surface, ou avec les connaissances générales du lecteur. Ces connexions distantes sont-elles établies en cours de lecture ? A quelles conditions ? Toutes les inférences possibles sont-elles réalisées ? La gestion de la mémoire de travail joue un rôle important dans cette question, puisque les informations qui y sont maintenues sont celles qui sont immédiatement disponibles pour être reliées aux informations entrantes. La mise en relation d'une information entrante avec une information située en dehors de la mémoire de travail est supposée plus coûteuse en temps, car elle implique une récupération dans la mémoire à long terme, laquelle est par définition moins accessible. On convient en général que la capacité limitée de la mémoire de travail oblige le lecteur à adopter une stratégie (consciente ou non) sur le choix des informations maintenues d'un cycle à l'autre de la lecture. Les deux principales théories prédisant le contenu de la mémoire de travail en cours de lecture sont la stratégie du bord d'attaque de Kintsch (Kintsch & van Dijk, 1983), et la stratégie de l'état courant (*current state strategy*) de Fletcher & Bloom (1988). La stratégie du bord d'attaque proposée par Kintsch & van Dijk (1983) met l'accent sur la cohérence référentielle. Selon ces auteurs, la capacité de la mémoire de travail correspond à un nombre fixe de propositions. Rappelons que selon leur approche, la macrostructure (représentation globale du sens du texte) est une structure hiérarchique de propositions, connectées entre elles par les relations d'argument. Une unique proposition thématique se situe en haut de la hiérarchie, et chaque niveau est constitué des propositions partageant un argument avec une proposition du niveau supérieur. On peut donc représenter cette hiérarchie comme un arbre dont les nœuds sont les propositions, et les arcs les relations d'argument. La stratégie du bord d'attaque consiste à donner la priorité, pour le maintien en mémoire à court terme (MCT), en premier lieu, au niveau hiérarchique, et en second lieu, à la récence : la proposition thématique est toujours présente en MCT, puis, si la capacité de la MCT le permet, la proposition la plus récente de chaque niveau hiérarchique, par ordre descendant. Si dans l'arbre correspondant à la macrostructure, les propositions sont triées par ordre de

récence (par exemple les plus récentes à droite), alors les propositions sélectionnées en priorité selon cette stratégie correspondent bien au bord (par exemple le bord droit) de l'arbre, le bord d'attaque. Cette stratégie a fait l'objet de peu de travaux de validation empirique directe, dans la mesure où le modèle de Kintsch (1988) a substitué à ses prédictions qualitatives la prédiction que les propositions maintenues en MCT sont celles qui restent les plus activées au terme du processus d'intégration (Kintsch, 1998 ; cf. II - 2.3.1).

La stratégie de l'état courant de Fletcher & Bloom (1988), en ligne avec l'approche du chemin causal, met l'accent sur le traitement des connexions causales. Selon cette approche, lors du traitement de l'information nouvelle, si la MCT contient un antécédent causal, alors le lien est encodé, puis l'antécédent est remisé en mémoire à long terme. Dans le cas contraire, une recherche en mémoire à long terme (MLT) est entreprise pour trouver un antécédent causal parmi des éléments plus anciens du texte. La stratégie de l'état courant consiste à maintenir en MCT le dernier élément du texte qui n'a pas encore trouvé de conséquence. Fletcher et Bloom ont montré par une analyse de corpus que cette stratégie permet d'établir 61% des connexions causales d'un texte sans recours à une recherche en MLT. Ils ont élaboré 8 narrations comportant des buts imbriqués, variant d'un texte à l'autre la proportion de liens causaux non adjacents dans le texte. En effectuant des mesures à de rappel libre ils ont observé que le taux de rappel d'une proposition croît avec le nombre de cycles en MCT prédits par la stratégie, et croît avec le nombre d'antécédents causaux en MCT (prédits par la stratégie). En revanche, les liens causaux avec les propositions ne figurant pas en MCT selon la stratégie n'influent pas sur le rappel. Bloom, Fletcher, Van den Broek, Reitz & Shapiro (1990) ont conforté ces données à l'appui de la stratégie de l'état courant, en couplant les mesures de rappel avec des mesures de temps de lecture. Les textes de Fletcher & Bloom (1988) étaient présentés mot à mot par un système de fenêtre mobile, que le participant faisait avancer à son propre rythme. Une analyse de régression multiple sur le temps moyen de lecture par mot pour chaque clause indique plusieurs résultats compatibles avec la stratégie de l'état courant. Premièrement, la présence de liens de causalité à l'intérieur de la clause est un prédicteur des temps de lecture, ce qui appuie l'hypothèse que le codage d'une connexion causale est coûteux en temps. En second lieu, le temps de lecture d'une clause croît avec le nombre d'antécédents causaux en MCT (selon la stratégie). Sous l'hypothèse que l'encodage d'une connexion causale est coûteuse en temps, cela indique que des connexions multiples peuvent être établies si les antécédents sont disponibles en MCT. Troisièmement, lorsque aucun antécédent n'est disponible en MCT, le temps de lecture est une fonction croissante de

la distance entre la MCT et l'antécédent (i.e. la taille du plus court chemin causal dans le réseau entre un élément de la MCT et un antécédent causal de la proposition entrante) ; en revanche, le temps de lecture ne dépend pas de la distance (dans le réseau causal) entre le début du texte et l'antécédent. Ces deux observations indiquent qu'en l'absence d'antécédent causal en MCT, une recherche de l'antécédent « à rebours » dans le réseau causal de la MLT est entreprise. Enfin, lorsqu'une proposition correspond à la satisfaction d'un but absent de la MCT (selon la stratégie), les temps de lecture augmentent, ce qui suggère que le but est récupéré en MLT. Par ailleurs, les données du rappel répliquent les résultats de Fletcher & Bloom (1988), mais le taux de rappel d'une proposition ne dépend pas du temps de lecture associé, ce qui confirme l'interprétation des données du rappel en termes de connectivité causale.

Van den Broek (1990a, 1990b) a proposé une synthèse entre ces résultats et la théorie de la représentation en réseau de transitions récursif (Trabasso, Van den Broek & Suh, 1989), en précisant les critères de la causalité et les types d'élaborations liées à la compréhension. En premier lieu, il formalise quatre critères de la causalité, qui caractérisent l'existence et la force d'une relation causale. La causalité comporte deux propriétés obligatoires, qui permettent d'établir que la relation est causale, et deux propriétés déterminant sa force. Les propriétés obligatoires sont la priorité temporelle (représentée par la variable binaire T_A , qui vaut 1 si A précède B) à savoir qu'A ne doit pas être postérieur à B, et l'opérativité (représentée par la variable binaire O_A , qui vaut 1 si A est opérative). Pour être une cause opérative, A doit être toujours active au moment où l'effet a lieu : elle ne doit pas avoir cessé d'exister au moment où elle apparaît, et ne doit pas pouvoir être réduite à (ou inférée par) un antécédent lu plus récemment. Par ailleurs, la force causale, comprise comme une mesure objective de la relation, dépend de deux facteurs : le degré de nécessité dans les circonstances, et le degré de suffisance dans les circonstances. La nécessité dans les circonstances, notée N_A , est un coefficient compris entre 0 et 1 qui correspond au point auquel A est nécessaire à B dans les circonstances. Cette variable est évaluée en réponse à une question contrefactuelle, du type : « Si A n'avait pas eu lieu, B aurait-il eu lieu ? ». La suffisance dans les circonstances, notée S_A , est un coefficient compris entre 0 et 1, évalué en réponse à une question du type : « Jusqu'à quel point la réalisation de A dans les circonstances suffit-elle à produire B ? » (c'est le critère de suffisance faible de Mackie, 1974). Le réseau causal est construit en évaluant, pour chaque couple A-B, la force de la relation causale notée C_{AB} . Cette force est définie par la formule $C_{AB} = T_A O_A (N_A + S_A) / 2$. Ainsi, si la relation est causale (si A est

antérieur à B, et opératif), alors la force causale est la moyenne des degrés de nécessité et de suffisance.

Van den Broek (1990a) s'appuie sur cette description de la relation causale pour décrire la dynamique de l'inférence causale. En vertu du principe que le lecteur cherche à expliquer chaque information du texte, tout nouveau segment déclenche la recherche d'un antécédent causal. Le critère privilégié de la causalité est la suffisance. Van den Broek décrit la succession des étapes de la recherche d'un antécédent causal. Les inférences rétrogrades sont classifiées en fonction de l'opération mnésique associée (voir Tableau 1, et II - 3.1.2 a). Dès qu'un antécédent est trouvé, le processus s'arrête. Les antécédents qui sont seulement des conditions nécessaires n'arrêtent pas la recherche. Par exemple, si la recherche en MLT renvoie un antécédent qui n'est qu'une condition nécessaire, alors le processus de production d'une inférence élaborative est tout de même lancé. Les causes non suffisantes correspondent aux préconditions (cf. II - 3.1.1).

étape du processus inférentiel	type de l'inférence (en cas de succès)
1. Recherche d'un antécédent suffisant en MCT	inférence de connexion (ou liaison)
2. Recherche d'un antécédent suffisant dans la représentation du texte en MLT	inférence de recouvrement (il s'agit en général de buts dans le texte narratif)
3. Recherche d'un antécédent suffisant (ou à défaut, nécessaire) dans les connaissances générales	inférence élaborative

Tableau 1 : Etapes du processus inférentiel selon van den Broek (1990a). La colonne de gauche décrit, de haut en bas, les lieux successifs de la recherche d'un antécédent causal. En cas d'échec d'une tentative, la recherche de l'antécédent se poursuit par l'opération décrite dans la ligne suivante. La colonne de droite indique le nom de l'inférence associée à chaque étape dans la classification de van den Broek (1990a).

Ce modèle de l'inférence rétrograde enrichit donc le modèle du réseau de transitions récursif (cf. II - 3.1.1 b): au-delà de la structure même du réseau, qui permet de prédire le statut des propositions et forces de connexion dans la représentation, l'analyse des propriétés

logiques (nécessité et suffisance) permet de prédire le nombre et le type de certaines inférences élaborées en ligne. Par exemple, lorsqu'un élément du réseau a plusieurs antécédents causaux dans le texte, si le premier rencontré est suffisant, alors les autres connexions ne seront pas établies. Par ailleurs, si aucun des antécédents selon le modèle n'est suffisant, alors une inférence élaborative sera ajoutée à la représentation.

c Contenu informationnel des inférences causales rétrogrades

Nous avons jusqu'à présent omis de préciser en quoi consiste le fait d'établir une connexion causale, du point de vue de la nature de l'information encodée. On peut opposer deux types de connexions causales : d'une part, la connexion directe, qui n'implique pas la convocation d'une information spécifique faisant le lien causal entre le conséquent et son antécédent, et d'autre part, la connexion par le biais d'une inférence de liaison. Dans le premier cas, l'inférence produite est l'information *que* le lien entre deux éléments *est* causal. Dans le second cas, l'inférence produite consiste en une ou plusieurs informations spécifiques incluses dans le modèle de situation et qui établissent le lien causal. Considérons la séquence suivante (inspirée de Singer & Ferreira, 1983) :

- (1) Milady jeta précipitamment la lettre dans la cheminée.
- (2) Lorsque le Cardinal pénétra dans le bureau, les cendres brûlantes volaient en tous sens dans la cheminée.

La cohérence ente (1) et (2) repose sur l'inférence que la lettre a brûlé dans le feu de cheminée. Par contraste, on peut supposer qu'il n'est pas nécessaire de faire intervenir de connaissance particulière pour relier causalement les deux phrases suivantes :

- (3) Marie mit la casserole de chocolat sur le feu.
- (4) Le chocolat se réchauffa.

D'ailleurs si l'on ne supposait pas que certaines connexions causales dans la représentation sont directes (i.e. sans incarnation du lien par une autre information), alors la représentation des connexions causales impliquerait des régressions infinies, car une fois établie l'information intermédiaire I entre A et B, il faudrait encore, pour que la chaîne soit causale, établir l'information reliant causalement A et I, et ainsi de suite.

La richesse informationnelle des relations causales dans la représentation du texte ne dépend pas uniquement des propriétés du couple causal lui-même, mais aussi des connaissances du lecteur, qui déterminent sa capacité à élaborer les inférences nécessaires, ainsi que les buts de lecture. Un exemple tiré de Noordman & Vonk (1992) illustre cette différence. Dans la phrase « Connors a utilisé ses voiles en Kevlar parce qu'il y prévoyait un vent faible », la nature causale de la relation entre les deux clauses est explicitée par le connecteur « parce que ». Toutefois, selon que le lecteur soit expert ou novice en matière de voile et de Kevlar, les processus d'explication du texte en jeu dans la compréhension seront différents. L'expert pourra faire appel à ses connaissances générales sur les propriétés du Kevlar pour valider la relation entre la force du vent et le matériau employé (sur la notion de validation, voir le point d). En revanche, le lecteur non-expert, pour établir le lien entre cause et conséquence, devrait inférer une information générale du type « le Kevlar convient lorsqu'il y a peu de vent ». Cette élaboration liant la cause et la conséquence n'appartient dans ce cas ni au texte ni aux connaissances du lecteur. Noordman, Vonk & Kempff (1992) ont montré que ce type d'inférences n'était pas spontanément effectuée par les lecteurs novices, y compris lorsque l'information de liaison était presque explicitement présentée dans le texte. En revanche, les participants de la condition explicite produisaient l'inférence lors de la lecture de la phrase cible, s'ils devaient lire le texte en vue de répondre à une question portant sur le sujet concerné par l'inférence, ou bien s'ils avaient pour tâche de détecter les incohérences du texte. Afin de déterminer si les lecteurs disposant des connaissances nécessaires produisaient effectivement ce type d'inférences, Noordman & Vonk (1992) ont fait lire des textes d'économie par des sujets experts ou non experts. Les textes contenaient des phrases cibles qui exprimaient une relation de causalité présupposant une connaissance spécifique du domaine. Deux versions de chaque texte furent construites, l'une dans laquelle une information analogue à l'inférence de liaison était explicitée avant la phrase cible (condition explicite), et une autre dans laquelle cette information ne figurait pas (condition implicite). L'analyse des temps de lecture de la phrase cible n'indique aucune différence entre les conditions implicite et explicite, conformément aux résultats de Noordman, Vonk &

Kempff (1992). En revanche, les temps de lecture des experts sont plus courts en condition explicite qu'en condition implicite. Ces résultats suggèrent que l'inférence est effectivement produite par le lecteur expert lorsque l'information nécessaire lui est rendue plus disponible, et que l'accélération du temps de traitement de la phrase cible est due à l'activation préalable de l'information inférée.

d Inférences et force causale

Duffy, Shinjo & Myers (1990) ont produit un argument empirique à l'appui de l'hypothèse qu'il existe différents types de connexions causales variant par la quantité d'information qui les constitue. Leur démarche fut de montrer que les différences de rappel entre connexions causales peuvent s'expliquer par la probabilité d'élaboration d'une inférence de liaison. Les auteurs ont conduit trois expériences visant à expliquer les raisons pour lesquelles la courbe du rappel en fonction de la force causale a la forme d'une cloche (Keenan et al. , 1984 ; Duffy et al. , 1987 ; cf. II - 3.1.2 a). Leur hypothèse est que la mémorabilité de la paire s'explique par la probabilité qu'une inférence de liaison soit générée : pour les paires intermédiaires, il est possible et probable que le lecteur élabore une inférence. Par exemple, dans l'exemple où la mère de Joey devient furieuse, il est probable qu'on infère qu'elle l'a frappé pour expliquer qu'il ait des bleus. En revanche, les phrases de la paire de force maximale sont en relation causale directe : une inférence n'est pas nécessaire. Pour ce qui concerne les paires de force minimale, il est peu probable que le lecteur élabore une inférence, car les intentions de l'auteur ne sont pas claires quant au lien spécifique reliant les deux événements. Afin de tester cette hypothèse, les auteurs ont repris le protocole de Myers, Shinjo & Duffy (1987), en prévoyant deux conditions : une condition de compréhension, dans laquelle les participants lisaient les phrases en vue de répondre à des questions de compréhension, et une condition d'élaboration, dans laquelle les participants étaient obligés de produire une inférence de liaison entre les deux événements (ils devaient écrire une phrase susceptible de s'insérer entre la cause et la conséquence). Si c'est l'élaboration d'une inférence qui explique la mémorabilité, alors l'effet de la force causale devrait disparaître dans la condition où l'inférence est forcée. Par ailleurs, le délai du rappel était manipulé : immédiat, à 24 heures (expérience 1), ou à 48 heures (expérience 2). Le profil des résultats fut le même pour les trois délais : en condition de compréhension, le rappel était en forme de cloche, tandis qu'en condition d'élaboration, aucun effet de la force de connexion causale n'était observé. Les résultats sont donc conformes aux prédictions de l'hypothèse de la

probabilité de l'inférence. De plus les temps consacrés à l'élaboration des inférences en condition forcée étaient les plus élevés pour les forces de connexion extrêmes, ce qui suggère qu'elles sont plus difficiles à produire pour les participants. On peut prendre cette difficulté pour un indice du fait qu'elles ne sont pas générées spontanément.

Duffy et collaborateurs ont envisagé une interprétation alternative des résultats des expériences 1 et 2. Selon plusieurs modèles (Kintsch & van Dijk, 1978 ; Raaijmakers & Shiffrin, 1981 ; Glanzer & Nolan, 1986), la force d'association mentale entre deux unités est d'autant plus grande qu'elles ont passé du temps ensemble en mémoire de travail. Dans cette optique, il est possible que l'homogénéité du rappel en condition d'élaboration forcée résulte du fait que cette condition implique un temps constant en mémoire de travail pour les deux phrases. Deux indices vont à l'encontre d'une telle interprétation : d'une part, le rappel ne reflète pas les temps de lecture (les temps de lecture des paires faiblement causales sont les plus longs, alors qu'elles ont le moins bon rappel). D'autre part, les temps d'élaboration ont un profil inverse de celui du rappel. Toutefois, ces temps ne reflétant peut-être pas le temps effectif de cooccurrence en mémoire de travail, les auteurs ont conduit une troisième expérience dans le but de tester directement l'hypothèse que la force d'association mentale s'explique par le temps consacré à considérer les paires simultanément. La tâche des participants était d'étudier chaque paire pendant trente secondes en vue d'une tâche de rappel indicé. La consigne précisait qu'ils devaient apprendre à associer les deux phrases présentées simultanément. La tâche de rappel avait lieu soit immédiatement après l'apprentissage, soit au bout de 48 heures. Le profil du rappel immédiat suit une courbe en cloche, tandis qu'à 48 heures, le rappel est une fonction linéaire croissante de la force de connexion causale. Les auteurs concluent que ces résultats permettent de rejeter l'hypothèse de la force de l'association mentale, car selon cette hypothèse, un temps constant alloué à la cooccurrence des phrases en mémoire de travail aurait conduit à une courbe de rappel plate.

Les résultats des expériences de Duffy, Shinjo & Myers (1990) suggèrent donc que l'effet de la force de connexion causale sur le rappel d'une paire de phrases est lié à l'élaboration d'une inférence de liaison, car cet effet disparaît lorsque la tâche oblige le participant à expliciter une inférence pour toutes les paires. Mais alors à quelle activité correspond le temps de traitement important des paires faiblement connectées ? Deux hypothèses sont possibles. La première serait que le temps consacré à la lecture de la seconde phrase reflète un effort en vue d'établir une inférence de liaison. Il est peu vraisemblable que cet effort conduise à la production effective d'une inférence intégrée à la représentation, car

l'expérience montre que la production d'une telle inférence est possible, et que sa production effective conduirait à un taux de rappel analogue à celui des autres paires. Cette assertion n'est fautive qu'à la double condition que, d'une part, l'inférence spontanément produite corresponde à une force d'association mentale plus petite, et que d'autre part la tâche d'explicitation des inférences ait pour effet de conduire le niveau du rappel à un plafond. Or la persistance du profil dans le rappel différé à 24h et 48h permet de rejeter cette hypothèse. Donc dans l'éventualité où le temps de traitement des paires faiblement causales reflète une tentative d'élaboration d'une inférence de liaison, cette tentative n'aboutit pas. Cette éventualité nous semble peu probable. En effet, la tâche de Duffy et collaborateurs montre qu'une telle élaboration est possible. Par conséquent, l'absence d'inférence dans la représentation finale résulterait non pas de l'impossibilité à trouver une information de liaison, mais d'un « refus » d'en choisir une en particulier. Un tel mécanisme, qui impliquerait de générer de nombreuses élaborations pour établir la faible saillance de chacune nous semble trop peu parcimonieux. C'est pourquoi il nous semble que le temps de lecture consacré aux couples faiblement causaux ne reflète pas un effort d'élaboration d'inférences de liaison (voir toutefois, pour une vue peut-être divergente, l'approche du modèle de validation de Singer, II - 3.1.3 e).

La seconde hypothèse est que le temps de lecture est consacré à autre chose qu'à l'effort de production d'une inférence de liaison. Cette hypothèse implique, d'une part, un mécanisme de décision concernant le déclenchement ou non d'une élaboration inférentielle, et d'autre part, que l'intégration d'une phrase non causalement reliée soit plus coûteuse en temps. Duffy et collaborateurs expriment le premier point en parlant du caractère résoluble du problème de l'inférence (*resolvability*): « le caractère résoluble est le facteur critique expliquant la fonction de rappel. (...) les sujets tendent spontanément à effectuer des inférences élaboratives lorsqu'on leur présente des phrases dont la connexion n'est pas immédiatement évidente et qui invitent à produire une inférence de liaison pour les mettre en relation³⁰ ». La question du moyen par lequel l'information véhiculée par la phrase « invite » à produire une inférence demeure inexplorée à notre connaissance. Soulignons que ce problème relève d'un jugement que le lecteur doit porter à partir du contenu sémantique des

³⁰ p. 41 : « resolvability is the critical factor in this recall function. The current experiments suggest that subjects tend spontaneously to draw elaborative inferences whose connection is not immediately obvious but which invite a bridging inference to provide a link between them ».

segments textuels. La présence d'un marqueur linguistique de causalité (connecteur, marqueurs grammaticaux ou lexicaux) peut contribuer à cette décision en fournissant des indices, et les textes « naturels » sont porteurs d'un grand nombre de telles marques (e.g. Kintsch, 1992, voir p. 131) ; mais le soin avec lequel Myers et al. (1987) ont contrôlé les aspects syntaxiques de leur matériel permet d'affirmer que les indices linguistiques ne fournissent pas à eux seuls l'ensemble des critères nécessaires. La possibilité d'un coût temporel supérieur de l'intégration d'informations non causales, ou présentant une discontinuité causale, est compatible avec la plupart des théories de l'intégration et avec leurs observations empiriques : le modèle de construction de structures de Gernsbacher (cf. II - 1.3, p. 67), le modèle d'indexation d'événements de Zwaan et collaborateurs (cf. II - 2.2.1), ou encore l'approche de Noordman et Vonk qui distinguent entre intégration et inférence (cf. II - 3.1.3 f p. 165).

Le tableau de l'intégration causale qui se dégage des travaux de Keenan et al. (1984), Myers et al. (1987), et Duffy et al. (1990) est le suivant : le premier temps consiste à tenter d'apparier la paire d'événements à une connaissance permettant de les relier directement. Cette première étape permet de traiter dans un temps minimal les connexions causales les plus « faciles », celles qui correspondent le plus directement aux connaissances du lecteur. En cas d'échec, le second temps est la décision d'entreprendre ou non l'élaboration d'une inférence de liaison entre les deux éléments. Si cette décision est prise, alors une inférence de liaison est produite, qui augmentera la probabilité du rappel en fournissant une voie supplémentaire de récupération. Le temps consacré à cet effort est d'autant plus grand que la distance perçue entre les phrases est grande. Si le mécanisme d'élaboration d'inférence de liaison n'est pas déclenché, alors la discontinuité perçue entre les phrases entraîne la création d'une nouvelle partie (par exemple une nouvelle sous-structure selon le modèle de Gernsbacher, cf. II - 1.3, p. 67) ou d'un nouvel indice (selon le modèle d'indexation d'événements, cf. II - 2.2.1) de la représentation, ou encore d'une intégration selon une dimension de la cohérence autre que la causalité. Cette opération d'intégration est plus coûteuse que l'intégration causale. Dans les données présentées par Myers, Shinjo & Duffy (1987), l'apparence d'un plateau concernant les temps de lecture des secondes phrases de paires très faiblement causales indique qu'au delà d'un certain seuil de distance perçue, la distance est sans effet sur le temps de traitement. Cette observation est cohérente avec l'approche selon laquelle, pour les paires très peu causales, le temps de traitement ne reflète pas un effort de liaison, mais une intégration qualitativement différente.

e *Modèle de validation de Singer*

Singer et ses collaborateurs ont proposé une analyse du processus de d'établissement de la connexion causale en termes de validation (Singer, Revlin & Halldorson, 1990 ; Singer, Halldorson, Lear & Andrusiak, 1992 ; Singer, 1993 ; Singer & Halldorson, 1996 ; Halldorson & Singer, 2002). Selon le modèle de validation, une représentation complète de la relation causale entre deux événements doit inclure une idée médiatrice (*mediating idea*) permettant de valider la relation de causalité. Les séquences causales dans le texte sont traitées à la façon d'enthymèmes³¹, pour la validation desquels une prémisse doit être inférée. Illustrons ce principe par un exemple :

(1) Dorothée versa le seau d'eau sur le feu de camp

(2) Le feu s'éteignit.

L'inférence validant la relation causale entre les deux phrases serait : « L'eau éteint le feu ». Selon le modèle, l'établissement de la connexion entre (1) et (2) se fait en deux étapes. La première est l'élaboration à partir du texte d'une possible idée médiatrice puisée dans les connaissances du lecteur, et la seconde étape est la validation de cette idée médiatrice par comparaison aux connaissances générales du lecteur. Les arguments expérimentaux en faveur du modèle de validation reposent sur le fait que la lecture d'une séquence comme (1)-(2) amorce les connaissances générales nécessaires à la validation.

Dans les expériences mentionnées, les participants devaient lire des séquences causales du type (1)-(2) ou des séquences non causales du type (1bis)-(2) :

(1bis) Dorothée posa le seau d'eau sur le feu de camp.

(2) Le feu s'éteignit.

Juste après avoir lu l'une de ces séquences, les participants devaient répondre le plus vite possible à une question portant sur la connaissance validant l'enthymème, par exemple « Est-ce que l'eau éteint le feu ? ». Il apparaît que le temps de réponse à cette question est plus court en condition causale qu'en condition non causale (Singer, Revlin & Halldorson, 1990 ;

Singer, Halldorson, Lear & Andrusiak, 1992 ; Singer & Halldorson, 1996). Selon Singer et ses collaborateurs, l'activation de la connaissance dans la condition causale que traduit la différence de temps de réponse résulte du fait que dans la séquence (1)-(2), elle a été élaborée (*derived*) en vue de valider le caractère causal de la relation, alors que dans le cas (1bis)-(2), il n'y avait pas de raison particulière de convoquer ou d'élaborer cette connaissance. Les travaux les plus récents suggèrent de plus que dans le cas causal, l'inférence médiatrice est non seulement convoquée au moment du traitement de la causalité, mais aussi intégrée à la représentation. Pour tester cette hypothèse, Singer & Halldorson (1996, expérience 5) ont utilisé la méthode d'amorçage différé de McKoon & Ratcliff (1988). Dans ce protocole, une série de séquences causales sont d'abord lues. Ensuite, dans la phase de test, chaque question cible était précédée d'une question amorce, visant à réactiver la cause, la conséquence, ou la connaissance liée à une des séquences. Par exemple, la question « Est-ce que l'eau éteint le feu ? » n'était présentée qu'après que le participant ait répondu à la question : « Est-ce que le feu s'est éteint ? ». Les résultats obtenus par ce type de protocole fournissent deux types d'arguments en faveur d'une intégration durable de la connaissance générale dans la représentation du lien causal. D'une part, la présence d'un amorçage différé indique que la connaissance reste amorcée après un délai. D'autre part (Halldorson & Singer, 2002) la connaissance générale est amorcée non seulement par la conséquence (comme dans l'exemple), mais aussi par la cause ; de plus, la connaissance générale amorce la cause et la conséquence. Toutefois, les auteurs signalent que ces résultats permettent deux interprétations : ils peuvent témoigner soit d'une propagation d'activation entre les éléments de la représentation (éléments causaux et connaissance de validation), soit d'un amorçage par le contexte de récupération, ce que suggère l'observation du fait que l'amorçage peut avoir lieu lorsque la question cible est précédée d'une question amorce relative à une autre séquence causale (Halldorson & Singer, 2002). Selon cette dernière interprétation, la lecture de plusieurs séquences du même type conduirait le lecteur à élaborer une représentation composite à la structure de laquelle les contenus spécifiques seraient attachés.

Le modèle de validation doit établir deux faits. Premièrement, il doit montrer que la différence de temps de réponse à la question n'est pas due à un jugement de compatibilité avec la séquence lue effectué au moment de la réponse (ce que Singer appelle *context-*

³¹ L'enthymème est un syllogisme auquel manque soit une prémisse, soit la conclusion. Les syllogismes sont des figures de raisonnement dont la forme garantit la validité de la

checking). Cette hypothèse est appuyée par les résultats d'une expérience de contrôle dans laquelle le participant ne lit que la première phrase ((1) ou (1bis)), et non la seconde. Dans cette expérience, aucune facilitation n'est observée : la connaissance générale n'est donc amorcée que dans le cas où il a fallu établir un lien causal. Deuxièmement, le modèle implique que le mécanisme de validation peut échouer, et par conséquent il est nécessaire de mettre en évidence des situations non causales dans lesquelles la connaissance de validation est amorcée. Pour exhiber une telle situation, Singer (1993) a utilisé des séquences du type suivant :

(1) Dorothée versa le seau d'eau sur le feu de camp.

(2bis) Le feu se réchauffa.

Singer suppose que dans cette condition, une connaissance du type « L'eau alimente le feu » est élaborée à partir des éléments lus, puis comparée aux connaissances générales avant d'être rejetée : les connaissances générales relatives à l'effet de l'eau sur le feu seront alors activées. Singer (1993) montre que pour ce type d'enchaînements, la connaissance générale est effectivement amorcée. Toutefois, les protocoles des deux premières expériences présentaient une difficulté méthodologique : les deux phrases étaient reliées par un connecteur adversatif : « Dorothée versa le seau d'eau sur le feu de camp. Mais le feu se réchauffa. ». Dans ce cas, on peut affirmer qu'une interprétation correcte du caractère adversatif du connecteur implique la compréhension de la relation positive entre le fait de verser de l'eau et le fait que le feu s'affaiblisse. En conséquence, cette situation peut être considérée comme équivalente à la condition causale, du point de vue des connaissances pertinentes pour la validation de l'enchaînement. Dans l'expérience 3, les connecteurs étaient supprimés. Les temps de réponse dans la condition contradictoire étaient inférieurs aux temps de la condition non causale, mais la différence n'était pas significative. Les arguments empiriques sur ce point demandent donc à être confirmés. Pour en revenir au premier point, le rejet d'un amorçage par le contexte (vs. par l'activation des connaissances liée à l'établissement du lien causal) n'est pas fermement établi par la condition de lecture de la seule première phrase. En effet, Halldorson & Singer (2002) remarquent eux-mêmes que leur preuve empirique est convaincante dans la mesure où le contexte correspondant à « Dorothée versa le seau d'eau sur le feu de camp. » est le même que le contexte correspondant à « Dorothée versa le seau

conclusion relativement à celle des prémisses.

d'eau sur le feu de camp. Le feu s'éteignit. ». Or à la suite de la lecture, le contexte situationnel lié à la condition causale, si on ne le réduit pas aux mots lus, est très distinct du contexte lié à la condition non causale. En définitive, les données empiriques n'excluent pas une interprétation selon laquelle l'élaboration d'un modèle de situation où (1) et (2) seraient connectés causalement fournirait un contexte suffisant à l'amorçage de la connaissance générale, même si celle-ci n'a pas joué de rôle dans l'établissement de la connexion. Plus précisément, il est possible que la relation causale entre les fait singuliers ait été établie sans recours à une règle générale, et que par ailleurs, l'existence du lien causal singulier dans la représentation suffise à amorcer la connaissance générale correspondante (cf. II - 3.2.4 pour une possible ligne d'argumentation en ce sens). On ne peut exclure qu'une relation causale singulière puisse amorcer une forme plus générale, de la même façon que la mention d'une banane activerait la notion de fruit. Les amorçages réciproques de Halldorson & Singer (2002) pourraient dans ce cadre s'interpréter comme des amorçages de la situation (spécifique) par la connaissance générale qu'elle instancie, ou de la connaissance par la situation (chaque élément de la situation activerait cette dernière).

f Coût temporel de la causalité

Quel est le coût temporel du traitement de la causalité ? Si l'on récapitule les travaux spécifiquement consacrés à la dimension causale, il se dégage deux familles de réponses à cette question, apparemment contradictoires. D'une part, dans les travaux sur l'inférence, l'augmentation du temps de lecture est tenu pour un signe que le lien causal est traité, en vertu de l'hypothèse que l'encodage de la relation, et/ou la recherche de l'antécédent ou de l'inférence nécessaire, sont des opérations coûteuses en temps. Parmi les travaux déjà présentés, c'est l'approche de Bloom, Fletcher, Van den Broek, Reitz & Shapiro (1990), Noordman & Vonk (1992), Noordman, Vonk & Kempff (1992). Il est généralement établi que l'élaboration d'une inférence causale rétrograde demande du temps. On estime en général à environ 700ms le temps nécessaire à l'élaboration d'une inférence causale. Dans le cadre d'une étude du temps de production des inférences rétrogrades et antérogrades, Millis & Graesser (1994) ont estimé que le temps nécessaire à la réalisation d'une inférence causale rétrograde était compris entre 500ms et 700ms. Leurs participants devaient lire des textes de vulgarisation scientifique dans une présentation sérielle visuelle mot à mot. A la suite du

dernier mot de la phrase cible, le participant était soumis à une tâche de décision lexicale³² portant sur un mot relié à l'inférence rétrograde associée à la phrase. Deux variables étaient manipulées. Le temps de présentation de chaque mot était de 500ms dans la première expérience, et contrôlé par le participant dans la seconde expérience. La seconde variable est le temps s'écoulant entre le début de la présentation du dernier mot, et la cible de la décision lexicale. Les deux valeurs testées furent 540ms et 1040ms. Dans l'expérience 1, avec un temps de présentation des mots de 500ms, la reconnaissance lexicale était plus courte dans la condition causale que dans la condition contrôle, à 540ms comme à 1040ms. Les auteurs mentionnent par ailleurs avoir essayé un temps de présentation des mots de 300ms, sans avoir observé d'effet. Dans la seconde expérience, où les sujets contrôlaient eux-mêmes le rythme de présentation, le temps consacré à chaque mot était en moyenne de 450ms ; dans cette condition, l'amorçage était observé 1040ms après la présentation du dernier mot, mais pas après 540s. Au passage, les résultats de Millis et Graesser indiquent que les inférences causales rétrogrades sont élaborées lors de la lecture de textes expositifs.

D'autre part, toute une série d'expériences opposant les enchaînements causaux aux enchaînements non causaux indique que les premiers sont traités plus vite que les seconds. Par exemple, dans les recherches de Singer et collaborateurs présentées au point II - 3.1.2 e, les temps de lecture de la phrase cible étaient toujours plus petits en condition causale qu'en condition contrôle ou contradiction. Ces différences étaient en général significatives (sauf dans les expériences de Singer & Halldorson, 1996). Par ailleurs, les expériences de Haberlandt & Bingham (1978), et de Zwaan et collaborateurs (Zwaan, Magliano & Graesser, 1995 ; Zwaan, Radvansky, Hilliard & Curiel, 1998) indiquent que la discontinuité causale augmente les temps de lecture. Les expériences de Keenan, Baillet & Brown (1984) montrent par ailleurs que le temps de lecture est une fonction décroissante de la force causale reliant deux phrases. On peut également mentionner une recherche dont rendent compte Noordman & vonk (1998). Sanders et Noordman ont comparé les temps de lecture de phrases impliquées dans des relations causales et additives. Pour une même phrase cible, deux versions d'un même texte ont été élaborées, l'une dans laquelle elle apparaissait comme la conséquence d'une situation (dans une relation problème/solution), et l'autre dans laquelle la relation entre les deux phrases était additive. Par exemple la phrase « La construction du métro de Veendam

³² La tâche de décision lexicale consiste à présenter un mot au participant, qui doit répondre le plus vite possible à la question : « Ce mot est-il un mot de la langue française ? » (lorsque

commencera cette année » apparaissait soit à la suite d'un contexte évoquant les piétons victimes d'accidents de la circulation (condition causale), soit à la suite d'un contexte décrivant diverses opérations de construction dans la région (condition additive). Les contextes étaient construits de telle façon que la phrase cible soit également difficile à prévoir dans les deux conditions, et le rapport donné/nouveau était contrôlé. Les temps de lecture pour la phrase cible étaient plus courts en condition causale qu'en condition additive ; la phrase était également mieux rappelée en condition causale, pour des tâches de rappel et de reconnaissance. Noordman et Vonk en déduisent que les relations causales sont encodées plus vite et mieux récupérées que les relations additives. Ces auteurs suggèrent (de même que Van den Broek, 1990a) que la relation entre deux phrases consécutives est par défaut supposée causale par le lecteur, et par conséquent les ruptures de la causalité sont coûteuses parce que les autres formes de cohérence entre événements (par exemple la succession temporelle) ne sont envisagées qu'après l'échec d'une mise en relation causale. Une telle approche est compatible avec les données présentées par Zacks & Tversky (2001 ; cf. II - 2.2.2f, p. 98), indiquant que le contour des événements est préférentiellement déterminé par leur organisation causale, et à défaut, par les données spatiales et temporelles.

Noordman & Vonk (1998) proposent de résoudre cet apparent paradoxe en distinguant le processus d'intégration du processus d'inférence. Selon eux, l'intégration consiste à accepter qu'une relation est causale : cette acceptation est préalable à un éventuel recours aux connaissances, et elle ne l'implique pas. Par exemple, en lisant « Connors a utilisé ses voiles en Kevlar parce qu'il y prévoyait un vent faible » (cf. II - 3.1.2 c, p.155), le lecteur sans connaissances est susceptible de se contenter d'accepter la relation causale sans inférer de connaissance de validation. L'intégration consiste alors à encoder *le fait que* la relation est causale. Lorsqu'elle a lieu, l'élaboration d'inférences ne vient qu'après, et son coût temporel, plus ou moins grand en fonction de la difficulté de l'inférence, est compensé par l'avantage initial de l'intégration causale. Cette explication de la causalité sur les temps de traitement est cohérente avec l'approche de van den Broek (1990b ; voir II - 3.1.3 b p. 153). Elle est également compatible avec l'approche de Duffy, Shinjo & Myers (1990 ; voir II - 3.1.3 d), qui, en montrant que la présence d'une inférence de liaison influe sur la facilité de récupération de la connexion causale, distinguent entre la connexion directe (sans inférence) et la connexion constituée par une inférence de liaison. Nous explicitons par ailleurs les

l'expérience est réalisée en français).

conséquences de leurs observations quant à l'intégration des couples les moins causaux, pour lesquels semble se produire intégration de type non causal sans tentative d'élaboration d'inférence de liaison (voir p. 157). En résumé, l'accélération de la lecture liée à la causalité s'interprète comme un effet pragmatique, au sens où la cohérence causale constituerait une attente du lecteur, ou une stratégie systématique de mise en relation, alors que le ralentissement est lié aux spécificités sémantiques d'une relation déjà supposée causale (le coût des élaborations permettant de mettre en relation les deux éléments). L'approche de Noordman et Vonk se distingue de celle de Duffy collaborateurs par la nature des informations à intégrer dans la connexion étudiée : les premiers ont étudié les inférences de validation (du même type que celles supposées par Singer), et les seconds ont étudié les inférences de liaison. Si les théories sont parallèles, la question de l'identité fonctionnelle des rôles des deux types d'inférences n'a, à notre connaissance, pas été étudiée. Il est en effet possible de considérer que certaines inférences de validation correspondent à des connexions directes, comme le suggère Campion (1996). Quoi qu'il en soit, l'approche de Noordman et Vonk, qui fait précéder l'élaboration inférentielle d'une décision d'intégration requiert, comme l'approche de Duffy et collaborateurs, une théorie des critères de la décision de l'intégration causale.

En bref, l'étude du cours temporel des connexions causales confirme la possibilité de coder distinctement, d'une part, le fait que la connexion soit causale, et d'autre part, des élaborations intermédiaires faisant le pont entre antécédent et conséquent. L'articulation temporelle entre ces deux types de liens est difficile à établir et demande à être explorée plus amplement. Elle pose notamment la question des conditions auxquelles un processus d'élaboration est effectivement entrepris.

II - 3.2 Typologie des approches de la causalité : le rôle des connaissances et rôle du raisonnement

Dans la partie qui précède, nous avons présenté les différentes approches du lien causal dans la compréhension de texte. Nous avons jusqu'à présent souligné son importance dans la structuration du modèle de situation, et brossé un portrait des différentes théories de la connexion causale dans la représentation, à la fois du point de vue de ses propriétés dans la représentation (mémorabilité, types de connexions causales) et du processus de son

élaboration au cours de la compréhension (conditions de l'établissement de la connexion causale lors de la compréhension, cours temporel). Dans la présente partie du chapitre, nous proposons une grille de lecture systématique des approches possibles de la causalité dans la compréhension de texte. Le premier objectif de cette classification est de récapituler les différentes approches de la connexion causale et les situer dans une perspective plus globale, en les caractérisant par leur rapport à deux opérations cognitives fondamentales : le recours aux connaissances et le raisonnement. Il s'agit ici de mettre l'accent sur la nature de la connexion et celle du processus d'établissement de cette connexion. Cette démarche doit notamment permettre de préciser les articulations entre les approches de la causalité et les enjeux relatifs au format de la représentation discutés au point II - 2.4.2. Enfin, nous dessinons des analogies entre différentes approches résultant de notre catégorisation et les hypothèses philosophiques sur la nature et les critères de la causalité présentées au chapitre 1.

Avant d'introduire les critères de la typologie, remarquons que ceux-ci s'appuient sur une approche de la représentation qui repose essentiellement sur le traitement des éléments du modèle de situation, plutôt que sur les aspects de la représentation qui mettent en jeu l'entrée linguistique elle-même, ou la situation d'énonciation. Il convient cependant de souligner que les questions « pourquoi ? » sont ciblées, et que, comme le suggère Hilton (1990), le cadre adéquat de l'étude de l'explication causale est la paire question-explication, et non l'explication seule. Une explication doit être non seulement vraie ou possible (relativement aux connaissances du sujet), mais aussi pertinente. L'orientation du questionnement causal dépend de la nature spécifique du questionnement, et de la façon dont ce dernier est modifié par les moyens discursifs. Nous avons suggéré (conclusion du chapitre 1), et amplement discuté dans le présent chapitre, que le discours dispose de nombreux moyens, indices linguistiques ou sémantiques, pour découper une figure sur un fond, par focalisation d'éléments particuliers (protagonistes, découpage d'événements, etc.) destinés à structurer le modèle de situation, ses composantes et ses ruptures. Toutefois, il est également clair que c'est bien la structure du modèle de situation, plutôt que les indices qui permettent de l'établir, qui fournit le substrat et les contraintes nécessaires à l'élaboration pertinente de la connexion causale ; les effets de cette dernière s'observent même indépendamment des indices par lesquels le discours les suggère. Ainsi, les moyens du discours contribuent à délimiter le champ causal, mais ils ne fournissent pas à eux seuls la substance de la connexion causale. Les moyens linguistiques se combinent avec la situation représentée, la qualifient ou l'éclairent de façon à orienter le raisonnement ou à souligner les aspects pertinents de la

situation qui vont permettre la connexion causale entre deux éléments du modèle de situation. Sans méconnaître l'importance des aspects pragmatiques du traitement de la causalité, notre étude met l'accent sur le rapport entre les informations du modèle de situation et les connaissances, l'influence propre de ces deux sources d'informations sur le traitement de la causalité étant largement établi.

La typologie des approches que nous proposons repose sur les combinaisons de deux opérations cognitives relatives à la production d'inférences : d'une part par le recours (ou l'absence de recours) à un processus de raisonnement, et d'autre part, le recours (ou l'absence de recours) aux connaissances du sujet. Ces deux facteurs déterminent quatre combinaisons, que nous résumons chacune d'un mot :

- **validation** : recours à un raisonnement accompagné d'un recours aux connaissances du domaine.
- **déduction** : recours à un raisonnement sans recours aux connaissances du domaine.
- **perception** : pas de recours à un raisonnement et pas de recours aux connaissances du domaine.
- **catégorisation** : recours aux connaissances du domaine, sans recours au raisonnement.

Précisons que nous utilisons ici le mot « raisonnement » en un sens très lâche de « production d'une information nouvelle à partir des données disponibles ». Cette définition n'implique en particulier pas d'hypothèses sur les procédures ou les normes de cette production, comme le fait l'approche logique du raisonnement. Elle se distingue de la notion de production d'inférence en ce que cette dernière, définie au point II - 1.1 comme apport au modèle de situation d'une information non exprimée dans le texte, ne préjuge pas des moyens cognitifs mis en œuvre pour obtenir cette information. La notion d'inférence usuelle en compréhension de textes peut s'appliquer en particulier au cas que nous avons étiqueté « catégorisation », où l'information de liaison du modèle de situation est puisée dans les connaissances du sujet, et non « produite » ou « calculée » à partir des données du modèle de situation et des connaissances.

Ces critères de classification nous semblent présenter deux avantages. Premièrement, définis en termes cognitifs, ils permettent à la fois d'intégrer et de distinguer les différentes approches du processus inférentiel lui-même et leurs implications en termes de substrat

représentationnel. Ils fournissent en outre un cadre d'hypothèses sur les questions relatives à la connexion causale que les théories existantes ne traitent pas directement. Deuxièmement, ils permettent une mise en relation des approches de la psychologie de la compréhension avec les approches philosophiques mentionnées au chapitre 1. Avant de présenter la typologie, nous donnons quelques précisions sur le rapport entre les approches psychologique et philosophique de la causalité.

Les objectifs d'une théorie psychologique ne sont pas de trancher le débat ontologique sur la causalité. Toutefois, énoncer une théorie de la représentation de la causalité implique de formuler des hypothèses sur ses caractéristiques *dans la représentation*, et sur la nature des informations utilisées par le sujet dans l'inférence. Par conséquent, les débats ontologiques et épistémologiques se trouvent transposés au plan psychologique, et fournissent des modèles métaphoriques ou normatifs. La psychologie étudiant la causalité peut y référer par des hypothèses sur le sujet cognitif en tant que philosophe ou scientifique naïf : le sujet infère-t-il les relations causales comme s'il était rationaliste ou bien comme s'il était empiriste ? Quels sont les moyens déductifs qu'il met en œuvre ? En quoi les critères de son raisonnement diffèrent-ils de tel ou tel modèle normatif inspiré de l'épistémologie ? C'est en ce sens que les théories psychologiques peuvent être apparentées aux points de vue philosophiques, comme formulant des hypothèses sur les caractéristiques cognitives de notre représentation de la causalité, et non comme formulant des hypothèses ontologiques. Toutefois, même si les problématiques philosophique et psychologique peuvent en principe être séparées, elles entretiennent dans la pensée des chercheurs des relations complexes. Si certains psychologues situent clairement la philosophie comme source d'inspiration pour des théories psychologiques qui leur sont indépendantes (e.g. Piaget, 1971), d'autres prêtent une valeur plus ambiguë à leurs hypothèses, dont il est parfois difficile de démêler les présupposés épistémologiques (e.g. Ahn, Kalish, Medin & Gelman, 1995). Les philosophes sont également susceptibles de recourir à des arguments psychologiques à l'appui de la plausibilité de leurs thèses. Nous en avons mentionné un exemple au point I - 2.2.1 c (p. 30) : Mackie cite les travaux de Michotte en défense de son hypothèse des continuités comme constituants objectifs des relations de causalité.

Afin de situer globalement les approches philosophique et psychologique de la causalité, il convient de préciser une distinction entre deux acceptions possibles du mot « inférer », qui peut fournir un clé de lecture supplémentaire. Dans le premier chapitre, ainsi que dans le présent chapitre, le mot « Inférer » désigne l'acte par lequel un sujet établit

qu'une relation singulière, dans la réalité ou dans le monde référé par le discours, est causale. Cette notion est ambiguë car elle peut correspondre à deux activités cognitives différentes. La première consiste en l'établissement par le sujet d'une nouvelle loi causale sous-jacente à un enchaînement singulier : il s'agit alors de découverte ou d'apprentissage. Nous désignons cette activité par l'expression « inférence de découverte ». La seconde activité cognitive à laquelle peut renvoyer le mot « inférer » consiste à reconnaître un enchaînement singulier comme instance d'une loi causale déjà connue du sujet : il s'agit alors d'utilisation des connaissances. Nous référons à cette activité par l'expression « inférence d'application ».

Dans les domaines de la philosophie et de l'épistémologie, les oppositions théoriques portent sur l'inférence de découverte, et se résume grossièrement dans l'opposition entre empirisme et rationalisme. Selon l'approche empiriste, la loi causale ne peut être déduite de l'observation singulière, elle doit résulter d'une synthèse inductive de multiples expériences. Selon l'approche rationaliste, la loi causale (c'est-à-dire le caractère nomal de l'enchaînement singulier) peut être déduite de l'observation du cas singulier au moyen du raisonnement. Pour ce qui concerne l'inférence d'application en revanche, les approches empiriste et rationaliste ne s'opposent pas : en effet, si pour l'empiriste, cette forme d'inférence est la seule qui permette de reconnaître un enchaînement singulier comme causal (car il instancie une loi causale), les rationalistes ne mettent pas en cause la notion de loi causale, pas plus que la possibilité connaître les lois causales, et par suite, de reconnaître une instance de loi causale dans l'enchaînement singulier.

Deux domaines de la psychologie autres que la compréhension de textes étudient spécifiquement la cognition causale. Le premier d'entre eux est la psychologie du développement. Nous avons mentionné au chapitre 1 (I - 2.4.2) la contribution de Piaget, dont le modèle assimilation-accommodation propose une vue faisant de l'activité physique contrôlée par la volonté un prototype de la causalité. A l'approche piagécienne s'oppose un courant innéiste (ou du moins une approche « maturationniste »), qui a observé chez le nourrisson un corpus de connaissances sur les objets, les nombres, et les interactions causales. On peut, à vue d'avion, qualifier le débat dans ce domaine de recherche comme une opposition entre ceux qui privilégient l'activité d'inférence de découverte dans l'apprentissage de la causalité par le bébé, et ceux qui mettent l'accent sur les inférences d'application. Le second domaine de la psychologie étudiant spécifiquement la cognition causale est la recherche sur l'attribution causale, dont la problématique consiste à élucider quels sont critères et modes de raisonnement par lesquels nous inférons les causes des

événements, situations, ou comportements. Le domaine de l'attribution est essentiellement concerné par la description des facteurs et caractéristiques de l'inférence de découverte. Nous n'en dirons pas plus sur cette branche de la recherche, pour deux raisons : la première est qu'en tant que source d'inspiration des théories de la compréhension, elles peuvent être ramenées à des options philosophiques. La seconde est qu'elle est concernée au premier chef par les approches normatives du raisonnement, ce qui l'éloigne des problématiques de la compréhension. Toutefois, on mentionnera occasionnellement des références présentant une pertinence pour notre propos.

Enfin, le domaine de la compréhension est à première vue principalement concerné par l'inférence d'application. En effet, le texte fournit la plupart des éléments d'une situation, et la tâche du compreneur consiste à établir entre ces éléments les connexions causales contribuant à la cohérence. Ces connexions étant en général voulues par l'énonciateur, on peut naturellement assimiler la tâche d'établissement des connexions à une identification des relations causales voulues par l'énonciateur. Cependant, nous montrerons que les théories simulationnistes de la compréhension fournissent le terrain d'une causalité obtenue par inférence de découverte. De plus, le critère de contrefactualité, inspiré de l'approche rationaliste de Mackie, peut également s'apparenter à cette catégorie.

II - 3.2.1 Validation (avec raisonnement, avec connaissances)

Le modèle de validation de Singer et collaborateurs (cf. II - 3.1.3 e) revendique explicitement l'intervention d'un raisonnement déductif et le recours aux connaissances dans l'établissement de la connexion causale, en supposant que sa mise en œuvre se décompose en deux étapes : la première consiste à déduire (*derive*) de deux phrases potentiellement reliées causalement, une règle générale susceptible de valider cette relation. La seconde étape consiste à comparer la règle inférée aux connaissances du sujet. Si la règle inférée est conforme aux connaissances du sujet, alors la relation est validée, la connexion causale codée, et la représentation résultante inclut la règle de validation de l'enchaînement singulier. Cette approche assimile le processus d'établissement du lien causal à l'élaboration d'une preuve de la validité de l'enchaînement. C'est une version extrêmement exigeante de l'hypothèse selon laquelle l'activité du compreneur consiste à expliquer pourquoi le contenu du discours est vrai, plausible ou possible (Trabasso & Magliano, 1996), car elle implique que toutes les relations causales sont « prouvées » par le compreneur, même les plus « directes ». Nous

présenterons au point II - 3.2.4 une approche alternative des résultats empiriques du modèle de validation.

Pour ce qui concerne le genre expositif, Noordman et Vonk (cf. II - 3.1.3 c) ont étudié l'élaboration d'inférences de validation de relations causales explicitement signalées par le texte. Le processus en jeu est analogue à celui décrit par Singer, à deux différences près : d'une part, le texte explicite le caractère causal de la relation, et d'autre part, les connaissances en jeu sont spécifiques au domaine, elles ne relèvent pas des connaissances générales. Ces caractéristiques ont pour conséquence de définir des situations dissociant les processus de déduction et de validation : tous les lecteurs peuvent en principe procéder à la déduction de la règle dont le marqueur de causalité signale l'existence, tandis que seuls les lecteurs disposant de connaissances du domaine peuvent valider ou infirmer la règle. Noordman, Vonk & Kempff (1992) ont montré que les lecteurs non experts pouvaient s'engager dans le processus de déduction, mais qu'ils ne le font spontanément que lorsque l'inférence à déduire est presque explicitée dans le texte, et que la tâche incite le lecteur à vérifier la cohérence causale. Par ailleurs, Noordman & Vonk (1992) ont montré que les lecteurs experts s'engagent spontanément dans la validation des enchaînements de ce type.

Dans ces protocoles, la nature de l'information inférée est une loi causale, c'est-à-dire le principe ou la connaissance générale qu'instancient les deux éléments à relier causalement. La nature du lien établi entre les éléments est une justification *du fait* que l'information est causale. Par contraste, d'autres travaux ont envisagé et établi qu'étaient élaborées des inférences de liaison qui sont des événements ou chaînes d'événements intermédiaires (e.g. Singer & Ferreira, 1983 ; Van den Broek, 1990b ; Duffy et al. , 1990). Pour ces inférences, la nature du lien causal est une chaîne d'événements qui fournit *la substance* « situationnelle » de la relation causale. Les inférences de validation correspondent à des connexions directes, ou superficielles (au sens où l'information valide l'existence de la connexion et n'en fournit pas la substance : à ce titre elle constitue une donnée métareprésentationnelle), alors que les inférences de liaisons sont des ponts effectifs entre cause et conséquence de la même nature qu'eux (au sens où ils appartiennent à la représentation de la situation référée par le texte).

Compte tenu de la différence de nature entre ces deux types d'inférences, on peut se demander si les inférences de validation appartiennent à la représentation définitive de la situation, au même titre que les inférences de liaison, c'est-à-dire avec les mêmes conséquences sur la mémorabilité et la force de connexion. Halldorson & Singer (2001) ont

fourni des éléments en réponse à cette question, en observant des amorçages réciproques entre la connaissance de validation et les éléments reliés causalement. Toutefois, des arguments plus forts restent à trouver pour étayer l'hypothèse que l'inférence de validation constitue bien une entité de la représentation. D'autre part, les recherches futures devront également étudier les implications sur la force causale de cette différence de nature des inférences au sein de la représentation. En effet, on suppose en général que la force d'une connexion causale dépend du nombre d'éléments constituant l'inférence de liaison, ou de la difficulté qu'il y a eu à l'établir. Qu'en est-il des inférences de validation ? Si elles relèvent des connexions directes—car une loi causale relie directement (et de façon abstraite) les deux termes d'une relation—elles n'en sont pas moins parfois difficiles à établir (cf. Nordman & Vonk, 1992).

Pour ce qui concerne le format de la représentation, les inférences de validation semblent naturellement impliquer une forme de raisonnement symbolique et amodal, compatible avec les hypothèses de représentations propositionnelles. C'est une conséquence du caractère abstrait de la loi causale inférée. Nous allons voir au point suivant qu'il est possible d'envisager d'autres formes de raisonnement compatibles avec des formats de représentation différents. Les approches logico-symboliques de la représentation de la causalité interprètent l'inférence d'application comme un raisonnement sur les données de la situation à partir d'une « théorie naïve » de la causalité (par opposition à théorie scientifique). La plupart des approches de la compréhension de la causalité impliquent un recours aux connaissances causales abstraites : en effet, si la causalité physique peut être envisagée sous un angle déductif ou perceptif (cf. *infra*), les causalités psychologique et motivationnelle, abstraites par nature, ne peuvent être comprises sans une connaissance préalable de leurs règles propres, sans une « théorie naïve » de la causalité de ces types. La plupart des approches de la compréhension de texte se réfèrent plus ou moins explicitement à une théorie naïve de la causalité, sans insister sur les aspects opérationnels de son utilisation. Vue comme un raisonnement sur des objets symboliques, la théorie causale est un système de production, une « machine à déduire » appliquant des règles de raisonnement sur des conditions initiales pour aboutir à des conclusions. Toutefois, les « théories » peuvent également être réalisées par d'autres moyens. Les deux alternatives au système de production sont le raisonnement sur les modèles mentaux (mais cela ne concerne que la causalité physique), et la représentation connexionniste des connaissances (e.g. Kintsch). La première peut être rattachée à l'approche de la déduction (car dans cette approche simulationniste, le raisonnement est entièrement

inclus dans le modèle de situation), et la seconde à l'approche de la catégoriation (car le raisonnement est « fondu » dans le réseau des connaissances).

II - 3.2.2 Déduction (avec raisonnement, sans connaissances)

Noordman, Vonk et Kempff (1992) ont montré que la présence d'un marqueur de causalité peut entraîner l'élaboration par déduction d'une inférence de validation, susceptible d'être confrontée à d'autres informations du texte, à défaut de disposer des connaissances nécessaires pour les valider. Cette approche envisage l'étape déductive comme préalable à l'étape de validation. D'autres théories envisagent le travail déductif comme moyen suffisant d'établissement de la connexion causale. Nous rangeons dans la catégorie des approches déductives (i.e. établissement de la connexion par raisonnement et sans recours aux connaissances) toutes les approches qui supposent que le compreneur établit la relation de causalité à partir des seules données de l'observation d'un cas singulier (ou d'un modèle de situation). Il s'agit donc d'une notion beaucoup plus lâche que celle de déduction mathématique ou logique fondée rationnellement. C'est en un sens faible que notre catégorie s'apparente au courant rationaliste en philosophie.

En compréhension de texte, le principal courant théorique proposant une vue déductive de la causalité est la conception simulationniste de la représentation (cf. II - 2.4.2 d), et en particulier l'hypothèse indexicale de Glenberg et collaborateurs (cf. p.124). Selon cette hypothèse, les interactions causales entre les entités représentées sont « déduites » en ligne à partir des combinaisons que permettent leurs affordances. La représentation analogique étant le substrat d'un « raisonnement » incarné par le jeu des entités représentées et de leurs affordances, le sujet n'a pas besoin de recourir à des lois causales, dans la mesure où celles-ci se trouvent virtuellement codées dans les objets eux-mêmes, par la notion d'affordance. Cependant, si cette approche met l'accent sur la quantité d'informations en puissance extractibles à partir d'un format analogique de la représentation, elle ne peut faire totalement l'économie de l'hypothèse que le sujet dispose de connaissances causales d'une autre nature, qui permettent au sujet d'orienter la simulation mentale d'une façon pertinente, sauf à supposer que la mise en présence d'entités dans un modèle de situation conduit à l'élaboration d'une combinaison pertinente (*mesh*) par un système autorégulé. C'est dans cette optique d'une interaction des connaissances avec les informations attachées aux représentations que Glenberg, Kruley & Langston (1994) affirment que le modèle mental

fournit à la théorie naïve de la causalité un substrat, un contexte, et des contraintes pour l'élaboration de relations causales.

Il peut paraître plus surprenant de rattacher les approches contrefactuelles de la causalité à la catégorie des déductions. A partir de l'observation de l'enchaînement temporel de A et B, le raisonnement contrefactuel consiste à envisager les conséquences de (non A) sur la réalisation de B. Dans quelle mesure peut-on dire qu'un tel raisonnement, qui s'appuie sur une hypothèse non réalisée (non A), s'effectue sans connaissances, alors que ni l'hypothèse contrefactuelle (non A), ni ses conséquences ne sont observées (dans la réalité ou dans la situation décrite dans le texte) ? Autrement dit, sur quoi repose l'évaluation de l'hypothèse contrefactuelle sinon sur les connaissances ? Afin d'éclairer cette question, il convient dans un premier temps d'exclure une interprétation de la contrefactualité en termes logiques. En effet, la formulation même que nous venons de présenter laisse entendre que le raisonnement contrefactuel est une évaluation du jeu des cooccurrences des réalisations ou non réalisations de A et B. Pareille approche se rattacherait à l'approche logico-empiriste de Mill (cf. I - 2.2.1 b), et nécessiterait une induction sur les connaissances épisodiques des cas déjà observés pour évaluer l'hypothèse contrefactuelle—autrement dit, elle exigerait la connaissance préalable de la loi causale relative aux conséquences de (non A). Selon cette interprétation logique, la vérification du critère de contrefactualité « si (non A), alors (non B) » n'est autre qu'une vérification de la vérité du prédicat logique « B implique A », ou encore du critère logique de nécessité de A, dont la seule négation est la cooccurrence de (non A) et B. L'approche logique de la contrefactualité est statique ; or les tenants du raisonnement contrefactuel insistent sur son caractère de simulation, sur son aspect dynamique. C'est en ce que son cours temporel suit celui des événements qu'il évalue que la contrefactualité est vue comme un raisonnement, et non comme une connaissance. Le raisonnement contrefactuel consiste à faire évoluer mentalement un scénario analogue à celui observé en supprimant A des circonstances. Ce raisonnement est orienté dans le temps, et repose sur l'idée de cours normal des choses à partir d'une condition initiale. Selon Mackie (1974), les moyens de ce raisonnement ne sont pas la déduction (au sens strict) et l'induction, mais l'imagination et l'analogie (p. 56). En cela, si l'évaluation d'une hypothèse contrefactuelle est susceptible d'utiliser une connaissance pour être menée à bien, cette connaissance ne relève pas des cooccurrences : elle peut provenir d'un scénario particulier analogue au scénario contrefactuel, servant d'inspiration au travail de l'imagination, ou encore d'une connaissance générale sur le cours naturel des choses. En tout état de cause, la contrefactualité est en général conçue comme une

élaboration sur un modèle de situation alternatif. Il ne s'agit pas d'une utilisation de connaissances causales spécifiques, mais bien d'une forme de « découverte » des conséquences de l'hypothèse contrefactuelle, par simulation mentale.

En dehors de la philosophie (Hart & Honoré, 1959 ; Mackie, 1974), l'approche contrefactuelle trouve de nombreux représentants en psychologie de l'attribution. On peut notamment citer Hilton & Slugoski (1986), et Einhorn & Hogarth (1986), qui envisagent le raisonnement contrefactuel comme une « expérience par procuration » (*proxy experiment*), explicitant ainsi clairement son caractère d'inférence de découverte. Le lecteur peut trouver une revue détaillée de la question dans Roese (1997). Ce dernier recense les travaux concernant les critères d'activation du raisonnement contrefactuel, et les critères de choix de son contenu (i.e. de l'objet sur lequel porte la contrefactualité). Les conditions de déclenchement ou d'activation de la contrefactualité reposent essentiellement sur les issues à valence négative ; les critères déterminants de son contenu (de l'élément sur lequel porte la contrefactualité) sont la normalité (cf.I - 2.2.2) et les effets de contraste liés à la proximité des frontières (par exemple, les médaillés d'argent ont plus tendance à faire porter la contrefactualité sur ce qui aurait pu leur faire obtenir l'or, alors que les médaillés de bronze la font plus volontiers porter sur ce qui aurait pu faire qu'ils ne fussent pas médaillés).

En psychologie de la compréhension, nous avons vu que Trabasso & Van den Broek (1985), et d'autres auteurs à leur suite, se sont inspirés de l'approche de Mackie pour analyser la causalité. Toutefois, ces auteurs considèrent la contrefactualité comme un critère de décision opérationnel pour le théoricien, plutôt que comme une hypothèse sur la nature des traitements qui permettent de d'établir le lien causal. A cet égard, l'utilisation de la contrefactualité dans les théories de la compréhension n'implique pas une approche « déductionniste » de la causalité. Sur la question de la contrefactualité, des travaux récents de Trabasso & Bartolonne (2002) indiquent que les représentations en réseau causal du discours peuvent apporter des éclairages méthodologiques utiles à la recherche dans le domaine de l'attribution. Trabasso et Bartolonne ont repris une étude de Kahneman & Tversky (1982), qui visait à étudier les critères de choix de l'objet du raisonnement contrefactuel. Ces auteurs avaient élaboré deux versions d'un texte racontant les dernières heures de Mr. Jones, et sa mort sur le chemin de son retour à la maison, dans un accident impliquant sa voiture et un camion conduit par un gamin drogué. Dans une version, l'heure où Mr. Jones quitte le bureau était inhabituelle, alors qu'il empruntait son itinéraire habituel. Dans l'autre version, c'est l'heure qui était habituelle et l'itinéraire qui était inhabituel. Après la lecture, les participants

étaient invités à s'engager dans un raisonnement contrefactuel en complétant des pensées des membres de la famille de Mr Jones, du type : « Si seulement... ». Il s'avère que les participants ont eu tendance à mentionner en premier lieu l'événement qui était inhabituel dans la version lue. Trabasso et Bartolone ont analysé le matériel de Kahneman et Tversky, et observé que le caractère habituel ou inhabituel d'un élément de l'histoire (le temps ou l'itinéraire) était confondu avec le degré auquel cet élément est expliqué dans le texte (i.e. le degré de justification qui lui est associé). En effet, les événements inhabituels étaient systématiquement expliqués (justifiés), alors que les causes des événements habituels ne l'étaient pas. Ce facteur est corrélé avec la connectivité causale. Trabasso et Bartolone ont effectué des simulations connexionnistes sur la base des représentations des textes en réseaux causaux, et ces simulations ont permis de prédire les résultats de Kahneman et Tversky sans recourir à la notion de normalité du scénario. Par ailleurs, ils ont conduit deux expériences dans lesquelles le degré d'explication et la normalité étaient manipulées indépendamment. La variable explication était manipulée par simple changement de statut causal (description ou explication) des informations relatives à l'élément cible. Par exemple, dans la version « description », deux phrases décrivaient les caractéristiques de l'itinéraire emprunté par Mr. Jones : il était plus long, mais plus agréable que l'autoroute, et lui permettait de se détendre. Dans la version « explication », les mêmes informations étaient données par Mr. Jones à ses collègues pour leur expliquer pourquoi il allait prendre ce chemin. Les résultats obtenus indiquent que la justification a un effet sur le rang de mention des analyses contrefactuelles, alors que la normalité n'en a pas. Ainsi, dans l'expérience de Kahneman et Tversky, l'objet de la contrefactualité est mieux prédit par le statut causal dans le discours des informations relatives cet objet, que par une caractéristique intrinsèque à la situation, la normalité.

II - 3.2.3 Perception (sans raisonnement, sans connaissances)

Albert Michotte est le représentant le plus illustre et le plus amplement cité de l'approche de la causalité perçue. Nous avons présenté et discuté son approche au point I - 2.4.3 (p. 43). Nous envisageons ici plus particulièrement ce point de vue sous l'angle de la compréhension de textes. D'une façon générale, l'approche de la perception directe de la

causalité ne concerne³³ que le domaine de la causalité physique³³. Une telle hypothèse peut être formulée avec plus ou moins de force : on peut affirmer que la causalité est elle-même perceptible, ou bien affirmer qu'il existe des caractéristiques perceptibles de la causalité, ou encore qu'il existe des indices perceptibles de la causalité. Notre discussion des travaux de Michotte a souligné le rôle crucial du rapport entre le langage et sa représentation. Une conception perceptiviste « radicale » de la causalité dans la compréhension de textes, supposant que le lecteur met en place une représentation de nature perceptive à partir de laquelle la causalité peut être directement appréhendée, implique une forme de pétition de principe. En effet, selon cette hypothèse, l'élaboration de la représentation et l'établissement de la causalité seraient confondues, puisque la représentation porte en elle-même l'information causale sous une forme directement appréhendable. Il ne serait alors pas possible de distinguer entre l'inférence de la causalité à partir du texte et l'inférence de la causalité à partir de sa représentation. Selon cette approche, la notion même de causalité serait inutile, puisque les informations perceptibles lui sont substituables. Une approche plus plausible de la perceptibilité de la représentation reposerait donc plutôt sur l'idée que les données « perceptibles » du modèle de situation fonctionnent comme indices de l'existence d'une relation causale.

L'approche perceptiviste de la représentation mentale est la seule qui soit naturellement susceptible de sous-tendre une approche perceptiviste de la causalité. A notre connaissance, la thèse la plus forte concernant la perception de la causalité réside dans la notion d'affordance (cf. II - 2.4.2 d). En général, les affordances des objets leur sont considérées comme attachées, de telle façon que les possibles interactions avec ces objets dans leur environnement en sont des caractéristiques activables au même titre que leurs caractéristiques physiques. Toutefois, nous avons classé les théories perceptivistes au rang des approches déductives, car les affordances n'étant que des causalités en puissance, l'établissement d'une causalité singulière, occurrente, entre deux objets distincts, ne peut se faire que par le jeu d'une simulation mentale, que nous avons assimilé à un raisonnement.

L'approche du modèle d'indexation multiple, qui repose sur une hypothèse d'analogie faible (cf. II - 2.4.2e) nous semble pouvoir fournir le cadre d'une approche perceptiviste faible

³³ Cependant Miller & Johnson-Laird (1976), après avoir défendu une approche de la cause perçue fondée sur Michotte, discutent de la notion de perception d'une intention (pp. 100-109).

de la causalité, c'est-à-dire une approche selon laquelle les aspects « perceptibles » de la situation, que sont les configurations spatiales et temporelles de référents, peuvent fournir des indices de causalité. Notre exploration des relations entre la causalité et les autres dimensions du modèle de situation (chapitre VII) nous permettra d'évaluer la pertinence de cette hypothèse. Dans cette optique, le « perceptivisme faible » implique un traitement de la causalité en deux temps : dans un premier temps, les données perceptives contiennent des indices *de la possibilité d'une relation* causale (par exemple des continuités perceptibles ou des ressemblances, comme le suggèrent Mackie ou Michotte), et dans un second temps, le recours aux connaissances permet d'établir ou valider la connexion (remarquons que la possibilité d'un tel traitement en deux temps n'implique pas nécessairement que les indices de la causalité soient de nature perceptive).

II - 3.2.4 Catégorisation (sans raisonnement, avec connaissances)

L'approche de l'établissement d'une connexion causale par catégorisation relève de l'inférence d'application. Nous avons signalé (cf. p. 36) que l'empirisme et le rationalisme s'accordent pour admettre la possibilité de la reconnaissance d'une loi causale à travers une instance singulière. La différence entre les approches relevant de la validation (connaissances + raisonnement) et celles relevant de la catégorisation (connaissances sans raisonnement) est que les secondes supposent un accès direct, sans élaboration préalable, à la connaissance causale pertinente. Cette conception implique l'existence de connaissances causales spécifiques, et de mécanismes d'appariement permettant d'identifier de quelle loi causale relève une occurrence singulière. En compréhension de textes, les approches de la catégorisation causale se définissent donc par leurs hypothèses quant à la forme que prennent les connaissances causales, et aux mécanismes d'appariement. Ces deux critères ne relèvent en général pas d'une approche spécifique du traitement de la causalité : ils sont le plus souvent intimement liés dans une théorie générale de la compréhension. Les approches envisageant l'accès direct aux connaissances causales diffèrent essentiellement par la nature supposée de leur représentation. On distingue d'une part, les schémas, qui sont des connaissances spécifiques, et dont la forme fournit une structure à la relation, et d'autre part, les approches « distribuées » qui supposent une émergence de l'information pertinente par activation dans un réseau connexionniste. La seconde approche est illustrée par le modèle Construction-Intégration, présenté au point II - 2.3. Nous ne reviendrons pas sur cette approche, déjà amplement discutée, et qui repose sur une connaissance implicite,

associationniste de la causalité. Les schémas ont été présentés au point II - 1.3. Nous abordons ici principalement de la question du schéma causal.

Miller & Johnson-Laird (1976) définissent le schéma de la causalité comme un ensemble de conditions logiques sur deux événements, processus ou états S et S' (p. 506) :

- (i) SE PRODUIRE (S)
- (ii) SE PRODUIRE (S')
- (iii) AVANT ((i) , (ii))
- (iv) NON POSSIBLE (non S et S')

Selon ces auteurs, le schéma causal proprement dit est le couple conditions-action, où les conditions évoquées ci-dessus entraînent la décision d'interpréter S' comme cause de S. Une interprétation causale se fait alors en deux étapes : activation du schéma (i.e. des conditions), et vérification des conditions. Les auteurs reconnaissent que cette approche du schéma lui donne le statut de formulation d'hypothèse requérant un raisonnement pour être validée. Ils affirment en effet (p. 507) que la vérification de la quatrième condition est « très difficile », et que le « seul espoir » pour l'établir est de s'appuyer sur des connaissances plus spécifiques stockées en mémoire.

Dans le cadre de l'élaboration d'une sémantique cognitive, Denhière & Baudet (1992, p. 177) reprennent à leur compte les critères de Miller et Johnson-Laird pour caractériser le schème³⁴ de la causalité. Cependant, ces auteurs ne discutent pas de l'évaluation de la causalité en dehors de son expression explicite (« parce que ») ou implicite, soit par le biais de l'utilisation d'un verbe causatif, soit par l'existence d'un rapport de causalité entre agents structurant implicitement la sémantique des verbes (qu'explore une lignée de recherches initiée par Garvey & Caramazza, 1974). Denhière et Baudet (1992) évaluent l'hypothèse que le schème de la causalité est convoqué lorsque le trait « causativité » est présent dans le sens

³⁴ Dans leur théorie, les schèmes (ou schèmes organisateurs) sont des invariants cognitifs « qui organisent en unités d'une structure globale (...) les composants de la représentation cognitive » (p. 168). Les auteurs proposent six sortes de schèmes : d'individu, d'état, d'événement, d'action, de localisation temporelle, et de causalité.

du procès décrit par le verbe³⁵. C'est donc par la présence d'un trait sémantique appartenant à la représentation sémantique du verbe que le schéma de causalité serait convoqué dans la représentation. Mais la portée d'une telle approche se limite à l'échelle du procès décrit par un verbe, donc à celle de la proposition ou de la phrase. Elle ne permet pas de rendre compte des relations de causalité à distance dans la surface du texte, ni de la variété infinie des formes de description d'une situation dans laquelle une relation de causalité est inférable.

L'approche « probabiliste » de la représentation mentale de la causalité constitue une alternative à la définition du schéma de causalité en termes de critères logiques : le sujet pourrait forger, au cours de son expérience, une connaissance « directe » de la probabilité que deux catégories d'événements se succèdent. Une expérience de Squire et Knowlton, citée par Kintsch (1998), sur des participants amnésiques ou normaux suggère qu'une telle forme de connaissance peut être acquise de façon implicite, en l'absence de mémoire consciente des exemples dont elle découle, donc sans recours à des représentations cognitives de haut niveau. Il s'agit pour les participants de deviner le temps qu'il va faire si on leur présente une carte comportant tel ou tel symbole abstrait. L'expérimentateur associe le beau temps à la carte présentant deux croix, avec une probabilité de 70%, et c'est la seule relation régulière de ce protocole. On montre au participant une carte, il doit deviner le temps qu'il va faire, et on lui indique ensuite s'il est tombé juste. Au bout d'un certain nombre d'essais, les deux croix provoquent une prédiction significativement plus élevée de beau temps, alors que les participants déclarent deviner au hasard. La performance des participants amnésiques est équivalente à celle des participants normaux, laquelle n'augmente que marginalement au moment où ces derniers verbalisent une règle (« la double croix a plus de chances de préfigurer le beau temps »). La compréhension n'a donc joué aucun rôle dans cet apprentissage entièrement dû à la répétition. La matrice de connexion du modèle CI constitue un modèle pour ce type d'hypothèses sur la connaissance de la causalité, en associant à tout couple de propositions un coefficient exprimant la force de leur connexion. Cependant, comme nous l'avons suggéré, ce type d'approche est problématique en ce qu'elle ne permet pas de distinguer dans le jeu des forces d'association, ce qui relève de la causalité de ce qui n'en relève pas.

³⁵ Le cadre général de leur étude est la validation psychologique du système de François (1990) caractérisant les procès par des combinaisons de traits sémantiques qui expriment des propriétés temporelles ou des rôles actanciels. Au rang de ces derniers figurent l'agentivité et la causativité.

En définitive, la portée explicative d'un schéma général de la causalité est faible, du point de vue de la question des moyens par lesquels une situation donnée peut s'interpréter en termes de rapports causaux, car le problème de l'existence d'une relation causale est ramené à celui de l'appariement d'une situation au schéma de causalité. Un schéma général de la causalité apparaît finalement soit comme la formulation d'une hypothèse de causalité (préalable à l'établissement de la connexion causale), soit comme la conclusion du processus de l'inférence causale (dont le mécanisme demeurerait mystérieux). En tant que structure de représentation, le schéma de causalité ne semble pertinent que dans le cas de la causalité explicite et superficielle observée par Noordman, Vonk & Kempff (1992 ; cf. p. 155).

Ainsi les schémas de connaissances plus spécifiques semblent constituer une approche plus réaliste de la catégorisation causale. Mais une fois rapportée à un ensemble de structures de connaissances spécifiques, la notion de causalité ne s'applique plus qu'indirectement à la relation codée par de telles structures : elle est causale parce que le type de relation qu'elle représente peut être qualifiée de causale dans la réalité. A cet égard, une description des caractéristiques des schémas causaux s'apparente à une description des caractéristiques des situations causales, et renvoie directement au questionnement philosophique. L'ancrage de la notion de causalité autour d'un ou plusieurs prototypes (cf I - 2.4.4) fournit une possible vision de la causalité par catégorisation. Une relation serait plus ou moins causale en fonction de sa « distance sémantique » au prototype, c'est-à-dire en fonction du nombre des caractéristiques qu'elle partage avec. Pareille approche rendrait naturellement compte des degrés de la force causale. Les schémas de la causalité fondés sur l'idée d'une essence ou d'une compréhension prototypique de la causalité réfèrent soit à des approches mettant l'accent sur l'expérience propre de la causalité (e.g. Lakoff et Johnson, Berzonsky), soit sur une description mécaniste de l'interaction causale (e.g. Berzonsky, et Michotte, qui à notre avis étudie des schémas prototypiques de l'interaction physique, de même que Leslie et Spelke).

II - 3.2.5 Conclusion

Les catégories suggérées ici visent plus à présenter un possible cadre d'analyse et de discussion qu'une nomenclature des théories. L'importante question du mécanisme d'élaboration des inférences de liaison, par exemple, n'a été abordée qu'incidemment dans ce cadre. Toute théorie des inférences de liaison doit rendre compte du fait que leur élaboration

n'est pas un mécanisme à coût temporel constant. En conséquence, on ne peut envisager que les inférences de liaison sont fournies par les schémas que sous l'hypothèse que ceux-ci peuvent être plus ou moins difficiles à récupérer, autrement dit que l'appariement d'une situation avec un schéma n'est pas un processus automatique. On peut également envisager que l'élaboration d'une inférence de liaison repose sur un mécanisme de génération d'hypothèses, sur un mode analogue à celui que propose la théorie de la validation de Singer. La progressivité du temps d'élaboration pourrait alors refléter le temps mis avant de générer la bonne inférence de liaison, d'autant plus long que les deux informations initiales sont « distantes ». Toutefois, s'il est possible, comme dans le modèle de validation, de formuler des règles pour la génération d'une loi causale candidate, un mécanisme de génération de situations intermédiaires hypothétiques semble plus difficile à définir.

Cette récapitulation en forme de typologie nous a permis de situer plusieurs théories, présentées dans les deux premiers chapitres, sur des axes correspondant à des activités cognitives. Cette typologie, avec la part d'arbitraire qu'elle comporte, peut apparaître comme un « brouillage » du tableau des théories dressé dans ces deux chapitres, qui pose plus de questions qu'il n'en résout. Il nous semble cependant que présenter et regrouper des approches diverses sous des angles différents de ceux où elles ont été énoncées a permis de formuler des questions demeurant ouvertes ou partiellement indéterminées, et d'explorer les articulations entre des hypothèses qui puisent leurs sources à des problématiques différentes.

II - 4 Conclusion

L'objectif de ce chapitre était d'introduire les notions essentielles et les principaux résultats empiriques concernant la causalité dans une approche multidimensionnelle de la représentation mentale du texte. Nous avons dans un premier temps introduit le cadre théorique dans lequel se situe notre étude : une approche de la compréhension du texte comme activité visant à élaborer une représentation cohérente de la situation qu'il décrit, c'est-à-dire un modèle de situation. En second lieu, nous avons énuméré les différents aspects de la cohérence du modèle de situation étudiés jusqu'à présent. Le modèle d'indexation multiple proposé par Zwaan et ses collaborateurs est la première théorie à étudier de façon intégrée les différents aspects de la cohérence. Selon cette théorie, la cohérence du modèle de situation se

décompose en cinq dimensions : le temps, l'espace, les protagonistes, les buts, et les causes. La cohérence du modèle de situation y est définie en termes de continuité ou discontinuité pour chacune de ces dimensions. Pour chaque dimension, une discontinuité entre événements se traduit par des temps de traitement supérieurs et par une moindre accessibilité réciproque dans la représentation. En vue d'étudier le rôle spécifique de la causalité et ses interactions avec les autres dimensions, nous avons présenté plusieurs études empiriques portant sur au moins deux dimensions. La causalité apparaît comme un facteur d'une importance particulière, interagissant avec les autres dimensions, notamment à travers la notion d'événement. En particulier, le temps fait à la fois figure de composante, de signal, et d'alternative par défaut à la relation causale. La causalité est à la fois un facteur de continuité de la représentation, et un facteur de pertinence pour le codage des informations relatives aux autres dimensions.

L'étude des dimensions de la représentation ne peut pas faire l'économie d'une réflexion sur les unités de représentation du modèle de situation et sur leur format. En effet, il faut envisager en quoi les dimensions pertinentes de la description de la réalité constituent des aspects individualisables de la représentation mentale. Nous avons abordé question des unités et du format de la représentation en contrastant les caractéristiques du modèle d'indexation d'événements avec celles du modèle connexionniste Construction-Intégration (CI) de Walter Kintsch. Le modèle d'indexation étudie la compréhension sous l'angle des dimensions caractéristiques des informations représentées. La cohérence du modèle de situation est abordée par ses discontinuités ou ses continuités générales ; dans ce cadre, ses assertions relatives aux unités et au format des représentations sont d'une importance secondaire. Par contraste, le modèle CI propose des hypothèses très précises quant aux unités de représentation, ce qui permet l'implémentation informatique et la simulation. Elle définit le modèle de situation et les connaissances comme des réseaux connexionnistes de propositions. Le processus d'intégration n'est pas abordé par une approche globale et qualitative (ce que fait l'indexation multiple en décomposant selon les dimensions), mais par une approche locale et quantitative : c'est un mécanisme de propagation d'activation défini par les forces de connexion entre les unités qui permet de sélectionner celles qui demeurent dans la macrostructure (i.e. le modèle de situation, selon la théorie). La confrontation des deux modèles permet de poser une double question concernant les dimensions de la cohérence. D'une part, quelles sont les formats de représentation compatibles avec le modèle d'indexation ; d'autre part, dans quelle mesure un modèle connexionniste comme CI est-il

susceptible de rendre compte des dimensions du modèle de situation ? Nous avons d'abord traité la seconde question, en présentant une analyse du modèle CI. La question de la représentation des dimensions dans ce modèle peut être décomposée en deux aspects : d'une part, la possibilité de représenter les informations de chaque dimension, et d'autre part l'intelligibilité théorique, ou la séparabilité de ces dimensions dans la représentation résultante. Nous avons affirmé que la possibilité de la représentation ne devait pas être exclue a priori. Cependant, une analyse des propriétés mathématiques du modèle indique qu'un effort théorique conséquent demeure à accomplir en vue d'une exploitation maîtrisée des possibilités de représentation qu'offre le modèle. Notre analyse a notamment permis de faire un pas dans la caractérisation qualitative du fonctionnement du modèle, en fournissant une méthode opérationnelle d'énumération a priori des résultats possibles du processus d'intégration. Cette méthode permettra aux chercheurs conduisant des simulations de mieux évaluer l'adéquation du modèle à leurs hypothèses, et de mieux connaître la relation entre les paramètres mathématiques du modèle et les situations psychologiques correspondantes. Après avoir explicité les différences d'approche entre le modèle CI et le modèle d'indexation d'événements, nous avons étudié quelles étaient les hypothèses sous-jacentes à ce dernier concernant le format de la représentation. Il apparaît que le modèle d'indexation peut être compris comme une recherche des dimensions de l'analogie de la représentation, c'est-à-dire une recherche des dimensions de la description de la réalité pour lesquelles il existe une mesure de distance, et pour lesquelles ces mesures sont conservées dans la représentation. Cette vue est compatible avec l'approche perceptiviste de la représentation mentale, mais cette approche n'est pas nécessaire au modèle. Dans ce cadre, les dimensions causales de la représentation posent un problème particulier : s'il existe des mesures objectives du temps, de l'espace, et de la dimension discrète des référents de la représentation, il n'existe pas de mesure objective de la « distance causale réelle » : en quoi peut-on interpréter la dimension causale comme une dimension analogique ? Parmi les dimensions de la cohérence, la causalité est la seule qui ne puisse être *qu'une* relation (vs. unité, ou cadre) ; on n'en connaît pas de mesure objective, et les seuls critères de son évaluation sont de nature discrète (logique), sauf à supposer qu'elle est directement perçue. Son articulation avec les autres dimensions, et le caractère abstrait (ou du moins général) des connaissances auxquelles elles correspondent, rendent cruciale la question du format de sa représentation, et interroge le cadre implicite du modèle d'indexation d'événements, qui pense les dimensions de la cohérence en termes de distances, en revendiquant explicitement l'idée d'une topologie continue pour chaque dimension.

Après avoir situé la causalité dans un cadre multidimensionnel, et envisagé les enjeux de la représentation de la dimension causale, nous avons présenté dans la troisième partie des travaux du domaine de la compréhension de textes qui portent spécifiquement sur cette dimension. Ces résultats empiriques indiquent le rôle essentiel de la causalité dans la représentation du texte, en particulier le texte narratif. Le poids (importance et mémorisation) des informations du texte peut être prédit par leur place dans le réseau de ses relations causales : l'importance d'une information dépend de sa centralité (proximité au chemin causal reliant le début à la fin du texte) et sa connectivité (le nombre de liens causaux). La notion de force causale présente une double pertinence du point de vue des problématiques soulevées dans les deux premières parties du chapitre : En premier lieu, elle constitue une possible mesure continue de la relation entre une cause et sa conséquence, susceptible de se traduire par des forces de connexion au sein des connaissances dans le modèle CI, et de fournir une topologie à la causalité dans la perspective analogique du modèle d'indexation. Les typologies des connexions causales proposés dans ces travaux sont multiples : critères logiques de nécessité et de suffisance, types de causalité définis par des sous-catégories du lien causal, classifications par l'opération cognitive associée. Chacune de ces classifications du lien causal est spécifiquement reliée à la notion de force causale. La nécessité et la suffisance sont envisagées non seulement sous leurs définitions logiques, mais aussi comme des valeurs de force spécifiques, dont la résultante constitue la force causale. Un antécédent peut être vu comme plus ou moins suffisant, ou comme plus ou moins nécessaire à une conséquence. La relation de ces critères à la distance causale est complexe, et dépend du type de lien causal. Malgré un fort taux de recouvrement entre les critères de nécessité et de suffisance observé dans la plupart des cas, la nécessité semble être un critère plus large que la suffisance et la force causale, au sens où les couples causaux ou suffisants sont plus souvent nécessaires que les couples nécessaires ne sont suffisants ou causaux. Ainsi, le jugement de suffisance semble être un critère plus important que le jugement de nécessité dans la force causale. Pour ce qui concerne les types de lien causal, on observe une hiérarchie stable des forces causales associées : la causalité physique correspond à la force maximale, suivie de la causalité motivationnelle, puis la causalité psychologique, et enfin les préconditions. L'influence de la distance de surface sur la force causale dépend du type de causalité : les buts et les causes psychologiques y sont peu sensibles, tandis que la causalité physique est la plus affectée par la distance. Les préconditions constituent un type de causalité affaiblie à la notion de condition nécessaire. Enfin, le processus d'élaboration sous-jacent à l'établissement de la connexion est lié au niveau de la force causale. Les forces causales maximales correspondent aux

connexions directes (celles qui ne requièrent pas d'élaboration inférentielle). Les forces causales intermédiaires sont caractérisées par la présence d'une inférence de liaison, qui maximise la mémorabilité de la connexion ; la force est d'autant moins grande que l'inférence est difficile à établir. Enfin, les forces causales les plus petites correspondent au cas où aucune inférence de liaison n'est incluse dans la représentation, pour ces forces, il semble qu'aucun processus d'inférence ne soit entrepris, et que le coût de leur intégration soit dû au fait que l'avantage temporel de l'intégration causale domine le coût temporel de l'élaboration d'inférence de liaison. Ainsi, la notion de force causale permet de rendre compte d'une progressivité de la relation causale. Prédictrice de la difficulté (ou du moins du temps) de l'intégration, et de la mémorisation, elle unifie sur une échelle continue de distances des réalités de natures diverses : différents types de relations, de processus sous-jacents d'établissement du lien. Elle entretient une relation systématique avec les critères de nécessité et de suffisance.

Les travaux présentés dans cette partie ont permis d'établir l'intérêt et la pertinence de la notion de force causale. Ils laissent cependant irrésolues plusieurs questions relatives à cette notion. En effet, les études portant sur cette notion ont jusqu'à présent porté uniquement sur les textes narratifs. Or les connaissances du lecteur jouent un rôle important dans sa capacité et sa propension à établir des connexions causales. On peut donc se demander dans quelle mesure la force causale peut caractériser des enchaînements requérant des connaissances autres que les connaissances communes nécessaires à la compréhension d'une narration. A cet égard, les textes de vulgarisation scientifique présentent un intérêt particulier, car la causalité y joue un rôle important. Étendre à des enchaînements de cette nature les résultats obtenus sur les enchaînements narratifs permettrait de confirmer la pertinence et la portée théorique de la notion de force causale comme topologie de la dimension causale en général. Dans le texte narratif, les buts constituent une dimension prépondérante sur les autres formes de causalité ; les enchaînements issus des connaissances scientifiques permettent d'étudier les autres types de causalité hors du champ de traitement de la causalité motivationnelle, et dans un cadre où la causalité physique est plus importante que la causalité motivationnelle, tant du point de vue de la pertinence que de celui de la fréquence. En effet, les travaux de Trabasso et al. (1989) sont à ce jour les seuls à avoir étudié la relation entre plusieurs distances dans le réseau causal (selon la terminologie des auteurs) et la force causale, et le matériel de cette recherche ne comptait que huit items de causalité physique. Enfin, la force causale, vue comme une topologie de la causalité plus fine que l'opposition entre continuité et discontinuité,

permettrait une exploration plus précise des relations qu'entretient la dimension causale avec les autres dimensions de la cohérence. Le prochain chapitre développe la problématique esquissée ici, et que vise à traiter notre travail empirique sur la force causale dans les chaînes causales issues de textes de vulgarisation scientifique.

**Partie 2 Etude empirique de la force causale dans les chaînes
causales explicatives**

Chapitre III Objectifs de l'approche empirique

Ce chapitre vise à présenter la problématique et les méthodes de notre étude empirique de la dimension causale. Après un bref descriptif des deux approches complémentaires adoptées pour décrire et expliquer la distance causale mentale, on énonce la problématique de chacune, pour finalement préciser le champ du travail empirique mené en vue de traiter ces problématiques.

III - 1 Décrire la notion de distance causale dans le contexte des chaînes causales

L'objectif de cette étude est double. Il s'agit de décrire, par deux approches complémentaires, la structuration mentale des connaissances correspondant à la relation de causalité. Premièrement, décrire des degrés dans la distance causale plus fins que la simple distinction continuité/discontinuité, et étudier comment cette notion de distance s'articule avec des structures de connaissances causales plus complexes que des couples cause-conséquence hors contexte, à savoir les chaînes causales. Il s'agit notamment d'élucider de quelle distance causale réelle (objective) la distance causale mentale est l'analogie ou le reflet. En second lieu, rechercher des composantes sémantiques simples dont les

combinaisons rendraient compte de la distance causale, c'est-à-dire tenter de décomposer la représentation mentale de la causalité en « primitives » situationnelles plus élémentaires, notamment temporelles, spatiales, et référentielles.

Le premier volet du présent travail vise à étudier le jugement de plausibilité comme distance causale mentale. Des travaux antérieurs ont établi la relation entre plausibilité et difficulté à intégrer des couples de phrases. Notre travail vise à préciser le sens et la portée de la notion de distance causale en l'étudiant à la fois comme élément d'une structure causale plus riche, et aussi comme la caractéristique d'événements-en-contexte, situés en un point précis d'un parcours causal. Il s'agit donc, d'une part, d'étudier en quoi l'on peut dire que la distance causale (mentale) exprimée par la plausibilité est le corrélat mental d'une distance causale « réelle », et en quoi elle est affectée par sa place dans la progression d'une chaîne causale.

Le second aspect de ce travail est la recherche de facteurs sémantiques permettant d'expliquer la distance causale. Cette démarche est motivée par le constat que la nature de la relation de causalité est différente de celle des autres dimensions du modèle d'indexation multiple. Il nous a semblé préférable de ne pas fonder cette étude sur un modèle de la causalité elle-même, comme l'ont fait Talmy (1988) ou Denhière et Baudet (1992), par exemple. De telles théories permettent de rendre compte des détails de l'organisation interne des représentations mentales et de leur complexité, mais leur finesse déborde largement le cadre d'une description axée sur la cohérence textuelle. Leur démarche s'appuie sur une sémantique psychologique générale, qui intègre à une théorie plus générale des éléments sémantiques de la représentation une explication des modalités de la représentation de la causalité. Notre démarche est inverse, en ce qu'elle s'appuie sur l'hypothèse que la causalité est une catégorie pertinente de relations entre représentations mentales, pour autant qu'elle peut être ordonnée de façon cohérente par la force causale. On cherche alors, « par la voie descendante », à établir des facteurs sémantiques généraux permettant de rendre compte de cette dimension de la cohérence, sans caractériser a priori un schéma de causalité. Il s'agit moins d'une définition de la causalité que d'une mise en relation de cet observable (la force causale) avec d'autres aspects autonomes de la représentation. L'objectif est donc de rendre compte de la distance causale à travers des aspects du contenu sémantique qui recourent le moins possible à une catégorisation fine du contenu spécifique de la relation cause-conséquence. Nous nous sommes pour l'essentiel bornés à préciser les notions de continuité temporelle, spatiale et référentielle, afin de vérifier dans quelle mesure la dimension causale

pourrait être « réduite » aux autres dimensions de la cohérence, ou dans quelle mesure ces dimensions peuvent servir d'indices de la causalité. Nous avons tenu compte des apports de la sémantique cognitive en tentant d'identifier certaines relations prototypiques de cause à effet. Nous avons étudié l'impact de telles situations sur la force de la cohérence causale.

III - 2 Topologie de la distance causale

Ce premier volet de l'étude de la dimension causale consiste en une exploration de la topologie de la force causale, c'est-à-dire à une étude de l'organisation propre à cette mesure (est-elle un continuum ou bien un ensemble discret ?), de la relation entre cette mesure de la relation mentale de causalité et des aspects extérieurs de la causalité (la distance causale mentale reflète-t-elle la distance causale dans le discours ?), ou encore de la relation entre force causale et élaboration d'inférences (la force causale est-elle synonyme d'effort inférentiel ?). Nous présentons ici les trois angles d'approche de notre étude de la distance causale mentale exprimée par le jugement de plausibilité, qui conduiront à trois séries d'analyses du même matériel empirique visant à répondre aux questions suivantes : de quelle façon la distance causale mentale reflète-t-elle le degré de détail de la causalité dans le discours ? Quel est le rôle joué par la dynamique de l'enrichissement du contexte sur la plausibilité ? Le classement des couples cause-conséquence par niveau de distance causale est-il pertinent ? Enfin nous présentons une discussion sur le rôle de l'expertise dans le jugement de plausibilité, qui donnera lui aussi lieu à des analyses spécifiques.

III - 2.1 Distance causale et degré de détail

Si la plausibilité correspond à une idée de distance causale mentale, de quelle « distance causale réelle » est-elle le corrélat ou le morphisme³⁶ ? La seule description graduée de la causalité que les sciences aient aujourd'hui proposée est celle des probabilités. Or si la distance entre deux objets dans le temps ou l'espace peut toujours être évaluée par des moyens objectifs, notre évaluation de la probabilité de la succession de deux faits provient en général de nos connaissances causales, ou bien de théories scientifiques rigoureuses inapplicables aux situations courantes de la compréhension où il s'agit d'estimer une relation causale sans pouvoir procéder à des expérimentations, fussent-elles « naïves ». Pour contourner ce cercle vicieux méthodologique, on s'intéresse à un autre aspect de l'organisation causale des événements réels : la possibilité de décomposer les enchaînements, d'intercaler entre une cause A et sa conséquence C, une étape intermédiaire B, qui soit à la fois une conséquence de A et une cause de C. Dans le cadre d'une chaîne causale que l'on développe (en intercalant des causes intermédiaires) ou contracte (en supprimant des intermédiaires), on peut faire varier le degré de détail de la causalité. Considérons par exemple le couple cause-conséquence suivant : « un astéroïde géant percute la terre » → « la photosynthèse est empêchée ». Cet enchaînement peut être soit donné directement, soit décomposé en plusieurs couples cause-conséquence qui s'enchaînent, par exemple : « un astéroïde géant percute la terre » → « Une énorme masse de poussière est soulevée » → « la photosynthèse est empêchée ». Chaque enchaînement peut à son tour être « développé » en un enchaînement correspondant à un degré de détail plus précis.

Quel est le rapport structurel entre les relations causales, leur possible développement, et la distance causale ? On cherche à déterminer quel est l'impact de la composition d'enchaînements causaux sur la distance causale. Autrement dit, si A est la cause de B, et B la cause de C, quel est le rapport entre la distance causale de (A,C) et les distances des couples (A,B), (B,C) ? Est-ce que le fait de développer (A,C) en deux enchaînements diminue les

distances causales entre les phrases du chemin causal ? On veut notamment savoir si la distance causale est une mesure analogue à la probabilité, pour laquelle la composition (par succession d'événements indépendants) est simplement un produit : $P(A,C) = P(A,B) \times P(B,C)$ et donc la probabilité de (A,C) est toujours plus faible que celle de ses composantes respectives³⁷. On pourrait s'attendre à un résultat différent dans le cas de la distance causale (ainsi d'ailleurs que dans le cas de l'estimation subjective de la probabilité). En effet, dans un texte explicatif décrivant un mécanisme causal (par exemple (A-B-C-D-E-F-G), A étant la cause de B, qui est la cause de C, etc...), on peut concevoir d'extraire un « chemin causal macrostructural » du chemin causal détaillé (A-B-C-D-E-F-G), par exemple (A-D-G). Ce chemin macrostructural « résumerait » le chemin détaillé, en constituerait les articulations essentielles. En pareil cas, on peut s'attendre à ce qu'un couple du « chemin causal macrostructural » corresponde à une distance aussi petite ou plus petite que l'une de ses composantes. Par exemple, la distance (A,D) serait inférieure ou égale à la distance (A,B), ou (B,C), ou (C,D).

La question est donc de savoir si la distance causale, comme mesure de l'organisation des connaissances sur la causalité, est régie ou non par une règle que l'on pourrait formuler ainsi : « pour les informations nouvelles, plus la relation causale est détaillée, ou décomposée, plus la distance causale est petite ». Si une telle règle est respectée, cela signifie que la construction d'une macrostructure pour une chaîne causale ne repose pas sur la force causale au moment précédant la lecture, mais sur une élaboration postérieure.

³⁶ Le mot morphisme n'est pas à comprendre ici dans sa rigueur mathématique, mais pour véhiculer l'idée d'une transformation (le passage de la causalité « objective » à la représentation de la causalité) qui préserve une opération (en l'occurrence une notion de distance causale). L'usage courant du mot « isomorphisme » tend à donner à ce mot la place que devrait occuper « morphisme ». En mathématiques, un isomorphisme est un morphisme dont la réciproque est aussi un morphisme, autrement dit une bijection préservant une opération dans les deux sens. Parler d'isomorphisme, c'est énoncer une équivalence de structure sans perte d'information.

³⁷ Nous n'employons ici la notion de probabilité qu'à titre d'illustration ; la formule du produit des probabilités employée correspond au cas particulier où « A cause B » et « B cause C » sont indépendants, et où « A cause C » ne se produit par ailleurs que si A cause B et B cause C.

III - 2.2 Distance causale et dynamique textuelle

La seconde ligne de questionnement par laquelle nous voulons approfondir l'étude de la distance causale est celle du rôle du contexte. Les études antérieures de la plausibilité ne concernent que des couples de phrases, et correspondent de ce fait à des situations relativement pauvres. En étudiant les couples cause-conséquence dans le cadre des chaînes causales, notre intention est d'approcher la causalité dans des situations plus proches de la réalité d'une production discursive complexe, plus « écologiques ». La chaîne causale n'est pas un texte « naturel », mais comme dans un tel texte, un contexte s'enrichit phrase après phrase, et le lecteur s'appuie sur l'ensemble des informations qu'il a intégrées au contexte pour traiter la dernière phrase. En un mot, la succession de plusieurs enchaînements conduit à l'élaboration d'un modèle de situation plus riche qu'une simple phrase. Il s'agit donc de savoir si la richesse du contexte ou la position de la phrase ont un impact propre sur le jugement de plausibilité. L'idée principale de notre approche de la dynamique textuelle est qu'un éventuel effet de rang trouverait son explication essentielle dans l'évolution du rôle du contexte qu'implique sa construction progressive.

Plusieurs aspects du contenu sémantique des phrases d'un texte varient en fonction de leur rang dans le texte. Par exemple, la première phrase d'un texte ou d'un paragraphe sert souvent à en introduire le thème. Plusieurs travaux de linguistique consacrés au texte indiquent que le degré d'informativité, corrélé avec le degré de spécificité de l'information véhiculée, est croissant du début à la fin d'une séquence thématique (cf. Giora, 1985 pour un aperçu de ces approches). La dynamique textuelle ainsi décrite associe comme deux faces d'une même pièce la généralité/spécificité de l'information d'une part, et d'autre part sa pertinence, définie comme le rapport qu'elle entretient avec la thématique (à savoir congruence avec la thématique, ou mise en place de la thématique). A mesure que le contexte s'élabore dans la représentation par le traitement successif des phrases du texte, chaque nouvelle information est jugée pour sa pertinence (le degré auquel elle traite du thème mis en place) et son informativité (la quantité d'informations qu'elle livre). Cette description de la progression textuelle n'entraîne pas nécessairement de conséquences sur la plausibilité : ce transfert progressif du poids entre le rôle pragmatique et la richesse sémantique contribue peut-être à maintenir un équilibre tout au long de la séquence.

On veut déterminer s'il existe une dynamique textuelle de la plausibilité des enchaînements causaux en examinant s'il se dégage un profil général d'évolution de la

plausibilité en fonction du rang. On peut formuler plusieurs types d'hypothèses sur le profil de la plausibilité en fonction du rang. Le premier type concerne une éventuelle spécificité du premier enchaînement, qui présente deux particularités par rapport aux enchaînements suivants : libre de tout contexte, la spécificité de l'information présentée est contrainte par le fait que le contexte de la conséquence est présenté dans la même phrase que la cause. D'autre part, la brièveté du contexte mis en place par la première phrase exerce une contrainte plus faible sur la conséquence. Ces deux facteurs peuvent donc contribuer à une acceptabilité supérieure de la première proposition, du fait de la pauvreté relative du contexte utilisé pour évaluer la plausibilité, et du caractère possiblement plus général de l'information présentée qui en découle. On peut à l'inverse aussi prédire un rôle négatif de l'absence de contexte : l'évaluation d'un enchaînement pauvre exige un effort de construction supérieur : les informations à l'aune desquelles la conséquence doit être jaugée sont à inférer. Cet effort peut jouer négativement sur la plausibilité. Par ailleurs, au plan pragmatique, il est possible que le jugement de plausibilité comprenne une part de jugement de pertinence, c'est-à-dire d'évaluation par le participant de la congruité de la proposition dans l'enchaînement. Dans cette perspective, le premier enchaînement, qui institue le thème, n'est pas traité pour sa pertinence de la même façon que les enchaînements suivants. Nous n'avons pas de prédiction concernant l'effet sur la plausibilité d'une éventuelle différence de la nature du traitement du premier enchaînement. Le second type d'hypothèses concerne un éventuel effet général du rang dans la plausibilité. Les raisons d'un tel effet peuvent être de même nature que celles envisagées dans le cas du premier enchaînement. Ce qui, dans le cas du premier enchaînement, relèverait de la rupture entre l'absence et la présence d'un contexte, relèverait ici d'une gradation, d'un effet progressif de l'enrichissement du contexte sur les facteurs du jugement. Pas plus que dans le cas du premier enchaînement nous ne formulons de prédiction quant à l'impact de la richesse du contexte sur la plausibilité : agit-il comme une source d'informations favorisant l'acceptation des enchaînements, ou bien cette richesse exerce-t-elle au contraire une contrainte négative sur la plausibilité ? Par rapport au cas du premier enchaînement, un autre facteur vient s'ajouter aux paramètres supposés susceptibles d'avoir une influence sur la plausibilité : malgré la consigne donnée au participant « d'accepter » le contexte pour ne juger que le caractère de conséquence de la dernière proposition, on peut suspecter un « effet cliquet » qui ferait tendre à juger moins plausible un enchaînement appuyé sur un contexte contenant un enchaînement préalable jugé peu plausible, ou au contraire à juger plus plausibles des enchaînements dont le contexte a été jugé lui-même très plausible.

III - 2.3 Distance causale et inférences

Myers, Shinjo, & Duffy (1987) ont montré que le rappel d'un couple cause-conséquence n'est pas une fonction monotone de la distance causale. Le rappel s'améliore à mesure que la distance causale diminue, pour finalement décroître pour les couples très proches causalement. Duffy, Shinjo & Myers (1990) et Myers & Duffy (1990) ont montré que cette forme en cloche traduit l'effort d'élaboration fourni par le participant : plus grand est l'effort d'élaboration d'inférences effectué pour relier les deux propositions, meilleur est le rappel. L'effort est minimal pour les couples très proches ou très lointains. C'est pourquoi ces deux types de couples sont moins bien rappelés que les couples dont la distance est intermédiaire, car pour ceux-ci il est à la fois possible et nécessaire d'élaborer une inférence de liaison pour en construire une représentation cohérente.

D'après le modèle proposé par ces auteurs, c'est dans les distances causales intermédiaires que l'effort cognitif lié à l'élaboration d'inférences est maximal. Si l'on conçoit aisément que l'effort est d'autant plus grand que la distance causale est grande, ce modèle implique l'existence d'un seuil de distance causale au-delà duquel l'élaboration d'une inférence de liaison n'est pas entreprise. Cette approche, partagée à notre connaissance par tous les auteurs du domaine, implique l'autonomie de la notion de distance causale. La distance causale est en effet porteuse d'une information d'une autre nature que celle l'effort inférentiel. Plus précisément, il doit exister un mécanisme permettant d'estimer la distance causale qui ne consiste pas en la recherche d'une inférence, sans quoi l'effort fourni pour les distances les plus grandes serait maximal. La distance causale n'est donc pas uniquement le reflet de l'effort inférentiel, elle exprime une caractéristique du rapport causal d'une autre nature. Pour ce qui concerne le traitement des grandes distances causales, les travaux cités avancent une articulation acceptable de l'échelle de la distance causale et ce que nous appellerons l'ordre inférentiel. Comme nous l'avons dit, la relation proposée est que les niveaux de causalité les plus faibles correspondent à l'absence d'élaboration d'inférences. Mais une question reste ouverte concernant le « haut » des échelles : existe-t-il dans l'ordre inférentiel une hétérogénéité symétrique, concernant les relations de cause très fortes ? Autrement dit, l'échelle de l'effort inférentiel pour la causalité intermédiaire ou forte est-elle

un continuum convergeant asymptotiquement vers zéro à mesure que la force causale augmente, ou bien présente-t-elle un seuil en deçà duquel l'effort est nul ou change de nature ? Le modèle de Singer et ses collaborateurs repose sur l'idée que tout lien causal établi dans le modèle de situation requiert la convocation d'une connaissance à long terme qui permet de valider la relation causale supposée. Or la convocation d'une connaissance du monde et son intégration à la représentation caractérisent le travail d'élaboration d'une inférence de liaison. En bref, pour ces auteurs, il n'y a pas de causalité sans travail inférentiel, et plus précisément, pas de causalité sans l'intégration d'une inférence de liaison dans la représentation. Une interprétation au pied de la lettre de ce modèle, dans lequel les inférences sont nécessaires même en cas de plausibilité élevée, impliquerait que l'augmentation du niveau de développement entraînerait toujours une augmentation du niveau de plausibilité. Par contraste, on peut suggérer une lecture du modèle dans laquelle il existe un « niveau de facilité maximal », pour lequel toutes les inférences ont un coût nul. Cela conduit à distinguer, dans la causalité forte, entre les situations pour lesquelles il existe un faible coût inférentiel (mais rattachables à l'échelle de l'effort inférentiel des niveaux intermédiaires), et les situations qui correspondent au plancher de l'effort inférentiel. Cette distinction serait symétrique de la rupture entre « inférence très difficile » et « inférence impossible » qui marque une frontière dans la partie inférieure de l'échelle de la plausibilité.

Comment l'étude du développement ou de la contraction des enchaînements permet-elle d'éclairer la relation entre l'ordre inférentiel et l'échelle de la force causale ? Les chaînes causales fournissent un corpus de couples que l'on peut développer en intercalant des phrases intermédiaires. Ainsi, le développement d'un enchaînement peut être vu comme la formulation d'une ou plusieurs informations qu'il aurait fallu inférer pour établir la cohérence, ou du moins qui permettent d'épargner un effort inférentiel, car des intermédiaires explicitant la relation causale sont formulés. Réciproquement, s'il est établi que la plausibilité décroît avec la distance entre deux phrases dans la chaîne, alors on peut voir la contraction d'un couple comme la nécessité pour le compreneur de substituer une inférence à l'information supprimée. Cette hypothèse de la modélisation de l'effort inférentiel par le niveau de développement d'une chaîne causale étant posée, l'étude de l'effet des contractions et des développements sur la force causale doit permettre d'une part de confirmer le modèle de Myers et ses collaborateurs, et d'autre part de traiter la question de la relation entre les deux échelles pour la causalité forte. En effet, si les valeurs inférieures de l'échelle de la force causale correspondent à l'impossibilité d'établir une inférence et donc une relation causale,

alors on doit s'attendre à ce que les contractions soient sans effet sur la plausibilité : on ne peut pas empirer l'impossibilité d'une relation. Autrement dit, le modèle de Myers prédit l'existence d'un plancher de plausibilité en deçà duquel les contractions sont sans effet. Symétriquement, quelles hypothèses peuvent être formulées pour le haut de l'échelle ? L'échelle de plausibilité étant finie, l'interprétation la plus stricte du modèle de Singer impliquerait une plausibilité croissante en fonction du niveau de développement tendant asymptotiquement vers la valeur maximale de l'échelle. L'hypothèse alternative d'un plancher de l'effort inférentiel implique au contraire un plafond à l'effet du développement sur la plausibilité qui serait inférieur au maximum de l'échelle. Le profil de la plausibilité en fonction du niveau de développement serait alors symétrique au profil en fonction de la contraction.

III - 2.4 familiarité et distance causale

L'étude d'informations extraites de textes de vulgarisation scientifique nous oblige à traiter un facteur peu pertinent pour la narration en général : le niveau d'expertise du lecteur dans le domaine traité par le texte. En effet, dans la narration les connaissances requises pour l'établissement des relations causales sont celles du « lecteur moyen », et concernent les situations connues de tous. Il en va autrement dans les textes expositifs, dont on peut rapprocher nos chaînes causales issues de textes de vulgarisation scientifique (voir toutefois III - 4.1.1). Pour ce type de textes, le niveau des connaissances du lecteur sur le domaine a des conséquences sur la sélection des informations traitées en priorité, sur la gestion de la continuité textuelle et sémantique par le lecteur, mais aussi sur le niveau de représentation privilégié (plus fidèle à la surface pour le non-expert, plus axé sur la situation pour l'expert)³⁸.

³⁸ Leon, Peñalba, & Pérez (2002) présentaient des textes expositifs sur des sujets analogues à ceux de notre matériel : ces textes présentaient une séquence d'informations toutes causalement reliées entre elles. L'ordre des phrases était soit conforme à celui de la causalité (chaque cause étant présentée avant sa conséquence), soit inverse (chaque cause étant présentée avant sa conséquence). Les participants devaient ensuite compléter un schéma constitué de boîtes reliées entre elles par des flèches figurant la relation de cause à conséquence. Le sens des flèches était celui de la causalité factuelle, et le participant devait restituer les informations du texte dans les boîtes. La performance de rappel des sujets experts n'était pas altérée par le sens de présentation de la chaîne causale, alors que pour les sujets non experts, la performance était fortement amoindrie dans la condition où l'ordre était inversé.

Les connaissances constitutives d'un domaine sont pour l'essentiel des connaissances causales (rares sont les domaines de connaissance purement descriptifs). Il ne fait pas de doute que la facilité d'un lecteur à élaborer des inférences de liaison—et donc à instancier un lien causal—dépend du niveau de ses connaissances dans le domaine traité. Cette différence est susceptible de concerner non seulement le processus de l'inférence, mais aussi son produit : on infère en utilisant les connaissances que l'on a. L'expertise du participant est donc naturellement une variable à contrôler.

III - 3 Expliquer la causalité par des facteurs situationnels

Après avoir étudié les propriétés de la distance causale comme mesure, exploré sa topologie et son rapport avec des descripteurs quantifiés de la causalité, nous abordons la question de ses déterminants. Nous avons déjà précisé (au point III - 1) qu'il ne s'agit pas de définir la structure sémantique de la causalité, comme l'ont déjà fait des travaux relevant d'une démarche de sémantique cognitive. Notre intention est d'éprouver le caractère « primitif » de la relation causale comme dimension de la cohérence du modèle de situation, ou du moins son autonomie. L'approche « topologique » de la distance causale mentale visait à établir dans quelle mesure la distance causale reflète fidèlement l'information relative concernant la proximité des éléments qui constituent la relation de causalité, la facilité qu'on aura à les intégrer dans une représentation, ou encore l'effort d'élaboration d'inférences associé. On veut compléter cette étude sur la quantification de la relation causale par une étude des déterminants sémantiques de la quantité étudiée. Par contraste avec la plupart des approches, on traite ici la relation de causalité comme un continuum et non comme une relation oui/non. Cet enrichissement nous permet d'interroger, dans le contexte du modèle d'indexation d'événements de Zwaan, l'autonomie de la dimension causale par rapport aux autres dimensions de la cohérence du modèle de situation.

La présente approche s'appuie sur l'observation que la relation de causalité est une dimension de la cohérence plus complexe que le temps, l'espace et les protagonistes, ou même les buts (qui sont un cas particulier de causalité), et qu'il convient pour cette raison d'envisager de façon approfondie l'articulation de la causalité avec ces trois dimensions. En effet, outre qu'une ontologie de la causalité est délicate à établir, et que les critères

épistémologiques de la causalité sont complexes, la relation de causalité n'est pas indépendante des facteurs temporels et spatiaux : mentionnons ici le fait que la cause ne succède jamais à la conséquence, et l'importance de la notion de contiguïté (spatiale et/ou temporelle) pour la plupart des auteurs, ou encore le rôle de l'idée de *productivité* de la cause, ou encore celle de mécanisme (qui implique, littéralement ou métaphoriquement, l'idée de contact). Une occurrence de relation causale a toujours lieu dans l'espace et le temps (car c'est une *occurrence*, c'est-à-dire qu'elle *a lieu*). Notons ici que ce n'est sans doute pas le fait du hasard si dans les deux séries d'études de régression multiple de Zwaan, Magliano, & Graesser (1995), parmi les 10 variables explicatives considérées, le temps et la causalité étaient à chaque fois les plus corrélées (respectivement $r = 0,36$ et $r = 0,55$).

Il s'agit donc ici de chercher dans quelle mesure la force causale peut être expliquée à partir de facteurs situationnels dans le cadre d'une indexation multiple. Nous tentons d'évaluer, d'une part, dans quelle mesure la force causale résulte de la continuité temporelle, spatiale et référentielle de la situation, et d'autre part, si le caractère prototypique d'une relation causale a un impact sur cette force. Nous analyserons dans un premier temps les composantes de la continuité temporelle et spatiale du modèle de situation, pour élaborer des variables indicatrices de la cohérence temporelle, spatiale et référentielle de la situation. Puis nous recenserons également certaines configurations prototypiques de la relation de causalité, ou certains facteurs de typicité issus de théories de la représentation mentale ou de la psychologie du développement, afin de marquer dans notre matériel des éléments susceptibles, par leur présence dans une configuration causale typique, d'avoir un impact sur la force causale.

L'analyse et la définition des descripteurs que nous venons d'évoquer sera présentée au chapitre VI. Nous présentons dans cette partie les raisons pour lesquelles nous nous intéressons à une approche de la causalité recourant aux autres facteurs situationnels (temps, espace, référence), plutôt qu'à une approche qui conçoit la causalité mentale comme le résultat d'un calcul logique. Pour ce qui concerne l'approche logique de la causalité, nous évoquerons d'abord les raisons de la différence d'approche générale, puis nous expliquerons en détail pourquoi les critères logiques de nécessité et de suffisance ne sont pas des descripteurs situationnels essentiellement différents du jugement de plausibilité. Nous aborderons ensuite les enjeux de l'approche « tridimensionnelle » de la causalité pour les théories de la représentation analogique, puis enfin nous aborderons l'articulation des descripteurs de typicité à la notion de schéma.

III - 3.1 Une causalité « sans logique »

Parmi les descripteurs de la relation causale, nous n'avons pas retenu les facteurs logiques, pour deux raisons de niveaux différents. La raison d'ordre général est qu'il nous semble plus parcimonieux de décrire la force causale à partir d'indices situationnels destinés à appartenir à la représentation, plutôt que de recourir à une forme de raisonnement, laquelle consiste soit en une évaluation de la contrefactualité (de type logique ou simulationniste), soit en la validation du lien causal occurrent par la convocation d'une loi générale connue. Les deux approches ne sont pas incompatibles, mais il nous semble en nécessaire d'explorer l'approche situationnelle. La raison plus particulière pour laquelle nous avons exclu les descripteurs logiques (nécessité et suffisance) de la causalité est que nous ne les considérons pas comme différents par nature du jugement de plausibilité ; nous expliquerons pourquoi.

III - 3.1.1 Approche parcimonieuse de l'établissement du lien causal

Dans les théories courantes de la causalité dans la compréhension (notamment Singer, van den Broek, Kintsch ; Zwaan est neutre de ce point de vue), l'établissement d'un lien causal entre deux événements passe par la vérification de la congruence de l'enchaînement avec les connaissances du monde, ou avec des critères définissant la causalité (e.g. le critère de contrefactualité). Ces approches ont été décrites au chapitre II comme relevant de la validation (cf. II - 3.2.1) et de la déduction (cf. II - 3.2.2). Elles impliquent l'une et l'autre une forme de raisonnement, plus ou moins apparenté au raisonnement logique, conduisant à l'établissement du lien causal. Remarquons que l'approche de la causalité calculée est compatible à la fois avec les théories constructionnistes de l'inférence et avec les théories minimalistes, car elle concerne le mécanisme de validation du lien de cause à effet et non celui de la génération d'une inférence intermédiaire. Une vaste littérature est consacrée à cette approche, et il ne s'agit pas ici de prendre position sur ses hypothèses. Notre optique consiste à chercher, en amont d'un éventuel mécanisme de validation, dans quelle mesure il existe des indices permettant de « deviner » la présence d'un lien causal, avec un recours minimal aux connaissances du monde, sans calcul proprement causal. L'utilisation de tels indices pourrait constituer une heuristique économique pour établir le lien de causalité, ou du moins pour déclencher des mécanismes de validation de ce lien.

III - 3.1.2 Nécessité et suffisance sont des mesures de la force causale

Plusieurs travaux de la littérature utilisent les critères logiques de nécessité et de suffisance pour décrire la force causale. Nous avons choisi ne pas utiliser de tels critères car dans le cadre de cette étude, l'évaluation de la nécessité aurait été inutile, et l'évaluation de la suffisance aurait été redondante avec le jugement de plausibilité. Nous expliquons pourquoi.

Il faut distinguer entre deux approches des critères de nécessité et de suffisance (que par commodité nous désignerons par N et S dans la suite de cette partie). Comprises de façon traditionnelle, N et S sont des critères définitoires de la causalité : la cause est par définition nécessaire à sa conséquence (pour tous les penseurs modernes), et chaque théorie définit des critères ou des types de causalité en termes de combinaisons de nécessité et suffisance (ex. Mill, Mackie). Nous parlons d'approche traditionnelle de N et S, car elles sont ici utilisées telles que les a définies la logique mathématique, comme des relations binaires (i.e. ou bien la relation de nécessité/suffisance entre A et B a lieu, ou bien elle n'a pas lieu). L'approche de Van den Broek, par contraste, étend les notions traditionnelles de N et S en les rendant graduées au lieu de binaires. Pour van den Broek (1990a), il y a des degrés de N et des degrés de S. Il élabore ainsi un indicateur de la force causale égal à la moyenne entre nécessité et suffisance. Cette mesure de la force causale lui a permis de mettre en lumière plusieurs aspects intéressants de la causalité dans la compréhension de texte, et aussi de montrer que la suffisance est un critère plus important que la nécessité. De notre point de vue, l'approche de van den Broek vise moins à découvrir des facteurs explicatifs de la force causale qu'à en élaborer un outil léger d'évaluation. Il a certes montré la dissymétrie des rôles de la nécessité et de la suffisance mais cela n'explique pas par quel moyen ou critère on peut juger du degré de la nécessité ou du degré de suffisance. Au cas où la force causale serait aussi efficacement exprimée en termes de nécessité et de suffisance, qu'en termes de plausibilité, il resterait à établir les mécanismes qui permettent au sujet comprenant de les estimer. En résumé, l'opposition nécessité/suffisance permet de catégoriser ou définir la causalité ; les degrés de nécessité et suffisance sont une des définitions possibles de la force causale, non une explication de ses composantes.

Dans notre matériel, la nécessité est un postulat explicite de la situation de communication (les participants savent qu'il s'agit de chaînes causales). Les participants ne sont pas incités à défier le postulat que la relation est nécessaire (ou causale) lorsqu'ils doivent la qualifier par un degré de plausibilité. Dans ce contexte où toutes les relations binaires sont nécessaires, évaluer le degré de suffisance devient synonyme d'évaluer le niveau de plausibilité. Le but de la présente étude n'est pas de confronter deux mesures de la force

causale, fondées respectivement sur des critères N et S, ou sur le jugement de plausibilité : il s'agit plutôt de rechercher les facteurs explicatifs de la force causale. Les observations de Trabasso et al. (1989 ; cf. p. 145) et celles de Tapiero et al. (2002 ; cf. p. 146) suggèrent que le recouvrement entre les jugements de nécessité et de suffisance, et jugement direct de la causalité présente un profil complexe en fonction des caractéristiques du couple (type de causalité, adjacence dans le réseau causal, nombre de lectures), mais le plus souvent ce recouvrement est important. Le jugement de la causalité et celui de la suffisance sont pour l'essentiel interchangeables. Trabasso et al. (1989) ont trouvé que le jugement de causalité et le jugement de nécessité ne se recouvraient pas pour les préconditions, mais Tapiero et al. (2002) ont montré que pour ce type de couples, le recouvrement était important entre nécessité et suffisance ; en revanche, pour la causalité physique, ces auteurs ont constaté une forte proportion de couples nécessaires et non suffisants, et une part appréciable de couples suffisants et non nécessaires. La principale conclusion à laquelle conduisent ces études est que la nécessité englobe un ensemble de cas plus large que la suffisance ou le jugement direct de causalité. La suffisance semble donc être le critère le plus important pour évaluer la force causale. Remarquons enfin que ces études reposent sur une analyse binaire des critères étudiés (les échelles ont été transformées en choix oui/non). Il n'est pas exclu que les différences observées résultent en partie d'effets de seuil.

Nous ne faisons pas d'hypothèse quant à la mesure la plus adéquate de la force causale, mais nous avons préféré utiliser une mesure résultant d'une évaluation globale et explicite du caractère causal d'un enchaînement, dans le but de conforter la pertinence psychologique de la notion de force causale. La suffisance, en ce qu'elle comporte des degrés, ne saurait avoir un pouvoir explicatif sur la plausibilité. Son utilisation dans un cadre théorique ne permet pas de décider si elle est une connaissance primitive (si nos connaissances intègrent des informations sur les probabilités), ou bien si elle est la résultante de facteurs d'une autre nature. De ce point de vue la suffisance est identique à la plausibilité. On peut alors comprendre notre démarche comme la recherche de facteurs situationnels de la suffisance causale (degré de plausibilité et degré de suffisance sont pour nous synonymes).

III - 3.2 Un défi pour la conception analogique de la représentation

La recherche d'indices de la causalité est d'autant plus pertinente si l'on adopte une vue qui insiste sur le caractère analogique de la représentation, sur sa nature perceptive. L'importance de la représentation mentale de la causalité met les théories de la représentation analogique au défi d'expliquer où réside l'analogie entre causalité réelle et causalité représentée, par quoi on « perçoit » la causalité d'un enchaînement. On peut assez facilement définir une notion de distance dans les dimensions temporelle et spatiale du monde réel, et par suite un morphisme de ces dimensions de la réalité vers les caractéristiques de la représentation mentale (dans lequel les distances des dimensions du monde se traduisent par des niveaux d'accessibilité, ou des temps de traitement). Pour ce qui concerne la référence, le principe d'une représentation mentale structurée autour des principaux protagonistes peut également être considérée comme une forme d'analogie. Mais il n'existe aucune notion de « distance causale réelle » pour décrire les relations causales de la réalité. On sait que la causalité constitue souvent le squelette de la représentation mentale, le fil directeur de la cohérence du texte, plus ou moins ténu selon la force causale. Mais de quelle « distance causale réelle » la force causale mentale pourrait-elle être la contrepartie ? Depuis la fin du siècle dernier, les sciences ont substitué à la notion « discrète » de l'explication causale une conception probabiliste de la causalité. La probabilité serait cette mesure objective de la causalité réelle, qui trouverait sa contrepartie analogique dans la force causale mentale. On a mentionné (p. 194) certaines données qui suggèrent que nous disposons de connaissances implicites sur les probabilités. De telles connaissances probabilistes pourraient être la base d'une topologie de la causalité mentale.

Les théories de la nature perceptive de la représentation ne considèrent sans doute pas que la probabilité est une donnée perceptive. Si une connaissance « directe » des probabilités est compatible avec ces approches, il n'en reste pas moins que toute stratégie de catégorisation ou de mise en relation des composantes de la représentation serait d'autant plus économe et cohérente avec les hypothèses de perceptualité qu'elle utilise des informations incarnées (*embodied*) dans les aspects perceptifs de la représentation. Il nous semble qu'une telle hypothèse doit être explorée car elle est plus économe que les hypothèses habituellement formulées, qui impliquent une forme de « calcul logique en ligne », consistant soit en la validation du lien causal occurrent par la convocation d'une loi générale connue, soit en une évaluation de la contrefactualité (simulation mentale d'une situation contrefactuelle pour valider un lien causal). La première hypothèse implique une hétérogénéité du traitement de la

causalité par rapport aux aspects « incarnés » de la représentation. La seconde, qui repose sur l'idée de simulation, est compatible avec la théorie des symboles perceptifs, et avec l'approche simulationniste en général, mais outre que le principe de simulation suppose une consommation de ressources cognitives, cette hypothèse suppose une conception très large de l'affordance, au point qu'on serait tenté de se demander quelles connaissances n'appartiennent pas aux affordances d'un objet.

S'il s'avère que les trois dimensions sont prédictives de la causalité, il serait alors légitime de supposer, par hypothèse de parcimonie, que cette information disponible est utilisée par le système cognitif qui évalue la causalité. Soulignons ici que la possibilité d'évaluer en partie la distance causale à partir des autres dimensions de la situation n'est pas exclusive d'autres formes de traitement sur la causalité. En effet, on peut concevoir que dans la chaîne de traitements conduisant à l'établissement d'un lien causal dans la représentation, une première évaluation d'indices (par exemple contiguïté spatiale et temporelle, cohérence référentielle) permette de « décider » s'il est pertinent ou non de poursuivre l'analyse (par exemple convocation d'une loi qui permettra de valider l'instance). L'utilisation des informations directement disponibles dans la représentation pourrait jouer un rôle d'économie de moyens en permettant de ne pas systématiquement entreprendre des traitements probablement inutiles.

III - 3.3 schémas de causalité

Les schémas, dont la présence et l'importance ont été clairement établies par vingt-cinq années de recherche (ou soixante-dix, si l'on fait remonter leur histoire à Bartlett), sont les structures les plus naturelles pour rendre compte de l'établissement de nombre de relations causales entre éléments d'une narration. La nature des schémas est de fournir la structure sémantique d'une séquence d'événements, et la structure des événements dans le monde est essentiellement causale. Le recours au schéma est peu coûteux, puisqu'il synthétise un grand nombre d'informations dans une unité mentale complexe. Dans cette perspective, l'établissement d'un lien de cause à effet consiste à les insérer dans une structure disponible en mémoire, et comportant des « places ». Toutefois, même si la présence et l'utilisation de telles unités mentales structurées ne fait pas l'objet de remise en cause, les mécanismes

d'appariement qui permettent de rapporter une information textuelle au schéma pertinent restent en grande partie inconnues.

Quel est le niveau de spécificité des schémas qui permettent d'établir la cohérence causale ? Les réponses à cette question peuvent se situer quelque part entre deux conceptions extrêmes du schéma, qui sont d'une part le schéma abstrait de causalité (« A est la cause de B »), et d'autre part la reconnaissance d'un lien spécifique connu de cause à effet (« J'ai pris de l'aspirine, donc je n'ai plus mal à la tête »). Ces deux types de schémas existent sans doute et jouent un rôle dans la compréhension. Sans le schéma abstrait de causalité, on ne pourrait pas parler de ce sujet : parler de causalité, c'est débattre des choses auxquelles on peut légitimement appliquer ce schéma. Il faut de plus tenir compte des situations dans lesquelles je dois me représenter l'existence d'une relation causale dont je ne connais pas la nature (ex. « Le vent souffle, donc l'équipage a sorti la voile en kevlar »). A l'autre extrême, ma vie quotidienne est faite de nombreuses connaissances usuelles très spécifiques, que je ne saurais pas généraliser à d'autres situations. Par exemple, je peux avoir appris qu'en plongeant le filtre du robinet dans un verre de jus de citron, le calcaire disparaîtra (schéma : filtre baigné dans du jus de citron → plus de calcaire). Je pourrai réutiliser ce schéma à chaque fois que je serai confronté à des filtres, du calcaire et du jus de citron. Mais cela ne signifie pas pour autant que je saurais nettoyer la résistance de ma bouilloire si je n'avais sous la main que du vinaigre (il me faudrait alors le schéma moins spécifique : objet baigné dans un acide → plus de calcaire).

Envisager l'étude d'un schéma universel de la causalité dans le cadre de la compréhension de textes nous paraît peu pertinent, dans la mesure où rapporter une occurrence particulière à un schéma abstrait de causalité revient à établir de façon minimale la relation de causalité. Une pareille approche implique que les éléments à rapporter au schéma de causalité comportent en eux-mêmes suffisamment d'indices qui permettent de le faire. C'est donc un avatar de la causalité perçue, sauf à supposer l'intervention d'un mécanisme extérieur au schéma (mais alors pourquoi parler de schéma ?). A l'autre extrême, si les schémas causaux sont très spécifiques, on ne peut formuler de généralités à leur égard. S'ils sont « trop » spécifiques, ils ne rendent pas compte de notre capacité à inférer ou à évaluer la causalité dans des circonstances (réelles ou textuelles) nouvelles.

Entre ces deux extrêmes, on peut proposer l'existence de schémas de spécificité intermédiaire, caractérisés non par le domaine particulier d'application, mais par des

caractéristiques plus générales de la relation. C'est cette éventualité que nous avons cherché à examiner en proposant de recenser dans la littérature des schémas de causalité prototypiques, susceptibles de constituer des familles générales de relations causales applicables à différents domaines. En nous inspirant principalement de la littérature sur le développement, nous avons recensé des familles prototypiques de causalité. Il s'agira de découvrir si le fait qu'une relation cause-conséquence corresponde à l'un de ces prototypes a un impact sur la plausibilité.

III - 4 Champ de l'étude

III - 4.1.1 Causalité issue d'un texte de vulgarisation

Les quatre types de textes classiquement distingués dans l'analyse littéraire (Kekenbosch, 1999) sont le type descriptif (énumérant les caractéristiques d'une chose), le type expositif (donnant des instructions sur le maniement ou le fonctionnement), le type argumentatif (développant des faits et preuves dans le but de convaincre), et le type narratif (relation d'événements en général). Si l'on essaie de situer dans cette classification les textes de vulgarisation scientifique, que nous appellerons « explicatifs », on doit constater qu'ils relèvent par essence d'au moins trois de ces catégories : ils sont descriptifs car ils doivent présenter le contexte et l'objet de l'étude scientifique, « planter le décor » de façon claire pour tous les lecteurs ; ils sont argumentatifs, pour autant qu'il s'agit de convaincre le lecteur que la ou les explications présentées sont dignes de crédit (ou bien pour donner au lecteur des éléments de choix dans la présentation d'une polémique), et ils sont narratifs car c'est une contrainte du genre de maintenir l'intérêt et le plaisir de la lecture d'un lecteur non spécialiste, sensible aux enjeux sociaux, aux effets dramatiques, à l'anecdote.

Exposer une explication causale d'un phénomène est l'un des buts les plus fréquents des textes. Dans ce cadre, l'établissement de liens causaux est un but avoué du texte, il n'est pas seulement une condition implicite de la cohérence de sa représentation. Dans le texte explicatif, il s'agit souvent d'exposer ou d'argumenter en faveur de liens causaux que le lecteur ne ferait pas spontanément, ou n'assemblerait pas spontanément. Le lecteur, avec l'aide du texte, établit ou se représente des relations causales qu'il n'aurait pas spontanément

élaboré ou convoqué. C'est justement le but du texte de faire parvenir le lecteur à une certaine représentation de la situation, le plus souvent structurée causalement. Dans le texte narratif, en revanche, le lecteur utilise de façon routinière ses connaissances des relations causales pour structurer la succession des événements³⁹. La cohérence causale n'est d'ailleurs pas toujours nécessaire dans la narration, qui peut relater une simple succession d'événements sans rompre son contrat avec le lecteur. Si la cohérence causale est un moyen dans le travail de lecture d'une narration, elle est à la fois un moyen et un but pour le lecteur de texte explicatif.

Dans le texte explicatif, l'établissement de la causalité comme but explicite de la situation de communication et l'importance accentuée de la situation par rapport à la surface rendent plus importante la notion de degrés dans la causalité. Dans le texte explicatif la question n'est souvent pas d'établir ou non un lien causal, mais de trouver les moyens de représenter le lien proposé par le texte. C'est pour cette raison qu'il est pertinent pour l'étude de la compréhension des textes explicatifs d'aborder les degrés de la difficulté à établir un lien causal à partir des caractéristiques de la situation et des connaissances du monde. Une raison supplémentaire de suggérer l'idée de degrés dans la connexion causale est la valeur argumentative de certains passages de textes explicatifs. Le texte explicatif, nous l'avons remarqué plus haut, comporte parfois des aspects argumentatifs. Ils peuvent apparaître par exemple à l'occasion de l'exposé d'une théorie controversée, ou de la présentation d'arguments contradictoires. L'expression de la causalité est bien souvent la brique élémentaire d'une argumentation, elle y tient un rôle privilégié. Les processus impliqués dans la représentation et l'évaluation d'un argument sont nombreux, et il n'est pas question ici de les décrire en détail. Retenons simplement que la bonne compréhension d'un argument requiert au moins sa représentation, et l'attribution à cette représentation du résultat d'une délibération : j'y adhère ou non, je l'accepte ou non. Il est fort probable que le résultat de cette délibération, quand bien même serait-il binaire (au lieu de continu), dépendra en partie de la difficulté que j'aurai eu à me représenter l'argument (en l'occurrence une relation causale). Autrement dit, la force causale entre sans doute en ligne de compte dans l'opération d'évaluation d'un argument. De plus, un critère exigeant de compréhension d'une argumentation implique de garder trace à la fois des arguments acceptés et de ceux rejetés, conjointement avec les raisons du rejet. Nous suggérons ici que lorsqu'une relation de

³⁹ Du moins dans les petites narrations habituellement étudiées par les psychologues. De ce point de vue, le roman policier induit souvent des buts pragmatiques analogues à ceux du

causalité constitue un argument, la distance causale est peut-être un des éléments constitutifs, du moins un déterminant, du codage de l'information délibérative sur cet argument.

III - 4.1.2 Type de causalité traité dans l'étude

Les situations décrites dans un texte de vulgarisation scientifique sont riches en informations. C'est précisément cette grande quantité d'informations, structurées en un modèle de situation complexe, qui fait l'intérêt du texte pour le lecteur, mais aussi, pour le psychologue de la lecture. Toutefois, l'étude d'objets aussi complexes fait nécessairement intervenir une profusion de variables difficiles à contrôler. C'est pourquoi il nous a fallu restreindre l'objet de notre étude (les degrés de la cohérence causale) à une famille très réduite de relations de cause à effet, que l'on pourrait appeler des relations causales factuelles non argumentatives. Nous appelons relations causales factuelles les relations « productives » de cause à effet. On aurait pu préférer « causes matérielles » à « causes factuelles », mais cette expression ne rend pas compte du fait que ces relations ne concernent pas forcément des entités matérielles (par exemple, annonce d'une OPA → le cours d'une action flambe). Sont exclues en particulier du champ de notre étude les causes qui sont des buts (ces dernières relèvent de la cause finale, alors que les relations factuelles relèvent de la cause prochaine), et les relations de causalité argumentatives.

Nous entendons par buts les buts des protagonistes, c'est-à-dire les causes prochaines des actions des protagonistes qui sont en même temps des causes finales. Ce type de causes a été exclu à la fois pour des raisons théoriques et des raisons pratiques. Au plan théorique, les buts n'appartiennent pas seulement à l'ordre des causes « objectives », mais aussi à l'ordre des raisons. Cela implique que le jugement sur le rôle causal d'un but fait intervenir des connaissances relatives à la psychologie (fût-elle du sens commun), dont la spécificité nous a semblé devoir être mise à part des autres formes de causalité « dans le monde ». Par ailleurs, plusieurs travaux (cf II - 3.1.1 et II - 3.1.2) ont établi que les buts sont une catégorie spécifique de causes quant à leur traitement en ligne et à leur impact sur les propriétés de la représentation construite. Les observations de Tapiero, Van den Broek & Quintana (2002) qui suggèrent l'existence de deux familles de causalité (cf. p. 147) laissent le champ à de multiples interprétations : l'existence de deux schémas prototypiques de la causalité, ou

texte de vulgarisation scientifique.

encore d'un schéma pour une seule des familles, une hétérogénéité des modes d'inférence, ou des natures de la représentation associées. La possible hétérogénéité des processus sous-jacents est une des raisons qui nous a fait préférer restreindre le champ de l'étude. Au plan pratique, la raison de l'exclusion est double : la première raison tient au fait que les buts interviennent le plus souvent en arrière-fond d'une situation, et c'est la combinaison d'un but avec un fait énoncé qui conduit à une conséquence (en général une action) ; ainsi, en dehors du cadre de la narration, le but apparaît rarement comme une cause individualisable. Par ailleurs – et c'est la principale raison – si les protagonistes, leurs intentions et leurs buts occupent souvent une place prépondérante dans la narration, il en va autrement dans les textes de vulgarisation scientifique. La présence de protagonistes doués de buts dans ce type de textes intervient lorsqu'il s'agit de relater les circonstances d'une découverte, ou l'histoire d'une idée. Ce type de développement, bien qu'essentiel pour maintenir l'intérêt du lecteur, relève d'une problématique différente de celle d'expliquer un mécanisme social ou naturel, or c'est cette explication que l'on tient en général pour l'objectif principal de la communication de vulgarisation. Remarquons toutefois qu'il n'existe pas de frontière nette permettant d'exclure absolument la notion de but dès que l'objet du discours touche l'activité humaine, même dans un exposé « naturaliste » des phénomènes. Même entre deux phénomènes reliés « mécaniquement », des buts peuvent se trouver implicitement intercalés entre les rouages du mécanisme. Par exemple, une relation entre la baisse des taux d'intérêts dans un pays et le cours de la monnaie du même pays, même si elle s'apparente dans la plupart des théories économiques à un « mécanisme automatique », repose en fait sur l'action volontaire d'êtres humains animés par des buts.

Le terme « non argumentative » signifie que l'on exclut du champ de l'analyse toutes les relations qui sont causales au titre des conditions d'énonciation. Ce type de causalité est situé sur le plan de la pragmatique de la communication textuelle, par opposition au contenu du texte (ce dont parle le texte). Voici un exemple de cette forme de causalité (que Traxler, Sanford, Aked & Moxey, 1997 qualifient de « diagnostique ») : « les pavés sont mouillés » → « il pleut ». Au plan du contenu, la première phrase n'est pas la cause de la seconde (ce n'est pas parce que les pavés sont mouillés qu'il pleut, la causalité dans les choses est en sens inverse). C'est au plan rhétorique que l'on perçoit comme causale la relation entre l'énoncé de la première phrase et celui de la deuxième: c'est parce que j'ai constaté que le pavé est mouillé que je peux affirmer qu'il pleut. Et l'intention du discours est bien de transmettre cette articulation du raisonnement, et non de livrer la relation causale entre le fait qu'il pleut et

le fait que les pavés sont mouillés. Bien entendu les chaînes causales sur lesquelles nous avons travaillé sont parfois les éléments d'une argumentation (elles en sont parfois une pièce maîtresse). Mais nous avons à dessein écarté de notre champ d'étude les relations dont la nature est proprement argumentative (ex. « untel dit ceci donc je répons cela »), car elles font intervenir deux aspects différents de la représentation : la représentation de ce dont parle le texte, et la représentation du texte lui-même en tant qu'énoncé, du moins au travers de son économie argumentative (il faut non seulement que je me représente le sens auquel rapporte l'énoncé, mais aussi la le rôle de l'énoncé lui-même et sa relation avec un autre énoncé. C'est donc une représentation à deux niveaux). Nous n'avons donc considéré que les relations de causalité incluses dans le modèle de situation pris au sens le plus restrictif, c'est-à-dire celles qui concernent « les choses dont parle le texte ». Louwerse (2002) a suggéré qu'il n'y a pas de différence de nature entre les deux niveaux de la représentation ; mais sa proposition théorique n'a pour l'instant pas fait l'objet de validation expérimentale ; jusqu'à présent les aspects pragmatiques de la signification ont été principalement étudiés sous l'angle des indexicaux, ou à l'échelle de la phrase. On sait donc peu de choses de l'articulation des deux niveaux au sein du modèle de situation.

III - 4.1.3 Forme linguistique du matériel

Notre but étant d'étudier la topologie et les facteurs de la distance causale, et afin d'éviter dans la mesure du possible que ne rentrent en compte des facteurs rhétoriques ou argumentatifs autre que la causalité factuelle (par exemple ordre de présentation ou mode de combinaison des faits), nous avons fait porter notre étude sur des chaînes causales, c'est-à-dire sur des phrases constituant un canevas très simplifié des enchaînements causaux décrits dans le texte original. La chaîne causale est une séquence d'événements ou de faits qui se suivent causalement, et de façon linéaire. A l'évidence, cette description de l'organisation causale du monde comporte deux sérieuses limites : d'abord, son caractère linéaire la rend partielle. En effet, détailler ou simplifier ne se conçoit dans le contexte d'une chaîne causale que comme l'enrichissement d'un parcours causal particulier. Rompre la linéarité, en faisant par exemple se combiner deux causes indépendantes entre elles pour produire une conséquence, ou encore substituer une cause à une autre, sont des opérations que nous réalisons ou traitons de façon fréquente et naturelle. Elles sont néanmoins exclues du champ de notre étude, car nous ne savons pas les comparer par une mesure objective quantifiée. La seconde limite essentielle de cette description des relations réelles de causalité est son

caractère relatif : il n'existe pas d'échelle absolue pour estimer le degré de détail. Deux parcours causaux ne sont pas a priori comparables du point de vue de leur degré de détail. On peut néanmoins comparer les effets d'une modification de leurs niveaux de détail respectifs.

Une autre limitation découle de notre approche de la représentation sous l'angle de la cohérence textuelle : la taille des unités linguistiques utilisées. Les relations causales considérés sont celles qui concernent des faits décrits par deux phrases successives. Par conséquent les relations causales établies explicitement ou implicitement à une échelle plus petite que celle de la phrase (par exemple par l'usage de formes causatives) échappent à la maille de notre analyse. Une raison de cette exclusion est opérationnelle, car le jugement de plausibilité à ce niveau exigerait une formalisation poussée de la représentation du contenu sémantique de la phrase, ainsi que l'apprentissage par les participants du maniement de cette représentation afin de pouvoir porter des jugements. De telles contraintes sont difficiles à mettre en œuvre techniquement, et auraient rendu le matériel de l'étude (encore) moins « écologique ». Par ailleurs, nombreux sont les travaux mesurant les temps de lecture, les mouvements oculaires, et les inférences qui indiquent clairement que la phrase est une unité d'intégration sémantique (e.g. Kintsch 1988 ; Rayner & Pollatsek, 1989 ; Kintsch, Welsch, Schmalhofer & Zimny, 1990).

Chapitre IV Topologie de la distance causale (Etude 1)

Dans cette étude, qui vise à traiter les problématiques annoncées au point III - 2, nous avons recueilli des jugements de plausibilité sur une échelle en six points pour des couples cause-conséquence plus ou moins détaillés extraits de chaînes causales, elles-mêmes issues de textes de vulgarisation scientifique. Il s'agit principalement d'examiner la relation entre les variations du degré de détail d'un enchaînement et la distance causale qui lui est associée. Secondairement, on veut déterminer s'il existe un effet dynamique de la chaîne causale sur la distance causale, c'est-à-dire un effet de rang dans la distance causale. On veut aussi interroger les propriétés de la distance causale en vue de préciser les relations entre cette échelle et le travail d'élaboration d'inférences. Enfin, l'expertise des participants pour les domaines traités par les chaînes est contrôlée par le recueil de jugements de familiarité. Dans l'hypothèse où la familiarité reflète l'expertise, on étudiera le rôle de cette dernière dans la plausibilité.

IV - 1 Définition des termes utilisés et des variables étudiées

IV - 1.1 Chaîne causale

Une chaîne causale est une séquence de phrases dont chacune est la conséquence de la précédente, et la cause de la suivante. Le critère opérationnel définissant la relation de causalité entre deux phrases est celui de la *nécessité dans les circonstances* : A est cause de B s'il est vrai (au moins dans l'intention de l'auteur) que dans le contexte, si A n'avait pas eu lieu, alors B n'aurait pas eu lieu. Ce critère implique la transitivité de la relation. Par suite, un élément quelconque d'une chaîne causale est non seulement cause de l'élément qui le suit immédiatement dans la séquence, mais aussi de tous les éléments qui suivent. Réciproquement, un élément de la chaîne est une conséquence de chacun des éléments qui le précèdent. L'annexe A-1 présente les chaînes causales élaborées pour cette étude. Le point IV - 2.1.1 présente la méthode de leur élaboration.

IV - 1.2 Couple, enchaînement

Dans la suite du texte, on utilisera indifféremment les mots « couple » ou « enchaînement » pour « couple cause/conséquence ». Le jugement de la plausibilité d'un couple est le jugement de la plausibilité de la seconde phrase en tant que conséquence de la première, compte tenu du contexte.

IV - 1.3 Distance causale, force causale

Dans la suite du texte, on parlera indifféremment de force causale ou de distance causale. La distance (ou la force) causale concerne les représentations mentales d'événements (ou d'états), et non les événements eux-mêmes. Elle est la mesure de « distance mentale entre un événement et un autre selon la dimension de la causalité ». La force causale (notion utilisée par Keenan, Baillet & Brown, 1984) exprime sur une échelle inversée la même idée que la distance causale : on peut la formuler comme force d'association des représentations de deux événements (ou états) selon la dimension de la causalité. Nous considérerons que la force causale et la distance causale, qui évoluent en raison inverse l'une de l'autre, correspondent

néanmoins exactement à la même idée. Ainsi, lorsque dans la terminologie de Keenan, Baillet & Brown (1984) on parle de niveau élevé de force causale, cela correspond, en termes de distances, à une distance faible, ou à une grande proximité. Nous pourrions indifféremment utiliser force ou distance, selon la clarté de chaque formulation dans le contexte. Le mot « distance » nous semble mieux traduire l'idée d'une analogie entre « l'espace des événements représentés » et « l'espace des représentations » qui est sous-jacente au modèle d'indexation multiple. Aussi, il semble plus clair de parler de distance causale comme élément de description d'une « topologie de la dimension causale » (sans prétendre utiliser le terme de distance dans sa rigueur mathématique). Par ailleurs, les données recueillies pour estimer la distance causale sont des jugements de plausibilité. Compte tenu du fait que l'échelle de la plausibilité est inverse de l'échelle des distances causales, il sera parfois plus commode de parler de force causale (dont l'ordre est congruent avec celui de l'échelle de plausibilité. On lira donc la plausibilité comme une mesure inverse de la distance, et comme une mesure directe de la force.

IV - 1.4 Rang, rang de présentation, combinaison

Dans les développements qui suivent, on appelle « chaîne initiale » la chaîne causale complète. Le « rang » d'une proposition désigne sa place dans la chaîne initiale (indépendamment du rang auquel elle est éventuellement présentée aux participants). On appellera « rang de présentation », noté RP, le rang auquel un enchaînement particulier est présenté à un participant donné.

La « combinaison correspondant à un couple », ou « combinaison d'un couple » dénote une combinaison de rangs pour la cause et la conséquence. Le code de la combinaison est un code à deux chiffres, dont le premier correspond au rang de la cause, et le second au rang de la conséquence. Ainsi, le code de la combinaison du couple constitué de la première et de la dernière proposition d'une chaîne est 17. On suggère au lecteur de lire ce code de combinaison « un-sept » plutôt que « dix-sept ». Rappelons qu'une combinaison dans une chaîne particulière définit un couple.

IV - 1.5 Taille du couple, couples initiaux, sauts.

La « taille » d'un couple est la différence entre les rangs des propositions du couple. Par exemple, un couple 17 a pour taille 6 (c'est la taille maximale). Les couples de taille 1 sont ceux de la chaîne complète ; pour eux les rangs de la cause et de la conséquence sont consécutifs. Par la suite, on appellera « couples initiaux » tous les couples constituant la chaîne initiale. Par contraste, on appellera « sauts » les couples non initiaux, c'est-à-dire ceux dont cause et conséquence n'ont pas des rangs consécutifs dans la chaîne initiale.

IV - 2 Méthode

IV - 2.1 Matériel

IV - 2.1.1 Elaboration des chaînes causales initiales

Six chaînes causales (cf. A-1) furent élaborées à partir de six textes extraits d'une revue de vulgarisation scientifique (*Science et Avenir*). Chacune de ces chaînes causales comportait 7 phrases, l'événement décrit par une phrase étant toujours la cause de l'événement décrit par la suivante. Chaque chaîne causale peut donc être décrite par la séquence 1-2-3-4-5-6-7, les phrases étant numérotées par leur rang. C'est la chaîne causale complète, comportant 7 phrases, que l'on appelle chaîne initiale.

La principale règle fut de construire les chaînes à partir d'un texte figurant dans un numéro de la revue *Science et Avenir*, et que chaque phrase d'une chaîne soit le verbatim ou la reformulation (parfois développée en plusieurs étapes) d'une information mentionnée dans le texte. Les exceptions à cette règle furent rares : il a parfois fallu ajouter une phrase pour maintenir un niveau minimal d'intelligibilité à la chaîne. Dans certains cas les éléments de la chaîne causale ont été transposés, des noms de lieux, ou d'entreprises ont été changés pour faciliter la compréhension dans le contexte sémantique relativement peu détaillé de la chaîne causale. Par exemple, dans un des textes d'origine la Banque Mondiale s'inquiète des effets de la pollution en Chine. Dans le matériel expérimental, la Banque Mondiale a été remplacée

par l'Organisation Mondiale de la Santé, dont le nom semble plus cohérent avec la situation pour un participant qui ne connaîtrait pas les missions de la Banque Mondiale.

Si l'ordre de présentation des informations dans le texte d'origine ne correspondait pas à l'ordre causal, alors cet ordre était modifié afin de respecter la contrainte de construction des chaînes causales (les causes précèdent leurs conséquences). Le choix de la revue *Science et Avenir* paraissait adapté à l'objet de l'étude : cette revue de vulgarisation scientifique présente des informations scientifiques à un public non spécialiste, au travers de formes textuelles proches de la narration. Une part importante des articles ou rubriques de cette revue est consacrée à l'explication ou à l'exposition de mécanismes causaux permettant d'expliquer des phénomènes naturels, ou parfois sociaux.

IV - 2.1.2 Plan de l'étude

L'un de nos principaux objectifs était de comparer les distances causales des couples à leurs possibles décompositions. Le matériel devait donc maximiser le nombre des comparaisons possibles entre des couples et leurs composantes (par exemple 1-2 et 2-3 sont les composantes de 1-3). On a toutefois préféré qu'un participant n'ait pas à juger deux couples imbriqués, afin d'éviter que le second jugement soit exprimé relativement au premier, ce qui risquait d'introduire des différences artefactuelles entre les jugements de couples imbriqués. Afin de tenir compte de cette double contrainte (maximiser le nombre d'imbrications et ne pas faire juger à un participant deux couples imbriqués), nous avons élaboré cinq variantes de chaque chaîne, par suppression d'éléments de la chaîne causale initiale. Les six variantes de chaque chaîne (en comptant la chaîne complète) furent réparties en carré latin dans six conditions : chaque participant jugeait les couples de six chaînes, chacune dans une variante différente, et chaque chaîne apparaissait dans des versions différentes à travers les six conditions. Le Tableau 2 indique la répartition des variantes de chaque chaîne dans les six conditions correspondant aux groupes de sujets. Le Tableau 3 indique quelles phrases de la séquence complète subsistent dans chaque variante (le numéro d'une phrase correspond à son rang dans une phrase complète). Toutes les variantes commencent par la même phrase, et se terminent par la même phrase, afin d'assurer une certaine homogénéité du contexte entre les variantes : les diverses variantes sont autant de « chemins » menant de la phrase 1 à la phrase 7. A travers les variantes sont notamment présents tous les couples pour lesquels une seule phrase intermédiaire a été omise (par

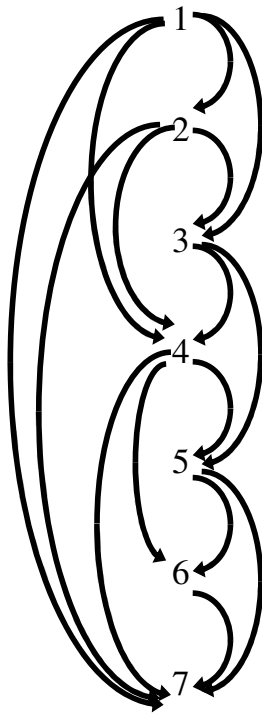
exemple 1-3 ou 4-7). Les variantes furent conçues pour contenir également des couples de taille élevée (omission de 2, 4 et 5 phrases). Pour chaque chaîne, la plausibilité est recueillie pour 15 couples cause-conséquence. La Figure 2 (p. 218) récapitule sur un schéma les couples cibles en les figurant par des flèches.

Conditions	Chaînes					
	1	2	3	4	5	6
1	I	II	III	IV	V	VI
2	VI	I	II	III	IV	V
3	V	VI	I	II	III	IV
4	IV	V	VI	I	II	III
5	III	IV	V	VI	I	II
6	II	III	IV	V	VI	I

Tableau 2 : Plan du recueil des jugements de plausibilité. Le tableau indique l'affectation des variantes (en chiffres romains) de chaque chaîne (colonnes) aux groupes de sujets (lignes). Par exemple, un participant affecté à la condition 4 juge la plausibilité des couples de la chaîne 1 dans la variante IV, de la chaîne 2 dans la variante V, et ainsi de suite. Le **Tableau 3** indique les couples contenus dans chaque variante.

Variante I : (chaîne complète)	1 2 3 4 5 6 7
variante II	1 2 4 6 7
variante III	1 3 5 7
variante IV	1 4 7
variante V	1 2 7
variante VI	1 7

Tableau 3 : Constitution des variantes d'une chaîne causale pour l'étude 1. Chaque chiffre arabe (entre 1 et 7) correspond à une phrase, identifiée par son rang dans la chaîne complète. Pour chaque variante, les suites de chiffres de la deuxième colonne indiquent à la fois les phrases présentes et leur ordre, qui préserve celui de la version complète.



1. Un astéroïde géant percute la terre
2. Une énorme masse de poussière est soulevée
3. La lumière du soleil est masquée
4. La photosynthèse est empêchée
5. Les plantes et le plancton disparaissent
6. Toutes les espèces sont touchées
7. Les dinosaures disparaissent

Figure 2 : Combinaisons de couples cause-conséquence recueillis dans l'étude 1. A droite, un exemple de chaîne causale complète. Dans le schéma de gauche, les chiffres correspondent au rang de la phrase dans la chaîne causale. Chaque flèche figure un couple cause-conséquence pour lequel des jugements de plausibilité ont été recueillis. On peut ainsi comparer les jugements recueillis pour un couple de faible degré de détail (par exemple 2-4) avec les jugements recueillis pour ses composantes (pour le couple 2-4, par exemple, ce sont les couples 2-3, 3-4).

IV - 2.1.3 Variables

Pour décrire la relation entre le degré de détail (ou de décomposition) et la distance causale, on prendra en compte la taille du couple, c'est-à-dire le nombre d'enchaînements séparant la cause de la conséquence dans la chaîne initiale. Un examen de l'effet de la taille sur la plausibilité permettra de déterminer si en général la diminution du degré de détail correspond à une augmentation de la distance causale. Les autres variables indépendantes

d'intérêt pour cette étude sont le rang de la conséquence, le rang de présentation de l'enchaînement, et la chaîne. Le rang de la conséquence et le rang de présentation permettent de contrôler une éventuelle dynamique de la séquence textuelle elle-même dans l'explication de la plausibilité. La chaîne est un facteur important, car tout couple appartient à un chemin causal particulier. La chaîne doit donc naturellement marquer l'effet du domaine spécifique traité par ses couples. La principale variable dépendante, mesure de la force causale, est le jugement de plausibilité porté pour chaque cause-conséquence sur une échelle en six points. Le jugement de plausibilité la une mesure inverse de la distance causale.

Un moyen courant de contrôler le rôle de l'expertise est d'élaborer un matériel relativement homogène quant au domaine de connaissances, et de recruter les participants parmi des populations a priori spécialistes ou non spécialistes. Par contraste avec une telle approche, nous avons choisi d'inclure dans le matériel des domaines variés. Les chaînes présentées aux participants n'impliquaient pour l'essentiel que des connaissances communes. D'autre part, nous nous sommes assurés qu'aucun participant n'était expert dans l'un des domaines traités, par son métier ou ses études. Ces précautions étant prises, nous avons également recueilli des jugements de familiarité, dans le but de détecter l'éventualité qu'un participant soit spécialiste dans le domaine concerné par un texte, ou bien totalement étranger à ce domaine. Notre étude concerne donc a priori un lecteur non spécialiste du domaine, mais nous tenons néanmoins compte d'une mesure de familiarité. Il conviendra de s'assurer que les données recueillies sur la familiarité reflètent bien une donnée distincte des jugements de plausibilité : en effet il faut envisager la possibilité que les participants, en formulant leur jugement de familiarité, aient tendance à « résumer » leurs jugements de plausibilité antérieurs.

IV - 2.2 Participants

Soixante-douze participants volontaires, de langue maternelle française, âgés de 18 à 45 ans ont été interrogés pour cette étude qui durait quinze à vingt minutes.

IV - 2.3 Procédure

Jugements de plausibilité

Chaque participant recevait un carnet de 7 pages A4 recto, contenant chacune plusieurs items (couples) à juger. La consigne définissait les chaînes causales, et indiquait au participant qu'il allait devoir juger de la plausibilité de phrases extraites de plusieurs chaînes causales.

Pour chaque item, les phrases précédant la conséquence étaient d'abord présentées, sous forme d'un bloc de texte dont la dernière proposition était la cause du couple à juger. La conséquence du couple à juger figurait en caractères gras à la suite de ce bloc, séparée par une ligne blanche. En dessous figurait la phrase « Compte tenu des propositions qui la précèdent, je considère que l'événement de la dernière phrase est : ». Juste au-dessous de cette phrase était placée l'échelle d'évaluation. Chaque jugement était porté sur une échelle de six cases contenant chacune une valeur allant de 0 à 5. L'indication de la signification de chaque valeur était portée sous chaque case. Les significations sont : pas du tout plausible (0), très peu plausible (1), assez peu plausible (2), assez plausible (3), très plausible (4), et tout à fait plausible (5). Le participant devait indiquer son jugement en entourant la case de son choix.

La consigne, écrite en haut de la première page, et lue aux participants par l'expérimentateur, leur demandait de traiter les items dans l'ordre, sans retours en arrière, et de ne pas revenir sur une page déjà tournée. Les carnets étaient mis en page de telle sorte qu'une même page ne contenait pas deux couples provenant d'une même chaîne causale.

Chaque participant jugeait successivement la plausibilité de 18 couples cause-conséquence provenant de six chaînes causales différentes, chacune des chaînes étant présentée dans une variante différente. Dans le cas d'une chaîne causale, il ne serait pas pertinent de recueillir les jugements de plausibilité pour des couples entièrement décontextualisés. C'est pourquoi nous avons recueilli les jugements de plausibilité pour les couples d'une chaîne dans l'ordre où ces couples s'y enchaînent. Par exemple, lorsqu'un participant était amené à juger les couples 1-4 et 4-7 d'une même chaîne, il jugeait d'abord de la plausibilité de la phrase 4, ayant lu la phrase 1, puis ensuite de la plausibilité de la phrase 7, compte tenu des phrases 1 et 4. Le participant devait d'abord juger de la plausibilité du premier couple de chaque chaîne dans sa variante, puis de celle du deuxième couple de chaque chaîne dans sa variante, et ainsi de suite. Le Tableau 4 (p. 221) fournit un exemple de l'ordre dans lequel un participant en condition 3 devait juger les couples cause-conséquence. Pour chaque série (1^{er} couple de chaque chaîne, 2^{ème} couple de chaque chaîne, etc...), l'ordre des chaînes dont les couples à juger était extraits était aléatoire, en évitant toutefois dans la

mesure du possible que soient évalués immédiatement l'un après l'autre deux couples de la même chaîne, lors du passage d'une série à l'autre.

	Chaîne	Couple	
1 ^{er} couple de la variante	5	1-2	ces couples présentés dans un ordre aléatoire
	6	1-2	
	1	1-3	
	2	1-4	
	3	1-2	
	4	1-7	
2 ^{ème} couple de la variante	5	2-3	ces couples présentés dans un ordre aléatoire
	6	2-4	
	1	3-5	
	2	4-7	
	3	2-7	
3 ^{ème} couple de la variante	5	3-4	ces couples présentés dans un ordre aléatoire
	6	4-6	
	1	5-7	
4 ^{ème} couple	5	4-5	ces couples présentés dans un ordre aléatoire
	6	6-7	
5 ^{ème} couple	5	5-6	ces couples présentés dans un ordre aléatoire
6 ^{ème} couple	5	6-7	

Tableau 4 : Séquence des couples jugés par un participant dans la condition 3. Pour chaque chaîne, les couples présentés au participant sont triés par ordre d'apparition dans la variante correspondant à la condition. Le participant juge d'abord le premier couples des six chaînes (chacune dans sa variante), puis le deuxième couple, et ainsi de suite. A l'intérieur de chaque rang, les couples des différentes chaînes sont présentés dans un ordre aléatoire, cet ordre est différent pour chaque participant. On a de plus évité dans la mesure du possible que deux couples successifs dans une chaîne soient jugés consécutivement.

Jugements de familiarité

Dans la deuxième partie de l'étude, le participant recevait un carnet de 3 pages, pour lesquelles il lui était cette fois demandé de juger pour chaque chaîne, présentée toute entière dans la même variante que lors de la première partie, A) de son degré de familiarité avec l'explication fournie par le texte avant l'expérience, et B) de son degré d'accord avec cette explication. Les jugements étaient portés sur des échelles de six cases analogues à celles de la première partie. Elles allaient respectivement de « pas du tout familières » à « tout à fait familières », et de « pas du tout d'accord » à « assez d'accord ». Cette partie comptait six items, un par chaîne.

IV - 3 Résultats

Les résultats présentés ici sont divisés en quatre ensembles d'analyses visant à traiter les quatre problématiques mentionnées au point III - 2 (pp. 191-198) : rapport entre degré de détail et distance causale, dynamique textuelle et distance causale, inférences et distance causale, et rôle de la familiarité. L'ordre adopté pour les analyses est différent. L'effet de la taille (degré de détail) devant être contrôlé des effets de matériel ou de passation, nous avons en premier lieu examiné le rôle de la dynamique textuelle. Suivent les analyses relatives à la taille, puis les analyses dans lesquelles les couples sont appariés par leur niveau de plausibilité. Enfin est étudiée la question de la familiarité. Pour l'ensemble des analyses de l'étude 1 et 2, un seuil de significativité $\alpha=0,05$ a été adopté.

IV - 3.1 Résultats généraux

IV - 3.1.1 Données analysées

Dans la présentation des analyses la variable dépendante (jugement de plausibilité) est codée DJ1. Nous avons recueilli 1285 jugements de plausibilité, et 432 jugements de familiarité. Quatre participants sur les 72 ont sauté une page du carnet, ce qui explique que 11 jugements sur les 1296 soumis aux participants sont manquants. Les autres jugements de ces

quatre participants ont été intégrés aux analyses. Le Tableau 5 (ci-dessous) présente la répartition par condition du nombre de jugements analysés.

condition	N participants	N jugements
1	12	216
2	12	216
3	12	216
4	12	209
5	12	213
6	12	215
Total	72	1285

Tableau 5 : Répartition des jugements par condition

IV - 3.1.2 Résultats généraux pour la plausibilité

La distribution des plausibilités moyennes par participant est normale (Shapiro-Wilks $W=,98420$; $p<,6970$). La moyenne globale de la plausibilité est de 2,81, pour un écart-type de 0,53. En moyenne par item (couples), la distribution est également normale (Shapiro-Wilk $W=,96565$; $p<,0862$), la plausibilité moyenne globale est de 2,75 pour un écart-type de 0,97 ; les plausibilités des couples sont comprises entre 0,33 et 4,75.

Les plausibilités moyennes par chaîne (cf. Figure 3, p. 224) s'étendent de 1,75 à 3,39. Les chaînes 1, 2 et 5 ont des plausibilités inférieures à la moyenne, tandis que les chaînes 3, 4 et 6 ont des plausibilités moyennes supérieures. Un écart de 0,69 sépare ces deux groupes.

Chaîne	DJ1 (part)			DJ1 (items)		
	M	N	éc.-type	M	N	éc.-type
1	1,75	72	1,20	1,99	15	1,10
2	2,09	72	1,04	2,40	15	0,77
3	3,23	72	1,25	3,33	15	0,49
4	3,39	72	1,26	3,60	15	0,84
5	2,04	72	1,00	2,12	15	0,51
6	3,03	72	0,97	3,09	15	0,73
Ttes chaînes	2,59	432	1,30	2,754	90	0,97

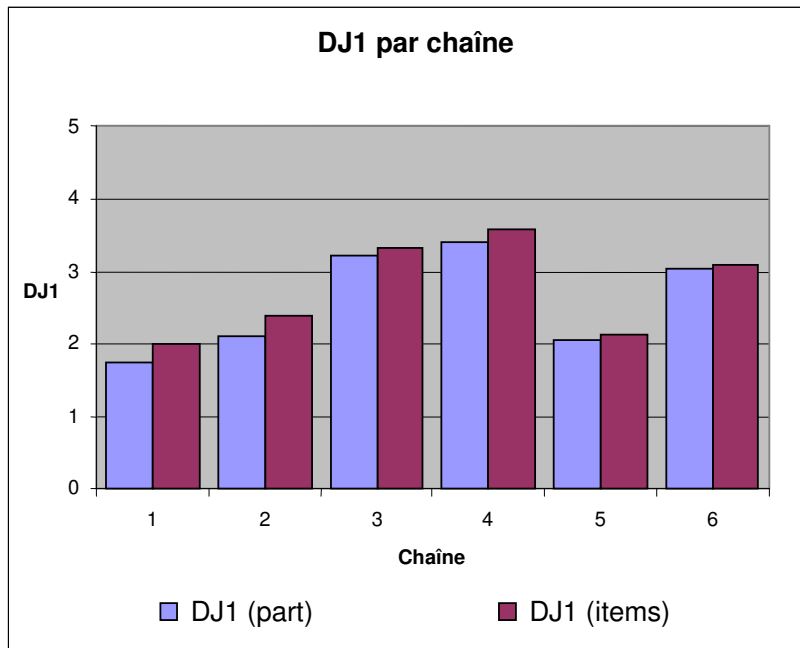


Figure 3 Plausibilité moyenne par chaîne. Les profils de plausibilité moyenne (DJ1 moyen) par chaîne sont calculés soit à partir des moyennes par participant et par chaîne (part), soit à partir des moyennes par couple (items). Les profils sont analogues.

IV - 3.1.3 Effet de la condition

Des analyses ANOVA basées sur le jugement moyen par cellule du carré latin⁴⁰ Condition x Chaîne x Version, il ressort que la condition n'a pas d'effet significatif sur la plausibilité ($F(5,20)=0,52$), à la différence de la chaîne ($F(5,20)=13,13$; $p<0,000$) et de la version ($F(5,20)=6,50$; $p<0,001$). Par conséquent dans la suite des analyses sur la plausibilité il ne sera plus tenu compte de la variable condition.

IV - 3.2 Dynamique textuelle de la plausibilité

Dans les chaînes de notre matériel, la dynamique du texte « naturel » est en grande partie aplanie par le format contraignant de la chaîne causale : la nécessité de faire de chaque proposition une cause individualisable limite l'impact des différences dues au rôle de la séquence dans la pragmatique textuelle (établissement du thème, rôle de l'information dans la problématique, etc.) sur le degré de généralité de l'information présentée. Toutefois, il n'en est pas moins vrai qu'à mesure que les causes s'enchaînent, le contexte s'enrichit progressivement, et la possibilité d'une information plus spécifique (car susceptible de réagir sur un contexte informationnel plus riche) augmente. Il faut donc, afin de contrôler le rôle du contexte dans le jugement de plausibilité, tenir compte du rang de l'enchaînement dans la séquence textuelle proposée au participant.

Pour étudier un possible effet du rang sur la plausibilité sans avoir à contrôler l'effet de la taille, non contrebalancée dans notre matériel, nous avons dans un premier temps étudié les seuls couples initiaux, c'est-à-dire ceux qui constituent la chaîne complète. En effet pour ces couples, le rang est identique au rang de présentation au participant, et la taille est constante. L'étude de l'effet du rang sur le jugement de plausibilité consistera donc en une analyse d'interaction entre la chaîne (6 modalités) et le rang de la conséquence (6 modalités). Dans cette approche, les items particuliers (couples cause-conséquence) sont regroupés par combinaison (ex. le couple 3-4 ou le couple 6-7). Cette analyse, à l'échelle de la chaîne

⁴⁰ Le terme d'erreur retenu est la somme des carrés totale moins les sommes des carrés des trois effets principaux.

entière vise à dégager un profil général de la plausibilité des enchaînements dans la chaîne causale ; elle sera prolongée dans la section suivante par l'étude de l'effet de la suppression d'un ou plusieurs enchaînements parmi les sept d'origine. L'hypothèse sous-jacente est que la structure des enchaînements est comparable d'une chaîne à l'autre ; la seule source d'homogénéité étant ici la « naturalité » des textes d'origine, à savoir que les chaînes sont extraites de textes comparables. Le second temps de l'étude de la dynamique de la plausibilité en fonction du rang consiste en l'analyse de l'effet du rang de présentation, en incluant l'ensemble des couples (et non plus seulement les couples initiaux).

Dans les analyses de ce chapitre et du suivant, le lecteur pourra se reporter aux graphiques de l'annexe B-1, qui présentent la plausibilité par combinaison, chaîne par chaîne (B-2.2 à B-2.7), ou chaînes confondues (B-1.2). Le point B-1.1 (p. 418) indique comment lire ces graphiques.

IV - 3.2.1 Effet de la combinaison pour les couples initiaux

La courbe rose du graphique de l'annexe B-1.2 indique le profil de la plausibilité par rang de la conséquence. Les plausibilités moyennes par combinaison (toutes chaînes confondues) varient dans un intervalle de valeurs comprises entre 2,78 et 3,54. La courbe est d'abord croissante : la combinaison 1-2 est moins plausible que les combinaisons 2-3 et 3-4. Puis la plausibilité décroît jusqu'à la combinaison 5-6, avant d'opérer une légère remontée pour la combinaison 6-7. La tendance générale est à la décroissance de la plausibilité. Afin d'examiner cette hypothèse, nous avons conduit une analyse de régression sur les plausibilités moyennes par item avec pour variable indépendante le rang de la conséquence. Le coefficient de régression est négatif ($r=-0,25$), et non significatif ($t(34)=-1,52$; $p<0,03$; $R^2= 0,06$).

Une ANOVA combinaison x chaîne pour les couples initiaux (avec la chaîne en facteur aléatoire) confirme les données précédentes : l'effet de la chaîne est significatif ($F(5,608)=17,75$; $p<0,000$), mais pas celui de la condition ($F(5,25)=1,34$; $p<0,281$). Cependant l'effet d'interaction combinaison x chaîne est significatif ($F(25,608)=3,15$; $p<0,000$). La significativité de l'interaction entre chaîne et combinaison indique que l'effet du profil de plausibilité varie avec la chaîne. L'examen des chaînes individuelles révèle quatre profils distincts : décroissance monotone pour la chaîne 1, croissance pour la chaîne 2, stabilité pour les chaînes 3 et 4, et un profil en « bosse suivie d'un creux » pour les chaînes 5 et 6, qui présentent un profil analogue au profil toutes chaînes confondues, mais amplifié.

Malgré la tendance observée à une décroissance de la plausibilité en fonction du rang, les données ne permettent pas de conclure à une relation systématique entre la plausibilité et le rang.

IV - 3.2.2 Effet du rang de présentation

Le rang des couples initiaux superpose le rang de présentation (RP) à la structure de la chaîne complète : il ne permet pas de démêler, dans le profil de plausibilité, ce qui relève de la structure sémantique d'une chaîne complète (versant de la production) de ce qui relève du rang dans le traitement (versant de la compréhension). La validité des conclusions que l'on peut tirer de l'étude du rang des couples initiaux dans l'optique d'une enquête sur l'effet de rang (de traitement) dépend de l'hypothèse que la construction même des chaînes causales n'implique pas une évolution systématique du type ou de la force causale des enchaînements, autrement dit, de l'hypothèse que l'absence d'effet apparent résulterait d'une interaction entre les caractéristiques du matériel et les caractéristiques du traitement lors de la compréhension. La méthode employée pour construire le matériel ne permet pas d'isoler les deux variables. Il convient donc de compléter l'étude de la dynamique textuelle de la plausibilité par une analyse de l'effet du rang de présentation en considérant cette fois les couples de toutes tailles (et donc en mélangeant les couples de rang initiaux différents), ce qui constitue une meilleure garantie de variété des types d'enchaînements à un rang de présentation donné. Si l'absence d'effet du rang pour les couples initiaux résulte d'un équilibre entre des caractéristiques structurelles du matériel et les caractéristiques de la compréhension liées au rang du traitement, alors le mélange, dans chaque modalité du RP, de couples correspondant à des rangs initiaux différents devrait laisser apparaître un effet du RP.

La plausibilité moyenne par RP varie entre 2,48 et 3,01. La plausibilité est légèrement croissante entre les RP 1 et 3, puis elle se stabilise (la partie finale de la courbe coïncide naturellement avec le profil des couples initiaux). Une ANOVA RP x Chaîne ne révèle pas d'effet du RP ($F(5,25)=0,87$), mais des effets significatifs de la chaîne ($F(5,1249)=28,18$; $p<0,000$), et de l'interaction RP x Chaîne ($F(25,1249)=2,11$; $p<0,001$). Aucune différence entre les modalités de RP n'est significative. Pour les chaînes considérées individuellement, il apparaît que le profil de plausibilité en fonction du RP est analogue au profil des couples initiaux, mais plus « lisse ». Il semble donc que la plausibilité ne subisse pas l'influence du rang de présentation, même si cette variable ne contient que trois modalités « authentiques »,

les trois dernières correspondant par construction presque exactement au rang dans la chaîne initiale.

Il convient toutefois de souligner qu'une absence apparente d'effet du rang de présentation sur la plausibilité peut masquer une interaction entre RP et taille du couple. Pas plus que le rang dans la chaîne initiale, le rang de présentation ne peut traduire un pur effet de rang du traitement, du fait de sa corrélation avec la taille. En effet, sauf à introduire des modifications du degré de détail de la séquence qui mène à une cause de rang n1, il est inévitable que le nombre d'intermédiaires entre n1 et n2 (et donc la taille du couple de conséquence n2) modifie le rang de présentation du couple dont la conséquence est n2. La taille moyenne des couples est inévitablement une fonction décroissante du rang de présentation. Le **Tableau 6** indique, pour chaque combinaison (c'est-à-dire pour chaque combinaison d'une cause et de sa conséquence), son rang de présentation au sujet dans l'étude 1. Le profil de la plausibilité par RP devra donc s'interpréter conjointement avec l'effet de la taille, analysé au point IV - 3.2.3 (p. 229).

Taille	Rang de présentation (RP)					
	1	2	3	4	5	6
1	12	23	34	45 67	56	67
2	13	24 35	46	-	-	-
3	14	47	-	-	-	-
5	-	27	-	-	-	-
6	17	-	-	-	-	-

Tableau 6 : Répartition des combinaisons par rang de présentation et taille. Chaque code combinaison (à deux chiffres) est situé à l'intersection de la colonne correspondant à son rang de présentation et de la ligne correspondant à sa taille. La combinaison 67 est la seule à figurer dans deux cases, car le RP de cette combinaison est 6 dans la version I et 4 dans la version II.

IV - 3.2.3 Discussion

En introduisant la question de l'effet du rang sur la plausibilité, nous avons suggéré que son interprétation relevait d'un mécanisme lié au contexte, sans privilégier d'hypothèse particulière quant à l'existence ou au sens d'un tel effet. Les résultats présentés aux points précédents ne semblent pas indiquer de relation systématique entre le rang d'un couple cause-conséquence dans la séquence lue et sa plausibilité perçue, que l'on considère comme indicateur le rang initial ou le rang de présentation. L'élaboration progressive du contexte au fil des enchaînements n'a donc pas d'effet apparent sur la plausibilité. Ce résultat se démarque des résultats de Trabasso, Van den Broek & Suh (1989) et Tapiero, Van den Broek & Quintana (2002), qui observent une augmentation de la force causale perçue lorsque le contexte est connu. Deux différences peuvent expliquer cette contradiction apparente : la différence des contenus sémantiques en jeu, la direction du contexte (rétrograde dans notre matériel, et bidirectionnel dans les études citées). Il est possible que la connaissance des suites d'un enchaînement ait plus d'impact que la connaissance des événements qui le précèdent.

L'interaction entre chaîne et rang indique que l'absence d'effet global du rang n'est pas la conséquence d'une absence d'effet pour les chaînes individuelles. Plusieurs types de profils ont été identifiés ; une étude sur un corpus de chaînes plus important permet de déterminer si ces types correspondent ou des regroupements fiables ou si ces derniers sont fortuits. Enfin, le rang n'étant pas indépendant de la variable taille, il sera tenu compte de cette variable dans les analyses testant l'effet de la taille.

IV - 3.3 Effet de la taille

L'étude de l'effet statistique de la taille des couples sur la plausibilité vise à traiter la question du rapport entre le niveau de détail d'un couple comme expression d'une distance causale extérieure à la représentation d'une part, et la plausibilité comme expression d'une distance causale mentale. Il s'agit de déterminer dans quelle mesure l'ordre de la seconde est conforme à l'ordre de la première, c'est-à-dire de déterminer si la plausibilité est d'autant plus faible que la taille est élevée. Cette étude procède du global vers le particulier. On tentera dans un premier temps d'examiner la relation globale entre taille et plausibilité en superposant les couples correspondant aux mêmes combinaisons et/ou à la même taille. Dans un second

temps, on tentera de préciser les propriétés des enchaînements individuels au regard des observations établies au niveau global.

IV - 3.3.1 Effet global de la taille

Les analyses présentées ici visent à établir le sens de la relation entre taille et plausibilité, et à éprouver cette observation par une série de tests de variance contrôlant les variables liées à la structure du matériel et à la nature séquentielle de la présentation des enchaînements aux participants. La structure complexe du matériel ne permet pas un contrôle simultané des variables concernées. C'est pourquoi on présentera un ensemble de plans d'analyse partiels s'appuyant sur des sous-ensembles différents des données. On présentera d'abord le profil global de la taille, puis trois ANOVAS contrôlant l'effet de la taille par le rang de la conséquence et la chaîne. Des analyses analogues fondées sur le rang de la cause sont présentées ensuite. Pour finir seront fournis les résultats de deux ANOVAS contrôlant le rang de présentation et la chaîne.

a Statistiques descriptives

La plausibilité décroît avec la taille du couple (voir Figure 4). L'écart le plus important se situe entre la taille 2 et la taille 3 (0,57), et l'écart le plus faible entre la taille 5 et la taille 6 (0,08). D'un point de vue descriptif, la plausibilité semble donc être une fonction monotone du degré de détail, tel que l'exprime la taille. Il convient de préciser cette première approche en examinant les interactions de cette variable avec la chaîne et le rang de la conséquence. Les courbes bleues et jaunes de la font apparaître que pour tout rang de la conséquence, la plausibilité moyenne est une fonction strictement décroissante de la taille du couple. Pour étudier statistiquement l'effet de la taille, il faut contrôler les variables chaîne, taille et rang de la conséquence. De plus, il faut tenir compte de la distinction entre rang initial de la conséquence et rang de présentation au participant. Le plan de recueil des données ne permet pas de croiser simultanément toutes les modalités de ces variables. Afin d'examiner la significativité statistique de la taille, nous avons conduit trois ANOVAS. La première ANOVA croise deux modalités de la taille (1 et 2), cinq modalités de la conséquence (3 à 7), et six modalités de la chaîne. Dans la seconde ANOVA, nous croisons trois modalités de la taille (1,2, et 3) à deux modalités de la conséquence, et aux six modalités de la chaîne. Dans la troisième analyse, on examine la série la plus complète de sauts à conséquence constante dont

le matériel nous permet de disposer : cette ANOVA, qui teste l'effet de la taille et de la chaîne pour la conséquence 7, croise les cinq modalités de la taille (1, 2, 3, 5 et 6) aux six modalités de la chaîne. Dans l'ensemble de ces analyses, la variable chaîne est traitée comme un facteur aléatoire.

Taille	DJ1		
	M	N	éc.-type
1	3,17	36	0,76
2	2,82	30	0,85
3	2,25	12	1,04
4			
5	1,90	6	1,12
6	1,82	6	1,00
Ttes tailles	2,75	90	0,9674

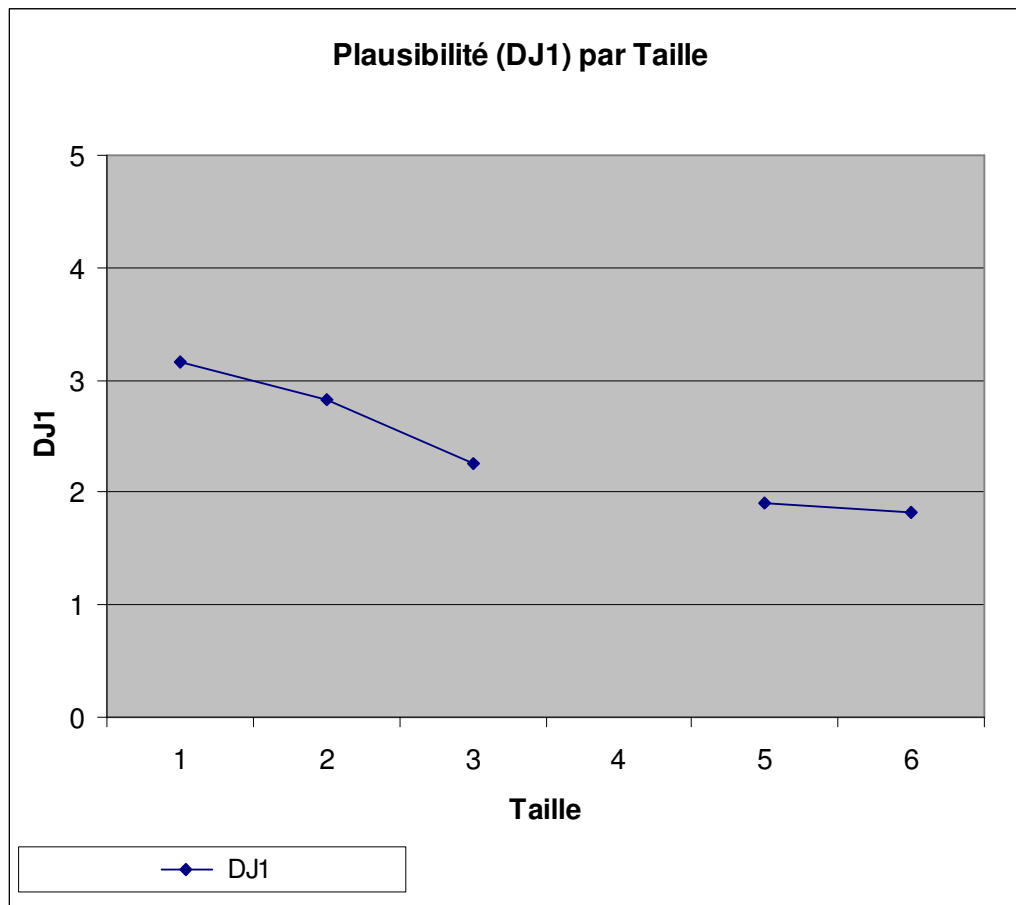


Figure 4 : Plausibilité par taille. La graphique présente la plausibilité moyenne par taille du couple calculée à partir des plausibilités moyennes des items. Le tableau indique les moyennes et effectifs correspondant à chaque taille.

b Taille(2) x Conséquence (5) x chaîne(6)

Dans cette ANOVA, on observe un effet significatif de la taille ($F(1,5)=35,38$; $p<0,002$) et de la chaîne ($F(5,727)=27,03$; $p<0,000$) et un effet non significatif du rang de la conséquence ($F(4,20)=1,49$; $p<0,242$). La seule interaction significative concerne la chaîne et la conséquence ($F(20,727)=2,88$; $p<0,000$). Ces résultats indiquent que les couples de taille 2 sont significativement moins plausibles que les couples de taille 1, et que cette différence ne dépend pas du rang de la conséquence ou de la chaîne.

c Taille(3) x Conséquence(2) x chaîne(6)

Cette ANOVA révèle des effets significatifs de la taille ($F(2,10)=10,27$; $p<0,004$) et de la chaîne ($F(5,466)=25,41$; $p<0,000$), mais pas d'effet du rang de la conséquence ($F(1,5)=0,55$). Ici encore, la plausibilité décroît avec la taille. Une analyse de comparaison planifiée indique que la plausibilité des couples de taille 1 est supérieure à celles des couples de taille 2 ($F(1,466)=5,30$; $p<0,022$). Toutes les interactions d'ordre 2 sont significatives, à savoir Taille x Chaîne ($F(10,466)=2,05$; $p<0,027$), Taille x Conséquence ($F(2,10)=4,43$; $p<0,042$), et Chaîne x Conséquence ($F(5,466)=2,27$; $p<0,047$). La figure d'interaction entre taille et chaîne montre que pour la chaîne 5, la plausibilité pour les couples de taille 3 est légèrement supérieure à celle de la taille 2; par ailleurs, la différence entre taille 2 et taille 3 est plus accentuée pour les chaînes 1 et 2 que pour les autres. L'interaction entre chaîne et rang de la conséquence résulte du fait que pour les chaînes 4 et 5, les couples de conséquence 7 sont moins plausibles que les couples de conséquence 4, alors que dans les autres chaînes, les couples de conséquence 7 sont les moins plausibles. Pour ce qui concerne l'interaction Taille x Conséquence, il apparaît que la décroissance de la plausibilité est beaucoup plus marquée pour la conséquence de rang 4 que pour la conséquence de rang 7, au point que les courbes se croisent entre ces deux abscisses. Autrement dit, alors que les couples de conséquence 4 sont en moyenne plus plausibles que les couples de conséquence 7, les couples 1-4 sont en moyenne moins plausibles que les couples 4-7. Cette différence n'est toutefois pas significative ($F(1,466)=3,61$; $p<0,0580$). Une possible explication de ce fait serait que les couples 1-4 apparaissent en premier rang de présentation dans la chaîne, alors que les couples 4-7 sont toujours précédés d'un contexte; on peut concevoir ainsi la présence d'un contexte comme un facteur qui amoindrit les différences de plausibilité liées à la suppression d'éléments intermédiaires. Un tel effet ne s'observe toutefois pas pour les couples de taille 2 (voir l'analyse d'interaction entre taille et RP du point g Taille(3) x RP(2) x Chaîne(6), p.

235). La validité de l'interprétation proposée supposerait une interaction entre taille et RP, or celle-ci n'est pas significative. Remarquons finalement que cette interaction entre rang et taille ne recèle pas d'exception à la décroissance de la plausibilité en fonction de la taille. Elle n'infirme donc pas l'ensemble des observations qui vont en ce sens.

d Taille(5) x Chaîne (6) à rang constant (conséquence = 7)

Dans cette analyse qui ne porte que sur les couples de conséquence 7, l'effet de la taille ($F(4,20)=4,22$; $p<0,012$) et de la chaîne ($F(5,398)=23,79$; $p<0,000$) sont significatifs, ainsi que l'effet de l'interaction ($F(20,398)=2,73$; $p<0,000$). Le profil de la plausibilité en fonction de la taille est le même dans cette analyse à rang fixe que dans l'analyse générale (remarquons cependant que toutes les données pour les tailles 5 et 6 concernent la conséquence 7). La plausibilité décroît avec la taille. Bien que la différence entre les tailles 3 et 5 soit à la fois la plus accentuée et la seule significative ($F(1,398)=5,65$; $p<0,018$), aucune différence entre deux tailles consécutives n'est significative.

e Interaction avec le rang de la cause

Les analyses qui précèdent qui tiennent compte du rang s'appuient sur le rang de la conséquence. La préférence donnée a priori à la conséquence par rapport à la cause tient au fait que le jugement de plausibilité est susceptible de s'exprimer préférentiellement sur les faits énoncés dans la dernière phrase. Toutefois, si le jugement de plausibilité exprimé portait bien sur une relation entre la conséquence et sa cause (ou du moins une relation entre la conséquence et son contexte, qui inclut la cause immédiate), et non sur la plausibilité intrinsèque à la conséquence, alors on doit s'attendre à ce que l'interaction entre la taille et le rang de la cause soit analogue à l'interaction entre taille et rang de la conséquence. L'examen des interactions par taille et rang de la conséquence correspond à l'examen des interactions entre les courbes (sauf la rose). Les résultats qui précèdent indiquent qu'elles sont bien toutes décroissantes quel que soit leur rang, mais que l'on observe certaines interactions avec la chaîne. L'interaction entre taille et rang de la conséquence s'interprète comme l'interaction entre les séries constituées des points alignés verticalement sur les abscisses du graphique. A cause (abscisse) constante, chaque point correspond à une courbe et à une taille différente. L'interaction avec la cause mesure donc la stabilité inter-cause de l'ordre vertical des courbes en fonction de la taille, alors que l'interaction avec la conséquence mesurerait la stabilité du profil des courbes.

Les ANOVA Taille(2) x Cause(5) x Chaîne(6) et Taille(3) x Cause(2) x Chaîne(6) ont des résultats analogues aux analyses par conséquence. Pour la première analyse, les effets principaux de la taille et de la chaîne sont significatifs (respectivement, $F(1,5)=11,09$; $p<0,021$, et $F(5,797)=27,39$; $p<0,000$), et l'effet du rang de la cause ne l'est pas ($F(4,20)=1,37$; $p<0,279$). Comme dans l'analyse par conséquence, la seule interaction de degré 2 significative concerne Chaîne x Cause ($F(20,797)=2,37$; $p<0,001$). L'interaction d'ordre 3 est également significative ($F(20,797)=2,47$; $p<0,000$). Dans la seconde analyse, Taille(3) x Cause(2) x Chaîne(6), l'effet de la taille est non significatif ($F(2,10)=3,96$; $p<0,054$). Cependant, comme dans l'analyse analogue à conséquence fixe, une analyse planifiée indique que la taille 1 est significativement plus plausible que la taille 2 ($F(1, 536)=4,68$; $p<0,031$). L'effet de la chaîne est significatif ($F(5,536)=22,07$; $p<0,000$). La cause ne présente pas d'effet ($F(1,5)=0,03$). Ce dernier résultat est cohérent avec l'effet non significatif de la conséquence. Parmi les interactions d'ordre 2, Chaîne x Taille ($F(10,536)=4,41$; $p<0,000$) et Chaîne x Cause ($F(5,536)=3,41$; $p<0,005$) sont significatives. L'interaction d'ordre 3 est également significative ($F(10,536)=3,48$; $p<0,000$). Les profils d'interaction sont analogues à ceux de la conséquence. L'interaction Chaîne x Taille n'en diffère que par les profils des chaînes 2 et 6, l'interaction Chaîne x Cause par les chaînes 2 et 3. L'interaction Taille x Cause, non significative, a néanmoins le même profil descriptif que dans l'analyse par conséquence.

L'analyse Taille(4) x Chaîne(6) à rang de la cause constant (=1) révèle des effets significatifs de la taille ($F(3,15)=6,14$; $p<0,006$), de la chaîne ($F(5,405)=11,43$; $p<0,000$), et une interaction significative ($F(15,405)=4,15$; $p<0,000$). Pour cette analyse, la seule différence significative entre deux modalités consécutives de la taille concerne les tailles 2 et 3 ($F(1,405)=14,00$; $p<0,001$). La différence entre la taille 3 et la taille 6 n'est pas significative ($F(1,405)=0,85$).

Les analyses d'interaction entre taille, chaîne et cause confirment l'effet de la taille et son indépendance au regard du rang dans la chaîne initiale. Elles permettent d'appuyer l'idée d'une contribution équilibrée entre cause et conséquence dans le jugement de plausibilité.

f Taille(2) x RP(3) x Chaîne(6)

L'analyse par Taille (modalités 1 et 2), rang de présentation (modalités 1 à 3) et chaîne révèle des effets significatifs de la taille ($F(1,5)=13,88$; $p<0,014$) et de la chaîne

($F(5,677)=17,08$; $p<0,000$). Il n'y a pas d'effet du rang de présentation ($F(2,10)=0,39$), mais une interaction significative entre chaîne et rang de présentation ($F(10,677)=2,11$; $p<0,022$). L'interaction de degré trois est également significative ($F(10,677)=2,51$; $p<0,006$). Selon cette analyse, la plausibilité pour la taille 2 est significativement inférieure à la plausibilité pour la taille 1. La plausibilité moyenne par RP est stable (comprise entre 3,03 et 3,20), mais ce profil est variable selon la chaîne : décroissant pour la chaîne 1, croissant pour les chaînes 2, 3 et 4, et croissant puis décroissant pour les chaînes 5 et 6.

g Taille(3) x RP(2) x Chaîne(6)

Cette ANOVA concerne trois modalités de la taille, croisées avec deux modalités du rang de présentation et six modalités de la chaîne. La taille et la chaîne ont un effet significatif : la plausibilité décroît avec la taille ($F(2,10)=7,30$; $p<0,011$), varie selon la chaîne ($F(5,604)=18,32$; $p<0,000$), et croît légèrement mais de façon non significative avec le rang de présentation ($F(1,5)=2,71$; $p<0,161$). L'interaction entre taille et chaîne est significative ($F(10,604)=3,65$; $p<0,000$). Pour les chaînes 1, 3 et 6, la décroissance est monotone ; pour les chaînes 4 et 5, la plausibilité de la taille 3 est légèrement supérieure à celle de la taille 2, mais inférieure à celle de la taille 1. Pour la chaîne 2 en revanche, on observe plutôt un palier haut, dans la mesure où la taille 2 est plus plausible que la taille 1, alors que la taille 3 est moins plausible que la taille 1.

h discussion sur l'effet global de la taille

L'ensemble des analyses qui précèdent confirment l'effet général de la taille d'un couple sur sa plausibilité. Il ne dépend ni du rang, ni du RP. Étudiées en conjonction avec la taille, les caractéristiques de ces deux variables sont confirmées : absence d'effet principal, et interaction avec la variable chaîne. Toutes les analyses à l'exception d'une (cf. e) signalent un effet significatif de la taille. Plus la taille est élevée, et plus faible est la plausibilité. En ce sens on peut affirmer que la topologie de la distance causale mentale (exprimée par la plausibilité) est bien dans un rapport d'analogie (de morphisme) avec la distance causale dans le discours telle que la décrit la notion de degré de détail (et exprimée par la taille). La décroissance de la plausibilité en fonction de la taille semble linéaire, et régulière. Toutefois les données manquent pour pouvoir affirmer l'absence de rupture : notre matériel ne contenait aucun couple de taille 4. Enfin, ces données obtenues à partir de regroupements ne rendent pas nécessairement compte du rôle de la taille pour un enchaînement spécifique. Les analyses

à conséquence ou à cause constante dévoilent une interaction entre taille et chaîne, et ne font pas apparaître de différence significative entre les tailles 1 et 2. Le profil de la taille pour ces analyses suggère plutôt la présence d'un seuil de rupture qu'une décroissance régulière. Ces observations doivent être confrontées à l'examen des profils individuels, afin de comprendre comment le profil global de la plausibilité par taille s'articule avec les profils individuels des chaînes. On veut notamment savoir si la monotonie et la progressivité de la décroissance s'applique aux profils d'enchaînements spécifiques. Cette question fait l'objet du point suivant.

IV - 3.3.2 profils par chaîne : exceptions, paliers, interaction.

Notre étude des profils individuels des chaînes comporte trois volets. Le premier consiste à rechercher la présence d'éventuelles exceptions à la règle de décroissance de la plausibilité en fonction de la taille. On peut en effet imaginer que la sémantique d'un enchaînement spécifique permette des « raccourcis » dans la chaîne causale qui seraient plus plausibles que les éléments du chemin complet. La deuxième partie de l'étude des profils individuels concerne la progressivité de la décroissance : dans les enchaînements individuels, la décroissance est-elle progressive ou bien présente-t-elle des ruptures ? En nous appuyant sur les profils des couples de conséquence 7 (profil des sauts de conséquence 7), qui sont les séries les plus complètes de couples associés à une conséquence particulière, nous envisageons un modèle descriptif binaire de la plausibilité en fonction de la taille. On appellera ce modèle « modèle par paliers ». Une première approche descriptive ne tient compte que du profil de la plausibilité. La troisième partie de l'étude complète le modèle par la prise en compte de l'interaction entre le profil des sauts et le profil des couples initiaux. L'idée sur laquelle repose cette approche est que la plausibilité du couple initial dont une phrase est la cause constitue une estimation de la « plausibilité intrinsèque » de cette phrase prise comme cause. L'analyse d'interaction entre profil des sauts et profil des couples initiaux est donc une analyse de l'effet de la taille (profil des sauts) qui tient compte de la plausibilité intrinsèque de la cause (profil des couples initiaux) ou du contexte.

a effet de la taille sur les enchaînements spécifiques : comparaisons individuelles

Pour déterminer dans quelle mesure la règle vérifiée au niveau global s'applique au niveau des enchaînements spécifiques, nous commençons par étudier les variations de la

plausibilité liées à une phrase spécifique en fonction de la taille de l'enchaînement dont elle est la conséquence ou la cause. Est-ce que la plausibilité décroît en fonction de la taille, à conséquence fixée ? Nous examinerons également la question à cause fixée. Les comparaisons individuelles discutées ici sont présentées dans le Tableau 7 (ci-dessous).

chaîne	conséquence fixe (96 comparaisons)					cause fixe (84 comparaisons)				
	nb. exceptions	nb consequ exceptions	nb comp conformes	nb signif. conformes	nb consequ	nb. exceptions	nb. causes exceptions	nb comp conformes	nb signif. conformes	nb. causes
1	1	1	15	2	1	0	0	14	5	3
2	2	2	14	3	3	3	3	11	1	1
3	4	2	12	0	0	3	1	11	0	0
4	3	3	13	6	2	3	3	11	4	2
5	5	2	11	0	0	4	3	10	1	1
6	7	2	9	2	2	4	4	10	2	1
Total	22	12	74	13	8	17	14	67	13	8

Tableau 7 : Comparaisons de la plausibilité entre couples partageant la même conséquence ou la même cause. La partie gauche du tableau concerne les comparaisons entre couples partageant la même conséquence, et la partie droite concerne les couples partageant la même cause. Dans chaque partie, la colonne de gauche indique le nombre de comparaisons qui enfreignent la « règle » selon laquelle la plausibilité est d'autant plus importante que la taille est grande. La seconde colonne donne le nombre de conséquences (ou causes) distinctes auxquelles correspondent ces comparaisons. Rappelons qu'aucune de ces comparaisons « infirmant la règle » n'est significative. La colonne du milieu indique le nombre de comparaisons dont le résultat est conforme à la règle. Les deux colonnes de droite donnent le nombre de ces comparaisons qui sont significatives, et le nombre de conséquences (ou causes) auxquelles ces dernières correspondent. Par exemple, dans la chaîne 4, à conséquence fixe, parmi les 13 comparaisons conformes à la règle de décroissance de la plausibilité en fonction de la taille, 6 comparaisons—correspondant à 2 conséquences différentes—sont significatives.

Selon son rang, une phrase peut être la conséquence de 2, 3 ou 5 couples distincts. Les phrases de rang 3, 5 et 6 sont chacune conséquence de 2 couples distincts. La phrase de rang 5 est conséquence de trois couples, et la phrase de rang 7 est conséquence de 5 couples. Tous les couples qui partagent la même conséquence ont des tailles différentes deux à deux ; pour les couples dont la conséquence est 7 par exemple, il y a donc dix comparaisons possibles. Pour une chaîne, on dénombre 16 comparaisons possibles entre couples partageant une même conséquence, pour cinq conséquences de la chaîne. Le nombre total de ces comparaisons pour les six chaînes est donc 96, pour 60 conséquences. A conséquence fixée (voir la partie gauche du Tableau 7), la « règle » de la décroissance de la plausibilité en fonction de la taille n'est pas stricte : d'une part, 22 comparaisons (correspondant à 12 conséquences sur 30 qui ont au moins deux causes possibles) révèlent un couple plus plausible qu'un autre couple de même conséquence et de taille inférieure. Aucune de ces différences n'est toutefois significative. D'autre part, une grande majorité de comparaisons sont conformes à la règle (74 comparaisons), mais parmi elles seules 13 sont significatives (correspondant à 8 conséquences distinctes).

On a également procédé aux comparaisons entre couples partageant une même cause (partie droite du Tableau 7). Le nombre de tels couples, selon le rang de la cause, varie entre 2 et 4, correspondant à 5 couples par chaîne. Pour le rang 1, le nombre de conséquences associées est 4, pour les rangs 2 et 4, le nombre de conséquences associées est 3, et pour les rangs 3 et 5, le nombre des conséquences est 5. On peut ainsi dénombrer dans chaque chaîne 14 comparaisons entre couples de tailles différentes et de cause commune. Le nombre total de telles comparaisons pour les six chaînes est de 84. Parmi ces comparaisons, 17 violent la règle, mais aucune significativement ; parmi les 67 comparaisons conformes, 13 sont significatives, pour huit couples distincts.

Ces analyses ne laissent constater aucune violation significative de la règle de décroissance de la plausibilité en fonction de la taille. D'autre part, cette décroissance—cas le plus fréquent—est le en général non significative : sur 30 conséquences associées à des couples de plusieurs tailles, 22 ne présentent aucune comparaison significative. La proportion est exactement la même parmi les causes de plusieurs couples. On ne peut donc, malgré la conformité descriptive à la règle, exclure l'hypothèse nulle pour les couples correspondant aux autres phrases. Les résultats concernant les comparaisons individuelles à conséquence fixée sont très proches des résultats à cause fixée.

b profil en deux niveaux

Le volet précédent a établi l'absence d'exception significative à la règle de la décroissance de la plausibilité en fonction de la taille, à cause fixe comme à conséquence fixe. Par contraste avec le dénombrement des comparaisons individuelles, on veut ici décrire les profils de plausibilité des séries ordonnées d'enchaînements à conséquence fixe.

Les courbes jaunes présentent les séquences de tailles les plus complètes à conséquence fixe. Ces courbes ont une forme générale croissante (leur minimum est toujours inférieur au dernier point). A l'exception de la courbe de la chaîne 6, en forme de cloche, toutes les courbes des sauts présentent une phase de croissance marquée après une certaine stabilité. Autrement dit, si on lit la courbe par taille croissante, c'est-à-dire dans le sens inverse des abscisses, il apparaît que la décroissance n'est pas progressive : après une phase de stabilité plus ou moins large (entre 0 et 2 phrases supprimées), il se produit une décroissance marquée correspondant à une chute de plausibilité proche de 1 ou supérieure, puis une nouvelle stabilisation. Il semble donc que la décroissance de la plausibilité en fonction de la taille, à conséquence fixe, ne relève pas d'une décroissance progressive mais du franchissement d'un seuil : la suppression d'éléments reste d'abord sans effet, puis la suppression d'un élément particulier diminue notablement la plausibilité, qui atteint alors un plancher. Cette proposition doit être ici comprise comme une hypothèse formulable au vu des résultats descriptifs, et non comme une conclusion. En effet, d'une part, si nous nous sommes donnés comme critère d'une différence « importante » une valeur proche de 1, et qui correspond à une impression visuelle de rupture dans le profil des courbes, ce critère ne s'accompagne dans aucun des cas examinés de la significativité de la différence. D'autre part, une telle différence concernant deux abscisses consécutives n'est observée que pour trois chaînes (1, 2, et 3) ; pour la chaîne 4, la différence entre 27 et 47 est supérieure à 2, ce qui n'exclut pas que l'abscisse 3 puisse être une étape intermédiaire entre les deux paliers de la courbe. Toutefois, même dans cette hypothèse, la courbe n'en présente pas moins deux paliers. Enfin, pour la chaîne 5, l'absence du point d'abscisse 3 rend difficile la lecture de la courbe jaune : selon qu'il soit proche du point 27, proche du point 47 ou dans une valeur intermédiaire, il donnera à lire la courbe jaune soit comme présentant deux paliers (dans les deux premiers cas), soit comme une courbe stable (si le point est intermédiaire). Enfin le profil de courbe en deux paliers ne s'applique pas à la chaîne 6 (on proposera toutefois au point suivant une interprétation en paliers de ce profil, en tenant compte de son interaction avec la courbe rose).

c profil d'interaction avec la courbe des couples initiaux

Si l'on compare cette fois les sauts aux couples initiaux de même cause (c'est-à-dire si l'on examine la relation entre la courbe des sauts et la courbe des couples initiaux)⁴¹, il se dégage alors une description du profil des courbes jaunes plus homogène que celle proposée au point précédent. En effet, si la courbe des sauts n'est pas monotone décroissante en fonction de la taille du saut, dans tous les cas elle se divise en deux parties. Une première partie, correspondant aux sauts de plus haute taille, est inférieure à la courbe des couples initiaux, puis une deuxième partie, correspondant aux couples de plus petite taille, se superpose à la courbe des couples initiaux, ou lui est supérieure. Deux chaînes se plient inexactement au schéma. La chaîne 5, pour laquelle le saut le plus grand n'est pas moins plausible que le couple initial de même abscisse (la plausibilité du couple 17 est inférieure de 0,08 à celle du couple 12. Dans la chaîne 2, les courbes ne se rejoignent que formellement au point d'abscisse 6, puisque ce point de la courbe rose appartient par définition à la courbe jaune. Observons toutefois que la plausibilité à cette abscisse est nettement supérieure à celle des autres abscisses pour la courbe jaune (différence de 1,46 entre 67 et 57), et que par ailleurs elle est presque égale à la plausibilité de 56.

Il ressort du développement qui précède que le profil de la plausibilité en fonction de la taille (à conséquence fixe) est plus intelligible s'il est lu en interaction avec le profil des couples initiaux. Pour simplifier, nous désignerons ces deux profils par la couleur de leurs courbes respectives : jaune pour le profil des sauts, rose pour le profil des couples initiaux. La contribution propre d'une cause particulière apparaît dans le parallélisme des courbes qu'on observe pour chaque palier de l'interaction. En vue de valider statistiquement ce modèle descriptif, nous avons conduit une série d'analyses d'interaction entre la courbe (profil des sauts ou couples initiaux) et le rang de la cause. Descriptivement, on peut identifier pour chaque chaîne (sauf la 2) un couple d'abscisses consécutives marquant la rupture entre la situation où la courbe jaune est inférieure à la courbe rose tout en lui étant parallèle, et la situation où la courbe jaune est confondue à la courbe rose. Nous appelons ce couple d'abscisses « seuil de rupture ». Le seuil de rupture divise les abscisses en deux tranches, que nous appelons respectivement palier bas (abscisses inférieures au seuil de rupture), et palier haut (abscisses supérieures au seuil de rupture). Si ce modèle est exact, il prédit que pour le

palier bas, on doit observer un effet de la courbe et pas d'effet d'interaction ; pour la rupture, on doit observer une interaction ; au palier haut, on ne doit pas observer d'effet de la courbe, ni d'effet d'interaction. Ainsi, pour chaque chaîne, on a procédé à l'identification du seuil de rupture, puis conduit une ANOVA pour chaque tranche d'abscisses.

Le Tableau 8 (p. 242) présente une synthèse des analyses d'interaction par tranche. Tout d'abord, il convient de remarquer que trois chaînes ne présentent pas toutes les tranches : pour les chaînes 1 et 3, le lieu de la rupture ne laisse pas de place au palier haut ; la possible rupture de la chaîne 2 est située aux abscisses 5 et 6, ce qui ne permet pas d'analyse d'interaction. Pour toutes les autres chaînes, chaque tranche contient au moins deux abscisses. Confrontons tranche par tranche les résultats des analyses aux prédictions du modèle. Pour le palier bas, le modèle prédit un effet de la courbe et pas d'interaction (pas de prédiction sur l'effet principal de la cause). L'effet de la courbe est significatif pour toutes les chaînes. En revanche les chaînes 1 et 5 présentent une interaction entre courbe et cause. Pour le seuil, on s'attend à une interaction Courbe x Cause. Elle est significative pour trois chaînes (1,4, et 5), et non significative pour les chaînes 3 et 6. Enfin, le modèle prédit une absence d'effet de la courbe ou d'effet d'interaction pour le palier haut. Les trois chaînes qui présentent cette tranche sont conformes à l'hypothèse. Les observations sont donc conformes aux prédictions principales du modèle : effet de la courbe au palier bas, absence d'effet de la courbe ou d'interaction au palier haut. Toutefois, contrairement aux prédictions, le palier bas présente une interaction pour deux chaînes, et pour deux autres chaînes, l'interaction à la rupture n'est pas significative. Les deux cas d'interaction au palier bas ne semblent pas contredire l'interprétation de cette tranche en « palier » : pour le cas de la chaîne 1, l'interaction est effectivement une convergence, mais cette dernière résulte de la décroissance du profil initial jointe à une plausibilité presque nulle de la courbe jaune : on peut supposer qu'un effet de plancher interdit la décroissance de la courbe jaune. Par ailleurs, dans le cas de la chaîne 5, l'interaction du palier bas n'est pas une convergence mais une divergence. Cela ne contredit donc pas l'interprétation de cette tranche en « palier » dans la mesure où il ne s'agit pas d'une phase de croissance de la courbe jaune vers la courbe rose.

⁴¹ Dans cette comparaison entre courbes, il ne faut pas tenir compte du point d'abscisse 6, qui appartient par définition au deux courbes.

Chaîne	tranche	causes	effets significatifs
Chaîne 1	palier bas	1 2 4	courbe (F(1,89)=115,93; p<0,000) courbe x cause (F(2,89)=3,40; p<0,038)
	rupture	4 5	courbe (F(1,43)=7,28; p<0,010) courbe x cause (F(1,43)=4,21; p<0,046)
	palier haut	-	
Chaîne 2	palier bas	1 2 4 5	courbe (F(1,110)=16,50; p<0,000) cause (F(3,110)=2,70; p<0,049)
	rupture	-	
	palier haut	-	
Chaîne 3	palier bas	1 2 4	courbe (F(1,89)=8,28; p<0,005)
	rupture	4 5	aucun
	palier haut	-	
Chaîne 4	palier bas	1 2	courbe(F(1,65)=37,33; p<0,000)
	rupture	2 4	courbe (F(1,41)=5,06; p<0,030) cause (F(1,41)=4,87; p<0,033) courbe x cause (F(1,41)=10,92; p<0,002)
	palier haut	4 5	aucun
Chaîne 5	palier bas	1 2	courbe (F(1,68)=8,17; p<0,006) courbe x cause (F(1,68)=6,91; p<0,011)
	rupture	2 4	courbe x cause (F(1,44)=10,42; p<0,002)
	palier haut	4 5	aucun
Chaîne 6	palier bas	1 2	courbe (F(1,67)=6,27; p<0,015) cause (F(1,67)=5,52; p<0,022)
	rupture	2 4	aucun
	palier haut	4 5	aucun

Tableau 8 : Synthèse des analyses d'interaction par tranche entre courbe et rang de la cause. Les trois lignes du tableau associées à chaque chaîne correspondent aux trois tranches que définit le seuil de rupture : palier bas (abscisses précédant le seuil de rupture), rupture (les deux abscisses du seuil de rupture), et palier haut (abscisses suivant le seuil de rupture). La colonne de droite mentionne les effets significatifs de l'ANOVA Courbe x Cause conduite sur la chaîne et la tranche correspondante.

Il apparaît que le modèle descriptif binaire du profil des sauts proposé au point b est notablement amélioré par la prise en compte de l'interaction entre le profil des sauts et le profil des couples initiaux. En effet, alors que le découpage du profil en un palier haut et un palier bas ne s'appliquait qu'à quatre des six chaînes, un découpage pensé en termes de rapport au profil initial permet de distinguer, pour l'ensemble des chaînes, entre d'une part les abscisses pour lesquelles la différence entre courbes est significative, et d'autre part les abscisses pour lesquelles la différence n'est pas significative. La prise en compte de l'interaction permet, comme nous l'avons supposé, de dégager l'effet de la taille à conséquence fixe par un contrôle de la plausibilité intrinsèque de la cause, telle que l'exprime la courbe des couples initiaux.

IV - 3.4 Interaction entre taille et niveau de plausibilité

L'objectif général de la présente étude est l'analyse de l'impact qu'ont sur la distance causale mentale (exprimée par la plausibilité) les variations d'une distance causale « extérieure » (le degré de détail, exprimé par la taille). Les analyses des points IV - 3.2 et IV - 3.3 ont permis d'étudier l'effet de la taille en contrôlant les aspects qui relèvent de la construction du matériel et de la procédure de présentation séquentielle. Les analyses de la présente partie visent à étudier le rôle du niveau de plausibilité initial d'un enchaînement dans l'effet de la variation de son degré de détail. Alors que dans les analyses précédentes les couples sont appariés selon leur place dans le matériel de l'étude, dans cette partie on les apparie par leur seul niveau de plausibilité. On veut répondre à la question suivante : est-ce que l'effet de la diminution ou de l'augmentation du degré de détail d'un enchaînement est le même selon que cet enchaînement est très plausible ou peu plausible ?

L'approche des analyses de cette partie repose sur la caractérisation de taille d'un couple C comme une taille relative de C par rapport à un couple-étalon caractérisé par son niveau de plausibilité. L'idée sous-jacente est qu'il n'y a pas de définition absolue de la taille d'un couple qui ne repose pas sur la plausibilité. Les analyses précédentes mesurent l'effet de la variation de la taille, superposant en cela des couples plus ou moins plausibles. Dans cette partie, nous classons les couples par niveau de plausibilité, et étudions l'effet sur la plausibilité de la variation du degré de détail, pour chaque niveau. Cette approche doit permettre de répondre aux questions suivantes : existe-t-il des planchers ou des plafonds à

l'effet de la taille sur la plausibilité ? Si oui, sont-ils absolus ou bien dépendent-ils du niveau de référence ? Avant de présenter les analyses proprement dites, nous présenterons quelques définitions permettant de préciser la notion de « variation du degré de détail » employée dans le présent contexte et de décrire la méthode employée.

IV - 3.4.1 Méthodologie de l'analyse, définitions

La présente approche, qui vise à catégoriser les couples non par la combinaison de leurs rangs dans l'enchaînement initial ou leur rang de présentation, mais par leur plausibilité, présente deux difficultés: la première tient au fait que le jugement de plausibilité s'applique à un couple de phrases présentées successivement au participant. La variation du degré de détail implique donc un changement de la cause ou de la conséquence par substitution à l'une ou l'autre d'une autre phrase de l'enchaînement complet. Nous devons donc considérer les deux « extrémités » par lesquelles la taille de l'enchaînement peut varier : les variations peuvent être effectuées à conséquence fixée ou à cause fixée. La deuxième difficulté est que la distribution de la plausibilité des couples est d'allure normale (voir IV - 3.1.2, p. 223), ce qui implique que les items correspondant à des valeurs extrêmes sont peu nombreux. Pour ces valeurs extrêmes, une analyse statistique s'avère impossible. On définira d'abord les notions qui permettent de formaliser les deux paramètres de l'analyse : sens de variation de la taille (développement ou contraction), point fixe de la variation (conséquence fixe ou cause fixe). Nous présenterons ensuite en détail le principe des quatre analyses effectuées.

a paramètres des analyses : développement, contraction, conséquence fixe, cause fixe.

On dira qu'un couple A « développe » un couple B si les deux couples partagent la même cause ou la même conséquence, et que la taille du couple A est inférieure à celle du couple B. Le développement d'un couple peut donc se faire à conséquence fixe (si les deux couples partagent la même conséquence), ou à cause fixe (si les deux couples partagent la même cause). L'opération de développement d'un couple correspond à une augmentation du degré de détail. Si A développe B, on appelle taille relative de A (par rapport au couple développé B) la différence entre la taille de A et la taille de B. Cette différence est négative, puisque la taille de A est inférieure à celle de B. Par exemple, dans chaque chaîne de notre matériel, le couple de combinaison 24 développe à conséquence fixe le couple de combinaison 14, et la taille relative de 24 par rapport à 14 est -1 . Le couple de combinaison

34 développe à conséquence fixe à la fois le couple 24 (avec pour taille relative -1) et le couple 14 (avec pour taille relative -2).

On appelle « contraction » l'opération réciproque consistant à diminuer le degré de détail. Un couple A contracte un couple B si B développe A. Autrement dit, A contracte B si les deux couples partagent leur cause ou leur conséquence, et si la taille de A est supérieure à la taille de B. La contraction d'un couple peut se faire à conséquence fixée, ou à cause fixée. Si A contracte B, on appelle taille relative de A (par rapport à B) la différence entre la taille de A et la taille de B. Cette différence est positive. Reprenons les trois couples de l'exemple précédent : le couple 24 contracte le couple 34 à conséquence fixe (avec la taille relative 1), et le couple 14 contracte à conséquence fixe à la fois le couple 34 (avec la taille relative 2), et le couple 24 (avec la taille relative 1).

Ces définitions étant données, on peut énoncer plus formellement les méthodes possibles d'analyse de l'interaction entre niveau de plausibilité et taille. Les paramètres des relations entre couples qui sont pertinentes pour cette approche, à savoir développement ou contraction, à conséquence fixe ou à cause fixe, définissent quatre analyses possibles de l'interaction entre niveau de plausibilité et taille :

- plausibilité moyenne par niveau de plausibilité du couple développé (à conséquence fixe) et par taille relative.
- plausibilité moyenne par niveau de plausibilité du couple développé (à cause fixe) et par taille relative.
- plausibilité moyenne par niveau de plausibilité du couple contracté (à conséquence fixe) et par taille relative.
- plausibilité moyenne par niveau de plausibilité du couple contracté (à cause fixe) et par taille relative.

Une fois présentés les paramètres des analyses par taille et niveau de plausibilité, il nous est possible de décrire de façon détaillée la procédure mise en œuvre pour ces analyses.

b organisation des données

On a découpé l'intervalle [0 ; 5] en quatre niveaux de plausibilité, et affecté chaque couple à un niveau. Dans la suite, sauf précision contraire, le mot « niveau » rapportera à la notion de niveau de détail. Le nombre de niveaux choisi est arbitraire. Le Tableau 9 présente les intervalles de plausibilité correspondant à chaque niveau, et la distribution des couples par niveau. Le nombre de couples pour les catégories extrêmes est faible ; des données concernant les valeurs extrêmes seront donc à considérer avec précaution.

niveau de plausibilité	borne inférieure (exclue)	borne supérieure (incluse)	Effectif (nbre. de couples)
1	0	1,25	5
2	1,25	2,5	30
3	2,5	3,75	42
4	3,75	5	13

Tableau 9 : définition des niveaux de plausibilité. Chaque couple, selon sa plausibilité moyenne, est affecté à un niveau de plausibilité, entier compris entre 1 et 4. Le tableau indique l'intervalle de plausibilité correspondant à chaque niveau de plausibilité. Par exemple, le couple de combinaison 12 de la chaîne 1, dont la plausibilité moyenne est 3,75, correspond au niveau de plausibilité 3. Le couple de combinaison 46 de la même chaîne, dont la plausibilité est 1,42, a pour niveau 2.

Décrivons maintenant l'élaboration des données relatives aux analyses par niveau et taille relative pour le développement. On veut classer les couples par leur taille relative et par le niveau de plausibilité du couple dont ils sont un développement. Pour faciliter l'explication de cette méthode, nous décrivons l'organisation des données en vue de la construction d'un graphique. Il s'agit de construire un graphique comportant en abscisses les tailles relatives, et pour lequel les séries correspondent à des niveaux de plausibilité du couple à partir duquel la taille relative est calculée. Chaque point du graphique correspond à la plausibilité moyenne (en ordonnée) des couples développant un couple d'un niveau donné (série) à un degré donné (en abscisse). Il faut alors déterminer à quels points du graphique chaque enchaînement doit être assigné, autrement dit quelle est sa taille relative en tant que développement d'un couple de niveau n, pour chaque niveau n. La méthode d'affectation se fait en deux temps. On définit d'abord l'ensemble des couples « de base » pour le développement, ceux dont la plausibilité

détermine les séries. Ensuite, chaque couple du matériel est le cas échéant affecté à une taille relative dans chaque série (le cas « échoit » chaque fois que le couple développe un couple de base de cette série).

Pour chaque niveau, on recense les couples qui ne sont le développement d'aucun autre, et qui sont développés par au moins un autre couple. On appelle ces couples des « bases de développement », ou pour simplifier, « couples de base ». On affecte ces couples à l'abscisse 0, c'est-à-dire qu'on leur assigne la taille relative 0. Une fois défini l'ensemble des couples qui constituent l'abscisse 0 d'une série n ($n=1, 2, 3$ ou 4), le reste de la série est une superposition des séries individuelles de développement des couples de base. Chaque couple développant un couple de base de niveau n avec la taille relative t est affecté au point de la série n et d'abscisse t . Pour les regroupements ainsi définis, les faits suivants sont vrais :

- (a) Un couple peut n'appartenir à aucune série. Si un couple n'est le développement d'aucun autre couple, et n'est développé par aucun autre couple, il n'appartient à aucune série.
- (b) Tout couple qui en développe un autre appartient à au moins une série (celle du niveau du couple développé).
- (c) Un couple ne peut figurer qu'à une abscisse d'une série donnée. Tout couple a au plus un couple de base d'un niveau donné : en effet, si un couple développe plusieurs couples du même niveau, seulement l'un d'entre eux n'est le développement d'aucun autre du même niveau : c'est le couple de base.
- (d) Un couple peut appartenir à plusieurs séries. C'est le cas s'il est le développement de plusieurs couples de niveaux différents. L'exemple du Tableau 10 illustre cette possibilité. Remarquons qu'un couple ne peut apparaître dans des séries différentes qu'à des abscisses différentes (sinon cela voudrait dire que le même couple de base appartient à plusieurs niveaux de plausibilité différents)

Dans la description que nous venons de donner de l'organisation des données pour l'opération de développement, nous n'avons pas précisé s'il s'agissait de développement à conséquence fixe ou à cause fixe. La procédure est identique, du moment que le point fixe reste le même. Quant à la procédure pour les analyses de l'opération de contraction, elle est identique à ceci près qu'il faut remplacer à chaque fois le mot « développement » par le mot « contraction », et que les abscisses sont positives.

position	taille	plausibilité moyenne	niveau de plausibilité	cples de la série 1 développés	taille relative dans la série 1	cples de la série 3 développés	taille relative dans la série 3
14	3	0,75	1	-	0	-	-
24	2	2,58	3	14	-1	-	0
34	1	3,08	3	14	-2	24	-1

Tableau 10 : Analyse des développements à conséquence fixe : exemple des couples de conséquence 4 dans la chaîne 1. Les trois couples de la chaîne 1 présentés dans ce tableau partagent la même conséquence. Le couple 24 développe le couple 14, et le couple 34 développe le couple 14 (avec la taille relative 2) et le couple 24 (avec la taille relative 1). Les données présentées dans les trois premières colonnes permettent de définir la taille relative de chacun dans l'analyse. La série 1 contient 3 couples : 14, qui est le plus grand couple de niveau 1 développé parmi les trois, et 24 et 34 qui développent 14 avec les tailles relatives respectives 1 et 2. La série 3 contient 2 couples : 24 qui est le plus grand couple de niveau 24 qui soit développé, et 34 qui développe 24 avec la taille relative 1. Cet exemple illustre le fait qu'un même couple peut appartenir à plusieurs séries, s'il développe plusieurs couples de niveaux différents.

position	taille	plausibilité moyenne	niveau de plausibilité	cples de la série 1 contractés	taille relative dans la série 1	cples de la série 3 contractés	taille relative dans la série 3
14	3	0,75	1	-	-	24 34	2
24	2	2,58	3	-	-	34	1
34	1	3,08	3	-	-	-	0

Tableau 11 : Analyse des contractions à conséquence fixe : exemple des couples de conséquence 4 dans la chaîne 1. Les trois couples de la chaîne 1 présentés dans ce tableau partagent la même conséquence. Le couple 24 est une contraction de 34, et 14 est une contraction de 24 et de 34. Les données présentées dans les trois premières colonnes permettent de définir la taille relative de chacun dans l'analyse. Comme aucun couple parmi ceux-ci ne contracte un couple de niveau de plausibilité 1, aucun couple n'appartient à la série 1. En revanche, les trois couples appartiennent à la série 3. Le couple 34 y figure à la taille relative 0 parce qu'il est de niveau 3, qu'il ne contracte aucun autre couple de niveau 3, et qu'il est contracté par au moins un autre couple. La taille relative de 14 dans la série 3 est 2, parce que le plus petit couple de niveau 3 que 14 contracte est 34.

c lecture des graphiques

Les graphiques et tableaux correspondant aux analyses présentées dans cette partie sont présentés dans l'annexe B-4. Dans ces graphiques, les abscisses sont rangées par degré de détail décroissant. Dans les analyses de développement, les tailles relatives sont négatives : l'abscisse zéro des couples de base est l'abscisse maximale. Les couples qui sont le développement d'un couple de base ont une abscisse négative d'autant plus petite (et donc de valeur absolue d'autant plus grande) que la différence des tailles est importante. Dans les analyses de contraction, le zéro des couples de base est au contraire l'abscisse minimale. Les couples qui contractent un couple de base ont une abscisse d'autant plus élevée que leur taille relative est grande. On lira dans tous les cas les courbes dans le sens d'un éloignement progressif des couples de base. Ainsi, les analyses de développement seront lues de droite à gauche, et les analyses de contraction de gauche à droite.

IV - 3.4.2 Analyses

a portée des analyses

Dans les quatre analyses, les observations sont très concentrées dans les tailles relatives proches des couples de base. Les deux tailles les plus proches rassemblent 71% des observations de l'analyse de développement à cause fixe, et 57% des observations pour l'analyse à cause fixe. Dans l'analyse des contractions, les deux tailles les plus proches rassemblent respectivement 74% des observations à conséquence fixe, et 73% à cause fixe. Au-delà, les effectifs par cellule sont très petits : l'effectif moyen des cellules non vides pour les autres tailles relatives varie selon l'analyse entre 1,8 et 3,33. Par ailleurs, les effectifs sont également faibles dans les séries extrêmes : le nombre d'observations pour la série 1 est inférieur à 4 dans toutes les analyses, et les effectifs de la série 4 sont inférieurs à 3 dans les analyses de développement. La faiblesse de ces effectifs ne permet pas d'analyse de variance. Il est cependant possible d'effectuer une analyse descriptive des données permettant d'appuyer la formulation d'hypothèses à éprouver dans une étude ultérieure portant sur un plus grand nombre de couples.

b Développement à conséquence fixe

Sur les graphiques, l'échelle des ordonnées marque par des pointillés les bornes des quatre niveaux de plausibilité définis. Pour les niveaux de plausibilité extrêmes (NivPlau 1 et 4), les couples de base sont au nombre de 3. Malgré cette égalité, la série correspondant au niveau le plus élevé (NivPlau= 4) s'arrête à l'abscisse -2 , alors que la série NivPlau=1 est complète. La courte série du niveau 4 résulte de la corrélation entre taille et plausibilité dans notre matériel : les couples très plausibles sont plutôt des couples de petite taille, qui sont ceux pour lesquels le degré possible de développement est limité. En approche descriptive, il apparaît que l'effet de la taille est différent selon le niveau de plausibilité. Pour les niveaux 3 et 4, on ne constate globalement pas d'augmentation de la plausibilité en fonction du degré de développement. Pour le niveau 3 en particulier, même si le premier développement est plus plausible que le couple de base, cette croissance ne se poursuit pas pour les autres abscisses, et la courbe ne sort pas des bornes du niveau. Dans le niveau 2 en revanche, la croissance est forte pour les deux premiers niveaux de décomposition, puis s'atténue en se superposant à la courbe du niveau 3. Le profil du niveau 1 comporte un pic de plausibilité à l'abscisse -2 , dont on ne tiendra pas compte, ce point ne résultant que d'un couple. Le reste de la courbe indique une croissance initiale plus forte encore que pour les niveaux supérieurs : la plausibilité de la décomposition du premier niveau appartient déjà au niveau 2. Après un éventuel palier, la croissance de la plausibilité semble se poursuivre pour atteindre la limite du niveau 3.

L'approche descriptive globale de ces données suggère deux hypothèses : d'une part, la décomposition d'un couple de plausibilité assez élevée ou très élevée n'améliore pas la plausibilité. D'autre part, la plausibilité augmente avec le degré de décomposition des couples de niveaux inférieurs, jusqu'à atteindre le plafond du niveau 3. Le maintien de la plausibilité pour le niveau 4 ne contredit pas l'hypothèse d'un plafond de plausibilité au niveau 3 : En effet, il s'agit d'un plafond « moyen », à interpréter comme signe de stabilisation pour ces abscisses des courbes dont il est la moyenne, plutôt que comme un plafond absolu de la plausibilité. Le niveau ce plafond est un indice de l'amplitude de l'intervalle de plausibilité dans lequel ont lieu les stabilisations.

c Développement à cause fixe

Le profil du développement à cause fixe confirme les observations du développement à conséquence fixe. Les niveaux élevés sont stables. L'augmentation de plausibilité due à la première décomposition pour le niveau 2 n'apparaît pas, mais la courbe semble présenter une

tendance modérément croissante en fonction du degré de décomposition, tout en restant entre les bornes du niveau. La courbe du niveau 2 vient « toucher » celle du niveau 3 dès la première décomposition, pour ne plus quitter ce niveau. La courbe du niveau 1 présente pour les premières décompositions un profil analogue au cas de la conséquence fixe, et rejoint finalement la courbe 2 dans le niveau 3 pour les deux abscisses les plus petites.

d Contraction à conséquence fixe

Le niveau 1 n'a qu'un seul couple de base. Ce fait reflète la corrélation entre taille et niveau de plausibilité dans le matériel : les couples peu plausibles sont plutôt des couples de grande taille, et sont donc moins susceptibles d'être développés dans le matériel. La série 2 est stable (voire croissante) jusqu'à la taille 3, et ses deux dernières valeurs sont nettement inférieures (elles appartiennent au niveau 1). Dans la série 3, la courbe montre une légère décroissance au degré 1, plus marquée au degré 2 (qui appartient au niveau 2). La courbe ne décroît plus pour les tailles relatives supérieures. La série 4 semble parallèle à la série 3 pour ses trois premières abscisses ; les plausibilités des tailles relatives 4 et 5 appartiennent au niveau 2. Les séries de niveau 1 et 2 semblent donc décroître avec le degré de contraction, jusqu'à atteindre un plancher au niveau 2. La série 2 présente un profil différent : après avoir été stable pour les trois premiers niveaux de contraction, la courbe descend brutalement vers le niveau 1 au degré 4.

e Contraction à cause fixe

Comme à conséquence fixe, la série 1 n'a qu'un couple de base. La série 2 est stable, et reste comprise entre les bornes du niveau 2. Le profil particulier de la série 2 des contractions à conséquence fixe ne se répète donc pas dans l'analyse à cause fixe. La série 3 présente un pic au degré 3, mais ce dernier correspond à la plausibilité d'un seul couple. Abstraction faite de ce point, la courbe est décroissante et se termine au niveau 2. Il en est de même pour la série 1, décroissante, qui traverse le niveau 3 avant d'atteindre le niveau 2 au dernier degré de contraction.

IV - 3.4.3 Conclusion des analyses par niveau et taille relative

Le choix du point fixe (cause ou conséquence) ne modifie pas le profil des analyses de développement. En revanche, dans les analyses de contraction, le profil de la série 2 varie

selon le point fixe : à cause fixe, il est stable, alors qu'à conséquence fixe, les deux dernières valeurs sont nettement inférieures au reste de la courbe (elles appartiennent au niveau 1). Sans interprétation pour cette différence, rappelons que les effectifs d'observations sont très faibles, et que ces profils ne sont qu'indicatifs. Nous présentons néanmoins, en nous basant sur ces profils, une interprétation de l'effet des variations de taille par développement ou contraction.

Les profils par série des analyses de contraction peuvent se lire en miroir par rapport aux profils des analyses de développement. Dans ces dernières, le niveau 3, que la série 3 ne quittait pas, semblait constituer un plafond de plausibilité, rejoint par la série 2 au deuxième ou troisième degré de développement, et par la série 1 au quatrième ou cinquième degré de développement. Dans le cas de la contraction, le niveau 2 pourrait marquer un plancher de la plausibilité (à moins que la série 2 ne « descende » au niveau 1 après une phase de stabilité). Le niveau 2 est en tout cas un minimum pour les séries 3 et 4, qui le rejoignent aux degrés de contraction respectifs de 2 et 4 – 5. Ce tableau d'ensemble permet de préciser le portrait de la relation entre effort inférentiel et force causale. Avant d'en énoncer les lignes, nous formulons une observation permettant de compléter le modèle des profils individuels suggéré au point IV - 3.3.2.

Les données indiquent que le niveau du seuil atteint (plafond pour le développement, plancher pour la contraction) est absolu (toutes les séries se stabilisent au même niveau). L'unicité du niveau de stabilisation n'est pas surprenant : son absence signifierait qu'il existe une différence de nature entre les couples de même niveau selon que dans notre matériel ils développent (resp. contractent) ou non des couples d'un autre niveau. Mais ce résultat n'est pas trivial pour autant : il permet d'affiner le modèle de profil des courbes individuelles présenté au point IV - 3.3.2 (p. 236). En effet, si le seuil moyen pour la contraction ou le développement est absolu, cela signifie que pour un couple donné, l'amplitude de la variation de plausibilité due à la variation du niveau de détail ne dépend pas du niveau de plausibilité de ce couple. L'unicité du seuil écarte l'interprétation selon laquelle la limitation de la variation de plausibilité associée à une phrase résulterait du niveau de plausibilité de cette phrase. Illustrons ce principe par l'exemple de la série des couples de conséquence 7 dans la chaîne 201. Si on la considère comme une série de développement, c'est-à-dire si on prend le couple 17 comme couple de base, ses développements successifs à conséquence fixe sont 27 (taille – 1), 47 (taille – 3), 57 (taille – 4) et 67 (taille – 5). Le cadre d'interprétation de ce profil proposé au point IV - 3.3.2 (p. 236) suggère que la plausibilité des couples 57 et 67 forme un palier. Vu sous l'angle de la série de développement, ce palier est un plafond. Ce que nous

apprennent les résultats des présentes analyses, c'est que le niveau de ce plafond (plausibilité inférieure à 2) n'est pas à mettre en relation avec le niveau de plausibilité très bas du couple de base. En effet, les courbes moyennes de développement convergent vers le même plafond, et on peut donc exclure a priori que le niveau du plafond de cette courbe individuelle puisse par exemple s'expliquer par le fait que la taille ne pourrait induire de variations de plausibilité supérieures à 2, à conséquence fixe. Dans le cadre du modèle proposé au point IV - 3.3.2 le niveau auquel se stabilise un profil individuel reflète donc plutôt une propriété intrinsèque du point fixe que la conséquence d'une limite structurelle à l'écart de plausibilité permis par la variation de la taille.

Après avoir traité ce point de détail, considérons les implications des observations sur le rapport entre inférences et plausibilité. L'observation d'un plancher de la plausibilité pour l'opération de contraction est conforme à la prédiction formulée au point III - 2.3 (p.195). Dans le modèle de relation entre inférences et plausibilité proposé par Myers et collaborateurs (cf. III - 2.3), en dessous d'un certain niveau de plausibilité, tous les couples sont équivalents en regard de l'effort inférentiel associé : l'effort est nul. Par ailleurs, nous avons formulé l'hypothèse que l'opération de contraction d'un couple dans une chaîne causale est une modélisation raisonnable de l'augmentation de l'effort inférentiel. Les résultats du point IV - 3.2.3 indiquent que la plausibilité est une fonction décroissante de la taille du couple, ce qui ne contredit pas l'hypothèse dans le cadre du modèle de Myers et al.. Si l'effort inférentiel est une fonction croissante du degré de contraction, alors le modèle de Myers et al. implique que l'opération de contraction peut diminuer la plausibilité pour les niveaux élevés et intermédiaires de la plausibilité, mais qu'elle n'a pas de raison de diminuer la plausibilité des couples de faible causalité. Or le plancher observé dans les présentes analyses est conforme à cette prédiction. L'existence de ce plancher témoigne d'une inefficacité de la contraction en dessous d'un certain niveau de plausibilité : en dessous de ce seuil, la contraction n'accroît pas l'effort inférentiel fourni, car celui-ci est nul. Enfin, la présence d'un plafond à l'effet du développement, inférieur à la valeur maximale de l'échelle (sans quoi la série 3 serait croissante) laisse supposer qu'il existe pour les couples fortement causaux une rupture en regard de l'effort inférentiel, et que cette rupture est symétrique à celle qui sépare, parmi les couples faiblement causaux, ceux pour lesquels l'effort inférentiel est élevé de ceux pour lesquels l'effort inférentiel est nul. Pour les plausibilités faibles ou intermédiaires, un développement peut améliorer la plausibilité, en réduisant l'effort inférentiel. En revanche, au dessus d'un certain niveau de plausibilité, les développements ne peuvent diminuer l'effort

inférentiel, car celui-ci est minimal. On peut alors préciser la relation entre l'échelle de la force causale, qui est par définition un continuum, et l'ordre inférentiel, qui présente deux articulations discrètes. La **Figure 5** (ci-dessous) schématise les hypothèses qui prédisent les données observées dans les analyses de cette partie.

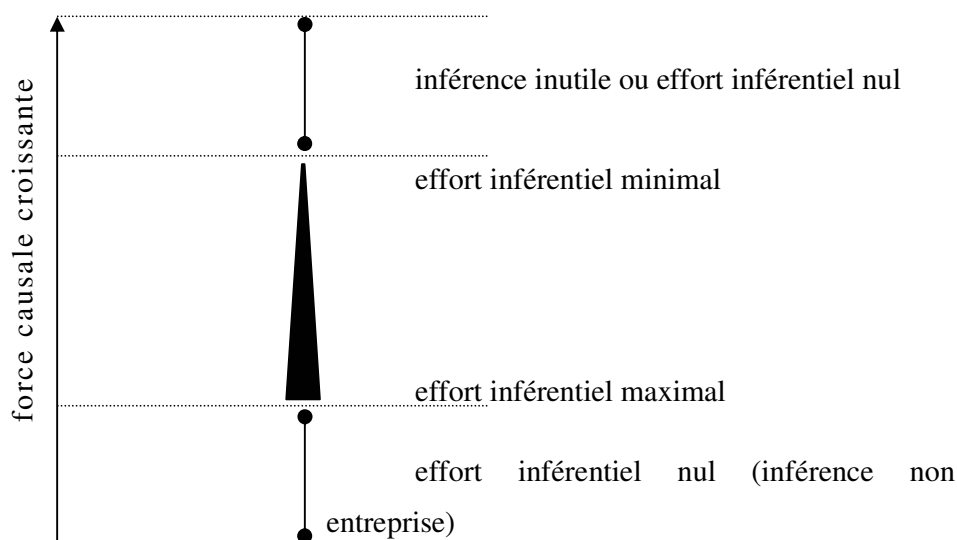


Figure 5 : modèle de relation entre l'échelle de la force causale et l'effort d'élaboration d'inférences. Les résultats des analyses de contraction sont conformes aux prédictions liées à l'hypothèse d'une rupture de l'effort inférentiel entre couples très faiblement causaux et couples de force causale intermédiaire. Les analyses de développement présentent des résultats symétriques qui suggèrent l'existence d'une rupture analogue en haut de l'échelle de la force causale, qui serait liée à un plancher de l'effort inférentiel.

IV - 3.5 Familiarité et plausibilité

IV - 3.5.1 interprétation du sens de la relation entre ces deux variables

Quelle est la relation entre familiarité et plausibilité ? Cette question est à envisager à deux niveaux. D'abord, celui du protocole de l'étude : il s'agit ici de s'assurer que le participant a bien effectué la tâche assignée par l'expérimentateur, à savoir d'une part, de juger la plausibilité d'une séquence d'enchaînements spécifiques, et d'autre part d'estimer son niveau de familiarité aux thèmes traités par chaque chaîne, en s'abstrayant des jugements spécifiques de plausibilité portés. On veut notamment s'assurer que le participant n'a pas « résumé » ou « justifié » ses jugements de plausibilité en formulant une estimation de la familiarité. Ensuite, en admettant que les mesures expriment bien les variables visées, y a-t-il une relation entre plausibilité et familiarité, et si oui dans quel sens ? Deux prédictions sont possibles. La première serait une relation négative entre plausibilité et familiarité. On peut en effet envisager que la familiarité avec un domaine permette à un participant à mettre en œuvre des capacités critiques que n'a pas un novice, en particulier si la tâche de jugement l'y invite. La seconde hypothèse est une relation positive entre familiarité et plausibilité. Une telle relation pourrait traduire une stratégie conservatrice du novice plus méfiant vis-à-vis d'un matériel qu'il maîtrise moins. L'expert en revanche, plus familier des informations du domaine, sera plus enclin à les accepter. Cette familiarité peut d'ailleurs aller jusqu'à la connaissance préalable des informations présentées, qui seront alors naturellement acceptées.

IV - 3.5.2 Résultats généraux pour la familiarité

La familiarité moyenne par chaîne, comprise entre 1,50 et 2,68, suit un profil analogue à celui de la plausibilité. Un écart de 0,81 sépare les deux groupes situés de part et d'autre d'une moyenne de 2,08. Comme pour la plausibilité, les chaînes 1, 2 et 5 correspondent aux valeurs les plus faibles, et les chaînes 3, 4, et 6 aux valeurs supérieures. Les différences de scores (par chaîne) entre familiarité et plausibilité sont comprises entre 0,61 et 1,03. Cette analogie des profils suggère une relation positive entre familiarité et plausibilité. La familiarité moyenne par condition varie de 1,79 à 2,39. Pour un écart-type comparable à celui de la plausibilité (1,37 vs. 1,30), l'ampleur des différences de familiarité par condition (0,60)

est légèrement supérieure à celle de la plausibilité (0,40). Le profil de la familiarité moyenne par version indique que moins une variante contient de phrases, plus faible est la familiarité moyenne. Toutefois les écarts sont moins accentués pour la familiarité que pour la plausibilité (0,58 pour la familiarité, contre 1,35 pour la plausibilité).

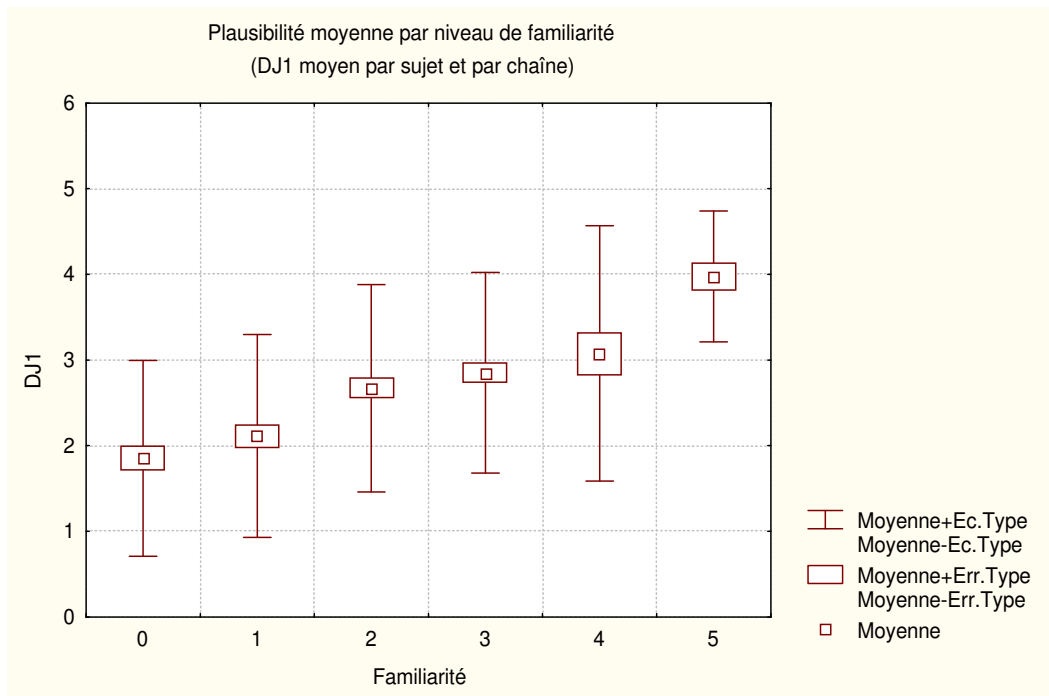
Dans l'analyse du carré latin Condition x Version x Chaîne, il apparaît que la condition et la chaîne ont des effets significatifs (respectivement $F(5,20)=4,03$; $p<0,011$, et $F(5,20)=18,14$; $p<0,000$), mais pas la version ($F(5,20)=2,69$; $p<0,051$). L'effet significatif de la condition sur la familiarité, qu'on n'observe pas pour les jugements de plausibilité, appuie l'hypothèse que la familiarité est une donnée qui dépend fortement du participant (les conditions correspondent à des groupes de participants), et qu'elle est formulée en relative indépendance de la plausibilité, puisque cette dernière n'est pas sensible à la condition. En l'absence de données sur la significativité des interactions, la non significativité de la version est difficile à interpréter. Pour nos hypothèses, la seule interaction interprétable concernerait la chaîne et la version. L'examen des courbes de familiarité par version et par chaîne ne révèle pas de schéma d'interaction particulier. La chaîne 3 marque une décroissance marquée en fonction de la version⁴², tandis que pour les autres chaînes le profil global varie de légèrement décroissant à légèrement croissant, mais aucun n'est monotone. L'absence de significativité de la version, si elle ne masque pas un effet d'interaction, plaide aussi dans le sens de l'autonomie des jugements de familiarité par rapport aux jugements de plausibilité : la familiarité vis-à-vis du domaine ne dépend pas significativement du nombre de phrases de la chaîne présentée au participant, alors que la plausibilité y est sensible.

IV - 3.5.3 Plausibilité et familiarité

Les résultats présentés au point précédent donnent des indications ambivalentes quant à la relation entre familiarité et plausibilité. D'une part, le parallélisme des profils moyens par chaîne plaide en faveur d'une relation positive. D'autre part, les effets différenciés de la condition et de la version sur ces variables tendent à suggérer une certaine indépendance. Dans cette section, nous précisons l'analyse de la relation entre familiarité et plausibilité, en étudiant l'interaction de la variable chaîne sur cette relation.

⁴² les versions sont numérotées par ordre décroissant de leur nombre de propositions (voir Tableau 3).

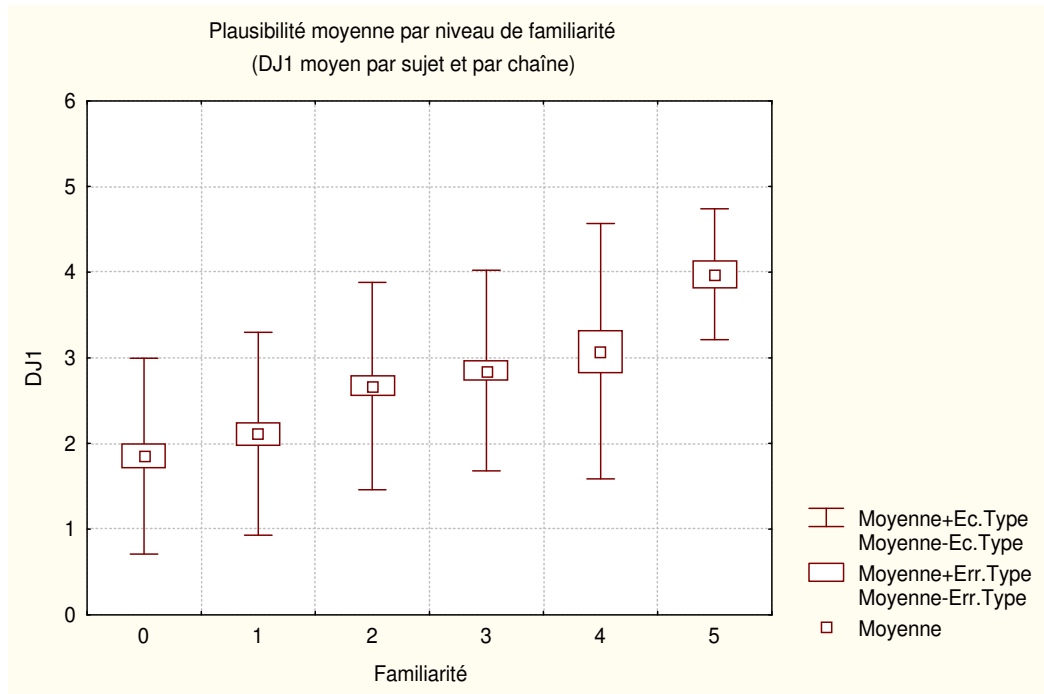
La



Figure

6 présente la plausibilité moyenne associée à chaque jugement de familiarité. Il apparaît clairement que la plausibilité est une fonction croissante de la familiarité. Une analyse de régression de la plausibilité par chaîne et participant par familiarité indique que la corrélation est significative ($r=0,31$; $p<0,001$; $R^2=0,10$). Son interprétation exige toutefois une preuve que les jugements de familiarité traduisent autre chose qu'un simple résumé des jugements de plausibilité⁴³. Sans une telle preuve, il est possible de considérer que la corrélation positive entre familiarité et plausibilité est artéfactuelle.

⁴³ en effet les participants n'estimaient leur familiarité qu'après avoir formulé leurs jugements de familiarité.



Figure

6 :Plausibilité moyenne en fonction du jugement de familiarité. Le graphique présente les plausibilités moyennes, erreurs-types et écarts-types, par jugement de familiarité. Les plausibilités moyennes par familiarité sont calculés à partir des moyennes par participant et par chaîne.

L'absence d'effet significatif de la version sur la familiarité est une possible contradiction de l'hypothèse de la redondance. Afin de confirmer ce résultat, nous avons effectué une analyse d'interaction entre la chaîne et la familiarité. En effet, si une telle analyse indique un effet principal de la chaîne ou une interaction, alors on peut en déduire que la chaîne a une contribution propre à la plausibilité, que n'explique pas sa familiarité. L'ANOVA Chaîne x Familiarité sur DJ1 révèle des effets significatifs de la familiarité ($F(5,396)=5,94; p<0,000$), et de la chaîne ($F(5,396)=14,19; p<0,000$), et un effet d'interaction non significatif ($F(25,396)=1,49; p<0,062$). Ce résultat montre qu'une part de l'explication de la plausibilité revient à la chaîne, même lorsque la familiarité est contrôlée. Négativement, ce résultat nous permet d'affirmer que la variable familiarité n'est pas redondante avec la plausibilité au point d'expliquer les différences entre chaînes. Autrement dit, on peut penser que les participants ont bien répondu à la question qui leur était posée, et qui concernait leur

relation au domaine de connaissance traité par la chaîne. La différence de nature entre ces deux variables étant établie, plusieurs conclusions sont permises. La première est que les jugements de plausibilité sont corrélés positivement à la familiarité du participant pour la chaîne. La seconde est que l'effet de la familiarité ne se réduit pas à un effet de la chaîne. On a donc mis en évidence deux facteurs distincts d'explication de la plausibilité moyenne d'une chaîne : la familiarité et les spécificités de la chaîne elle-même.

Le sens de la relation observée entre familiarité et plausibilité indique que les participants familiers du domaine n'ont pas jugé « plus sévèrement » que les autres la plausibilité des enchaînements, au contraire. Cette relation peut provenir d'une caractéristique du matériel : les chaînes causales présentées sont a priori justes, puisqu'elles proviennent de textes présentant des résultats scientifiques. Il paraît alors naturel que les participants maîtrisant mieux un sujet acceptent plus facilement des enchaînements dont ils sont familiers des mécanismes. Le sujet disposant de moins de connaissances sur les mécanismes en jeu dans le domaine sera plus méfiant vis-à-vis du matériel présenté. On ne peut non plus exclure une interprétation de cette relation qui repose sur l'idée que le jugement de plausibilité formulé soit un jugement de pertinence, c'est-à-dire un jugement de nature plus pragmatique que sémantique. La plausibilité relèverait alors d'un jugement de congruité du dernier enchaînement par rapport au contexte. Dans une telle hypothèse, la corrélation entre familiarité et plausibilité s'explique par le fait qu'un sujet plus familier d'un domaine juge plus volontiers cohérent un enchaînement qu'un sujet peu familier, notamment parce que le premier dispose de plus de connaissances pour élaborer des inférences permettant de relier les informations entre elles.

IV - 3.5.4 Dynamique textuelle et familiarité

Pour étudier le rôle de la familiarité en fonction du rang, il faudrait idéalement prendre en compte simultanément les variables Conséquence, Familiarité, et Chaîne. Or parmi les 216 combinaisons possibles, les données recueillies laissent vides 33 cellules, et 38 n'ont qu'une occurrence. Dans le but d'étudier néanmoins l'effet de la familiarité sur la plausibilité des chaînes initiales, nous avons recodé la variable familiarité en trois niveaux dans une variable nommée Niveau de Familiarité, et notée NivFam. Sur les 108 combinaisons restantes (6 rangs de la conséquence, 6 chaînes, et 3 nivFam), 8 sont vides, correspondant à 4 couples de la chaîne 3 qui n'ont aucun jugement pour le niveau de familiarité 1, et 4 couples de la chaîne 6

qui n'ont aucun jugement pour le niveau de familiarité 3. Quatre couples de la chaîne 1 et 4 couples de la chaîne 2 n'ont reçu qu'un jugement de plausibilité pour le niveau 3.

Afin d'effectuer une ANOVA NivFam x Conséquence à partir de ces moyennes par couple et niveau de familiarité, nous avons remplacé les moyennes des couples manquants par la moyenne des autres couples de la chaîne. L'effet de la conséquence n'est pas significatif ($F(5,90)=1,84$; $p<0,114$), alors que l'effet du niveau de familiarité l'est ($F(2,90)=8,91$; $p<0,000$). On n'observe pas d'effet d'interaction entre ces deux variables ($F(10,90)=0,60$). Le graphique des moyennes par combinaison et niveau de familiarité indique—sans surprise—que la plausibilité croît avec la familiarité. On n'observe toutefois pas de différence entre les niveaux 1 et 2 de NivFam. Les analyses de comparaisons planifiées indiquent que la modalité 2 de nivFam diffère significativement de la modalité 3 ($F(1,90)=9,52$; $p<0,003$), mais pas de la modalité 1 ($F(1,90)=0,91$; $p<0,34$). Enfin, l'opposition entre les trois premiers rangs et les trois derniers est significative ($F(1,90)=8,14$; $p<0,005$) si l'on inclut les trois courbes dans l'analyse. Cette opposition n'est pas significative pour les niveaux 1 et 3 considérés individuellement (respectivement, $F(1,90)=1,90$; $p<0,171$ pour nivFam=1, et $F(1,90)=2,04$; $p<0,156$ pour nivFam=3). Pour le niveau de familiarité intermédiaire, les trois premiers couples sont significativement plus élevés que les trois derniers ($F(1,90)=4,56$; $p<0,036$).

Les profils par chaîne de l'interaction entre rang et niveau de familiarité présentent des caractéristiques similaires du point de vue de la relation entre les trois niveaux de familiarité. Dans la chaîne 2, les trois courbes sont quasiment confondues; pour la chaîne 6, le nombre de valeurs manquantes ne permet pas d'examiner la relation entre le niveau de familiarité 3 et les autres niveaux. Pour les autres chaînes, on observe que la familiarité 3 est en général plus plausible que les familiarités 1 et 2, même s'il existe plusieurs points de contact entre 1 et 2.

L'étude de l'interaction entre rang et niveau de plausibilité pour DJ1 plaide plutôt en faveur d'une stabilité de la plausibilité, à niveau de familiarité constant; la plausibilité pour la familiarité 3 est supérieure à la plausibilité pour les niveaux 1 et 2. L'absence d'effet du rang dans l'analyse rang x familiarité laisse à penser que l'effet général du rang observé au point IV - 3.2.1 relève d'un déséquilibre de la distribution par niveau de familiarité joint à une interaction entre familiarité et profil par rang. Or cette interprétation est discréditée par l'absence d'effet d'interaction entre familiarité et rang. Ces résultats vont dans le sens de l'hypothèse selon laquelle l'effet du rang serait aplani par l'inclusion dans le corpus d'un plus grand nombre de chaînes.

IV - 3.5.5 Taille et familiarité

Deux ANOVA ont été conduites pour tester l'interaction entre taille et niveau de familiarité. La première testait l'effet global de ces deux variables dans un plan nivFam(3) x taille (5). L'analyse révèle des effets significatifs du niveau de familiarité ($F(2,234)=8,36$; $p<0,000$) et de la taille ($F(4,234)=10,95$; $p<0,000$), mais pas d'effet d'interaction ($F(8,234)=0,57$). Ainsi la familiarité ne semble-t-elle pas jouer un rôle dans l'effet de la taille. Une deuxième ANOVA a été conduite pour tenir compte de la variable chaîne. Du fait de cellules vides, le plan de l'analyse ne portait que sur les tailles 1 à 3, pour un plan Chaîne(6) x Taille(3) x NivFam(3). L'analyse révèle des effets significatifs de la chaîne ($F(5,164)=15,36$; $p<0,000$), de la taille ($F(2,164)=19,31$; $p<0,000$), et du NivFam ($F(2,164)=9,95$; $p<0,000$) ainsi que de l'interaction chaîne x taille ($F(10,164)=2,51$; $p<0,008$), conformément aux résultats des analyses du point IV - 3.3. Aucune autre interaction significative n'est à signaler. La variable NivFam ne semble donc pas influencer sur les effets respectifs de la chaîne et de la taille, ni sur leur interaction.

IV - 3.5.6 Discussion sur la familiarité

Les analyses de la variable familiarité ont permis d'établir que cette variable exprime bien une donnée distincte d'un jugement de plausibilité global du participant sur la chaîne. Par ailleurs, on constate une forte corrélation entre familiarité et plausibilité : la plausibilité est une fonction croissante de la familiarité. Enfin, nous avons établi que la familiarité n'interagit pas avec le rang ou la taille ; l'étude d'interaction entre rang et taille indique néanmoins que l'effet principal du rang n'est plus significatif si l'on prend en compte la familiarité. Les effectifs de jugements par couple et niveau de familiarité ne permettent pas de tester l'interaction de la familiarité avec les analyses du point IV - 3.4. La familiarité ne semble cependant pas pouvoir jouer un rôle déterminant dans l'interprétation de ces analyses.

IV - 3.6 Discussion

Les trois aspects de la distance causale étudiés à travers les analyses sont son rapport à la dynamique de la succession des enchaînements, sa relation avec le degré de détail, et l'articulation entre l'échelle de la distance causale et les caractéristiques des couples au regard de l'inférence. Une interprétation de la variable familiarité a également été proposée. Ces

analyses, bien que fondées sur un nombre d'observations limité, ont permis de préciser un portrait hypothétique cohérent de la force causale, et du rapport de cette dernière au paramètre textuel qu'est le rang, au paramètre sémantico-discursif qu'est le niveau de détail, et au paramètre sémantico-psychologique qu'est l'effort inférentiel. Ce portrait putatif de la topologie de la force causale est à confirmer sur un corpus de plus grande taille.

La familiarité mesurée dans l'étude relève d'un jugement distinct de la plausibilité, et la plausibilité lui est nettement corrélée positivement. Elle n'interagit toutefois pas avec les autres variables dont les effets ont été testés dans l'étude. Les analyses par rang et par rang de présentation ne semblent pas suggérer un profil de plausibilité marqué. L'effet significatif du rang pour les couples initiaux, qui pourrait appuyer l'hypothèse d'une tendance à la baisse de la plausibilité en fonction du rang, est difficile à interpréter en présence d'une interaction significative avec la chaîne. Par ailleurs, le profil par rang de présentation est stable et l'effet de cette variable est non significatif.

Pour ce qui concerne la relation globale entre degré de détail et plausibilité, il apparaît clairement que la force causale est d'autant plus grande que le degré de détail (exprimé par la taille) est élevé : plus la chaîne est complète, et plus ses enchaînements sont jugés plausibles. Les analyses portant sur l'ensemble des six chaînes indiquent que la plausibilité décroît avec la taille du couple, que le point fixe soit la cause ou la conséquence, et quel que soit son rang initial, ou le rang de présentation de l'enchaînement au participant. Les couples de taille 2 (un phrase supprimée) sont moins plausibles que les couples de taille 1 (couples initiaux). Si la taille définit un ordre dans l'espace des couples de notre matériel, alors il apparaît clairement que la plausibilité préserve cet ordre car elle ne le viole pas significativement. En ce sens il existe un morphisme entre la taille et la distance causale mentale. Le caractère significatif et robuste de ces résultats obtenus toutes chaînes confondues contraste avec la singularité apparente des profils par chaîne. Ces derniers ne révèlent toutefois aucune exception statistiquement significative aux règles observées au niveau global. De plus, une analyse des séries les plus complètes de couples partageant la même conséquence nous a permis de suggérer un modèle descriptif du profil de la plausibilité des couples à conséquence fixe en fonction de la taille. Ce modèle propose de décrire le profil de la plausibilité en fonction du degré de détail à conséquence fixée en deux parties : un palier bas, pour lequel la plausibilité des sauts est inférieure à la plausibilité des couples initiaux de même cause, et un palier haut, pour lequel la plausibilité des sauts ne dépend pas de la conséquence. Un trait remarquable de cette description du profil des sauts d'une chaîne est l'absence d'interaction entre les courbes

des sauts et celle des couples initiaux au sein de chaque palier. Toutefois, les paramètres de notre matériel (faible nombre de chaînes, séries incomplètes) ne sont qu'une forte indication de la validité du modèle descriptif. Il faut également mentionner un aspect de la construction du matériel qui n'était pas directement contrôlé dans les analyses des profils particuliers : il existait une corrélation structurelle entre la taille d'un enchaînement à conséquence fixe et la richesse de son contexte (en nombre de phrases). Cependant, l'absence d'effet du rang de présentation et l'absence d'interaction au niveau global entre taille et rang de présentation laissent supposer que l'on peut négliger l'influence de ce facteur.

Les analyses du point IV - 3.4 mettent l'accent sur les variations de l'effet de la taille selon le niveau de plausibilité initial. Cette approche repose sur l'étude des variations du niveau de détail d'enchaînements individuels, à conséquence ou à cause fixe, regroupés par niveau de plausibilité. Il s'agissait plus précisément d'étudier le profil de plausibilité par degré de développement ou par degré de contraction en fonction du niveau de plausibilité du couple subissant les opérations de développement ou de contraction. Les données ainsi analysées ont permis d'éclairer la relation entre le travail d'inférence et la force causale. Les travaux de Myers et collaborateurs ont établi que les couples de phrases de force causale intermédiaire sont les mieux rappelés car ils correspondent à un effort inférentiel maximal, par opposition aux couples très fortement causaux et aux couples très faiblement causaux. Cette interprétation implique une rupture entre les couples très faiblement causaux qui ne donnent pas lieu à élaboration, et les couples peu causaux qui donnent lieu à une élaboration coûteuse. La différence entre ces deux ensembles conduit à prédire que si l'opération de contraction correspond à une augmentation d'effort inférentiel, elle peut diminuer la plausibilité pour les couples assez plausibles ou très plausibles, mais elle ne diminue pas la plausibilité des couples très faiblement causaux, pour lesquels il n'y a pas d'élaboration causale. Conformément à cette prédiction, les analyses du point IV - 3.4 indiquent la présence d'un plancher à l'effet de la contraction sur la plausibilité, correspondant au deuxième niveau de plausibilité sur une échelle de 4 niveaux. Par ailleurs, on observe un plafond symétrique pour l'effet de l'opération de développement sur la plausibilité : le développement n'induit d'augmentation de la plausibilité moyenne que jusqu'au troisième niveau. Dans la mesure où le développement permet une diminution de l'effort inférentiel, il apparaît donc que cette diminution ne se produit (en moyenne) que pour les niveaux de plausibilité faibles ou intermédiaires. Ces observations suggèrent donc un changement de nature de l'élaboration inférentielle lorsque la causalité devient très forte. Un seuil séparerait les couples de causalité

intermédiaire, pour lesquels le développement permet d'alléger le travail inférentiel et d'augmenter la cohérence causale, et les couples très fortement causaux, pour lesquels l'effort inférentiel est minimal.

En résumé, l'étude 1 visait à étudier la relation entre d'une part, la distance causale « objective » que représente le niveau de détail des couples tirés d'un petit corpus de chaînes causales, et d'autre part la distance causale mentale exprimée par les jugements de plausibilité. Il apparaît clairement que la distance causale mentale reflète la distance causale « extérieure » exprimée par la taille. Il ne semble pas y avoir d'effet de rang ou d'influence spécifique de la richesse du contexte sur les jugements de plausibilité, et l'effet de la taille a été contrôlé au regard de ces aspects. Par ailleurs, les analyses de la variation du niveau de détail basées sur le développement ou la contraction d'enchaînements spécifiques (IV - 3.3.2 et IV - 3.4) nous ont permis de proposer un modèle de la relation globale entre effort inférentiel et force causale, ainsi qu'un modèle descriptif des profils particuliers du développement d'un couple, qui repose sur l'étude d'interaction avec les couples de la chaîne complète. Au niveau global, on peut découper l'échelle de la force causale en trois tranches : dans la tranche inférieure, la contraction est inopérante, mais un développement peut augmenter la plausibilité ; la plausibilité des enchaînements intermédiaires peut être augmentée par un développement, ou diminuée par contraction ; la plausibilité des enchaînements de la tranche supérieure peut être diminuée, mais le développement est inopérant. Sous réserve que ces données soient confirmées pour un nombre supérieur d'observations, elles sont conformes à un modèle inspiré des travaux de Duffy et collaborateurs, selon lequel le continuum de la force causale recouvre trois niveaux distincts au regard de l'activité d'inférence : les tranches inférieure et supérieure correspondent au cas d'un effort inférentiel nul, alors que la tranche intermédiaire correspond à l'effort inférentiel maximal. Au niveau des profils individuels, on retrouve ce découpage tripartite. Le profil des développements successifs d'un couple présente un palier bas pour les tailles les plus grandes et un palier haut correspondant aux tailles les plus petites. Ces paliers des chaînes individuelles ne se lisent pas de façon absolue, mais en termes d'interaction avec la plausibilité d'autres couples (les couples initiaux) qui partagent la même cause. Une fois contrôlé cet aspect de la plausibilité (qui concerne l'effet propre à la cause sur la plausibilité), l'effet de la variation du degré de détail fait évoluer la plausibilité des couples dans un espace binaire. Entre ces deux paliers, il n'est en principe pas exclu que plusieurs niveaux de développement aient des plausibilités intermédiaires entre les deux paliers, mais les profils

individuels observés semblent plutôt présenter en général un profil binaire, un niveau de développement qui fait passer directement du plafond au plancher. On ne saurait conclure fermement sur ce point, compte tenu du nombre limité de niveaux de développement et de valeurs sur l'échelle de plausibilité. Enfin, l'ensemble de ces analyses a révélé deux faits généraux sur la force causale. Premièrement, toutes les observations relatives à l'effet de la taille, de la contraction ou du développement d'un couple sont valables que l'on prenne la conséquence comme point de référence ou la cause. Les jugements de plausibilité formulés ne privilégient donc pas l'une des deux parties de la relation, les effets de chaque variable sont indifférents au côté de la relation fixé. Deuxièmement, la plausibilité croît avec la familiarité. Cette dernière n'interagit toutefois ni avec le rang ni avec la taille

L'étude 2, présentée au chapitre suivant, vise à confirmer les hypothèses interprétatives suggérées ici, en simplifiant la procédure de recueil des données et en l'appliquant à un nombre supérieur de chaînes causales.

Chapitre V Topologie de la distance causale (Etude 2)

V - 1 Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude est de confirmer et d'élargir le champ des données de l'étude n°1, en recueillant des jugements de plausibilité pour 8 nouvelles chaînes s'ajoutant aux 6 chaînes initiales. Dans cette étude, nous avons choisi de mesurer les temps de jugement afin de mieux cerner les caractéristiques de la tâche du jugement de plausibilité. Il s'agit notamment de répondre à la question suivante : le temps de jugement dépend-il de la plausibilité ? (le jugement est-il d'autant plus facile, donc rapide, que la plausibilité est jugée grande ?).

La présente étude sert essentiellement deux buts. Du point de vue de la dynamique textuelle des enchaînements, la première étude a établi que les profils de plausibilité pour la chaîne complète, distincts selon la chaîne, ne dessinent pas un profil général de la plausibilité en fonction du rang de l'enchaînement. Par ailleurs, les analyses relatives à la taille de l'enchaînement indiquent une décroissance monotone de la plausibilité en fonction de la taille. La prise en compte d'un nombre supérieur de chaînes doit permettre non seulement de confirmer les résultats généraux établis par l'étude 1, mais aussi d'étudier plus précisément

les profils individuels des chaînes. Pour ce qui concerne la dynamique textuelle, il s'agit d'établir si les types de profils observés dans l'étude 1 constituent des types généraux susceptibles de caractériser une population plus large, ou s'ils sont fortuits. Pour ce qui concerne l'effet du degré de détail (taille), un nombre supérieur de chaînes et un matériel comportant une série complète de tailles de sauts doit permettre d'évaluer la portée du modèle descriptif suggéré dans l'étude 1, qui décrit le profil de plausibilité en fonction du degré de détail d'une chaîne particulière comme une courbe comportant un palier bas, un palier haut, et un seuil de rupture.

Le matériel de la première étude était conçu de façon à recueillir la plus grande variété de couples imbriqués, correspondant à diverses combinaisons de taille, de rang initial, et de rang de présentation. Les analyses des effets du rang, et du rang de présentation, ont indiqué qu'il n'y avait pas d'effet principal de ces variables au niveau global, ni d'interaction significative entre elles et la variable taille. Dans l'étude n°2, la constitution des versions des chaînes a été simplifiée, et doit permettre deux types d'analyse : d'une part, une analyse « linéaire », qui concerne la séquence des couples cause-conséquence d'une chaîne complète, et d'autre part, une analyse des « sauts », concentrée sur les six couples emboîtés qui partagent tous la même conséquence, la dernière phrase de la chaîne. La présence des deux séries (chaîne initiale et série complète des « sauts ») permettra d'étudier les profils des sauts en termes d'interactions par rapport à la plausibilité de la chaîne initiale.

V - 2 Méthode

V - 2.1 Plan de l'étude

Le plan expérimental est analogue à celui de l'étude 1. Cette fois les six versions de chaque chaîne étaient construites par suppression de zéro à six propositions précédant la dernière proposition de la chaîne initiale. La Figure 7 (p. 268) et le Tableau 12 (p. 267) indiquent l'ensemble des couples cause-conséquence testés à travers les six variantes d'une

chaîne. De même que dans l'expérience 1, on a élaboré six conditions (11 participants par condition), correspondant chacune à une répartition différente des chaînes dans les versions. Sept groupes de deux chaînes ont été arbitrairement définis. Les 14 chaînes étant numérotées de 1 à 14, le groupe 1 correspond aux chaînes 1 et 2, le groupe 2 aux chaînes 3 et 4, et ainsi de suite. Le contrebalancement est mis en œuvre par une adaptation du carré latin (voir Tableau 13) : les groupes de chaînes 1 à 6 sont répartis dans le plan selon un carré latin classique pour les variables conditions et version. Le septième groupe est présenté dans six versions différentes à travers les six conditions, mais il est inévitable, à cause de la structure mathématique du carré latin, que dans deux conditions il soit présenté dans la même version qu'un autre groupe de chaînes (en l'occurrence, les groupes 4 et 7 sont présentés dans la même version pour deux conditions).

Variante I : (chaîne complète)	1 2 3 4 5 6 7
variante II	1 2 3 4 5 7
variante III	1 2 3 4 7
variante IV	1 2 3 7
variante V	1 2 7
variante VI	1 7

Tableau 12 : Constitution des variantes d'une chaîne causale pour l'étude 2. Chaque chiffre arabe (entre 1 et 7) correspond à une phrase, identifiée par son rang dans la chaîne complète. Pour chaque variante, les suites de chiffres de la deuxième colonne indiquent à la fois les phrases présentes et leur ordre, qui préserve celui de la version complète.

Condition	Groupes de chaînes causales						
	1	2	3	4	5	6	7
1	I	II	III	IV	V	VI	II
2	VI	I	II	III	IV	V	III
3	V	VI	I	II	III	IV	IV
4	IV	V	VI	I	II	III	I
5	III	IV	V	VI	I	II	V
6	II	III	IV	V	VI	I	VI

Tableau 13 : Plan de l'étude n°2. Chaque ligne du tableau correspond à une condition. Pour chaque condition, les chiffres romains indiquent la version dans laquelle sont présentées les chaînes de chaque groupe de deux chaînes (colonnes).

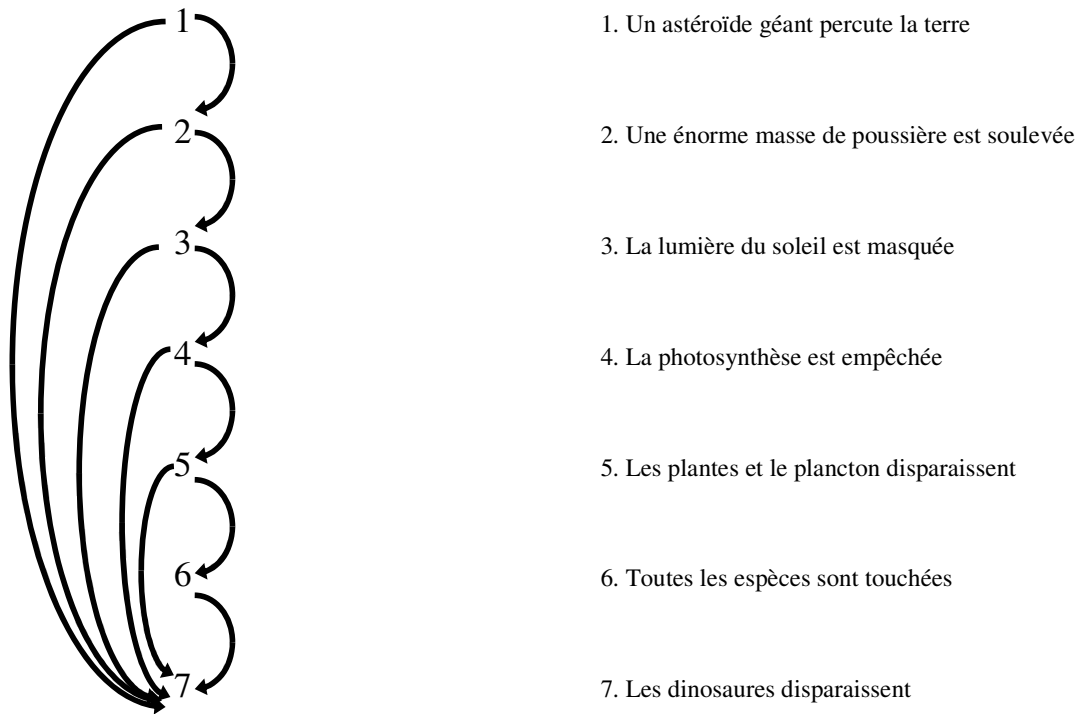


Figure 7 : Combinaisons de couples cause-conséquence recueillis dans l'étude 2. A droite, un exemple de chaîne causale complète. Dans le schéma de gauche, les chiffres correspondent au rang de la phrase dans la chaîne causale. Chaque flèche figure un couple cause-conséquence pour lequel des jugements de plausibilité ont été recueillis.

V - 2.2 Procédure

La procédure diffère de celle de l'étude n°1 principalement sur deux points : d'une part, le participant avait pour consigne de juger de la « vraisemblance » de la conséquence par rapport à la phrase qui précède, au lieu de la « plausibilité » de cette phrase. D'autre part, le matériel fut présenté sur l'écran d'un ordinateur portable, et les jugements recueillis à travers le pavé numérique d'un clavier connecté au portable. Par ailleurs, la mesure du temps de réponse a entraîné deux modifications mineures du protocole.

V - 2.2.1 Choix du mot désignant le jugement

Lors de la passation de l'étude n°1, plusieurs participants se sont déclarés mal à l'aise avec le mot « plausibilité ». Le mot « vraisemblance » semblant être une alternative convenable, nous avons conduit une pré-étude afin de vérifier si le remplacement de « plausibilité » par « vraisemblance » risquait de modifier la nature du jugement, et si le second terme était bien plus compréhensible pour les participants. Nous avons demandé à 10 participants naïfs de définir les termes « plausibilité » et « vraisemblance » (5 dans cet ordre, et 5 dans l'ordre inverse). Pour aucune des personnes interrogées les définitions des deux termes n'étaient très différentes, mais pour quatre d'entre elles, la notion de « plausible » était proche de « possible », tandis que « vraisemblable » véhiculait une connotation plus subjective. On a aussi demandé aux mêmes personnes laquelle des deux notions leur paraissait la plus claire à comprendre ou la plus naturelle à utiliser pour qualifier une relation de cause à effet. C'est la vraisemblance qui l'a emporté (huit sur dix). C'est donc finalement le terme « vraisemblance » qui a été adopté, parce qu'il semble plus directement compréhensible, et parce qu'il oriente le participant vers le jugement le plus libre possible. Signalons que dans les analyses qui suivent, nous avons conservé le mot « plausibilité », car nous avons considéré que c'est la même variable qui est estimée par les jugements de « vraisemblance ».

V - 2.2.2 Ordinateurs portables

L'utilisation d'ordinateurs a permis de mesurer des temps de réponse pour les jugements de plausibilité. Deux ordinateurs portables PC ont été utilisés : un unika 166 Mhz écran 12 pouces, et un Texas Instruments 120 Mhz écran 10 pouces. L'environnement logiciel employé pour la programmation des écrans et le recueil des données fut le logiciel Psi (développé au LIMSI).

V - 2.2.3 Modifications liées à la mesure du temps de jugement

Le choix de mesurer le temps de jugement des phrases a entraîné deux modifications du protocole. La première est la suppression des phrases précédant la phrase cible au moment où celle-ci apparaît. Cela permet d'éviter que le participant ne diffère la lecture de la première phrase jusqu'au moment de la présentation de la phrase cible, et d'être sûr que le temps mesuré n'inclut pas celui d'une éventuelle relecture des phrases précédant la phrase cible. Afin que la disparition des phrases qui expriment la cause de la phrase cible n'exerce pas une charge cognitive trop importante, nous avons choisi de regrouper les jugements concernant chaque chaîne: le participant jugeait les enchaînements extraits d'une même chaîne les uns à la suite des autres (alors que dans l'étude n°1 ils étaient intercalés dans un ordre aléatoire avec les jugements des autres chaînes).

Le matériel expérimental était présenté sur l'écran d'un ordinateur portable. L'ensemble des textes étaient présentés en caractères Arial 12 points, noirs sur fond blanc. Tous les messages d'instructions au participant étaient centrés au milieu de l'écran.

Pour chacune des 14 chaînes causales présentées à un participant, la séquence des actions est la suivante :

- le message « Nouveau Texte - appuyer sur la barre d'espace pour continuer » s'affiche à l'écran.
- le participant appuie sur la barre d'espace,
- La première phrase de la chaîne s'affiche en haut de l'écran. Au bout de 2000 ms, le message suivant s'affiche : « appuyer sur la barre d'espace pour voir la phrase à juger » (la Figure 8 et la Figure 9 présentent la 3^{ème} itération du processus pour l'un des textes).

- lorsque le participant appuie sur la barre d'espace, un masque s'affiche au centre de l'écran pendant 500 ms, puis le texte du haut disparaît, la phrase cible remplace le masque, et l'échelle de jugement s'affiche en bas de l'écran (Figure 9).
- lorsque le participant appuie sur une touche du clavier numérique pour donner son jugement, le centre et le bas de l'écran se vident, le début du texte réapparaît en haut de l'écran (c'est-à-dire la première phrase et toutes celles déjà jugées, les unes en dessous des autres), et le processus continue pour le jugement de la phrase suivante retour à l'étape 3)
- Une fois la chaîne terminée, le message « fin du texte » s'affiche pendant 2000ms, puis la chaîne est présentée toute entière à l'écran, et on demande au participant de juger de sa familiarité avec le sujet traité (Figure 10)

Un astéroïde géant percute la terre
Une énorme masse de poussière est soulevée
La lumière du soleil est masquée

[appuyez sur la barre d'espace pour voir la phrase à juger]

Figure 8 : exemple d'écran pour l'étude n°2 (avant présentation de la phrase cible)

La photosynthèse est empêchée

Etant données les phrases précédentes, je considère que cette phrase est une conséquence:

1 - pas du tout vraisemblable	2 - très peu vraisemblable	3 - assez peu vraisemblable
4 - assez vraisemblable	5 - très vraisemblable	6 - tout à fait vraisemblable

Figure 9 - exemple d'écran pour l'étude n°2 (présentation de la phrase cible)

Un astéroïde géant percute la terre
Une énorme masse de poussière est soulevée
La lumière du soleil est masquée
La photosynthèse est empêchée
Les plantes et le plancton disparaissent
Toutes les espèces sont touchées
Les dinosaures disparaissent

***** FAMILIARITE *****

Le sujet traité par ce texte m'est:

1 - pas du tout familier	2 - très peu familier	3 - assez peu familier
4 - assez familier	5 - très familier	6 - tout à fait familier

Figure 10 : exemple d'écran pour l'étude n°2 (jugement de familiarité : la chaîne complète est présentée en haut de l'écran)

Les jugements de plausibilité et de familiarité étaient portés sur une échelle de 1 à 6. Les participants utilisaient les deux rangées inférieures du pavé numérique. Ce dernier était aménagé de telle sorte que les valeurs 1, 2, et 3 constituaient (dans cet ordre) la rangée du milieu du pavé, et les valeurs 4, 5, 6 la rangée inférieure. Bien que les participants aient porté leurs jugements de plausibilité sur une échelle de 1 à 6, pour des raisons évidentes de cohérence, tous les résultats de l'étude n°2 décrits et analysés ci-dessous sont ramenés à une échelle de 0 à 5 (en retranchant 1 au résultat).

V - 2.2.4 déroulement de la séance

Pour commencer, l'expérimentateur apportait oralement les précisions d'usage au participant. Il lui était précisé qu'il s'agissait d'une expérience de psychologie cognitive qui ne vise pas à apprécier ses performances particulières ; que les données recueillies, anonymes, seraient moyennées avec celles d'un grand nombre d'autres participants ; que le participant pouvait choisir d'interrompre la séance à tout moment.

Après lecture de la consigne écrite, que le participant pouvait conserver pendant la durée de l'expérience, la séance débutait par un exercice de familiarisation avec les touches du clavier. Un chiffre apparaissait à l'écran, et le participant devait le plus vite possible appuyer sur la touche correspondante. L'exercice prenait fin lorsque le participant avait terminé sans erreurs trois séries de 6 tests. Une fois l'entraînement aux touches terminé, le participant s'exerçait à porter des jugements sur une chaîne (la même que celle présentée en exemple dans la consigne), et il pouvait à nouveau poser des questions à l'expérimentateur avant de commencer l'expérience proprement dite. Ensuite, le participant jugeait les couples des 14 chaînes en deux séries de 7, séparées par une pause d'une minute. L'ensemble de la procédure durait environ une demi-heure.

V - 2.3 Participants

Soixante-six étudiants volontaires, inscrits en D.U.T. d'informatique, âgés de 18 à 26 ans, ont participé à cette étude.

V - 2.4 Variables dépendantes

Les trois mesures recueillies sont le jugement de plausibilité, le jugement de familiarité, et le temps de jugement (dont le code est T1). Le code DJ1 correspond au jugement de plausibilité brut exprimé par le participant. Les jugements s'échelonnaient sur une échelle de 1 à 6, et sont pour l'analyse recodés sur une échelle de 0 à 5. Sauf précision contraire, les termes « jugement » ou « plausibilité » désigneront par la suite ce jugement de plausibilité brut. Les jugements de familiarité ont également été portés sur une échelle de 1 à 6, et recodés sur une échelle de 0 à 5. En vue d'élaborer l'indice le plus fiable possible de la force causale (cf. V - 3.1.4), nous avons également élaboré une variable dépendante correspondant à la différence entre plausibilité la familiarité. Cette variable, codée DJ4, est définie comme la différence entre le jugement de plausibilité brut et la familiarité du participant pour la chaîne à laquelle appartient le couple. Elle est de plus normalisée de façon à éliminer l'effet global de l'étude (cf. V - 3.1.5).

V - 3 Résultats

V - 3.1 Comparaison avec l'étude n°1

V - 3.1.1 Données analysées

Huit participants ont abandonné l'expérience en cours de route, suite à une panne d'électricité. On a néanmoins conservé les jugements de plausibilité de trois d'entre eux, qui avaient vu au moins douze chaînes sur 14. Suite à une erreur de programmation, les jugements de familiarité sur les chaînes de 12 participants ont été perdus. Cette mesure est finalement disponible pour 48 participants. Enfin, les données d'un participant dont les temps de jugement étaient anormalement courts ont été exclues. Le temps moyen de réponse pour ce participant était de 2,7 s., et 15 temps de réponse étaient inférieurs à la seconde (dont 10 inférieurs à 600ms). Le nombre total de participants pris en compte pour la plausibilité est donc 60, dont 48 pour lesquels on dispose de la familiarité. Pour chaque participant dont les données étaient conservées, tous les jugements ont été inclus dans l'analyse. Le Tableau 14

(ci-dessous) récapitule les données finalement analysées. L'Annexe B présente les figures et tableaux relatifs aux données descriptives des données de l'étude 2 concernées par la comparaison entre les deux études.

condition	N participants	N jugements
1	11	502
2	10	480
3	11	550
4	10	438
5	9	468
6	9	486
Total	60	2924

Tableau 14 : Répartition des jugements par condition pour l'étude 2.

V - 3.1.2 Effet de la condition pour l'étude 2

Des ANOVAs analogues à celle de l'étude 1 (cf. C-1.1) menées sur les observations de l'étude n°2 n'indiquent pas d'effet significatif de la condition ($F(5,25)=1,47403$; $p<0,234$) sur la plausibilité, mais des effets significatifs du groupe de chaînes ($F(6,25)=10,4376$; $p<0,000$) et de la version ($F(5,25)=17,4825$; $p<0,000$). Dans la suite des analyses, il ne sera pas tenu compte de la variable condition.

V - 3.1.3 Etude et jugements bruts

Les analyses de la présente section, qui visent à étudier l'effet de l'étude sur les données recueillies, portent sur les jugements de plausibilité des couples inclus dans les études 1 et 2 (à savoir 10 couples pour chacune des 6 premières chaînes). Les données correspondant à l'ensemble des couples de l'étude 2 seront présentés à partir du point V - 3.2.

Pour les couples appartenant aux deux études, (cf. Tableau 16 et Figure 16, p. 471), la plausibilité moyenne de l'étude 1 ($M=2,79$) est légèrement supérieure à celle de l'étude 2 ($M=2,67$) ; cette différence n'est pas significative ($t(118) = 0,43$). Une ANOVA par Etude et Chaîne sur les plausibilités par item (couple ; cf. C-1.2) indique un effet de la chaîne sur la plausibilité ($F(5,108)=10,69$; $p<0,000$), mais pas d'effet de l'Etude ($F(1,108)=0,60$), ni d'interaction entre chaîne et étude ($F(5,108)=0,26$). Pour toutes les chaînes sauf la chaîne 6, la différence entre les moyennes pour les deux études est inférieure à 0,17 en valeur absolue ; la différence entre les deux études pour la chaîne 6 est de 0,49, et cette différence est non significative ($F(1,18)=2,87$; $p<0,108$).

Dans l'analyse par participant (cf. Tableau 15 et Figure 12, p. 465), c'est la plausibilité de l'étude 2 qui est la plus élevée ($M= 2,85$, contre $M= 2,64$ dans l'étude 1). L'effet global de l'étude est significatif ($F(1,789)=4,10$; $p<0,043$). Il convient de remarquer que les études 1 et 2 diffèrent par la composition des couples inclus dans chaque version de la chaîne. La différence inter-études de la plausibilité moyenne par participant, qui contraste avec la stabilité dans l'analyse par items, peut s'expliquer par le fait que les données moyennées dans cette comparaison portent sur des répartitions d'items différentes : une telle analyse n'est donc pas pertinente. C'est pourquoi dans la suite, les analyses impliquant la variables chaîne seront basées sur les plausibilités des items, à l'exception des analyses concernant la familiarité, car cette variable est relative à la chaîne dans son ensemble.

Une comparaison plus fine des données (cf. C-1.6 pour les analyses de ce paragraphe) des deux études laisse apparaître des résultats analogues. L'ANOVA Etude x Couple sur l'ensemble des données brutes révèle un effet significatif du couple ($F(59,2004)=17,20$; $p<0,000$), un effet non significatif de l'étude ($F(1,2004)=3,51$; $p<0,061$), et une interaction non significative entre les deux variables ($F(59,2004)=1,26$; $p<0,088$). Le p associé à l'effet de l'étude étant proche du seuil de significativité, nous avons conduit deux analyses complémentaires en séparant la chaîne 6 des cinq autres chaînes. L'ANOVA sur les couples des chaînes 1 à 5 ne révèle pas d'effet de l'étude ($F(1,1675)=0,50$), ni d'interaction significative ($F(49,1675)=1,18$; $p<0,190$) tout en confirmant l'effet du couple ($F(49,1675)=18,58$; $p<0,000$). Restreinte aux couples de la chaîne 6, l'ANOVA indique en revanche des effets significatifs du couple ($F(1,329)=10,45$; $p<0,001$) et de l'étude ($F(9,329)=7,91$; $p<0,000$), et une interaction non significative ($F(9,329)=1,31$; $p<0,231$). L'ensemble de ces analyses suggère que la plausibilité des items ne dépend pas de l'étude, sauf pour la chaîne 6, pour laquelle la plausibilité est inférieure dans l'étude 2. Cependant,

pour cette chaîne, l'absence d'interaction significative indique que la différence entre les deux études ne modifie pas le profil par couple mais le transpose.

V - 3.1.4 Étude et familiarité

La familiarité moyenne pour l'étude 2 ($M = 2,21$) est légèrement supérieure à celle de l'étude 1 ($M = 2,08$). L'effet global de l'étude sur la familiarité (cf. C-1.8, p. 515 pour les analyses sur la familiarité) n'est pas significatif ($F(1,717)=1,71$; $p<0,191$). Une ANOVA Etude x Chaîne pour la familiarité indique un effet significatif de la chaîne ($F(5,707)=25,50$; $p<0,000$), et des effets non significatifs de l'étude ($F(1,707)=2,04$; $p<0,153$) et de l'interaction Etude x Chaîne ($F(5,707)=1,95$; $p<0,084$). La probabilité associée à l'interaction est proche du seuil de significativité. Les données descriptives (cf. cf. Tableau 25 et Figure 16, p. 514) indiquent que l'interaction observée est liée à la chaîne 6 : pour cette chaîne, la familiarité dans la seconde étude est supérieure à celle de la première étude, alors que pour les cinq autres chaînes, la familiarité de la seconde étude est la plus grande. Comme pour la plausibilité, nous avons conduit des ANOVAS séparées pour les chaînes 1 à 5, d'une part, et la chaîne 6, d'autre part. L'ANOVA Etude x Chaîne sur les données excluant la chaîne 6 indiquent des effets significatifs de la chaîne ($F(4,589)=29,89$; $p<0,000$) et de l'étude ($F(1,589)=5,39$; $p<0,021$), et pas d'effet d'interaction ($F(4,589)=0,67$). Pour les jugements de familiarité de la chaîne 6, l'effet de l'étude est significatif ($F(1,118)=4,41$; $p<0,038$). Ainsi, dans l'analyse globale, l'interaction entre étude et chaîne, bien que non significative, suffisait à masquer l'effet de l'étude : la familiarité est plus élevée dans l'étude 2 pour les 5 premières chaînes, et plus élevée dans l'étude 1 pour la chaîne 6. La plausibilité moindre des couples de la chaîne 6 dans l'étude 2 semble liée au fait que la familiarité pour cette chaîne est également inférieure. Cette observation, jointe à l'absence d'interaction entre familiarité et plausibilité des chaînes, nous a conduit à étudier comme variable dépendante la différence entre plausibilité et familiarité. Pour chaque jugement de plausibilité, la différence entre plausibilité brute du couple 7 et la familiarité du participant pour la chaîne a été calculée. Cette mesure est codée DJ3. Nous avons calculé la valeur de cette variable pour l'ensemble des jugements des études 1 et 2. Le point suivant présente l'analyse de l'effet de l'étude sur cette variable.

V - 3.1.5 Elaboration de la variable DJ4

Dans l'analyse par items (cf. C-1.10) les moyennes de DJ3 pour les études 1 et 2 sont respectivement $M= 0,61$ et $M= 0,40$ pour des des écarts-types respectifs de $\sigma=0,76$ et $\sigma=0,92$. L'effet de l'étude est non significatif ($F(1,118)=1,89$; $p<0,172$). L'ANOVA Etude x Chaîne (cf. C-1.9) indique un effet significatif de la chaîne ($F(5,108)=2,83$; $p<0,019$) un effet non significatif de l'étude ($F(1,108)=1,98$; $p<0,163$), et pas d'interaction entre les deux variables ($F(5,108)=0,31$).

L'ANOVA Etude x Couple pour DJ3 (cf. C-1.13) indique, contrairement aux analyses par chaîne, un effet significatif de l'étude ($F(1,1754)=6,17$; $p<0,013$). L'effet du couple est significatif ($F(59,1754)=6,57$; $p<0,000$), mais pas l'effet d'interaction ($F(59,1754)=1,08$; $p<0,326$). Ainsi, contrairement à la variable DJ1, qui présente une interaction entre couple et étude due à une spécificité de la chaîne 6, l'effet de l'étude sur DJ3 est une légère modification de son niveau de plausibilité, non de son profil par chaîne. La différence entre les DJ3 moyens des deux études peut s'expliquer par la différence du niveau moyen de la familiarité (celui de l'étude 2 est supérieur de 0,13 à celui de l'étude 1). C'est pourquoi nous avons normalisé la variable DJ3 en ajoutant 0,13 aux valeurs initiales de DJ3 de l'étude 2, ce qui correspond à une normalisation des jugements de familiarité préalable au calcul de DJ3. La variable ainsi normalisée a été codée DJ4.

Pour la variable DJ4 les moyennes respectives des études 1 et 2 sont respectivement $M= 0,61$ et $M= 0,53$, avec des écarts-types identiques à ceux de DJ3, à savoir respectivement $\sigma=0,76$ et $\sigma=0,92$ (cf. C-1.15). Pour cette variable, il n'y a pas d'effet global de l'étude ($F(1,118)=0,28$). L'ANOVA Etude x Chaîne (cf. C-1.14) indique un effet significatif de la chaîne ($F(5,108)=2,83$; $p<0,019$), et pas d'effet de l'étude ($F(1,108)=0,29$), ni d'interaction entre étude et chaîne ($F(5,108)=0,31$). L'ANOVA Etude x Couple (cf. C-1.16) révèle un effet du couple ($F(59,1754)=6,57$; $p<0,000$), mais pas d'effet de l'étude ($F(1,1754)=0,91$), ni d'effet d'interaction significatif ($F(59,1754)=1,08$; $p<0,326$). De plus, aucune ANOVA Etude x Couple restreinte à une seule chaîne n'indique d'effet de l'étude.

V - 3.1.6 Conclusion

Les données présentées aux points V - 3.1.3 à V - 3.1.5 plaident en faveur d'une bonne concordance entre les jugements de plausibilité des deux études. La plausibilité brute des couples, pour au moins cinq des six chaînes, ne varie pas significativement d'une étude à l'autre. La plausibilité des couples de la chaîne 6 est plus faible dans l'étude 2 que dans

l'étude 1, et cette différence semble liée à l'interaction entre étude et chaîne pour la familiarité : la familiarité de la chaîne 6 est plus faible dans l'étude 2 que dans l'étude 1, alors que la hiérarchie est inverse pour les cinq premières chaînes. L'effet apparent de la familiarité dans les différences entre études nous a conduit à élaborer une variable, codée DJ4, qui correspond à la différence entre la plausibilité brute et le jugement de familiarité normalisé. La stabilité inter-études de la plausibilité est d'autant plus remarquable que les différences entre les protocoles des deux études étaient nombreuses (support, ordre de présentation, mot désignant le jugement...). Dans la suite des analyses de ce chapitre, les données des deux études seront agrégées. Les deux variables considérées seront la plausibilité brute, DJ1, et la plausibilité normalisée par la familiarité DJ4. Cette dernière variable ne présente pas uniquement l'intérêt d'une normalisation effaçant totalement l'effet de l'étude : elle est également susceptible d'apporter une information d'une nature différente, car elle situe les couples au sein d'un référentiel lié à la chaîne, au lieu de les situer sur une échelle absolue. Quelle que soit l'interprétation que l'on donne de la variable familiarité (jugement d'une nature différente ou « résumé » de la plausibilité), cette variable présente l'intérêt d'être un jugement dont le référentiel est lié à la chaîne elle-même, indépendamment de la version dans laquelle cette dernière est présentée.

V - 3.2 Résultats généraux pour la plausibilité (Étude 2)

V - 3.2.1 Précision méthodologique

Les analyses qui suivent s'appuient sur les plausibilités par couple, dont nous avons vu qu'elles sont une mesure relativement stable. La variable chaîne étant souvent une variable indépendante des ANOVAS, nous avons exclu des analyses les couples des chaînes 1 à 6 qui correspondent à des combinaisons non testées dans l'étude 2, afin que les items moyennés par chaîne soient cohérents. L'exclusion des couples n'appartenant qu'à l'étude 1 a peu de conséquences sur la plausibilité moyenne des chaînes : les différences qui en résultent sont toutes inférieures à 0,08 en valeur absolue, pour DJ1 comme pour DJ4, à l'exception du DJ4 de la chaîne 6, supérieur de 0,19 après exclusion des couples n'appartenant qu'à l'étude 1. L'annexe C-6 (pp. 562 - 564) présente le détail des analyses de la présente section. Les graphiques descriptifs présentant les plausibilités par combinaison constituent les annexes C-1 (pp. 509-535, pour DJ1) et C-4 (pp. 541-555, pour DJ4). Les comparaisons post-hoc pour les

combinaisons sont présentées dans les annexes C-3 (pp. 537- 539, pour DJ1) et C-5 (557-560, pour DJ4)

V - 3.2.2 Plausibilité (DJ1)

Les jugements de plausibilité brute (DJ1) des 154 couples inclus dans l'analyse sont compris entre 0,17 et 4,56, pour une moyenne de 2,90 et un écart-type de 0,92. Leur répartition n'est pas normale (test de Shapiro-Wilks $W = 0,95$; $p < 0,001$), mais le nombre d'observations par cellule et l'absence d'augmentation de l'écart-type pour les moyennes extrêmes (cf. Figure 11) conduisent à considérer que cette violation des hypothèses de l'analyse de variance est sans conséquences.

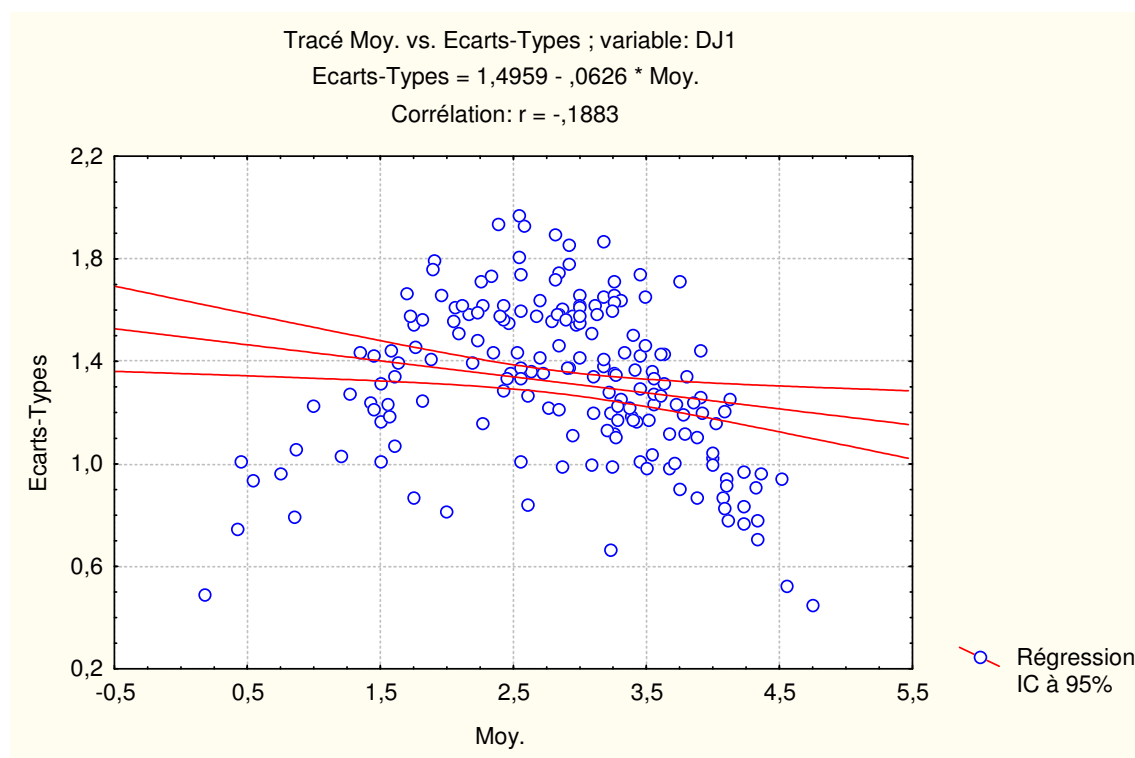


Figure 11 : Moyennes vs. Ecart-types pour la plausibilité (DJ4) par item

Les plausibilités par chaîne (cf. Figure 12 et Tableau 16) s'étendent entre 1,81 et 3,66, et leur distribution est normale (Shapiro-Wilk $W = 0,94$; $p < 0,351$), pour un écart-type moyen de 0,77. Il semble donc que la distinction de la première étude entre deux groupes de chaînes par le niveau de plausibilité soit liée au faible nombre de chaînes considérées. Dans les

données agrégées, l'écart maximal entre deux chaînes est supérieur à celui de l'étude 1, mais l'écart entre deux chaînes de niveaux de plausibilité contigus est moindre que dans l'étude 1 (0,40 contre 0,69 dans l'étude 1).

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 16 : Plausibilités moyennes par chaîne pour les couples de l'étude 2

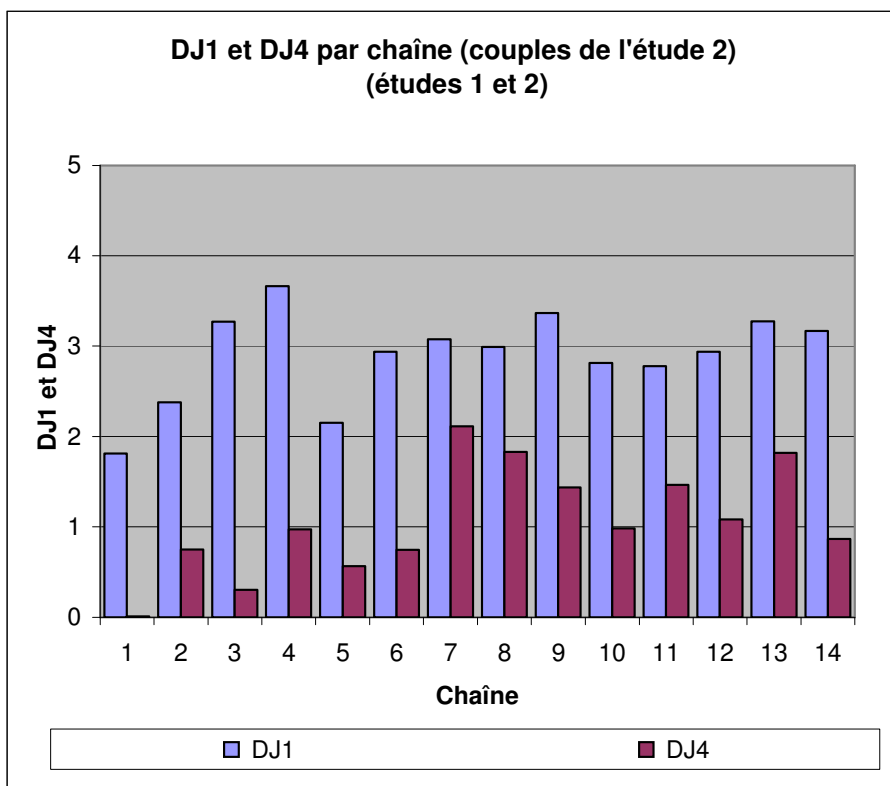


Figure 12 :

Plausibilités moyennes par chaîne pour les couples de l'étude 2

V - 3.2.3 Plausibilité (DJ4)

La valeur de DJ4 par couple est comprise entre $-1,50$ et $3,28$, pour une moyenne de $1,07$, et un écart-type de $0,94$. La distribution pour cette variable est normale (Shapiro-Wilks $W=0,99$; $p<0,335$). La distribution de DJ4 par chaîne est également normale (Shapiro-Wilk $W=0,97$; $p<0,889$), et les valeurs sont comprises entre $0,01$ et $2,11$ (cf. Figure 12 et Tableau 16). L'écart-type moyen est de $0,73$.

Les hiérarchies des plausibilités moyennes des chaînes sont différentes pour DJ1 et pour DJ4. Le R de Spearman associé à ces hiérarchies est non significatif ($R= 0,37$; $t(12)= 1,39$; $p < 0,17$). Par exemple, si la chaîne 1 est la moins plausible dans les deux hiérarchies, on note que plusieurs autres chaînes ont des rangs très différents selon la variable dépendante. Par exemple, la chaîne 4 est au premier rang (i.e. plausibilité maximale) pour DJ1, et au

huitième rang pour DJ4. La chaîne 11 est au quatrième rang pour DJ1, et au onzième pour DJ4.

V - 3.3 Dynamique textuelle

Les analyses de l'étude 1 n'ont mis en évidence aucun effet du rang (de la cause ou de la conséquence dans la chaîne initiale), ni du rang de présentation d'un enchaînement au participant, ni d'interaction entre ces deux variables pour la plausibilité (DJ1). Les analyses présentées ici visent à répliquer le résultat de l'étude 1, ainsi qu'à étudier la pertinence des types de profils de chaîne initiale suggérés.

Dans l'étude 1 (cf. IV - 3.2), l'analyse de la dynamique textuelle se décomposait en deux parties : d'une part, l'analyse de la plausibilité en fonction du rang (dans la chaîne initiale) pour les couples initiaux, et d'autre part, l'analyse de la plausibilité en fonction du rang de présentation (RP) au participant. La première analyse sera répliquée pour l'étude 2 ; pour ce qui concerne l'étude de l'effet du RP en revanche, les différences de construction du matériel impliquent une analyse différente. La variable RP est égale au rang de la cause, pour chaque modalité de laquelle deux tailles sont représentées : la taille 1 et la taille (7-le rang de la cause). Cette analyse ne sera donc pas identique à celle de l'étude 1, dans laquelle plusieurs conséquences et plusieurs causes (et donc plusieurs tailles) pouvaient correspondre à un même RP. Par ailleurs, dans l'étude 1, le fait que la plupart des RP correspondaient plusieurs modalités de la variable taille permettait de conduire des ANOVA sur des sous-ensembles des jugements recueillis. De telles analyses sont impossibles dans la présente étude. Toutefois, l'étude 1 ayant montré que la taille n'interagissait pas avec cette variable, ces analyses ne semblent pas nécessaires.

V - 3.3.1 Effet de la combinaison pour les couples initiaux

Rappelons que pour les couples initiaux, la combinaison, le rang de la conséquence, et le rang de présentation sont des informations équivalentes. L'effet de l'une de ces variables s'interprète donc également comme un effet des autres. Pour la variable DJ1, le profil de la courbe rose est plus stable que dans l'étude 1. Les valeurs sont comprises entre 3,11 et 3,61. L'écart maximal entre deux valeurs consécutives de la courbe est de 0,36 (contre 0,51 dans

l'étude 1). Le profil général est différent de celui de l'étude 1. La plausibilité décroît d'abord entre les conséquences 2 et 4, puis croît progressivement jusqu'à la combinaison 67, dont la plausibilité demeure inférieure à celle de la combinaison 12. Ainsi, la forme sinusoïdale observée dans l'étude 1 n'était-elle probablement qu'une conséquence du petit nombre de textes. Les analyses post-hoc indiquent qu'aucune des différences de moyennes entre couples initiaux n'est significative. L'analyse de régression de la plausibilité par rang de la conséquence indique un coefficient de régression négatif ($r=-0,14$) non significatif ($t(82)=-1,31$; $p<0,193$; $R^2=0,02$). La tendance à la décroissance de la plausibilité en fonction du rang ne semble donc pas confirmée.

L'ANOVA Chaîne x Combinaison sur DJ1 indique un effet significatif de la chaîne ($F(13,2786)=19,12$; $p<0,000$), et un effet non significatif de la combinaison ($F(5,65)=1,77$; $p<0,132$). L'interaction entre les deux variables est significative ($F(65,2786)=7,25$; $p<0,000$). Ces résultats globaux confirment donc ceux de l'étude 1 : il n'y a pas de profil global de la plausibilité en fonction du rang de l'enchaînement pour les chaînes initiales. En revanche, cette absence d'effet général du rang couvre une interaction entre la chaîne et le rang, c'est-à-dire des profils distincts selon la chaîne. Un examen descriptif chaîne par chaîne indique une grande variété des profils : caractérisés en termes séquences de croissance et décroissance, on dénombre 6 types de profils différents pour les 14 chaînes. Ce nombre témoigne d'une absence de règles apparentes concernant à la dynamique textuelle de la plausibilité pour les chaînes complètes. Ces données nous semblent plaider en faveur d'un impact minime du rang du couple dans la chaîne causale.

Le profil de DJ4 pour les couples initiaux est très similaire à celui de DJ1. Les valeurs sont comprises entre 1,16 et 1,75. L'écart maximal entre deux valeurs consécutives est de 0,38, et n'est jamais significatif. Décrit en termes de croissance et décroissance, le profil de DJ4 est identique à celui de DJ1. Par ailleurs, la droite de régression des moyennes par item pour les couples négatifs présente une pente négative ($r=-0,13$) non significative ($t(82)=-1,17$; $p<0,246$; $R^2=0,02$). Les résultats de l'ANOVA Chaîne x Combinaison pour DJ4 présente les mêmes effets significatifs que l'analyse pour DJ1. En particulier, l'effet de la combinaison n'est pas significatif ($F(5,65)=2,31$; $p<0,054$), et l'effet d'interaction est significatif ($F(65,2364)=3,74$; $p<0,000$).

En résumé, la prise en considération de 8 chaînes supplémentaires par rapport à l'étude 1 lisse la courbe de l'effet du rang du couple initial sur sa plausibilité : les variations sont de

plus faible amplitude, et le nombre des catégories de profils observés pour les chaînes individuelles a augmenté proportionnellement au nombre de chaînes, ce qui suggère que dans ce type de chaînes il n'y a pas de type de profil privilégié ou typique.

V - 3.3.2 Rang de présentation

La relation entre rang de présentation et taille étant systématique, l'effet de la taille est contrôlé à travers la variable courbe, variable binaire indiquant si le couple a la taille 1 ou une taille supérieure. L'ANOVA $RP(5) \times Courbe(2) \times Chaîne(14)$ ne révèle pas d'effet du RP ($F(4,52)=0,79$). Tous les autres effets sont significatifs. L'effet principal de la courbe ($F(13,3430)=32,15$; $p<0,000$), s'accompagne d'une interaction de cette variable avec le rang ($F(4,52)=5,46$; $p<0,001$), laquelle traduit l'effet de la taille pour les couples de la courbe jaune (car cette dernière est implicitement codée par le RP). L'interaction entre Chaîne et RP ($F(52,3430)=4,52$; $p<0,000$) est conforme aux résultats antérieurs indiquant un effet de la chaîne sur le profil des couples initiaux; l'interaction entre chaîne et courbe ($F(13,3430)=9,07$; $p<0,000$) reflète le fait que l'effet des sauts diffère selon la chaîne. Cependant, pour toutes les chaînes, la plausibilité moyenne pour la courbe jaune (courbe des sauts) est inférieure à la plausibilité de la courbe rose (courbe des couples initiaux). Une ANOVA similaire sur la variable DJ4 fournit des résultats analogues.

Ces ANOVAs ne permettent donc pas de rejeter l'hypothèse d'une absence d'effet du rang sur la plausibilité; elles confirment les résultats de l'étude 1 relatifs à la variété des profils individuels des chaînes, tant pour les couples initiaux que pour l'effet de la taille. Les analyses de la section suivante visent à étudier plus en détail ces aspects.

V - 3.4 Effet de la taille

V - 3.4.1 Effet de la taille à conséquence fixe

Dans la présente étude, l'effet de la taille est étudié à travers les séquences des couples de conséquence 7 (courbes jaunes), qui correspondent à des sauts de taille comprise entre 1 (combinaison 67 de la chaîne initiale) et 6 (combinaison 17 de la chaîne initiale). Descriptivement, la plausibilité (DJ1 et DJ4) décroît de façon monotone à mesure que la taille

du couple augmente. L'écart maximal entre les valeurs extrêmes des combinaisons de la courbe jaune est de 1,43. Une analyse de régression sur les moyennes par item confirme cette observation par un coefficient de régression négatif ($r=-0,45$) significatif ($t(82)=-4,55$; $p<0,000$; $R^2=0,20$).

Une ANOVA sur DJ1 pour les variables taille et chaîne (cette dernière entrée en facteur aléatoire) pour les couples de conséquence 7 révèle des effets significatifs de la taille ($F(5,65)=7,86$; $p<0,000$), de la chaîne ($F(13,1180)=23,21$; $p<0,000$), et de l'interaction de ces deux variables ($F(65,1180)=2,85$; $p<0,000$). Ces résultats vont dans le sens de ceux de l'étude 1, et confirment l'interprétation suggérée au point V - 3.3.2. L'effet global négatif de la taille sur la plausibilité recouvre des spécificités du profil par chaîne.

Les analyses sur DJ4 produisent des résultats analogues à ceux de DJ1. A mesure que la taille augmente, DJ4 décroît, et le coefficient de la droite de régression de DJ4 par la taille est négatif ($r=-0,32$) et significatif ($t(82)=-3,10$; $p<0,003$; $R^2=0,11$); l'ANOVA sur DJ4 pour les variables indépendantes taille et chaîne indique également des effets significatifs de la taille ($F(5,65)=4,56$; $p<0,001$), de la chaîne ($F(13,1016)=13,96$; $p<0,000$), et de l'interaction ($F(65,1016)=1,95$; $p<0,000$).

L'étude 2 ne permet pas d'effectuer des analyses de l'effet de la taille à rang de la cause constant, car il n'y a pour chaque rang de la cause qu'une taille de saut associée. L'analyse de l'effet global de la taille confirme les résultats de l'étude 1 : la plausibilité est une fonction monotone du degré de détail, et l'étude d'une série complète de valeurs de la taille permet d'affirmer que cette décroissance est progressive au niveau global. Par ailleurs, les effets du rang et de la taille sont identiques pour DJ1 et DJ4.

V - 3.4.2 Profils par chaîne

a Comparaisons individuelles entre items

Comme dans l'étude 1, nous avons conduit des analyses de comparaisons individuelles de couples de taille différentes partageant une même cause ou une même conséquence, afin d'étudier dans quelle mesure la décroissance de la plausibilité en fonction de la taille observée au niveau global s'applique également aux comparaisons individuelles. Pour chaque chaîne, on dénombre 15 comparaisons entre couples de tailles différentes partageant une même

conséquence, qui correspondent aux comparaisons deux à deux des couples représentés dans les courbes jaunes. Le nombre total de comparaisons est donc 210 (cf Tableau 17, p. 306). Parmi celles-ci, 54 (26%) violent la règle de décroissance de la plausibilité (DJ1) en fonction de la taille, c'est-à-dire que l'on dénombre dans le matériel 54 comparaisons pour lesquelles le couple de taille supérieure a une plausibilité plus grande qu'un couple de taille inférieure. Trois de ces comparaisons sont significatives. Dans la chaîne 6, le couple 27 est plus plausible que le couple 37. Dans la chaîne 8, le couple 37 est plus plausible que le couple 47. Dans la chaîne 10, le couple 27 est plus plausible que le couple 37. L'exception significative à la règle pour la chaîne 8 s'explique par l'erreur de formulation du référent dans la phrase 7 (« Sa population décroît rapidement »), qui a eu pour conséquence que le référent anaphorique de la phrase 7 n'était pas le même pour les couples 17, 27, 37, d'une part, et pour les couples 47, 57, et 67, d'autre part. Ainsi, les deux segments de la courbe jaune ne sont-ils pas comparables dans la mesure où la phrase 7, bien que constante dans sa formulation, correspond à des situations différentes selon la cause. On peut également attribuer l'exception de la chaîne 7 à une indétermination du référent lié à l'expression de la phrase 7 « à l'âge adulte » jusqu'à la cause 3, la première à mentionner implicitement l'enfance. Pour ce qui concerne la chaîne 10, on constate que le profil de la courbe jaune est clairement parallèle à celui de la courbe rose (des couples initiaux). On peut donc interpréter cet effet comme résultant d'une influence de la plausibilité propre à la cause ; une lecture de la courbe en termes d'interaction avec la courbe des couples initiaux effacera cette exception apparente à la règle de décroissance. En résumé, pour les comparaisons entre items à conséquence fixe, parmi les trois exceptions significatives à la règle, deux résultent de l'incohérence du matériel, et la troisième traduit une influence de la plausibilité propre à la cause, plutôt que l'existence d'un « raccourci » spécifique à la relation cause-conséquence. Une majorité (74%) des comparaisons entre items est conforme à la règle. Parmi ces 156 comparaisons, 41 (appartenant à 8 chaînes) sont significatives. Parmi les comparaisons à conséquence fixe, aucune des 15 infractions (27%) à la règle n'est significative, tandis que 22 des 55 comparaisons conformes sont significatives (11 chaînes contiennent au moins l'une de ces comparaisons significatives).

chaîne	conséquence fixe (210 comparaisons)				cause fixe (70 comparaisons au total)			
	nb. exceptions	nb signif. exceptions	nb comp conformes	nb signif. conformes	nb. exceptions	nb. signif. exceptions	nb comp conformes	nb signif. conformes
1	0	-	15	6	0	-	5	4
2	4	0	11	4	0	-	5	3
3	9	0	6	0	0	-	5	1
4	6	0	9	8	2	0	3	2
5	4	0	11	0	1	0	4	2
6	8	1	7	1	2	0	3	2
7	8	0	7	0	3	0	2	0
8	3	1	12	3	1	0	4	2
9	1	0	14	0	1	0	4	1
10	2	1	13	8	0	-	5	3
11	2	0	13	7	1	0	4	1
12	0	-	15	4	0	-	5	1
13	4	0	11	0	1	0	4	0
14	3	0	12	0	3	0	2	0
Total	54	3	156	41	15	0	55	22

Tableau 17 : Comparaisons de la plausibilité (DJ1) entre couples partageant la même conséquence ou la même cause. La partie gauche du tableau concerne les comparaisons entre couples partageant la même conséquence (comparaisons deux à deux des points de la courbe jaune), et la partie droite concerne les couples partageant la même cause (comparaisons des points des deux courbes partageant la même abscisse). Dans chaque partie, la première colonne (à gauche) indique le nombre de comparaisons qui enfreignent la « règle » selon laquelle la plausibilité est d'autant plus importante que la taille est grande. La seconde colonne indique le nombre de ces infractions qui sont significatives. Les troisième et quatrième colonnes donnent respectivement le nombre de comparaisons conformes à la règle de décroissance en fonction de la taille, et le nombre de ces comparaisons qui sont significatives. Par exemple, dans la chaîne 10, à conséquence fixe, l'une des deux comparaisons enfreignant la règle n'est pas significative ; parmi les 13 comparaisons conformes, 8 sont significatives. Pour cette même chaîne, les 5 comparaisons à cause fixe sont conformes à la règle, et 3 d'entre elles sont significatives.

chaîne	conséquence fixe (210 comparaisons)				cause fixe (70 comparaisons au total)			
	nb. exceptions	nb signif. exceptions	nb comp conformes	nb signif. conformes	nb. exceptions	nb. signif. exceptions	nb comp conformes	nb signif. conformes
1	3	0	12	3	0	-	5	3
2	6	0	9	3	0	-	5	0
3	8	0	7	0	2	0	3	0
4	6	0	9	8	2	0	3	2
5	4	0	11	0	2	0	3	0
6	5	0	10	0	2	0	3	1
7	10	0	5	0	2	0	3	0
8	3	0	12	2	1	0	4	1
9	3	0	12	0	0	-	5	0
10	2	0	13	2	0	-	5	0
11	4	0	11	5	1	0	4	1
12	3	0	12	0	0	-	5	0
13	6	0	9	0	1	0	4	0
14	5	0	10	1	1	0	4	0
Total	68	0	142	24	14	0	56	8

Tableau 18 : Comparaisons de la plausibilité (DJ4) entre couples partageant la même conséquence ou la même cause. La partie gauche du tableau concerne les comparaisons entre couples partageant la même conséquence (comparaisons deux à deux des points de la courbe jaune), et la partie droite concerne les couples partageant la même cause (comparaisons des points des deux courbes partageant la même abscisse). Dans chaque partie, la première colonne (à gauche) indique le nombre de comparaisons qui enfreignent la « règle » selon laquelle la plausibilité est d'autant plus importante que la taille est grande. La seconde colonne indique le nombre de ces infractions qui sont significatives. Pour la variable DJ4, aucune n'est significative. Les troisième et quatrième colonnes donnent respectivement le nombre de comparaisons conformes à la règle de décroissance en fonction de la taille, et le nombre de ces comparaisons qui sont significatives. Par exemple, dans la chaîne 11, à conséquence fixe, 4 comparaisons enfreignent la règle, et aucune de ces comparaisons n'est significative ; parmi les 11 comparaisons conformes, 5 sont significatives. Pour cette même chaîne, une comparaison à cause fixe enfreint la règle, mais la différence n'est pas significative. Parmi les 4 comparaisons conformes, une est significative.

Les comparaisons individuelles pour la variable DJ4 (cf. Tableau 18, p. 307) révèlent des proportions analogues d'exceptions (respectivement 68 à conséquence fixe et 14 à cause fixe), mais aucune n'est significative. Parmi les comparaisons conformes, à conséquence fixe, 24 sur les 142 sont significatives, et à cause fixe, 8 sur les 56 sont significatives. La proportion générale de comparaisons significatives est donc plus importante pour la variable DJ1 (24%) que pour la variable DJ4 (11%).

Les comparaisons individuelles de l'étude 2 ne révèlent que trois violations significatives de la règle de décroissance de la plausibilité en fonction de la taille pour la variable DJ1, et aucune pour la variable DJ4. Une forte majorité de comparaisons (entre deux tiers et trois quarts) sont conformes à la règle, mais la plupart ne sont pas significatives. L'étude 2 confirme donc les conclusions de l'étude 1 : la taille ne diminue pas toujours significativement la plausibilité, mais elle ne l'augmente (presque) jamais. Par ailleurs, les résultats pour les comparaisons à cause fixe sont analogues aux résultats à conséquence fixe. Enfin, la variable DJ1 semble plus « sensible » que la variable DJ4, car cette dernière présente moins de différences significatives entre items que la variable DJ1, bien que les profils descriptifs des deux variables soient très proches.

b Profils d'interaction avec la courbe des couples initiaux

L'étude 1 a permis d'établir que pour les chaînes spécifiques, un modèle considérant l'interaction entre la courbe des sauts et la courbe des couples initiaux permettait de mieux rendre compte de l'effet de la taille sur la plausibilité. Dans le modèle descriptif proposé, l'effet de la taille à conséquence constante est binaire au sens où l'effet de la taille n'est pas progressif : pour une conséquence donnée, il existe un seuil, une taille en-dessous de laquelle la plausibilité des sauts n'est pas moindre que la plausibilité des couples initiaux partageant la même cause ; pour les couples de taille supérieure ou égale à ce seuil, les sauts sont moins plausibles que les couples initiaux correspondants, mais sans que la plausibilité ne décroisse en fonction de la taille, relativement à celle des couples initiaux correspondants. Autrement dit, d'une part, pour les petites tailles (rangs des causes élevés), la courbe des sauts est confondue avec la courbe des couples initiaux, et d'autre part, pour les tailles plus importantes (rangs des causes inférieurs), la courbe des sauts est inférieure à la courbe des couples initiaux tout en lui étant parallèle.

Ce modèle descriptif prédit, pour les chaînes individuelles, que les abscisses sont divisées en deux tranches de valeurs consécutives : pour la première (rang des causes petits, donc sauts de tailles élevées), on doit observer un effet de la courbe (initiale vs. sauts), mais pas d'effet d'interaction entre le rang de la cause et la courbe (qui pourrait résulter d'une convergence progressive de la courbe des sauts vers la courbe des couples initiaux). Pour cette tranche, la courbe jaune doit marquer un « palier bas ». La seconde tranche d'abscisses correspond aux causes de rang élevé, donc aux sauts de tailles plus petites. Pour ces abscisses il ne doit y avoir ni effet de la courbe, ni interaction entre courbe et cause. Pour cette tranche, la courbe jaune doit marquer un « palier haut ». Selon ce modèle, le seul effet d'interaction éventuel ne concerne que le couple d'abscisses consécutives dont l'une est la dernière de la première tranche, et l'autre est la première de la deuxième tranche. On appelle « seuil de rupture » ce couple d'abscisses. Ce modèle ne fait pas de prédiction spécifique quant à l'effet du rang de la cause (i.e. de la cause elle-même). Ainsi, les expressions « palier bas » et « palier haut » ne signifient pas qu'on s'attend à des portions de courbe jaune plates, mais à des portions de courbe jaune sans interaction avec la courbe rose.

Le Tableau 19 (pp. 310-311) présente la synthèse des ANOVAS par tranche pour chaque chaîne. Pour ces analyses, la chaîne 8 a été décomposée en deux chaînes, 8 et 8 bis, qui correspondent respectivement aux phrases 1, 2, 3, 7 et 4, 5, 6, 7 (cf. a). Pour les chaînes communes aux deux études, les résultats de l'étude 2 confirment nettement les résultats de l'étude 1 validant le modèle en deux tranches sans interaction. Pour ces chaînes, on dénombre une seule différence relative aux prédictions du modèle. Pour la chaîne 5, le palier bas présentait dans l'étude 1 un effet d'interaction significatif entre chaîne et courbe, en contradiction avec la prédiction du modèle ; cette interaction est non significative dans l'étude 2. Les autres différences remarquables concernent les chaînes 3 et 6. Dans ces deux chaînes, l'interaction pour les abscisses du seuil de rupture n'est pas significative dans l'étude 1, et elle est significative dans l'étude 2.

Chaîne	tranche	causes	effets significatifs
Chaîne 1	palier bas	1 2 3 4	courbe (F(1,279)=231,99; p<0,000) courbe x cause (F(3,279)=7,90; p<0,000)
	rupture	4 5	courbe (F(1,95)=21,12; p<0,000) courbe x cause (F(1,95)=4,65; p<0,034)
	palier haut	-	-
Chaîne 2	palier bas	1 2 3 4 5	courbe (F(1,321)=48,33; p<0,000) cause (F(4,321)=10,53; p<0,000)
	rupture	-	-
	palier haut	-	-
Chaîne 3	palier bas	1 2 3 4	courbe (F(1,278)=17,64; p<0,000)
	rupture	4 5	courbe (F(1,95)=5,42; p<0,022) courbe x cause (F(1,95)=4,23; p<0,043)
	palier haut	-	-
Chaîne 4	palier bas	1 2	courbe (F(1,175)=151,04; p<0,000)
	rupture	2 3	courbe (F(1,118)=20,75; p<0,000) cause (F(1,118)=20,67; p<0,000) courbe x cause (F(1,118)=26,94; p<0,000)
	palier haut	3 4 5	aucun
Chaîne 5	palier bas	1 2 3	courbe (F(1,226)=30,97; p<0,000)
	rupture	3 4	courbe (F(1,99)=8,83; p<0,004) courbe x cause (F(1,99)=8,40; p<0,005)
	palier haut	4 5	aucun
Chaîne 6	palier bas	1 2 3	courbe (F(1,154)=28,81; p<0,000)
	rupture	3 4	courbe (F(1,99)=4,76; p<0,031) courbe x cause (F(1,99)=5,79; p<0,018)
	palier haut	4 5	aucun
Chaîne 7	palier bas	-	-
	rupture	-	-
	palier haut	1 2 3 4 5	courbe x cause (F(4,186)=2,51; p<0,043)
Chaîne 8	palier bas	-	-
	rupture	1 2	courbe (F(1,106)=43,19; p<0,000) courbe x cause (F(1,106)=14,20; p<0,000)
	palier haut	2 3	courbe x cause (F(1,85)=5,09; p<0,027)

Chaîne 8 bis	palier bas	4 5	courbe (F(1,43)=12,54; p<0,001) cause (F(1,43)=7,70; p<0,008)
	rupture	-	-
	palier haut	-	-
Chaîne 9	palier bas	1 2 3 4 5	courbe (F(1,192)=8,44; p<0,004)
	rupture	-	-
	palier haut	-	-
Chaîne 10	palier bas	1 2 3 4 5	courbe (F(1,192)=36,90; p<0,000) cause (F(4,192)=9,96; p<0,000)
	rupture	-	-
	palier haut	-	-
Chaîne 11	palier bas	-	-
	rupture	1 2	courbe (F(1,107)=42,48; p<0,000) courbe x cause (F(1,107)=11,22; p<0,001)
	palier haut	2 3 4 5	cause (F(3,138)=12,76; p<0,000)
Chaîne 12	palier bas	-	-
	rupture	1 2	courbe (F(1,107)=43,16; p<0,000) courbe x cause (F(1,107)=5,91; p<0,017)
	palier haut	2 3 4 5	courbe (F(1,138)=11,15; p<0,001)
Chaîne 13	palier bas	1 2 3 4 5	courbe (F(1,183)=10,53; p<0,001)
	rupture	-	-
	palier haut	-	-
Chaîne 14	palier bas	-	-
	rupture	-	-
	palier haut	1 2 3 4 5	aucun

Tableau 19 : Synthèse des analyses d'interaction par tranche entre courbe et rang de la cause (DJ1). Les trois lignes du tableau associées à chaque chaîne correspondent aux trois tranches que définit le seuil de rupture : palier bas (abscisses précédant le seuil de rupture), rupture (les deux abscisses du seuil de rupture), et palier haut (abscisses suivant le seuil de rupture). La colonne de droite mentionne les effets significatifs de l'ANOVA Courbe x Cause conduite sur la chaîne et la tranche correspondante

Chaîne	tranche	causes	effets significatifs
Chaîne 1	palier bas	1 2 3 4	courbe (F(1,241)=105,87; p<0,000) courbe x cause (F(3,241)=5,55; p<0,001)
	rupture	4 5	courbe (F(1,82)=8,35; p<0,005)
	palier haut	-	-
Chaîne 2	palier bas	1 2 3 4 5	courbe (F(1,278)=14,28; p<0,000) cause (F(4,278)=5,65; p<0,000)
	rupture	-	-
	palier haut	-	-
Chaîne 3	palier bas	-	-
	rupture	-	-
	palier haut	1 2 3 4 5	aucun
Chaîne 4	palier bas	1 2	courbe (F(1,153)=42,30; p<0,000)
	rupture	2 3	courbe (F(1,101)=4,78; p<0,031) cause (F(1,101)=7,38; p<0,008) courbe x cause (F(1,101)=12,07; p<0,001)
	palier haut	3 4 5	aucun
Chaîne 5	palier bas	1 2 3	courbe (F(1,198)=14,69; p<0,000)
	rupture	3 4	courbe x cause (F(1,88)=7,29; p<0,008)
	palier haut	4 5	cause (F(1,83)=5,37; p<0,023)
Chaîne 6	palier bas	1 3	courbe (F(1,197)=22,05; p<0,000)
	rupture	3 4	courbe x cause (F(1,88)=4,58; p<0,035)
	palier haut	4 5	aucun
Chaîne 7	palier bas	-	-
	rupture	-	-
	palier haut	1 2 3 4 5	aucun
Chaîne 8	palier bas	-	-
	rupture	1 2	courbe (F(1,85)=14,50; p<0,000) courbe x cause (F(1,85)=5,97; p<0,017)
	palier haut	2 3	aucun

Chaîne 8 bis	palier bas	4 5	courbe (F(1,38)=5,19; p<0,028)
	rupture	-	-
	palier haut	-	-
Chaîne 9	palier bas	1 2 3 4 5	courbe (F(1,153)=6,27; p<0,013)
	rupture	-	-
	palier haut	-	-
Chaîne 10	palier bas	1 2 3 4 5	courbe (F(1,153)=17,64; p<0,000) cause(F(4,153)=3,67; p<0,007)
	rupture	-	-
	palier haut	-	-
Chaîne 11	palier bas	-	-
	rupture	1 2	courbe (F(1,83)=25,34; p<0,000) cause (F(1,83)=6,30; p<0,014)
	palier haut	2 3 4 5	cause (F(1,66)=4,18; p<0,045)
Chaîne 12	palier bas	1 2 3 4 5	courbe (F(1,148)=14,04; p<0,000)
	rupture	-	-
	palier haut	-	-
Chaîne 13	palier bas	-	-
	rupture	-	-
	palier haut	1 2 3 4 5	aucun
Chaîne 14	palier bas	-	-
	rupture	-	-
	palier haut	1 2 3 4 5	aucun

Tableau 20 : Synthèse des analyses d'interaction par tranche entre courbe et rang de la

cause (DJ4) Les trois lignes du tableau associées à chaque chaîne correspondent aux trois tranches que définit le seuil de rupture : palier bas (abscisses précédant le seuil de rupture), rupture (les deux abscisses du seuil de rupture), et palier haut (abscisses suivant le seuil de rupture). La colonne de droite mentionne les effets significatifs de l'ANOVA Courbe x Cause conduite sur la chaîne et la tranche correspondante.

Parmi les 15 chaînes de l'étude 2⁴⁴, seules trois chaînes présentent à la fois un palier bas et un palier haut (chaînes 4, 5, et 6). Les chaînes 1 et 3 présentent un palier bas et une rupture, les chaînes 2, 8 bis, 9, 10 et 13 un palier bas seul, les chaînes 8, 11 et 12 une rupture et un palier haut, et la chaîne 7 un palier haut seul. Pour 8 des 9 chaînes présentant un palier bas, on observe pour cette tranche un effet significatif de la courbe et une absence d'effet significatif de l'interaction. Comme dans l'étude 1, le palier bas de la chaîne 1 contredit la prédiction du modèle, car il présente un effet d'interaction significatif. Comme nous l'avons indiqué à l'étude 1, ce résultat peut s'interpréter comme résultant d'un effet plancher pour la plausibilité de la courbe des sauts. L'un des 6 paliers hauts, celui de la chaîne 12, présente un effet de la courbe ; les paliers hauts des chaînes 7 et 8 présentent un effet significatif d'interaction. Enfin, les 7 seuils de rupture identifiés présentent un effet d'interaction, ce qui confirme le modèle dans la mesure où ces interactions témoignent du fait que la convergence des deux courbes est localisée. Ainsi, pour la variable DJ1, on dénombre quatre chaînes dont les analyses ne sont pas conformes au modèle selon lequel le rapprochement entre les courbes n'est pas progressif. Il s'agit des courbes 1 (interaction au palier bas), 7, 8 (interactions aux paliers hauts), et 12 (effet de la courbe au palier haut).

Les analyses pour la variable DJ4 (cf. Tableau 20, pp. 312-313) sont en grand partie congruentes avec celles qui concernent la variable DJ1. Pour 9 chaînes dont les résultats sont conformes au modèle pour DJ1, (les chaînes 2, 4, 5, 6, 8 bis, 9, 10, 11 et 14), les analyses pour DJ4 sont également conformes aux prédictions (i.e. effet de la courbe au palier bas, absence d'effet de la courbe et d'interaction au palier haut, et effet d'interaction au seuil de rupture). Deux chaînes sont conformes au modèle pour les deux variables, mais sous des catégorisations descriptives différentes. La chaîne 3 présente un palier bas et une rupture pour DJ1, et l'ensemble des abscisses constitue un palier haut pour DJ3. L'ensemble de la courbe jaune de la chaîne 13 est un palier bas pour DJ1, et un palier haut pour DJ4. Ces différences n'affectent cependant pas la prédiction essentielle du modèle qu'en dehors du seuil de rupture, les courbes n'interagissent pas. Les chaînes 7, 8, et 12, qui n'étaient pas entièrement conformes aux prédictions du modèle pour DJ1, le sont pour DJ4. Pour cette variable, les interactions aux paliers hauts des chaînes 7 et 8 sont non significatives pour DJ4. Pour cette

⁴⁴ compte tenu de la subdivision de la chaîne 8

variable, le profil de la chaîne 12 est modifié de telle façon que les abscisses 1-2 n'apparaissent plus comme une rupture ; l'ensemble de la courbe jaune peut alors se lire comme un palier bas, sans interaction. Remarquons que l'on ne peut attribuer ces absences d'interactions pour la courbe DJ4 à la seule sensibilité moindre de cette variable, car toutes les interactions pour les seuils de rupture qui sont significatives pour DJ1 le sont aussi pour DJ4. En définitive, pour DJ4, la chaîne 1 demeure la seule dont les analyses de variance par tranche ne se conforment pas aux prédictions du modèle. Ces analyses confortent donc l'hypothèse selon laquelle, pour un enchaînement spécifique, l'évolution de la plausibilité en fonction de la taille n'est pas progressive, et qu'on peut la décrire comme une succession de deux paliers relatifs à la courbe des couples initiaux. L'absence d'interactions pour les deux paliers souligne la part prise par la plausibilité intrinsèque de la cause dans la plausibilité ; à conséquence fixée, cette part est augmentée de façon discrète à mesure que les causes se « rapprochent » de la conséquence partagée.

V - 3.5 Interaction entre taille et niveau de plausibilité

Pour l'étude 2, les analyses par taille relative et niveau du couple contracté/développé ne concernent que les séries à conséquence fixe : à cause constante, il n'y a que deux couples par série. La construction du matériel de l'étude conduit à des données mieux équilibrées entre les tailles relatives que celles de l'étude 1. Par exemple, alors que les deux tailles relatives les plus petites (en valeur absolue) représentaient entre 71% et 74% des observations pour l'étude 1, elles représentent 41% à 42% dans l'étude 2. Cependant, l'augmentation du nombre des séries de développement/contraction n'a pas considérablement augmenté le nombre des observations pour les séries extrêmes (niveau de plausibilité 4 pour les développements, et niveau 1 pour les contractions) : comme dans l'étude 1, ces séries sont incomplètes.

Les courbes de la plausibilité (DJ1) en fonction du niveau du couple développé présentent un profil similaire à celui de l'étude 1. Pour les analyses par niveau du couple développé, les courbes des niveaux 1, et 2 croissent jusqu'au niveau 3 (les graphiques se lisent de droite à gauche) ; la courbe de niveau 3 est stable, et la courbe de niveau 4 (constituée d'observations individuelles) semble légèrement décroissante. Les analyses par niveau du couple contracté présentent également un profil très similaire à celui de l'étude 1 : les séries

des niveaux 3 et 4 décroissent jusqu'à atteindre le niveau 2 et s'y stabiliser, tandis que la courbe de niveau 2 reste stable jusqu'à la taille relative 3, puis amorce une décroissance pour les deux dernières tailles (effectifs respectifs 3 et 2 pour ces deux points). La série correspondant aux couples contractés de niveau 1 atteint dans un premier temps le niveau 2, avant de décroître nettement à l'abscisse 3 (mais ce point correspond à une unique observation). Pour DJ4, les courbes en fonction du niveau du couple développé présentent également le même type de profil : tous les niveaux atteignent le niveau 3 pour s'y stabiliser. Les points faisant exception à cette règle correspondent à des effectifs d'observations inférieurs à 2. Les courbes par niveau du couple contracté se rassemblent également autour de la courbe de niveau 2, laquelle demeure stable.

Les résultats de l'étude 2 concernant l'interaction entre degré de détail (développement) et niveau de plausibilité confirment donc les profils observés dans l'étude 1, lesquels appuient deux conclusions. D'une part, le plafond (resp. plancher) de plausibilité moyenne est absolu, et non relatif à la plausibilité du couple développé (resp. contracté). L'effet des variations de degré de détail ne se lit donc pas indépendamment du niveau absolu de la plausibilité. D'autre part, ces profils confirment l'interprétation de l'échelle de plausibilité en termes de processus inférentiel associé (cf. Duffy et al. , 1990), selon lequel les valeurs intermédiaires de l'échelle correspondent aux couples pour lesquels des inférences de liaison sont spontanément élaborées par le lecteur. Pour les couples très peu plausibles ou très plausibles, il n'est pas entrepris d'élaboration inférentielle, dans le premier cas parce que le sujet « renonce » à établir une cohérence causale, dans le second cas parce que celle-ci est « directe » dans le modèle de situation. Nos résultats indiquent qu'au-dessus d'un certain niveau de plausibilité, le développement d'un couple n'augmente pas sa force causale, et qu'en dessous d'un certain niveau, la contraction d'un couple ne diminue pas sa force causale. Ces observations confortent l'interprétation selon laquelle l'échelle des distances causales se décomposent en trois parties, correspondant à des situations différentes en termes de probabilité d'élaboration d'une inférence de liaison. La modification du degré de détail d'un couple causal n'est donc pertinente que pour les couples dont la force causale est intermédiaire.

V - 3.6 Familiarité

Le Tableau 21 et la Figure 13 (p. 319) présentent la familiarité moyenne par chaîne. Lorsque l'on considère l'ensemble des 14 chaînes, le profil de familiarité par chaîne paraît plus indépendant du profil de la plausibilité par chaîne que dans l'étude 1. L'amplitude des écarts entre plausibilité et familiarité (ces écarts sont indiqués par les valeurs de DJ4) est supérieure à celle de l'étude 1. L'écart est compris entre 0,20 et 2,07. Les écarts-types de la familiarité et de la plausibilité sont comparables (respectivement $\sigma = 1,33$ et $\sigma = 1,22$). Les analyses sur le carré latin Condition x Version x Groupe de chaînes (cf. C-1.1, p. 510) ne révèlent pas d'effet de la version ($F(5,25)=2,17$; $p<0,090$) ou de la condition ($F(5,25)=1,34$; $p<0,280$), mais un effet significatif du groupe de chaînes ($F(6,25)=24,52$; $p<0,000$). Ces données sont en accord avec celles de l'étude 1.

De même que dans l'étude 1, la plausibilité croît avec le niveau de familiarité (cf

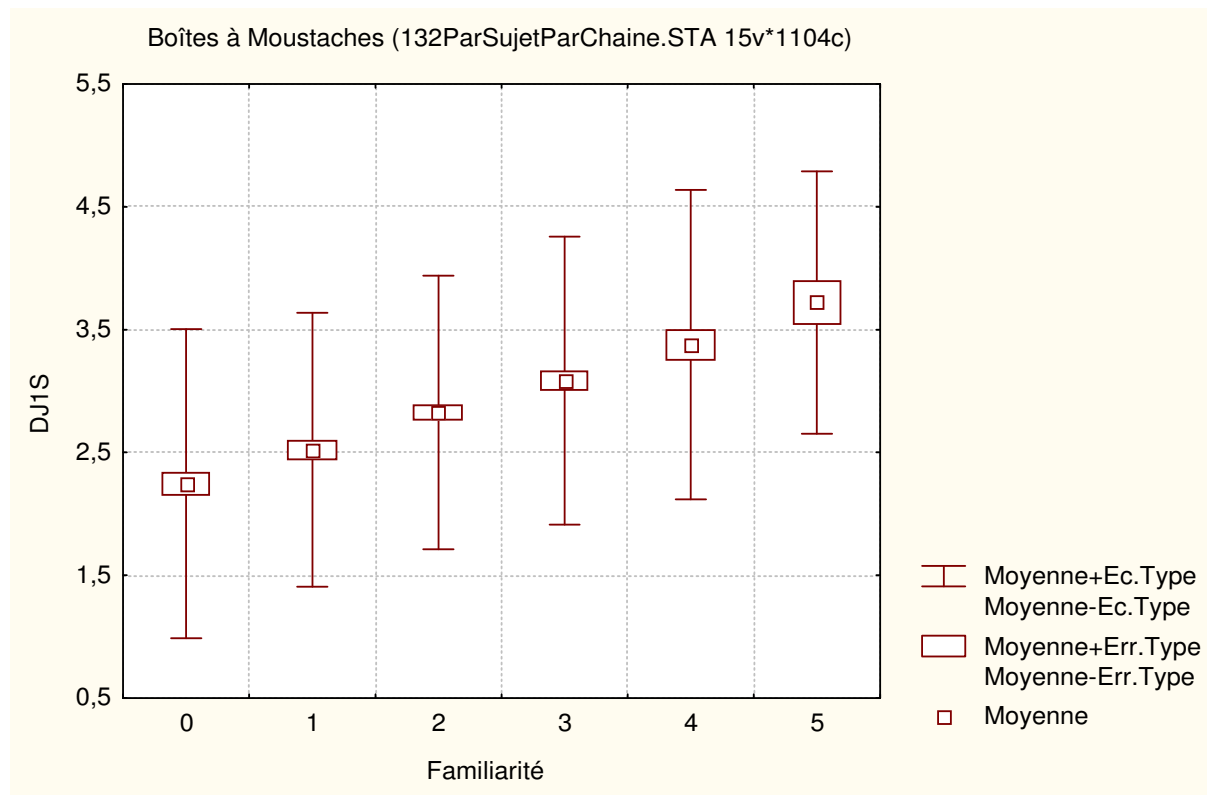


Figure 14). Une analyse de régression indique que cette relation positive est significative ($r=0,30$; $t(1102)=10,54$; $p<0,000$; $R^2=0,09$). Une ANOVA Chaîne(13) x Familiarité(4)⁴⁵

⁴⁵ Du fait de cellules manquantes, la chaîne 8 et le niveau de plausibilité 5 n'ont pas été inclus dans l'analyse.

pour DJ1 révèle des effets significatifs de la chaîne ($F(12,955)=15,15$; $p<0,000$) et de la familiarité ($F(4,48)=9,65$; $p<0,000$), mais pas d'effet significatif de l'interaction ($F(48,955)=1,10$; $p<0,301$). Cette analyse confirme le résultat de l'étude 1 : la plausibilité dépend de la chaîne, après contrôle de la familiarité. Par ailleurs, nous avons conduit une ANOVA NivFam(3) x Taille(5) sur les DJ1 moyens par couple et NivFam (couples sauts). L'effet de la familiarité sur la plausibilité est significatif ($F(2,173)=4,70$; $p<0,010$), ainsi que l'effet de la taille ($F(5,173)=4,05$; $p<0,002$). L'absence d'interaction ($F(10,173)=0,54$) montre que l'effet de la taille ne dépend pas du niveau de familiarité. Les ANOVA conduites en substituant DJ4 à DJ1 conduisent à des résultats analogues. En définitive, les données relatives à la familiarité pour l'étude 2 confirment et renforcent les conclusions de l'étude 1 : le jugement de familiarité exprime une donnée distincte de la plausibilité (comme en témoigne la différence des profils par chaîne), et par ailleurs, ces deux variables sont positivement corrélées.

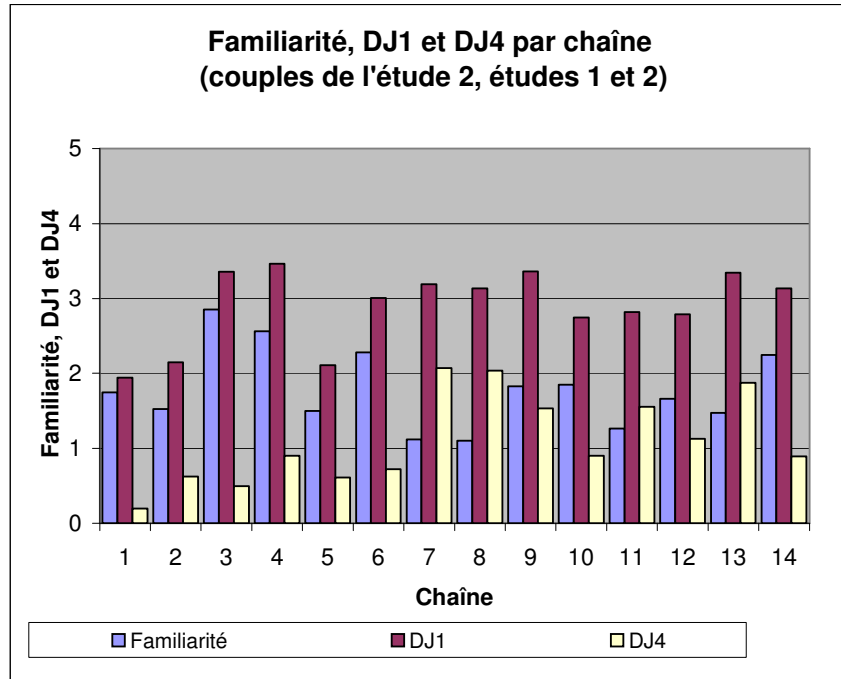


Tableau 21

Familiarité et plausibilités par chaîne (Études 1 et 2)

Figure 13 : Familiarité et plausibilités par chaîne (études 1 et 2)

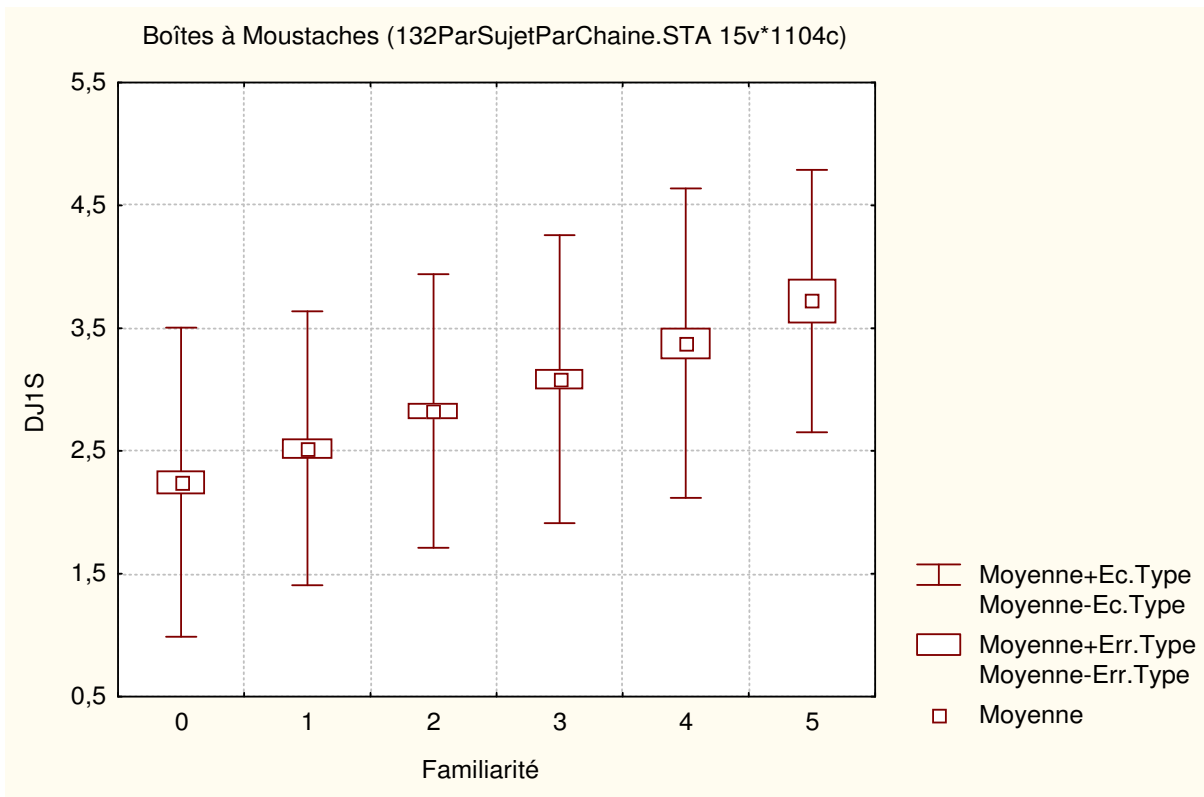


Figure 14 : Plausibilité moyenne en fonction du jugement de familiarité (étude 2)

V - 3.7 Temps de jugement

V - 3.7.1 Observations analysées

Les temps de jugements bruts (T1) situés en-dehors de l'intervalle Moyenne du sujet ± 2 écarts-types de l'ensemble des temps de jugement ont été supprimés des données analysées. La même procédure a été reconduite, pour chaque variable, au sein des temps de jugement de chaque participant. Parmi les 3018 temps de réponse recueillis, le nombre total de jugements analysés est de 2723 pour T1(temps bruts), 2809 pour T2 (différence à la moyenne du sujet), et 2728 pour T3 (différence à la moyenne des 5 temps les plus courts du sujet). Les temps de jugement moyens (T1) par couple présentent une distribution normale (test de Shapiro-Wilks $W=0,99$; $p<0,86$) ; il en est de même pour la distribution de la variable T2 ($W=0,98$; $p<0,660$). La distribution de la variable T3 en revanche ne suit pas un profil normal ($W=0,97$; $p<0,012$). De plus, cette variable présente une corrélation entre moyenne par couple et écart-type (cf. Figure 15). Les données correspondant à un point atypique (combinaison 56 de la chaîne 6) ont été exclues des analyses. D'éventuels effets significatifs seraient à interpréter avec précaution, cette corrélation observée étant susceptible d'augmenter la probabilité d'erreur alpha (i.e. fausses alertes). Pour les trois variables, les données analysées sont les moyennes par couple (le plan ne permet pas les analyses par participant). Le Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 15 présente leurs temps moyens, écarts-types et valeurs extrêmes.

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 15 : Statistiques descriptives pour les variables temporelles (Les valeurs sont exprimées en ms)

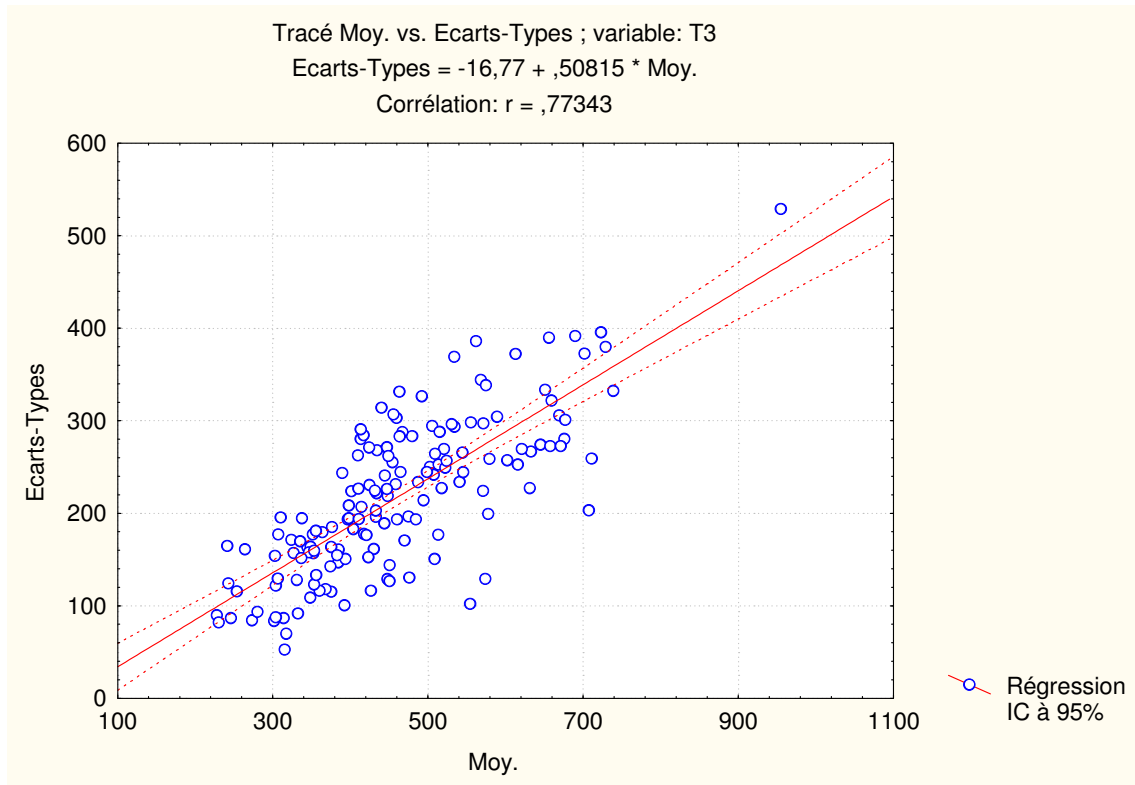


Figure 15 : Ecart-types vs. Moyennes de T3 pour les items (étude 2)

V - 3.7.2 Dynamique textuelle

Les temps de jugement bruts (T1) des couples initiaux présentent un profil très stable en fonction de la combinaison ; l'écart maximal est de 479ms. Nous avons effectué une analyse de régression avec pour variables dépendantes le nombre de syllabes de la conséquence (SYLLCONS) et le rang de la cause. La tolérance entre ces variables est de 0,96. Les résultats de la régression indiquent un Beta significatif pour le nombre de syllabes de la conséquence (Beta=0,45 ; $t(81)=4,41$; $p<0,000$), et un Beta proche de zéro et non significatif pour le rang de la cause (Beta=-0,01 ; $t(81)=-0,05$). Pour une variance expliquée de 20% correspondant à l'équation, les variances uniques du nombre de syllabes et du rang de la cause sont respectivement 19% et 0%. Cette analyse de régression montre que pour les couples initiaux, la plausibilité moyenne ne dépend pas du rang dans la chaîne.

Une ANOVA Chaîne x Combinaison (avec la chaîne comme facteur aléatoire) indique des effets significatifs de la chaîne ($F(13,2006)=5,32$; $p<0,000$) et de l'interaction ($F(65,2006)=3,14$; $p<0,000$), mais pas d'effet de la combinaison (i.e. du rang : $F(5,65)=0,31$;

$p < 0,908$). Ainsi, même si les chaînes présentent des profils individuels marqués, la plausibilité moyenne des couples initiaux ne semble pas dépendre du rang. L'ANOVA RP x Courbe x Chaîne permet d'étudier l'effet du rang de présentation en tenant compte de l'ensemble des couples. L'analyse indique un effet de la chaîne ($F(13,2468)=2,67$; $p < 0,001$), un effet non significatif de la courbe ($F(1,13)=2,02$; $p < 0,179$), et pas d'effet du RP ($F(4,52)=0,87$). Les interactions chaîne x courbe et chaîne x RP sont significatives (respectivement, $F(13,2468)=2,70$; $p < 0,001$, et $F(52,2468)=1,46$; $p < 0,017$), ainsi que l'interaction de degré 3 ($F(52,2468)=1,48$; $p < 0,015$). Cette ANOVA, pas plus que les analyses précédentes, ne permet de mettre en évidence un effet propre global du rang de présentation sur les temps de jugement. Pour les variables T2 et T3, les résultats significatifs de l'ensemble de ces analyses sont les mêmes que pour celles concernant T1.

V - 3.7.3 Relation entre degré de détail et temps de jugement

Tapiero, van den Broek & Quintana (2002 ; voir p. 144) ont observé, pour les couples exprimant une relation de causalité physique, des temps de jugements plus longs pour les couples adjacents que pour les couples non adjacents. On s'attend donc à observer un temps de jugement plus petit pour les couples de taille maximale que pour les couples de taille minimale. Avant d'étudier l'effet de la taille en général (i.e. toutes ses modalités), nous avons conduit deux analyses de variance pour tester spécifiquement cette prédiction, l'une à cause fixe (combinaison 17 vs. combinaison 12), et l'autre à conséquence fixe (combinaison 17 vs. combinaison 67).

Pour ce qui concerne les comparaisons à conséquence fixe (17 vs. 67), contrairement à la prédiction, le temps moyen de jugement (T1) pour les couples 67 est inférieur à celui des couples 17 (respectivement, $M = 5741\text{ms}$ et $M = 6593\text{ms}$). L'ANOVA Chaîne(14) x cause(2) pour ces combinaisons indique que cette différence est significative ($F(1,13)=5,22$; $p < 0,040$), alors que pour ces combinaisons les effets de la chaîne et de l'interaction ne le sont pas (respectivement, $F(13,229)=1,31$; $p < 0,207$ et $F(13,229)=1,01$; $p < 0,447$). Pour les variables T2 et T3, les hiérarchies des temps de jugement sont les mêmes que pour T1. Pour T2, l'effet de la cause est significatif ($F(1,13)=5,93$; $p < 0,030$), et l'effet de la chaîne l'est aussi ($F(1,13)=5,93$; $p < 0,030$). Pour T3 en revanche, seul l'effet de la chaîne est significatif ($F(12,207)=4,41$; $p < 0,000$).

A cause fixe, le temps de jugement pour la combinaison 12 ($M=6030$) est inférieur à celui de la combinaison 17. L'ANOVA Chaîne(14) x Conséquence(2) indique que cette différence n'est pas significative ($F(1,13)=1,66$; $p<0,220$). En revanche, l'interaction Chaîne x Conséquence est significative ($F(13,738)=2,51$; $p<0,002$), ce qui indique que le rapport entre les temps de jugement pour ces deux combinaisons dépend de la chaîne. En effet, pour 9 chaînes, $17>12$, tandis que pour 5 chaînes, $17<12$. Des analyses en comparaisons planifiées indiquent que les seules différences significatives concernent les chaînes 4, 11, et 14, pour lesquelles $17>12$. Pour les variables T2 et T3, les analyses à cause fixe produisent des résultats analogues à celles de T1.

En bref, à conséquence fixe, les couples de taille maximale sont jugés en un temps supérieur à ceux de taille minimale. A cause fixe, il n'y a pas d'effet principal de la taille pour les valeurs extrêmes : on observe une interaction significative entre la taille et la chaîne. A première vue, deux indices suggèrent que le temps de lecture de la conséquence tient une part importante dans le temps de jugement. D'une part, à conséquence fixe, l'effet de la taille n'a pas lieu pour la variable T3, qui exprime un temps de jugement par syllabe de la conséquence. D'autre part, l'interaction à cause fixe pourrait refléter un effet non contrôlé de la longueur de la conséquence. Plus précisément, le sens de la différence entre les temps de jugement des couples des deux tailles partageant une même cause pourrait simplement refléter une différence de longueur de la conséquence. L'examen chaîne par chaîne de la congruité entre sens de la différence du nombre de syllabes d'une part, et le sens de la différence des temps de jugements d'autre part, indique qu'une telle hypothèse n'explique pas entièrement les données observées : pour deux des 5 chaînes pour lesquelles $12>17$ en temps de jugement, cette hiérarchie est inversée pour le nombre de syllabes.

Une étude des facteurs du temps de jugement de la plausibilité des couples causaux doit inclure le nombre de syllabes de la conséquence et la plausibilité. En effet, ces deux facteurs sont des prédicteurs du temps de lecture de la conséquence, lequel est une part du temps de jugement. Keenan et al. (1984) et Myers et al. (1987) ont montré que le temps de lecture de la conséquence est une fonction monotone décroissante de la force causale.

Il est également possible que la plausibilité contribue au temps de jugement d'une autre façon qu'en modifiant le temps de l'intégration de la conséquence, du fait d'un lien entre la plausibilité du couple et la difficulté de la tâche de jugement. La corrélation importante et significative ($r=-0,53$) entre taille et plausibilité ne permet pas, dans notre

matériel, d'analyser les parts respectives du degré de détail et de la plausibilité dans le temps de jugement. Nous privilégierons (au point suivant) l'étude de l'impact de la plausibilité, qui semble être une donnée mesurable, stable et propre au couple cause-conséquence.

V - 3.7.4 Facteurs du temps de jugement

Nous avons effectué une analyse de régression multiple sur les temps de jugement (T1) de l'ensemble des couples. Trois variables ont été incluses dans l'équation : le nombre de syllabes de la conséquence (SYLLCONS), le nombre de syllabes de la cause (SYLLCAUS), et la plausibilité (DJ1). Nous avons fait l'hypothèse que le nombre de syllabes de la conséquence est un prédicteur important du temps de jugement, car cette variable est un prédicteur du temps de lecture, et que ce dernier est indissociable du temps de jugement. Par ailleurs, nous avons supposé que par contraste, le nombre de syllabes de la cause serait un prédicteur peu important. Par ailleurs, notre hypothèse concernant la plausibilité est qu'elle a un effet négatif sur le temps de jugement. Cet effet peut résulter de deux mécanismes : d'une part, à travers le temps de lecture, et d'autre part, à travers le temps de la décision, si ce dernier est une composante séparable du temps de jugement global. En effet, Keenan et al. (1984), et Myers et al. (1987) ont montré le temps d'intégration de la conséquence était une fonction monotone décroissante de la force causale. Par ailleurs, un effet négatif de la plausibilité fournirait une explication à l'effet du degré de détail observé au point précédent. L'inclusion conjointe des variables plausibilité et nombre de syllabes doit permettre de mesurer la contribution propre de chacun de ces aspects dans le temps de jugement.

L'annexe D présente les résultats de la régression (et ceux de ses variantes) . Le nombre de syllabes de la conséquence est le principal prédicteur du temps de jugement. Son Beta est significatif (Beta=0,44; $t(150)=5,99$; $p<0,000$). Le Beta de la plausibilité (DJ1) est le deuxième en importance et il est également significatif (Beta=-0,35 ; $t(150)=-4,96$; $p<0,000$). Le Beta du nombre de syllabes de la cause n'est pas significatif. La variance expliquée globale est de 27% ; les variances uniques du nombre de syllabes et de la taille sont respectivement 18% pour SYLLCONS, 12% pour DJ1, et 0% pour SYLLCAUS. La régression conduite sur les seuls couples initiaux (donc à taille constante) produit des résultats analogues : les betas significatifs sont ceux de SYLLCONS et DJ1 (respectivement, Beta=0,51 ; $t(80)=5,57$; $p<0,000$ pour SYLLCONS, et Beta=-0,46 ; $t(80)=-5,29$; $p<0,000$ pour le nombre de syllabes de la conséquence). Ces résultats sont conformes à nos

prédictions : les deux facteurs connus pour influencer sur le temps de lecture de la conséquence sont des prédicteurs significatifs du temps de jugement de la plausibilité du couple : le jugement est d'autant plus long que la conséquence est longue, et par ailleurs, il est d'autant plus court que le couple est fortement causal. L'importance de la longueur de la conséquence comme prédicteur suggère que le « temps de base » de lecture explique une part importante du temps de jugement de la plausibilité. L'effet de la plausibilité sur le temps de jugement est dans le même sens que celui de la plausibilité sur le temps de lecture. Ainsi, si l'on ne peut dissocier dans l'effet de la plausibilité entre ce qui relève d'une influence sur le « temps de base » de la lecture et ce qui relève d'un effet sur l'opération de jugement elle-même, du moins le second aspect n'annule-t-il pas le premier. Enfin, la relation observée au point précédent entre la taille et le temps de jugement nous semble pouvoir s'expliquer par un effet de la plausibilité.

La différence entre les résultats présentés du point précédent et ceux de Tapiero et al. (2002) provient peut-être du fait que dans les travaux présentés par ces auteurs, les conditions adjacente et non adjacente portaient sur des couples dont ni les causes ni les conséquences n'étaient appariées. Leurs observations pourraient résulter d'un effet non contrôlé des temps de lecture associés aux phrases du couple à juger. Une explication de leurs résultats par la relation négative entre la plausibilité et le temps de jugement est exclue, car dans les observations rapportées par ces auteurs, le signe de la différence entre la condition adjacente et non adjacente était le même pour la plausibilité et pour le temps de jugement.

Les analyses de régression ont également été conduites pour les deux autres variables temporelles, T2 et T4 (T1 par syllabe de la conséquence). Leur détail est présenté dans l'annexe D. Les résultats de la régression pour T2 sont en tout point analogues à ceux relatifs à T1. Pour la variable T4, qui exprime un temps par syllabe, on s'attendait à une influence moindre du nombre de syllabes de la conséquence. Les résultats indiquent au contraire que SYLLCONS est le principal prédicteur de T4 (pour l'ensemble des couples), avec une variance unique de 43% (pour une variance expliquée totale de 57%). Le temps de lecture est négativement (et significativement) corrélé avec le nombre de syllabes ($\text{Beta} = -0,69$; $t(150) = -12,32$; $p < 0,000$). Ce résultat indique que la simple division du temps de jugement brut surestime la part qu'y prend la longueur de la conséquence. Cette division conduit en définitive à augmenter l'impact de la longueur de la conséquence dans le temps de jugement (mais dans le sens inverse de son effet sur le temps brut). Cependant, la plausibilité demeure dans cette analyse un prédicteur significatif du temps de jugement exprimé par T4 ($\text{Beta} =$

0,18 ; $t(150)=-3,37$; $p<0,001$). Les analyses de régression incluant les seuls couples initiaux conduisent à des résultats similaires, dans lesquels l'importance de la plausibilité est cependant supérieure (la variance unique de DJ1 pour l'ensemble des couples est de 3%, alors qu'elle est de 9% pour les couples initiaux).

Toutes les régressions évoquées dans le présent point ont également été répliquées en substituant la variable DJ4 à DJ1 comme prédicteur. Les résultats de significativité sont identiques, et les ordres de grandeur des Betas et variances expliquées sont les mêmes que dans l'analyse incluant DJ1. En définitive, les analyses de régression du temps de jugement par la plausibilité ont permis, en premier lieu, de confirmer la relation négative entre la plausibilité et le temps de jugement, en second lieu de mesurer l'importance du temps de lecture lui-même dans ce temps de jugement, et en troisième lieu, d'établir que le temps de jugement n'est pas proportionnel au temps de lecture de la conséquence.

Afin d'évaluer la relation entre familiarité et temps de jugement, nous avons effectué une analyse de régression du temps moyen de jugement (T1) par participant et chaîne, en prenant pour variables indépendantes la plausibilité (DJ1) et la familiarité. De ces deux variables qui ensemble expliquent 2% de la variance du temps de jugement, seule la variable DJ1 a un Beta significatif (Beta=-0,13 ; $t(655)=-3,26$; $p<0,001$). Toutefois, la même analyse en prenant cette fois pour variable dépendante le temps T2 produit des résultats proches numériquement, mais les deux variables ont des Betas significatifs (pour DJ1, Beta=-0,12 ; $t(655)=-2,94$; $p<0,003$; pour la familiarité, Beta=-0,08 ; $t(655)=-1,99$; $p<0,048$). Il semblerait donc que la familiarité et la plausibilité contribuent chacune significativement à prédire le temps de jugement des couples. Il est à remarquer que pour ces deux analyses, la tolérance des variables était supérieure à 0,93. Ces analyses ont été dupliquées en remplaçant la variable DJ1 par la variable DJ4. Dans les deux cas, familiarité et plausibilité sont des prédicteurs significatifs, mais ces résultats sont cependant moins nets dans la mesure où mes deux variables indépendantes sont très redondantes (tolérance de 0,55). Malgré ces résultats quelque peu mitigés, la familiarité semble devoir être inclus comme l'un des facteurs contribuant à expliquer le temps de jugement, conjointement avec la plausibilité et le nombre de syllabes de la conséquence. Les temps de jugement moyens des chaînes sont plus courts si le participant est familier du domaine que s'il ne l'est pas.

V - 3.8 Conclusion

L'objectif des études 1 et 2 était d'étudier la topologie de « force causale », sous trois aspects : les effets de rang dans la plausibilité des couples constituant les chaînes causales, la relation entre les variations du degré de détail dans la chaîne causale et les variations de la force causale, et la relation entre l'échelle de la force causale et les processus inférentiels. Sur ces trois points, les résultats de l'étude 2 confirment les conclusions de l'étude 1.

En premier lieu, la place d'un couple dans la chaîne causale ne joue pas de rôle propre dans la force causale estimée par les jugements de plausibilité. Les tendances suggérées par les résultats de l'étude 1 n'ont pas été confirmées dans l'étude 2, qui portait sur un nombre de chaînes supérieur.

En second lieu, la force causale diminue de façon monotone à mesure que diminue le degré de détail de la chaîne causale. Ces résultats confirment ceux de Trabasso et al. (1989) hors du champ du texte narratif. Dans le texte narratif, les relations causales concernent des connaissances communes à tous les lecteurs, et des situations habituelles. Les informations du texte explicatif, en revanche, concernent des informations « rares » ou nouvelles, spécifiques à un domaine de connaissance, même si elles visent à être comprises par des lecteurs de niveaux de connaissances très variés. L'importance du rôle des connaissances du lecteur dans la compréhension d'enchaînements de cette nature aurait pu entraîner une non-monotonie de l'effet du degré de détail : en fonction des connaissances du lecteur, une « vue d'avion » de l'enchaînement causal (faible degré de détail) pourrait sembler aussi plausible ou plus plausible qu'une vue plus précise (degré de détail élevé). L'éventualité d'un tel « chemin macrostructural », proposée au point III - 2.1, semble clairement exclue au vu des données des études 1 et 2. D'une part, au niveau global, l'effet de la taille (c'est-à-dire de la diminution du degré de détail) est celui d'une diminution de la force causale. D'autre part, si au niveau des chaînes individuelles on observe des paliers pour lesquels la variation du degré de détail ne modifie pas la plausibilité (lue en termes d'interaction avec la plausibilité des couples initiaux), le sens de la variation n'en est pas moins monotone : une fois atteint le palier bas, on n'observe pas de cas où un couple de taille plus élevée serait significativement plus plausible qu'un couple de taille inférieure partageant la même conséquence. Enfin, l'effet des variations du degré de détail n'interagit pas avec le niveau de familiarité du sujet pour le domaine. Cette observation suggère que l'effet de décroissance de la taille ne dépend pas des connaissances.

Les données des études 1 et 2 ont permis de préciser la relation entre l'effet moyen de la taille à conséquence constante, et cet effet pour les chaînes individuelles. Il apparaît que pour les chaînes individuelles, après contrôle de l'effet propre de la cause sur la plausibilité (mesuré par l'interaction avec les couples de la chaîne initiale de même cause), l'effet de la taille a un caractère binaire : soit la plausibilité n'est pas différente de celle du couple initial de même cause, soit elle est inférieure (pour les tailles plus élevées). Le fait remarquable est que la plausibilité est stable au niveau bas (en termes d'interaction avec les couples initiaux, de taille 1), c'est-à-dire que pour les couples de plausibilité inférieure, l'écart entre les sauts et les couples de taille 1 partageant la même cause ne s'accroît pas à mesure que la taille augmente. Une seule des quatorze chaînes (la chaîne 1) présente un contre-exemple à ce modèle descriptif. Tout se passe comme si, pour une conséquence donnée, la série des antécédents du dernier élément de la chaîne causale se classaient en deux catégories : ceux pour lesquels la distance causale est maximale, et ceux pour lesquels la distance causale est minimale. Ces profils de l'effet de la taille sur les chaînes individuelles soulignent que la plausibilité jugée d'un enchaînement cause-conséquence particulier comporte un part de plausibilité propre à la cause (dont témoigne l'absence d'interaction pour chaque palier), et une composante binaire, dont l'ampleur est déterminée par la conséquence, qui qualifie la plausibilité causale du couple.

En troisième lieu, l'étude des séries de développement en fonction du couple développé a permis d'établir que les séries de développement se stabilisent au niveau du troisième quart de l'échelle de la force causale (et symétriquement, les séries de contraction se stabilisent au second quart de l'échelle). Cette stabilisation observée apporte une double information. D'une part, le fait même qu'il y ait stabilisation est une confirmation de l'interprétation par Duffy et al. (1990) de la moindre mémorisation des couples situés aux extrêmes de la force causale (en l'occurrence les couples fortement causaux). Selon ces auteurs, ces couples se distinguent des couples de force intermédiaire par le fait qu'ils n'entraînent pas d'élaboration d'inférences de liaison (cf. II - 3.1.3 d). Dans le cas des couples fortement plausibles, l'absence d'élaboration provient du fait que les informations sont reliées directement dans le modèle de situation. Nos observations indiquent qu'en moyenne les valeurs élevées de plausibilité ne bénéficient pas du raffinement du niveau de détail fourni par l'opération de développement. Autrement dit, une fois atteint un certain degré de détail dans le modèle de situation, la plausibilité causale du couple est maximale : le fait d'introduire des étapes intermédiaires n'améliore pas la distance perçue entre les éléments. L'interprétation de

la force causale en termes de probabilité d'élaboration inférentielle rend bien compte de ces données : là où aucune inférence n'est nécessaire, la plausibilité est maximale. Symétriquement, la stabilisation des séries de contraction s'interprète de façon analogue comme résultant du fait qu'en l'absence de certaines informations de liaison dans le modèle de situation, selon les termes de Duffy et collaborateurs, le couple « n'invite » pas à l'élaboration d'une inférence de liaison. Si les informations pertinentes ne sont pas fournies, la suppression d'autres informations n'affecte pas la force du couple.

Ces hypothèses suggèrent également un cadre d'interprétation pour le caractère binaire des séries de développement des chaînes individuelles. En effet, pour un couple donné, de deux choses l'une : ou bien une inférence peut être réalisée, et de ce fait la relation de causalité est acceptée, ou bien le lecteur ne « voit pas » le lien causal, et n'entreprend pas d'élaboration inférentielle. Dans le premier cas, la plausibilité est maximale (compte tenu de la plausibilité intrinsèque des causes et des conséquences), dans le second cas, elle est minimale. Pareille approche suggère que du point de vue du jugement individuel d'un couple, il n'y a pas de différence de plausibilité perçue entre le cas où l'inférence est réalisée et le cas où l'inférence n'est pas nécessaire. Le caractère progressif de l'effet de la distance sur la force causale n'apparaît qu'au niveau des moyennes. Cette approche est cohérente avec l'interprétation de l'effet de la plausibilité sur la mémorisation et le temps d'intégration suggéré par Duffy et collaborateurs en termes de *probabilité* d'élaboration d'inférence plutôt qu'en termes de difficulté ou de quantité d'informations liées à cette inférence. Cependant, si le caractère binaire des chaînes individuelles est un indice à l'appui de ces hypothèses, un test empirique spécifique reste à élaborer.

La seconde information apportée par l'étude des séries de développement est que le niveau auquel ces séries se stabilisent ne dépend pas de la plausibilité du couple qu'elles développent (et symétriquement, le niveau auquel les séries de contraction se stabilisent ne dépend pas de la plausibilité du couple qu'elles contractent). Cela signifie que l'effet moyen d'une variation de la taille d'un couple n'est pas limité par le niveau de plausibilité de ce couple, mais par un seuil moyen absolu. Cela implique que l'interprétation des niveaux absolus de l'échelle de plausibilité en termes de processus inférentiel est pertinente au sens où les variations du niveau de détail n'agissent pas sur la plausibilité en termes relatifs. Une part de plausibilité ne relève pas du rapport entre la cause et la conséquence : l'intervalle entre le palier bas et le palier haut d'une chaîne particulière peut être situé à différents niveaux de l'échelle de la plausibilité. Les séries de développement et de contraction nous apprennent que

le niveau absolu joue cependant un rôle : au niveau des moyennes, le développement d'un couple du haut de l'échelle de la plausibilité n'augmente pas la plausibilité, et la contraction d'un couple faiblement causal ne diminue pas la plausibilité.

La comparaison des études 1 et 2 a révélé une stabilité surprenante de la plausibilité moyenne (DJ1) des couples cause-conséquence, malgré les nombreuses différences entre les deux protocoles (bornes de l'échelle de jugement et mots décrivant ses niveaux, support de la passation, ordre des items, disponibilité des phrases de contexte...). La seule différence inter-étude concernait une chaîne, et pouvait s'expliquer par la différence de familiarité associée à la chaîne. Cette différence nous a conduits à élaborer une variable correspondant à la différence entre plausibilité et familiarité, DJ4, construite pour effacer les légères différences inter-études. Un fait remarquable relatif à cette normalisation est que les profils des plausibilités DJ1 et DJ4 des couples d'une chaîne sont très similaires, malgré des profils par chaîne différents. Parmi l'ensemble des analyses de l'étude 2, seules quelques-unes présentent des différences mineures selon la variable dépendante considérée. Dans les comparaisons deux à deux de couples partageant la même conséquence, trois comparaisons significatives pour DJ1 (les seules faisant significativement exception à la règle de décroissance en fonction de la taille) ne l'étaient pas pour DJ4. Par ailleurs, dans la synthèse du modèle descriptif de l'effet de la taille chaîne par chaîne, pour DJ1, trois chaînes présentaient un résultat d'analyse non conforme au modèle proposé ; avec la variable DJ4 en revanche, toutes les chaînes sont conformes aux prédictions du modèle. Cependant, deux chaînes sont conformes au modèle sous des descriptions différentes (en termes de palier bas ou palier haut) selon la variable mesurant la plausibilité. Pour ces chaînes, les résultats pour les deux variables sont toutefois concordants concernant l'absence d'interaction entre la courbe et la cause dans chaque palier. En définitive, la plausibilité normalisée exprimée par DJ4 produit les résultats les plus conformes aux prédictions théoriques. Le fait que cette variable soit aussi la plus stable dans les comparaisons inter-études conduit à la considérer comme une meilleure mesure de la force causale d'un couple que la plausibilité brute. Dans le contexte de chaînes présentant des contenus variés du point de vue des connaissances, l'estimation a posteriori par les participants de leur familiarité avec le domaine correspondant à chaque chaîne constituait un moyen de contrôle du niveau des connaissances. Les analyses des études 1 et 2 ont permis d'établir, d'une part, que les jugements de familiarité ainsi recueillis n'étaient pas de simples résumés ou moyennes de la plausibilité, et d'autre part, que les jugements de plausibilité

étaient positivement corrélés aux jugements de familiarité. La variable DJ4 permet de contrôler de cet effet.

Enfin, le temps de jugement est fortement influencé par la longueur de la conséquence (en nombre de syllabes). Deux autres facteurs ont une contribution propre au temps de jugement : la plausibilité et la familiarité. Une plausibilité ou une familiarité élevées accélèrent les jugements.

Les études 1 et 2 ont permis d'établir la pertinence de la plausibilité comme mesure de la force causale pour les chaînes causales issues de textes explicatifs. La « topologie » de la force causale, ou distance causale mentale, présente les mêmes caractères pour les enchaînements faisant appel à des connaissances non triviales sur les enchaînements factuels que pour les enchaînements susceptibles d'être rencontrés dans le cadre d'une narration. Malgré le rôle possiblement plus important des connaissances dans la construction du modèle de situation associé, et par conséquent la possibilité de différences interindividuelles plus importantes, la force causale contrôlée par la familiarité est une caractéristique stable des couples cause-conséquence. La force causale mentale peut être décrite comme un continuum, et les résultats obtenus suggèrent fortement que ce continuum est relié à la probabilité de réalisation d'une inférence de liaison entre la cause et la conséquence. La force causale est une distance mentale présentant un caractère d'analogie avec l'organisation causale du monde telle qu'elle transparaît dans les chaînes causales : elle décroît en fonction du nombre d'étapes intermédiaires supprimées. Une analyse détaillée de l'effet de la variation du degré de détail à conséquence constante laisse apparaître que dans les cas singuliers, la force causale évolue cependant sur un mode discret, dont les paramètres (niveau global et amplitude de la différence entre continuité et discontinuité) sont modulés par les caractéristiques propres à la cause et à la conséquence. Les études 1 et 2 étaient axées sur les caractéristiques propres à la mesure de la force causale, sa topologie. Les chapitres suivants poursuivent l'investigation de la force causale par la recherche de facteurs sémantiques permettant d'expliquer la force causale d'un couple cause-conséquence. Dans le cadre d'une approche multidimensionnelle du modèle de situation, il convient notamment d'étudier aussi précisément que possible l'interaction entre la causalité et les autres dimensions de la cohérence de la situation. Une telle étude est d'autant plus importante que les connaissances mises en jeu dans les chaînes causales auxquelles nous nous intéressons ne sont pas les connaissances usuelles que l'on utilise pour comprendre les situations courantes de la vie : l'évaluation de la causalité est de

ce fait moins susceptible de recourir à des connaissances spécifiques, et plus susceptible de recourir à l'utilisation d'indices situationnels.

Chapitre VI Analyse a priori des facteurs descriptifs de la relation causale

VI - 1 Principes de l'analyse a priori de la cohérence temporelle, spatiale et référentielle

Le but de cette section est de proposer un système cohérent de principes permettant de décrire les dimensions temporelle, spatiale et référentielle de façon plus précise que par la simple opposition entre continuité et discontinuité. Il s'agit donc ici de recenser quelques aspects fondamentaux de l'organisation temporelle, spatiale et référentielle qui nous semblent devoir être codés dans un modèle de situation fidèle, et à plus forte raison dans un modèle analogique. La dimension temporelle et la dimension spatiale sont analysées selon les mêmes principes, qui s'expriment de façon parallèle dans l'une et l'autre dimension. C'est pourquoi nous décrirons en détail les aspects de la continuité temporelle, et la continuité spatiale sera traitée en référence aux principes exposés pour le temps. La dimension référentielle est traitée à part, car sa nature discrète et sans topologie la distingue des deux autres dimensions.

Précisons ici que dans les développements qui suivent, les termes de continuité ou discontinuité concernent les contenus sémantiques et non la surface du texte. Il s'agit donc ici de cohérence, avec ou sans cohésion. Dans la suite, en parlant de continuité entre deux phrases, nous voudrions dire : « continuité entre les contenus sémantiques exprimés par deux phrases qui se suivent ».

VI - 1.1 La dimension temporelle et la dimension spatiale

VI - 1.1.1 Analyse des aspects de la continuité temporelle

a la continuité comme contiguïté et ses limites

La notion de continuité temporelle proposée par Zwaan (1996) correspond à la contiguïté dans le temps de deux événements ponctuels : il y a continuité s'ils se succèdent immédiatement sur l'axe du temps. Zwaan (1996) a réalisé quatre expériences dans lesquelles que le temps de lecture d'une phrase est plus long, toutes choses égales par ailleurs, si l'événement relaté dans cette phrase ne succède pas immédiatement à l'événement relaté dans la phrase précédente. Relevons trois caractéristiques de cette notion de continuité, que nous appellerons désormais contiguïté : premièrement, elle suppose que les contenus sémantiques concernés sont l'un et l'autre inscrits sur l'axe du temps. C'est une hypothèse naturelle lorsque l'on travaille sur la narration, qui concerne surtout des événements et des états de faits ; mais il n'en est pas nécessairement de même pour d'autres types d'énoncés. Par exemple, l'énoncé d'une loi universelle de la physique a un contenu sémantique qui ne s'inscrit pas dans le temps. Second point, la continuité de succession ne tient pas compte de l'étendue dans le temps de chacun des deux événements : certains événements sont ponctuels, instantanés (ex. une explosion), d'autres se réalisent dans un intervalle de temps qui peut aller de quelques secondes (ex. poser une question), à quelques siècles (ex. une glaciation). Enfin, pour Zwaan, la succession immédiate et la simultanéité relèvent sans distinction de la contiguïté temporelle. Or il est possible que le chevauchement de la cause et de la conséquence soit d'importance pour ce qui concerne l'évaluation du rapport de causalité (voir par exemple le critère d'opérativité de van den Broek). La dynamique des forces, la sémantique cognitive, et les analyses de l'interprétation causale du mouvement de Michotte : ces trois types d'analyse sémantique de la causalité proposent une distinction entre des causes

ou forces qui doivent continuer d'agir pour que leur effet persiste (« tant que je tiens cet objet, il ne tombe pas »), d'une part, et des causes « de déclenchement » qui cessent d'avoir cours lorsque l'effet se développe (le mouvement de la première boule de billard s'est arrêté, et le choc appartient au passé alors que la boule percutée se meut vers le trou). Cette distinction se traduit par des rapports temporels différents : dans le premier cas, simultanéité exacte de la cause et de sa conséquence, et dans l'autre cas, contiguïté sans chevauchement des intervalles temporels.

Nous proposons de généraliser cette approche de la continuité temporelle (i.e. la contiguïté) en tenant compte des trois notions que nous venons de souligner : l'inscription dans le temps, l'échelle temporelle, et la simultanéité. Ces notions doivent suffire à caractériser les principaux types de relations temporelles entre deux termes issus d'un texte quelconque. Pour élaborer un système cohérent et opérationnel de description de la continuité temporelle, il faut dans un premier temps examiner la nature des notions introduites, et les conséquences réciproques de leurs définitions les unes sur les autres. C'est pourquoi nous présentons d'abord la question de l'échelle, avant de traiter celle de la simultanéité, puis le problème de l'inscription.

Toutes les combinaisons de modalités de ces quatre descripteurs ne sont pas possibles. D'abord, l'inscription dans le temps des deux termes est une condition nécessaire à l'évaluation des trois autres aspects. En effet, on voit mal comment définir les notions de contiguïté, simultanéité ou d'échelle pour des entités que l'on ne peut pas situer sur l'axe des temps. A cette incompatibilité de « bonne définition » s'ajoute une impossibilité de combinaison entre simultanéité et contiguïté : il est évidemment impossible que deux événements simultanés ne soient pas contigus. La simultanéité n'étant possible que dans le cas de la contiguïté, elle apparaît comme une sous-catégorie de cette modalité. Avant de confirmer cette relation entre contiguïté et simultanéité, il convient d'en proposer des définitions plus précises et qui tiennent compte de la notion d'échelle.

b échelle temporelle (et échelle spatiale)

Toute représentation du temps ou de l'espace implique la notion d'échelle, ou de résolution. Dans les représentations mentales comme dans les représentations figurées, l'échelle n'est pas une propriété annexe de la représentation, mais bien un cadre qui donne sa

mesure chacune des parties de la représentation, et qui détermine ce qui est trop gros ou trop fin pour figurer dans la représentation. Dans une approche analogique de la représentation, la notion d'échelle peut être comprise très littéralement, elle est l'analogie du tempo d'une partition ou de l'échelle d'une carte. Toutefois l'idée d'échelle temporelle (ou spatiale) de la représentation n'implique pas nécessairement celle de représentation analogique. On peut considérer *a minima* la résolution comme une sélection d'informations pertinentes. Prenons ici un exemple dans la dimension spatiale. Si je me représente la Bourgogne dans une discussion sur les vins, cette représentation contiendra peut-être une forme typique de bouteille, les noms des principales appellations, et quelques éléments géographiques sur les terroirs, quelques paysages et noms de villages. Si je me représente la Bourgogne dans le contexte d'un colloque sur l'Europe des régions, ma représentation de la Bourgogne contiendra certes toujours certaines de mes connaissances sur les vins, mais sans doute aussi des informations plus globales sur la situation relative de la région par rapport aux autres régions européennes, et à quelques connaissances sur le réseau ferré, routier. Dans le premier cas, ma représentation inclura sans doute plus de détails géographiques que dans le second cas. Prenons un autre exemple, relatif à la dimension temporelle : si je travaille une sonate au piano, je m'entraînerai répéter certaines mesures difficiles. Lors de cet entraînement, concentré sur quelques notes et leur exécution, je n'ai pas besoin de conserver une représentation d'ensemble du développement de la sonate en trois mouvements. Lorsqu'en revanche je discute de la place de cette sonate dans l'œuvre de Mozart, une représentation de faible résolution temporelle me suffira, qui me permettra de bavarder sur la façon dont les mouvements s'enchaînent, mais n'inclura pas chaque mesure de l'œuvre.

On remarquera le parallèle que l'on peut dessiner entre la notion d'échelle de la représentation et l'opposition macrostructure/microstructure. Le rapport entre les deux notions est le suivant : la notion d'échelle est naturellement décomposable, *dans l'analyse de la réalité représentée*, selon les dimensions spatiale et temporelle, alors que la macrostructure est une articulation de *niveaux de représentation* qui ne correspond pas nécessairement à un niveau d'échelle dans la chose représentée. Une proposition trouve sa place dans la micro- ou macrostructure plutôt en fonction de son importance dans les buts du discours. La macrostructure est susceptible de recouvrir une distinction d'échelle temporelle ou spatiale, mais elle peut correspondre à une hiérarchisation d'une autre nature, rhétorique, causale, ou logique, par exemple.

Les paragraphes qui suivent énumèrent les conséquences de la prise en compte de la notion d'échelle temporelle pour la représentation. L'ensemble de cette analyse peut être littéralement transposée au domaine spatial. Le lecteur le fera sans peine, et le paragraphe VI - 1.1.2 donne les clés de la correspondance entre les dimensions temporelle et spatiale vis-à-vis de la question de l'échelle.

- La contiguïté est relative à l'échelle

L'étendue dans le temps de deux entités joue un rôle dans la définition de la contiguïté. La définition de Zwaan (1996) est la suivante : il y a contiguïté entre A et B si B se produit « dans l'instant qui suit immédiatement l'instant où A s'est produit ». Or dire « qui suit immédiatement », c'est avoir une approche discrète (non continue) du temps. Le temps ainsi considéré n'est pas un continuum, mais une séquence ordonnée « d'instant ». Cette approche est évidemment pertinente psychologiquement, car en deçà d'un certain intervalle, je perçois comme simultanés deux événements séparés par un très court laps de temps⁴⁶. Dans

⁴⁶ Il est donc possible de fonder la notion « d'instant suivant » par ce critère : « B s'est produit dans l'instant qui suit A si tout instant C qui se serait objectivement produit après A et avant B m'aurait paru s'être produit en même temps que A ou en même temps que B ». Bien entendu la résolution de cette perception varie en fonction de la modalité perceptive mise en œuvre. Il apparaît que même si une telle définition fondée sur la résolution temporelle des perceptions est possible, elle doit être généralisée par la condition que A, B, et C soient comparables par leur étendue dans le temps. Cela permet de se libérer de l'étalon absolu qu'est le seuil perceptif pour adopter dans chaque cas le niveau de grossissement pertinent. Ainsi, il existe un critère formel de contiguïté temporelle analogue au critère de contrefactualité qui permet de définir la relation de causalité, car reposant sur des simulations mentales faisant varier la situation (ajouter un événement intermédiaire / supprimer la cause) et évaluant les conséquences de cette variation (L'événement semble-t-il simultané ? / Est-ce que la conséquence se produit ?). Précisons enfin que même si un tel critère permet sans difficulté à plusieurs juges de s'accorder sur la contiguïté de deux événements dans le cadre d'une analyse de la situation, cela n'implique pas qu'une telle stratégie soit mise en œuvre dans la « perception » spontanée d'une contiguïté.

le temps discret de la représentation des événements, n'y a-t-il qu'un seul niveau de grain?
Considérons l'exemple suivant :

exemple 1

A : le verre qui tombait percute le sol.

B : il éclate en mille morceaux.

Chacun de ces deux événements est instantané à l'échelle de ma perception. Imaginons qu'il s'écoule cinq secondes entre A et B : je pourrais être surpris par la non-contiguïté temporelle entre A et B. Si une heure s'écoule entre les deux, la non contiguïté est très claire. Considérons ces deux autres exemples :

exemple 2

A' : Un auditeur de la conférence pose une question difficile au professeur X.

B' : Le professeur, rhéteur habile, balaie l'objection sans difficulté.

exemple 3

A'' : Le président du ... s'inquiète dans un discours télévisé de la situation des droits de l'homme dans le pays voisin.

B'' : Les dignitaires de ce pays voisin publient un communiqué faisant état du renvoi de tous les diplomates du ...

Dans l'exemple 2, un intervalle de cinq secondes entre une question et sa réponse ne sera pas perçu comme une discontinuité : la réponse suit immédiatement la question. En revanche, une heure entre A' et B' serait un intervalle considérable. Dans l'exemple 3 au contraire, si une heure (ou un jour) s'écoule entre la profération d'une phrase et une réaction diplomatique, il s'agit d'une réaction immédiate. Si cinq secondes s'étaient écoulées entre la phrase du président et l'ordre de renvoi des diplomates, il s'agirait d'une coïncidence, les événements apparaîtraient simultanés.

On pourrait multiplier à l'infini les exemples dans lesquels l'échelle temporelle des événements considérés affecte la perception que l'on a de la contiguïté. Pour cette raison, il est nécessaire d'élaborer un critère qui nous permette de dire que le 15^{ème} et le 16^{ème} siècles

sont contigus dans l'histoire de l'humanité, alors que le lundi et le jeudi de la semaine dernière ne le sont pas dans mon emploi du temps. Chaque terme de la relation occupe un intervalle de temps plus ou moins grand, et c'est à l'échelle de cet intervalle qu'il faut examiner si les termes sont contigus ou non.

- La continuité d'échelle est un aspect de la continuité

Si les informations relatives à l'échelle des entités représentées appartient à la représentation, alors les informations sur les changements d'échelle doivent également y être inclus. Il est clair que les enchaînements causaux peuvent impliquer la succession de deux échelles temporelles différentes (par exemple, un attentat au Monténégro déclenche une guerre mondiale).

On ne peut pas prédire *a priori* le coût cognitif d'un changement d'échelle, ni si l'information relative à l'échelle est individualisable (séparée) dans la représentation. Dans une organisation de la représentation centrée sur la notion d'événement, l'échelle pourrait figurer comme un simple attribut de ce dernier. Toutefois, quelle que soit la façon dont sont stockées les informations sur l'échelle, qu'elles soient une composante de « l'index » temporel, ou bien qu'elle soit intrinsèque à l'unité de représentation correspondant à l'événement, le changement d'échelle apparaît comme un cas de discontinuité, puisque change l'échelle de la représentation.

- Discontinuités d'échelle et contiguïté

Dans le cas où les deux termes ne sont pas à la même échelle, et comme l'établissement du rapport entre les deux termes fait intervenir leurs représentations respectives, c'est à l'aune du grain le plus grossier qu'on jugera de la continuité causale. Cette règle ne nous paraît toutefois pas absolue, et seule la pratique peut permettre de confirmer sa pertinence.

c Echelle et contexte

La notion d'échelle temporelle, nous l'avons vu dans les exemples qui précèdent, ne procède pas seulement de l'étendue temporelle (absolue) des entités concernées : c'est dans le cadre du système que l'énoncé fait avec le contexte sémantique que l'on appréhende son

échelle, c'est-à-dire la résolution dans laquelle il doit être représenté. La notion de perspective joue également ici un rôle important. La perspective d'un texte sur une entité qu'il rapporte (événement, situation, objet...) procède de plusieurs facteurs : les caractéristiques propres de l'entité, le rapport entre ces caractéristiques et celles des entités appartenant au modèle de situation, le(s) contexte(s) sémantique(s) activé(s), les connotations d'un lexème (vin / pinard), et les autres moyens linguistiques (grammaticaux, indexicaux, attitude propositionnelle, position énonciative) par lesquels le texte contrôle le « regard » du lecteur sur l'entité référée. Les connaissances sur le contexte pragmatique de l'énonciation, et notamment des objectifs de lecture ou les intentions rhétoriques participent aussi à la construction de la perspective.

On peut élargir le champ de cette remarque en la rapportant au vocabulaire de Frege : dans l'approche psychologique que nous adoptons ici, qui s'intéresse à la représentation mentale du sens, le *mode de présentation* du référent (au sens frégéen) constitue une instruction sur la façon pertinente de le représenter : « l'étoile du soir » donnera lieu à la représentation d'une situation différente de « l'étoile du matin », et la représentation de « Vénus » au regard de la temporalité différera également des deux précédentes. Ce que nous voulons souligner ici, c'est que la résolution (temporelle ou spatiale) de la représentation d'une entité donnée n'est pas seulement déterminée par le seul fait d'identifier cette entité comme un référent « objectif » : le contexte référentiel et la perspective que le texte propose sur l'objet fournissent des indications essentielles à l'élaboration d'un sens pertinent.

Fleischman (1990) défend une idée plus générale en indiquant que la notion même d'événement est constitutivement liée aux moyens linguistiques disponibles pour rendre compte des phénomènes de l'expérience⁴⁷. Nommer un événement, le mettre en mots, c'est en même temps lui donner ses contours en tant qu'entité distincte. L'événement est en partie livré avec sa perspective : les contours de sa représentation ne sont pas objectifs.

⁴⁷ « The event is but a hermeneutic construct for converting an undifferentiated continuum of the raw data of experience, or of the imagination, into the verbal structures we use to talk about experience: narrative stories ». Nous retenons ici la formule « construction herméneutique », même si nous ne considérons pas avec l'auteur que l'expérience est un continuum indifférencié, ni que sa remarque se limite à la narration.

d Simultanéité et contiguïté

A la lumière des remarques qui précèdent il apparaît que la situation de contiguïté temporelle ne se décompose pas seulement en superposition (simultanéité parfaite) et juxtaposition (contiguïté sans simultanéité) : entre ces deux situations, tous les degrés de chevauchement sont possibles. L'éventualité d'une hétérogénéité des échelles implique une forme de chevauchement particulière : l'inclusion d'un intervalle dans un autre, qui est un cas particulier de contiguïté.

e temps et multiplicité

Le fait qu'une entité soit dispersée ou répétée en plusieurs points du temps, ou bien au contraire rassemblée en un seul, ne peut être sans impact sur la représentation (le coût de son élaboration, ou son efficacité comme indice de récupération). Dans la dimension temporelle, la multiplicité est un facteur de complexité. Par exemple « chaque passant se met sur la pointe des pieds au passage des héros qui défilent » correspond à un événement qui se répète en plusieurs points du temps. Remarquons que la multiplicité des occurrences dans le temps n'implique pas la multiplicité des référents (par exemple « Paul regardait sa montre dix fois dans la minute ») mais correspond au cas particulier de la répétition d'un geste ou événement individuel. Réciproquement, une entité renvoyant à des référents multiples peut être située en un point précis du temps (« Au son de la cloche, les enfants accourent de toutes les directions vers leurs parents.»).

f nécessité pour le texte explicatif de prendre en compte une plus grande variété de situations : inscription

Evaluer l'échelle ou la contiguïté temporelle exige avant tout que les entités concernées soient situables dans le temps. Dans la relation de faits réels ou fictifs, les événements narrés sont par nature situables dans le temps, si ce n'est situés par le lecteur. En effet, un événement se produit par nature dans le temps et l'espace. Toutefois, il existe de nombreux énoncés qui ne s'inscrivent pas dans le temps, comme l'expression d'une opinion (par exemple, « Je trouve le sport ennuyeux »), d'un trait de caractère (par exemple, « Jean est coléreux »), ou d'une loi générale (par exemple, « il n'y a pas d'amour heureux »). Le texte explicatif est plus susceptible que le texte narratif de contenir ce type d'énoncés, mais ce dernier n'en est pas non plus exempt. Il est donc important de tenir compte de l'inscription temporelle des entités représentées avant d'évaluer leurs rapports temporels.

VI - 1.1.2 aspects de la continuité spatiale

Toutes les remarques qui viennent d'être faites sur le temps sont littéralement transposables à l'espace : la notion d'intervalle a pour analogues les notions de surface ou de volume. Ainsi, l'inscription dans le temps trouve un corollaire naturel dans celle d'inscription dans l'espace : certains faits sont localisables (i.e. situés dans l'espace) ; d'autres non. Remarquons que toutes les combinaisons d'inscription dans l'espace et le temps sont en principe possibles : les deux notions sont indépendantes. La notion de simultanéité correspond dans l'espace à celle d'identité de la localisation, de « superposabilité » ; les chevauchements sont ceux de surfaces ou de volumes et non d'intervalles. Pour ce qui concerne le niveau de grossissement, ce qui vaut pour le temps est encore plus clair pour l'espace : un mètre entre un aimant et un clou vaut une non-contiguïté, alors que du point de vue géostratégique, les kilomètres séparant l'Argentine des îles Falkland sont négligeables : ces deux espaces sont contigus. La liste des indicateurs de continuité spatiale et la procédure de codage seront donc strictement parallèles à celles des indicateurs de continuité temporelle

VI - 1.1.3 Rôle du contexte dans la valuation des descripteurs

Toutes les notions que nous suggérons ici impliquent la prise en compte du contexte: contexte sémantique (donné par la représentation occurrente de la situation, ou inféré), contexte d'énonciation, indices linguistiques. Les aspects sémantiques des dimensions temporelle et spatiale que nous avons proposées ici sont évaluées non dans une approche statique des composantes de la sémantique d'un texte (celle qui correspondrait à la base de texte par exemple), mais dans une approche dynamique: ces variables qualifient la contribution de la phrase et des informations qu'elle contient du point de vue de son apport au modèle de situation courant. Les dimensions de l'espace et du temps dans nos exemples sont très fortement déterminées par le contexte sémantique et les indices grammaticaux. C'est essentiellement à travers les mouvements de perspective (cadrage) (/emphasis) que les caractéristiques spatiales et temporelles évoluent.

VI - 1.2 Descripteurs de la continuité référentielle

VI - 1.2.1 Définition et nature des référents

C'est une interprétation élargie de la notion de protagoniste que nous désignons ici sous le nom de référent. Nous suivons en cela Scott Rich & Taylor (2000), qui parlent de dimension référentielle à propos de l'indexation par les protagonistes. Précisons que cet usage du mot référence se distingue de la notion habituelle de référence en linguistique, qui exprime une relation entre un énoncé ou un lexème, et ce à quoi il rapporte dans le monde réel (sa référence). Sauf mention contraire, lorsque nous parlons de référence (ou de référent), il s'agit ici de *référence mentale*, c'est-à-dire de la contrepartie mentale à l'entité du monde décrit par l'énoncé. Nous parlons de dimension référentielle pour désigner ce que la structure du modèle de situation doit aux référents.

Si dans les travaux sur la narration, on peut raisonnablement assimiler l'ensemble des références importantes aux protagonistes, cette option n'est pas adaptée au cas du texte explicatif : quels sont les protagonistes dans un texte sur la transmission neuronale ? Dans un tel texte, le neurone, les synapses, les neurotransmetteurs, ou encore le cervelet peuvent être autant de « protagonistes », sur la nature et le fonctionnement desquels le texte renseigne son lecteur. Les « protagonistes » ne sont d'ailleurs pas nécessairement des entités physiques, ils peuvent correspondre à des notions abstraites ou à des principes. Par exemple, le texte sur le fonctionnement du cerveau peut contenir des développements sur les « patterns de décharge », ou encore sur la notion d'excitabilité. On pourrait donc utiliser les mots de « notion » ou « concept » pour désigner cette conception étendue du protagoniste (nous préférons « référence », car ce mot suggère clairement qu'il s'agit d'une représentation particularisée, et non d'un modèle abstrait ou général). La notion de référence que nous venons de définir semble toutefois trop vague pour permettre d'en délimiter clairement le champ. D'autre part, l'hypothèse selon laquelle tout (objets réels, notions, concepts, etc.) est un référent semble excessive : combien de référents pour une fourmilière ? Il faut donc définir quels sont les objets du monde référé qui correspondent à des références dans la représentation mentale. Avant de les définir, convenons d'un mot pour les nommer : on appellera « entité » un élément du monde objet du discours susceptible d'être représenté comme un référent. Il y a deux approches des entités : la première s'appuie sur des critères linguistiques, la seconde sur leur nature. Nous allons, à la suite d'autres auteurs, définir le champ des entités à partir de notions essentiellement linguistiques, mais nous discuterons également de la nature des entités ainsi définies.

Zwaan, Langston & Graesser (1995) choisissent comme critère opérationnel du protagoniste les « *argument nouns* », c'est-à-dire les groupes nominaux arguments du verbe

(lequel synthétise l'événement, pour ces auteurs). Cette conception se réfère à l'approche classique de la phrase comme organisée autour du verbe. De nombreuses notions et terminologies analogues opposent le rhème au thème, le prédicat au sujet (c'est-à-dire ce sur quoi l'on prédique, dans la logique de Port-Royal), le procès à ses actants (dans les grammaires de cas inspirées de Fillmore), les comportements aux entités (qui jouent respectivement les rôles d'apport et de support dans la sémantique de Pottier, 2000)... Sans nous attacher à un critère grammatical particulier, nous dirons sans plus de précision que les entités sont les choses appartenant au versant de « ce sur quoi le texte nous informe » (c'est-à-dire le thème, le sujet, les actants, supports, etc.). Une telle définition, malgré son flou, présente l'avantage de ne pas contraindre la nature des entités représentées, et d'autre part de limiter leur champ à celles qui sont pertinentes pour le texte. Ici encore, à travers l'accent que le discours met sur les éléments d'une situation (par le fait même qu'il soit un discours sur...), la notion de perspective (ou de cadrage) intervient sur la sélection des informations à représenter parmi toutes celles qui appartiennent à la situation du monde référé.

Pour définir le champ des entités référées, le choix d'un critère imprécis et axé sur la fonction discursive résulte d'une impossibilité à caractériser ces entités par leur nature. Que sont les entités ? Autrement dit, à quelles choses rapportent les référents de la représentation ? Les théories de la compréhension de texte narratif mettent naturellement l'accent sur les protagonistes. Ainsi, dans le modèle d'indexation d'événements, chaque protagoniste constitue un indice de la représentation, au même titre que les lieux et les intervalles temporels présentant une certaine continuité. Les nœuds indexés selon ces dimensions correspondent à des événements (ou actions). Les parties du modèle de situation sont donc définies selon la nature de l'information qu'elles représentent. La généralisation du champ des entités référées bouleverse ce paysage. Les critères du référent que nous avons retenus, appliqués à des textes autres qu'une narration simple, étendent la dimension référentielle à des entités de toutes natures, et notamment : des objets (« la pyramide de Kheops »), des états de faits (« le délabrement du Louvre »), des processus (« la dégradation du bâtiment »), et... des événements (« l'inauguration des nouveaux aménagements »). Des entités aussi diverses peuvent constituer les objets du discours, et à ce titre être rangés dans la dimension référentielle.

VI - 1.2.2 référence, temps et espace

On peut envisager des raisons de concevoir la référence comme première par rapport aux dimensions spatiale et temporelle. Le temps et l'espace, conçus comme indices de la représentation, ne préexistent pas à la dimension référentielle. Cette dernière fournit les entités situées dans l'espace et le temps, et les relations temporelles ou spatiales sont des relations entre les entités constituant la référence mentale du texte. De plus, l'identification d'une référence fournit souvent des informations relatives aux autres dimensions de la situation (cf. l'étude de Radvansky, Zwaan, Federico & Franklin, 1998), comme ses caractéristiques spatio-temporelles (par exemple « la première olympiade »), ou encore ses causes ou conséquences probables (« un œil au beurre noir », « une riposte », « le big bang », ou « la chute d'un verre en cristal »). Les connaissances ou composantes spatio-temporelles d'une entité ne sont souvent pas séparables de l'entité elle-même, car elles lui sont constitutives. Pour pasticher la formule par laquelle Martinet a défini ce qu'est une langue⁴⁸, on pourrait dire qu'une entité susceptible d'être une référence mentale, ou un protagoniste, relève d'un « découpage particulier de l'expérience » par le discours. Ce découpage inclut souvent des données spatiales, temporelles, causales, mais pas toujours : le temps et l'espace ne sont pas nécessairement constitutifs de la référence. Les entités ne sont pas nécessairement inscrites dans le temps ou l'espace, et la continuité référentielle est à cet égard indépendante des continuités temporelle ou spatiale telles que nous les avons définies. C'est le cas par exemple des entités abstraites (« la liberté »), imaginaires (« j'ai imaginé un petit vase bleu en porcelaine »), ou des informations du texte ne permettent pas de situer dans le temps ou l'espace. Par ailleurs la référence ne détermine pas non plus la continuité temporelle ou spatiale : un nouveau protagoniste peut apparaître sans rompre l'unité de temps et de lieu, et un même protagoniste peut être le fil conducteur d'une action faisant intervenir des ruptures temporelles ou spatiales. Réciproquement, peut-on concevoir un discours sans autre référent que des bornes spatiales et/ou temporelles ? Un tel discours serait un discours *sur* une période et/ou un lieu, et dans ce contexte la période et/ou le lieu *sont* des référents particuliers, dont la nature recèle des informations temporelles et/ou spatiales.

⁴⁸ « à chaque langue correspond une **organisation particulière des données de l'expérience**. Apprendre une autre langue, ce n'est pas mettre de nouvelles étiquettes sur des objets déjà connus, mais s'habituer à analyser autrement ce qui fait l'objet de communications linguistiques. » (Martinet, 1970, p.12 ; c'est lui qui souligne).

VI - 1.2.3 continuité et discontinuité référentielles

Nous avons, dans un but de clarté et d'opérationnalité, tenté de décrire le champ des entités référées, et envisagé les questions que posent l'articulation de cette définition aux conceptions courantes du modèle de situation. Soulignons que ces questions, surgies alors qu'il a fallu caractériser les entités référées et leurs référents, sont toutefois sans conséquences sur les notions de continuité ou discontinuité référentielle que nous allons analyser ici. Autrement dit, nos principes de codage de la continuité référentielle sont indépendants des hypothèses sur le format ou la nature des éléments constituant le modèle de situation.

A la différence des dimensions temporelle et spatiale, les relations entre les points de la dimension référentielle (les référents) peuvent être de toutes natures. De ce fait, la seule « topologie » que l'on peut envisager pour elle (sauf à décomposer cette dimension en tous les types qualitatifs de relations qu'elle peut supposer) est celle du nombre et de l'identité. Les paragraphes qui suivent énumèrent trois aspects de la continuité référentielle dans le cadre de notre analyse a priori : les nouveaux référents, le partage d'arguments, et la multiplicité. Les deux premiers aspects de la continuité ont été beaucoup explorés dans la recherche sur la compréhension de textes. Le troisième aspect n'a à notre connaissance pas encore été abordé par les études du domaine ; il correspond pourtant à une information impossible à supprimer pour une compréhension acceptable de la situation. Nous ignorons sous quelles conditions le caractère multiple d'une entité implique la multiplicité de ses référents. C'est en tout cas un problème que doivent aborder les théories de la représentation analogique, qu'elles fassent l'hypothèse de simples tokens (Zwaan & Radvansky, 1998), ou qu'elles soient plus radicales (Kaschak & Glenberg, 2000 ; Zwaan, Stanfield & Yaxley, 2002).

a Nouveaux référents / continuité de présence

L'apparition d'un nouveau référent constitue sans conteste un cas de discontinuité, car elle introduit la nécessité pour le compreneur d'ajouter un élément nouveau à sa représentation. L'apparition d'un nouveau référent résulte en général de sa mention explicite dans le texte (Zwaan & Radvansky, 1998). Si la discontinuité est facile à caractériser (par l'apparition de nouveaux référents), la continuité l'est moins : le lieu de la disparition d'un référent n'est pas directement déterminé par le texte lui-même (c'est-à-dire ni par sa forme,

ni par ce qu'il exprime), mais par l'interaction du texte et des buts du lecteur. Sauf à faire des hypothèses spécifiques sur les mécanismes de sélection des informations maintenues dans le modèle de situation, il est difficile de savoir quand un référent non explicitement mentionné par le texte n'est plus « suivi » dans la représentation. Ce sont des facteurs comme l'importance de l'entité dans l'objet du discours, l'accent mis antérieurement par le texte sur cette entité par les moyens linguistiques, ou encore les buts de lecture, qui peuvent rendre compte d'une continuité du suivi d'un référent. Cette difficulté nous conduit à abandonner le codage d'une continuité de présence du référent, pour y préférer des marques textuelles de cette continuité, à savoir le partage d'arguments.

b Partage d'arguments

Le partage d'arguments, exprimé par des répétitions de référents ou des références anaphoriques est un des premiers aspects de la cohérence textuelle qui fût étudié. Notons que la notion de répétition ne signifie pas ici répétition de lexèmes, mais « nouvelle référence à un référent introduit antérieurement », quel qu'en soit le moyen linguistique. Cela signifie que la référence anaphorique est un cas particulier de répétition, qui marque non seulement une cohérence (c'est-à-dire un lien vers une entité du modèle de situation), mais aussi une cohésion (c'est-à-dire une instruction explicitement fournie par le texte à établir une cohérence). On peut considérer la présence d'un partage d'arguments d'une phrase avec les phrases antérieures comme un signe positif de continuité référentielle.

c Multiplicité

La multiplicité référentielle, nous l'avons vu (VI - 1.1.1e), ne peut être réduite à la multiplicité spatiale ou temporelle. La multiplicité référentielle peut apparaître de deux façons : soit par un pluriel inclus en un point du temps et de l'espace (« les enfants écrivent la dictée »), soit par la mise en avant par le texte des composantes d'un référent décomposable (« Le score de 2 à 0 était injuste. L'équipe trébuchait à chaque instant sur l'ennemi »). Dans un cas comme dans l'autre, c'est la perspective imposée par le texte qui détermine si la multiplicité des référents doit s'interpréter comme une unité ou non. Certains pluriels peuvent désigner une unité pertinente de la représentation. Par exemple : « Le clown demande aux enfants : "Vous allez bien?". Et les enfants de répondre: "Ouiiiii!" ».

VI - 2 Catégorisations sémantiques de la causalité

Il ne s'agit pas ici de proposer une théorie exhaustive de la causalité, ni de définir des typologies de relations causales en fonction du domaine spécifique des connaissances impliquées. Notre intention est d'énumérer quelques critères classificatoires de la causalité factuelle susceptibles de caractériser des processus cognitifs en jeu (par opposition aux domaines de connaissances spécifiques), ou un degré de typicité. C'est donc en nous inspirant des classifications proposées par des travaux de psychologie du développement d'une part, et des travaux de la veine de la sémantique cognitive d'autre part, que nous avons élaboré les quelques critères sémantiques suivants.

- **nature de la cause et de la conséquence** : les relations de causalité dépendent-elles de la nature des termes impliqués (état, événement)? L'importance respective accordée aux états et aux événements diffère en fonction de l'expertise du sujet (Molinari 2002)
- **caractéristiques de la cause**
- **référénts impliqués dans la causalité** : le caractère naturel ou artificiel des actants impliqués, ou encore l'opposition entre référénts animés et non animés est susceptible de correspondre à des régimes d'explication distincts lors du développement (Berzonsky, 1971 ; White 1990).
- **possibilité d'interaction avec la cause** : une cause manipulable, c'est-à-dire une cause sur laquelle une volonté humaine est susceptible d'agir, n'engage pas le même rapport à la contrefactualité qu'une cause inéluctable (ex. un tremblement de terre).
- **caractéristiques de la conséquence** : le caractère temporaire ou définitif de la conséquence peut constituer une mesure intrinsèque de l'importance de la relation cause-conséquence.
- **réciprocité de la relation entre la cause et la conséquence** : si la conséquence a un effet en retour sur la cause, le rapport peut être envisagé comme un système cyclique plutôt que comme un mouvement uniforme.
- **prototypes de la causalité mécanique** : action mécanique d'un agent sur un patient, déclenchement et empêchement peuvent être la structure de schémas caractérisés non par

un domaine spécifique, mais par une sémantique des forces (Denhière et Baudet, 1992, Talmy, 1988, Michotte, 1953).

Chapitre VII Prédiction de la plausibilité par des facteurs situationnels et sémantiques

VII - 1 Codage des variables descriptives

Cette partie présente les variables qui opérationnalisent l'analyse des aspects du modèle de situation et de la relation causale conceptualisés au chapitre précédent. Les variables sont brièvement présentées par dimension (temps, espace, référence, causalité). a la suite des variables a priori figure la liste des variables supplémentaires, qui se sont avérées nécessaires lors de l'analyse. La partie suivante présente la fiche d'instructions pour le codage : elle contient le détail des critères de codage. Cette partie du chapitre se poursuit par le descriptif de la procédure effective de codage par des juges ; le dernier point présente une les observations liées à la réalisation de la procédure du codage et discute des limites de la méthode.

VII - 1.1 Descripteurs de la continuité temporelle, spatiale et référentielle

Notre approche de la représentation de l'espace et du temps vise à généraliser l'approche du modèle d'indexation multiple en prenant acte, dans l'esprit de la théorie des modèles mentaux, de l'importance du niveau de grossissement spatial ou temporel des notions représentées. En effet, les composantes de la représentation sont des entités discrètes (car séparables du reste de la représentation), et elles déterminent le niveau pertinent de grossissement de l'échelle du temps ou de l'espace qui permet d'évaluer la continuité. De plus, la multiplicité éventuelle des entités auxquelles rapportent les parties de la représentation, qu'il s'agisse de multiplicité temporelle, spatiale, ou référentielle, doit être prise en compte dans une représentation acceptable du modèle de situation. Nous présentons d'abord les variables temporelles, puis les variables spatiales, dont la définition est strictement parallèle, puis les descripteurs de la référence, et enfin les variables sémantiques. Sont figurées en grisé les variables intermédiaires, c'est-à-dire celles qui sont nécessaires au codage d'autres variables explicatives.

VII - 1.1.1 Descripteurs temporels

Les variables de la dimension temporelle couvrent quatre types d'informations : l'inscription, l'échelle, la contiguïté et la multiplicité. Les données d'inscription permettent de déterminer les cas où le codage des variables des autres types n'est pas pertinent. La variable **TCodage** indique la possibilité de coder ou non ces variables, tandis que la variable **DiscIT** marque seulement les discontinuités d'inscriptions (i.e. un des termes est inscrit dans le temps et l'autre non). Les variables **ITCauseA** et **ITConsA** ont été ajoutées afin de distinguer entre l'inscription absolue dans le temps et l'inscription relative. Il s'agit de marquer le rôle joué par le contexte dans l'inscription temporelle. L'échelle temporelle n'est enregistrée qu'à travers ses discontinuités (**TDisEch**). La contiguïté est codée sur une échelle en quatre points, allant de 0 (identité des intervalles temporels) à 3 (non contiguïté). Dans la mesure où l'on ne sait pas a priori si l'impact de la multiplicité réside dans son niveau (le fait que la cause ou la conséquence ait une étendue multiple dans le temps) ou dans ses discontinuités (le passage du multiple à l'unique ou réciproquement), on a codé les deux informations. **TCauMult** et **TCnsMult** permettent de construire **TMultip**, qui correspond à un indice de multiplicité du couple cause-conséquence ; **TDisMult** est également déduit de ces deux variables.

Descripteurs temporels		
Code	Descriptif	Valeurs
ITCause	Inscription temporelle de la cause	Oui/Non
ITCauseA	Nature absolue ou relative de l'inscription temporelle de la cause. Oui si l'inscription est absolue.	Oui/Non
ITCons	Inscription temporelle de la conséquence	Oui/Non
ITConsA	Nature absolue ou relative de l'inscription temporelle de la conséquence. Oui si l'inscription est absolue.	Oui/Non
DiscIT	Discontinuité d'inscription temporelle Cette variable vaut Oui si $ITCaus \neq ITCons$	Oui/Non
TCodage	Indique si les variables temporelles nécessitant l'inscription de la cause et de la conséquence peuvent être codées (ces variables sont : TDisEch , TCtg , TDisMult , et TMultip) Cette variable, déduite de ITCause et ITCons , vaut Non si l'une des deux au moins vaut Non.	Oui/Non
TDisEch	Discontinuité d'échelle temporelle	Oui/Non
TCtg	Contiguïté temporelle : 0 si les intervalles temporels de la cause et de la conséquence sont superposables 1 si ils se chevauchent 2 s'ils sont contigus sans chevauchement 3 s'ils ne sont pas contigus	0, 1, 2 ou 3
TCauMult	Multiplicité de la cause dans le temps	Oui/Non
TCnsMult	Multiplicité de la conséquence dans le temps	Oui/Non

TDisMult	Discontinuité de multiplicité temporelle Oui si TCauMult ≠ TCnsMult	Oui/Non
TMultip	Indice de multiplicité temporelle	Oui/Non

VII - 1.1.2 Descripteurs spatiaux

Les variables décrivant l'espace reposent sur une logique identique à celle des facteurs spatiaux.

Descripteurs spatiaux		
Code	Descriptif	Valeurs
ISCause	Cause localisable (inscription spatiale de la cause)	Oui/Non
ISCauseA	Nature absolue ou relative de l'inscription spatiale de la cause. Oui si l'inscription est absolue.	Oui/Non
ISCons	Conséquence localisable (inscription spatiale de la conséquence)	Oui/Non
ISConsA	Nature absolue ou relative de l'inscription spatiale de la conséquence. Oui si l'inscription est absolue.	Oui/Non
DiscIS	Discontinuité de spatialité Cette variable vaut Oui si ISCause ≠ IS Cons	Oui/Non
SCodage	Indique si les variables spatiales nécessitant l'inscription de la cause et de la conséquence peuvent être codées (ces variables sont : SDisEch , SCtg , SDisMult , et SMultip) Cette variable, déduite de ISCause et ISCons , vaut Non si l'une des deux au moins vaut Non.	Oui/Non
DiscEchS	Discontinuité d'échelle spatiale	
SCtg	Contiguïté spatiale :	0, 1, 2, ou 3

	0 si les espaces de la cause et de la conséquence sont superposables 1 si ils se chevauchent 2 s'ils sont contigus sans chevauchement 3 s'ils ne sont pas contigus	
SCauMult	Localisation multiple de la cause	Oui/Non
SCnsMult	Localisation multiple de la conséquence.	Oui/Non
SDisMult	Discontinuité de multiplicité spatiale	Oui/Non
SMultip	Indice de multiplicité spatiale	

VII - 1.1.3 Descripteurs référentiels

La cohérence référentielle est codée par trois variables distinctes : **NbNouvPro** (nombre de nouveaux protagonistes) marque les discontinuités de la référence. Les indices « positifs » de la cohérence sont **Anaph** (marque d'une référence anaphorique) et **Repet** (nouvelle renvoi à un référent antérieur). Ces deux variables correspondent à un recouvrement d'arguments, la première avec marque linguistique, et la seconde sans. La multiplicité référentielle est traitée comme les multiplicités temporelle et spatiale.

Descripteurs de la référence		
Code	Descriptif	Valeurs
NbNouvPro	Nombre de nouvelles références introduites par la conséquence.	0,1,2,...
Repet	Nouvelle mention d'une référence déjà présente dans le contexte (répétition, synonymie...)	Oui/Non
Anaph	Présence d'une référence anaphorique dans la conséquence	Oui/Non
RCauMult	Multiplicité de la référence principale de la cause	Oui/Non
RCnsMult	Multiplicité de la référence principale de la conséquence	Oui/Non

RDisMult	Discontinuité de multiplicité référentielle	Oui/Non
RMultip	Indice de multiplicité référentielle	Oui/Non

VII - 1.1.4 Descripteurs sémantiques

Un certain nombre des marqueurs sémantiques de la causalité se sont avérés impraticables du point de vue de la fiabilité du codage, les critères élaborés étant insuffisants. L'opposition entre naturel et artificiel n'était pas pertinente pour notre matériel, dans la mesure où aucun objet « fabriqué » n'entraînait en jeu dans la causalité. En revanche cette distinction est en partie captée par les variables **Anime** et **Manipul**, qui marquent respectivement le fait que la cause soit animée et la possibilité d'une action sur la cause (ce sur quoi je ne peux agir est en un sens plus « naturel » que ce sur quoi je peux agir ; ce critère est d'ailleurs superposable au critère de « naturalité » de Berzonsky). Ni la réciprocité (le caractère cyclique), ni le caractère permanent de la conséquence n'ont donné lieu à des variables dont la définition aurait permis un codage reproductible. La catégorisation sur la nature des termes de la relation causale s'est finalement traduite par un critère issu de la linguistique. Les variables **VbCCaus** et **VbCCns** marquent le fait que le verbe de la cause ou de la conséquence est un causatif, c'est-à-dire un verbe dont le sens dénote la fois un résultat et le processus qui y a conduit.

Variables sémantiques		
Code	Descriptif	Valeurs
Anime	L'agent de la cause est animé.	Oui/Non
Manipul	Manipulabilité de la cause par un être humain. Oui si « quelqu'un y aurait pu quelque chose »	Oui/Non
Declench	L'effet résulte de la libération par la cause d'une propriété immanente à une entité.	Oui/Non
Empech	L'effet résulte de l'empêchement par la cause de la réalisation d'une évolution qui aurait lieu sans elle.	Oui/Non
ActPhys	La conséquence est le résultat de l'action physique	Oui/Non

	(mécanique) d'un agent sur un patient	
VbCCaus	Le verbe de la cause exprime à la fois un processus et son résultat (codage Oui), ou bien seulement un état de fait (codage Non).	Oui/Non
VbCCns	Le verbe de la conséquence exprime à la fois un processus et son résultat (codage Oui), ou bien seulement un état de fait (codage Non)	Oui/Non

VII - 1.1.5 Autres variables

Les variables ci-dessous ont été élaborées pour répondre aux besoins techniques de l'analyse. Les variables de contrôle sont un outil garantissant la robustesse des résultats des variables explicatives ; les variables supplémentaires résultent des besoins apparus lors de la phase d'analyse.

Variables de contrôle		
Code	Descriptif	Valeurs
VbACns	Le verbe de la cause est au mode passif	Oui/Non
Intentio	Situation d'intentionnalité	Oui/Non
Develop	La conséquence est un développement ou un cas particulier de la cause	Oui/Non
Chaîne	Chaîne dont le couple est extrait	1 – 14
Position	Code identifiant les positions respectives de la cause et de la conséquence dans la chaîne.	code abstrait (il y en a 11 en tout)
Taille	Nombre d'étapes sautées par rapport à la chaîne initiale +1	1-6
Variables supplémentaires		
NouvPro	Oui s'il y a au moins un nouveau protagoniste, Non sinon.	Oui/Non

1NouvPro	Oui s'il y a exactement un nouveau protagoniste, Non sinon.	Oui/Non
TDiSCtg	Oui s'il y a non contiguïté temporelle (c'est-à-dire si TCtg = 3)	Oui/Non
SDisCtg	Oui s'il y a non contiguïté spatiale (c'est-à-dire si SCtg = 3)	Oui/Non

VII - 1.2 Fiche d'instructions pour le codage des variables

Ce point présente les critères de codage de chaque variable. Les fiches initiales et les formulaires de saisie ne mentionnaient pas les codes présentés ci-dessus, les variables étaient définies en toutes lettres. A l'attention du lecteur, les codes ont été ajoutés entre parenthèses à la suite du nom de la variable.

VII - 1.2.1 Remarque préalable concernant les variables spatiales et temporelles

Le codage de ces variables ne doit pas uniquement s'appuyer sur ce que le codeur sait des entités décrites par le texte, il doit aussi s'aider de tous les indices (notamment grammaticaux) que le texte lui fournit. Il s'agit de coder les intentions du texte, et non vos propres connaissances des phénomènes décrits. Par exemple, pour coder la variable de multiplicité dans le temps, vous vous poserez la question : "Ce texte semble-t-il vouloir relater un événement particulier (unique), ou bien un événement qui se reproduit plusieurs fois dans le temps?"

VII - 1.2.2 Descripteurs du temps

inscription temporelle de la cause (ITCause) : Oui si la cause est datée ou datable, ou si on peut la situer temporellement par rapport aux éléments du contexte. Le critère général est qu'il soit possible avec un crayon de positionner sur un axe du temps une forme correspondant à l'étendue temporelle du contenu sémantique de la phrase, ou à l'étendue temporelle d'une occurrence de ce contenu (dans le cas où la phrase énonce un principe général). Le

positionnement peut être absolu (une date) ou relatif (situé par rapport à un autre fait ou événement déjà mentionné par le texte).

définitions/exemples :

- entité datée (qui contient une marque de temps explicite, ou concerne un événement dont la date est connue): « la découverte de l'Amérique par Christophe Colomb », ou « l'embouteillage du vendredi soir » (car on peut le représenter sur un axe par rapport aux autres jours de la semaine). L'emploi du présent historique est une indication de datation absolue: la phrase "René mange sa soupe" indique que l'événement est daté. "René fait du vélo" en revanche est ambigu, car faute d'indications supplémentaires, on ne peut décider si la phrase signifie que René à l'habitude de faire du vélo ou s'il est en train d'en faire. Par défaut en cas d'ambiguïté, on ne considère pas la phrase datée.
- entité datable (dont on sait qu'elle est située temporellement, même si on ne sait pas exactement où) : « la naissance de Jérôme Bosch », ou « l'Exode des Juifs d'Egypte ». A une échelle appropriée, on peut représenter ces deux événements (et leur positionnement est absolu).
- entité dont la position temporelle est définie relativement à celle d'une autre entité qui a été explicitement mentionnée dans le contexte. L'exemple 1 à la fin de la présente fiche illustre cette notion.

inscription temporelle de la cause absolue (ITCauseA) : Oui si l'entité était datée ou datable de façon absolue, Non si sa position temporelle est relative au contexte. En particulier, on cochera cette case s'il y a une indication explicite de date. Le critère formel est: Non si en l'absence de contexte, on n'aurait pas jugé la cause inscrite dans le temps.

inscription temporelle de la conséquence (ITCons) : les critères sont identiques à ceux de **ITCause**. Remarquons que le contexte de la conséquence à prendre en compte inclut aussi la phrase exprimant la cause.

inscription temporelle de la cause absolue (ITConsA) : cf. **inscription temporelle de la cause absolue**, et la remarque ci-dessus.

discontinuité d'échelle temporelle (TDisEch) : Oui si la conséquence introduit des événements ou états de fait dont l'étendue temporelle implique un changement d'échelle, c'est-à-dire si un nouveau niveau de grossissement temporel pertinent pour la représentation est introduit par la conséquence.

Une méthode opérationnelle pour juger de la discontinuité d'échelle consiste à associer à la cause et à la conséquence une unité de mesure du temps (seconde, heure, jour, année...), puis à décider si dans le contexte, ces deux unités de mesure correspondent à des durées distinctes.

Cette variable ne peut être codée que si cause et conséquence sont inscrites dans le temps.

On peut illustrer la sensibilité de cette variable au contexte général (ou au thème) à travers cet exemple: dans une séquence traitant de géologie, un siècle et dix ans sont à la même échelle (inférieure à la précision des datations) ; dans le contexte de l'histoire de France, ces deux intervalles correspondent à des échelles très différentes.

On remarquera que dans la représentation, le maintien simultané de deux niveaux de grain pertinents peut être nécessaire, par exemple dans le cas d'une période globale qui en englobe plusieurs plus petites (une guerre et ses batailles, par exemple). L'exemple 3 figurant à la fin de la présente fiche illustre les rapports entre la discontinuité d'échelle et la multiplicité des occurrences dans le temps (multiplicité dans l'histoire).

contiguïté temporelle (TCtg) : Il s'agit de juger de la proximité des intervalles temporels correspondant à la cause et à la conséquence. Les degrés de contiguïté vont de l'identité des étendues temporelles à la non contiguïté (si les étendues temporelles sont disjointes).

Cette variable ne peut être codée que si cause et conséquence sont inscrites

dans le temps.

Cette variable est codée en tenant compte de l'échelle (voir exemple 4 de la présente fiche), c'est-à-dire du niveau de grossissement pertinent de la représentation du texte.

Les modalités de cette variable sont les suivantes :

S superposabilité (identité des étendues temporelles)

Ch chevauchement (les étendues temporelles ont une intersection non nulle, sans être identiques). L'inclusion d'un intervalle de temps dans un autre fait partie de ce cas.

CSCCh contiguïté sans chevauchement (les étendues temporelles se touchent mais l'intersection est réduite à « un point »). Autrement dit, un intervalle succède immédiatement à l'autre. C'est cette notion qui généralise l'idée de succession immédiate.

NC non contiguïté : il y a un « trou » entre l'étendue temporelle de la cause et celle de la conséquence, elles ne sont pas connexes.

multiplicité de la cause (TCauMult) : Oui si la cause se répète en plusieurs points du temps. Par exemple, ce n'est pas le cas pour : « la naissance de ma grand-mère ». Mais c'est le cas pour : « fin septembre, on fait les vendanges »

Cette variable est très sensible à l'échelle temporelle considérée. Lorsqu'un grand intervalle de temps inclut plusieurs événements individuels susceptibles de se produire en des points du temps différents, alors le jugement de l'unicité dépend du niveau de grossissement de la représentation, de ce qui est « dans le cadre », pour utiliser une métaphore cinématographique. L'exemple 3 figurant à la fin de la fiche de codage illustre cette difficulté et la façon de la traiter.

multiplicité de la conséquence (TCauMult) : cf. **multiplicité de la cause.**

VII - 1.2.3 Descripteurs de l'espace

inscription de la cause dans l'espace (ISCause) : Oui si la cause est localisée ou localisable dans l'absolu, ou bien si elle a une position relative à celle d'autres éléments du contexte. Le critère général est qu'il soit possible avec un crayon de représenter une forme correspondant à l'étendue (absolue ou relative) du contenu sémantique de la phrase, ou l'étendue (absolue ou relative) d'une occurrence de ce contenu. Les entités abstraites (le nombre pi, les taux d'intérêts...) ne sont pas localisables s'ils ne sont pas associés à une marque de localisation, ou porteurs par nature d'une localisation (cf. infra).

définitions/exemples :

- entité localisée (qui contient une marque de localisation explicite, ou concerne une entité dont la position est connue): « la production d'acier française », ou « la tour Eiffel », ou encore « le cubitus » (car on peut le positionner, sur une représentation du corps humain). « Le moral des ménages français » sera considéré comme une entité localisée si la perspective du texte n'est pas exclusivement axée sur la France, car bien que « le moral des ménages » soit une entité abstraite, il existe une marque explicite de localisation (la France). Aussi, le « Dow Jones », même s'il est abstrait, peut être « situé » à New-York si le contexte invite à cette localisation, puisqu'il est l'indice de la bourse de New-York. Ainsi, « être localisé » recouvre un ensemble de situations plus large que « être étendu dans l'espace ».
- entité localisable (dont on sait qu'elle est par nature située dans l'espace référé, (même si on ne sait pas où) : « la cachette du Dr. No », ou « l'Atlantide ».
- entité dont la position est définie relativement à celle d'une autre entité qui a été explicitement mentionnée dans le contexte. L'exemple 2 à la fin de cette fiche illustre la notion de définition relative de l'inscription spatiale.

l'inscription spatiale de la cause est absolue (ISCauseA) : Oui si la localisation de la cause est absolue, Non si sa localisation est relative aux éléments du contexte. En particulier, on cochera cette case s'il y a une indication explicite de lieu. Le critère formel est: Non si en l'absence de contexte, on n'aurait pas jugé la cause inscrite dans l'espace.

inscription de la conséquence dans l'espace (ISCons) : Les critères sont les mêmes que pour la localisation de la cause.

l'inscription spatiale de la conséquence est absolue (ISConsA) : cf. **l'inscription spatiale de la cause est absolue.** Le contexte de la conséquence inclut aussi la phrase exprimant la cause.

discontinuité d'échelle spatiale (SDisEch) : Non si la cause et la conséquence correspondent l'une et l'autre à des niveaux de grossissement comparables, étant donné le contexte. Par exemple, si l'on fait une prédiction sur les endroits où la pluie va tomber, il n'y a pas de différence entre un mètre et vingt mètres. Dans le contexte d'une compétition de saut en longueur, la différence est notable. Cette variable ne peut être codée que si la cause et la conséquence sont localisables.

Un critère opérationnel pour cette variable consiste à essayer d'ajouter un complément circonstanciel de lieu à chacune des phrases (ex. "dans le moteur", "à Paris", "sur les cheveux"...), et à décider si dans le contexte, les deux étendues correspondantes sont comparables ou non.

L'Exemple 1 figurant à la fin de la présente fiche concerne les rapports entre la discontinuité d'échelle temporelle et multiplicité des occurrences dans le temps, mais il peut être aisément transposé à la dimension spatiale.

contiguïté spatiale (SCTg) : Comme pour le temps, cette variable est codée en tenant compte de l'échelle introduite par le contexte. Par exemple, l'Opéra et la place de l'Etoile sont deux emplacements non contigus si je suis un piéton dans Paris. Mais si j'emprunte la ligne du R.E.R. qui relie ces deux sites, dans ce contexte ils sont contigus car ils sont desservis par deux arrêts

successifs (« C'est la prochaine »).

Cette variable ne peut être codée que si la cause et la conséquence sont localisables.

C = chevauchement (les étendues ont une intersection non nulle, sans être identiques). L'inclusion d'un espace à l'intérieur d'un autre rentre dans ce cas de figure.

CSC = Contiguïté sans chevauchement (les étendues n'ont de commun que des frontières).

NC = non contiguïté : il y a un « trou » entre les étendues, elles ne sont pas connexes.

S superposabilité (identité des étendues)

Ch chevauchement (les étendues ont une intersection non nulle, sans être identiques). L'inclusion d'un espace à l'intérieur d'un autre rentre dans ce cas de figure.

CSCCh contiguïté sans chevauchement (les étendues n'ont de commun que des frontières). Autrement dit, un intervalle succède immédiatement à l'autre.

NC non contiguïté : il y a un « trou » entre les étendues, pas de frontière commune ; elles ne sont pas connexes.

multiplicité de la localisation de la cause (SCauMult) : Oui si la cause (ou ses occurrences) se produit dans plusieurs endroits. Par exemple, « Les hommes qui rentrent dans une église retirent leur chapeau » aurait une localisation multiple, alors que , « Les hommes qui rentrent dans Notre-Dame retirent leur chapeau » aurait une localisation unique.

Cette variable est codée en fonction de l'échelle spatiale pertinente. Par exemple, lorsqu'il est question d'un ensemble d'entités dispersées dans l'espace (ex. « les terriens »), et que l'ensemble est lui-même une entité localisable (« la terre »), alors le codage de la multiplicité dépendra de l'échelle spatiale pertinente. Par exemple, « Les terriens regardent la télé

dans leur salon » aurait une localisation multiple (les salons), alors que «Les martiens menacent d'attaquer. Les terriens ont peur » correspond à une localisation unique (la terre).

Cette variable ne peut être codée que si la cause est localisable.

multiplicité de la localisation de la conséquence (SCnsMult) : cf. multiplicité de la localisation de la cause.

VII - 1.2.4 Descripteurs de la référence

nombre de nouveaux protagonistes : Nombre de protagonistes dans la conséquence qui ne sont pas mentionnés dans la cause ou dans le contexte. On appelle ici protagoniste toute chose ou entité pouvant tenir le rôle de thème dans la phrase (au sens grammatical, c'est-à-dire ce sur quoi on prédique).

répétition protag Nouvelle mention d'un protagoniste déjà présent dans le contexte. Oui à chaque fois que l'un des protagonistes (cf. **NbNouvPro**) de la conséquence a été antérieurement explicitement introduit dans le texte. Il n'est pas nécessaire que la référence soit réalisée par le(s) même(s) mot(s): les périphrases constituent une répétition, de même que les références plus spécifiques ou moins spécifiques, du moment que le contexte permet d'établir que référence est faite à l'entité mentionnée antérieurement. Cette variable peut être codée à Oui même s'il y a aussi des nouveaux protagonistes (voir **NbNouvPro**).

référence anaphorique dans la conséquence. La présence d'une **Anaphore** est un indice textuel de cohésion référentielle.

VII - 1.2.5 Variables sémantiques

l'agent de la cause est animé : Oui si l'agent de la cause est une entité animée. On considère aussi comme animés les protagonistes doués d'intentions. Cela inclut notamment les protagonistes sociaux (ex. une institution ou organisation humaine, comme le gouvernement, ou la SPA).

la cause est manipulable : Cette variable décrit la possibilité qu'une personne ou une entité sociale puisse décider d'influer sur le rapport entre cause et effet, soit pour empêcher la cause ou au contraire la provoquer, soit par une intervention sur le rapport de causalité. C'est la réponse à la question « Est-ce que dans ce contexte, on y peut quelque chose ? ». Lorsque la cause est une action volontaire, le couple est considéré comme manipulable.

déclenchement Oui si la cause fonctionne comme un facteur déclencheur d'une propriété immanente. Par exemple, l'étincelle qui allume mon brûleur est le facteur déclenchant permettant de libérer une propriété immanente du gaz, l'inflammabilité.

empêchement Oui si la cause fonctionne comme un facteur empêchant un mouvement ou développement qui aurait spontanément ou naturellement lieu en son absence. Par exemple dans cet enchaînement "Ce lait est pasteurisé. Après-demain il sera encore bon à boire.", la cause (pasteurisation) agit comme un facteur empêchant la tendance naturelle du lait à tourner rapidement en l'absence de tout traitement.

action physique agent/patient Oui si la conséquence est le résultat de l'action physique (mécanique) d'un agent sur un patient. Les notions d'agent et de patient reprises ici sont celles des grammaires de cas : agent et patient peuvent être animés ou non ; leur rapport est défini par leurs rôles respectifs dans un procès. L'agent est l'élément « actif », produisant l'effet, et le patient est l'élément subissant la modification qui caractérise la conséquence. Ainsi, une vague détruisant la digue est un agent (la vague) exerçant une action mécanique sur un patient (la digue).

Verbe de la cause est un causatif Oui si le verbe de la cause exprime à la fois un procès et son résultat, ou un résultat et le processus qui y a conduit. Par exemple, "tuer" = "action de tuer"+"mort". Par exemple, pour « Les prix sont plus

élevés » la variable vaut Oui, tandis que pour « Les prix augmentent » elle vaut Non.

Verbe de la conséquence est un causatif cf. « **Verbe de la cause est un causatif** » ci-dessus.

VII - 1.2.6 Variables de contrôle

Cause au mode Actif Oui si la cause est exprimée par une phrase au mode actif, non si elle est exprimée au mode passif.

Conséquence au mode Actif Oui si la conséquence est exprimée par une phrase au mode actif, non si elle est exprimée au mode passif.

Intention : Oui si la cause est une intention. On considère comme douée d'intention toute entité susceptible d'élaborer un plan, qu'elle soit physique (personne ou animal), ou non (institutions, entreprises...).

exemple/explication/cas particulier Oui si l'énoncé de la conséquence peut être compris comme un exemple, une répétition, une reformulation, une spécification ou un cas particulier de la cause. La nature de la relation causale est alors purement logique. Le critère opérationnel pour cette variable est le suivant: c'est la réponse à la question: "L'enchaînement cause-conséquence me paraît-il forcément valable même si je ne connais rien de la situation particulière? ". Coder Oui si la conséquence ne semble apporter aucune information qui ne soit déjà incluse dans la cause.

Exemple 1 – inscription relative dans le temps

Considérons les deux phrases ci-dessous:

A. « La température du sol, lors d'un incendie de forêt, peut monter au-delà de 100° ».

B. « Sous les cendres apparaît toujours une forme ou une autre de végétation ».

La phrase B considérée seule n'est ni datée ni datable, car elle exprime une généralité susceptible d'avoir des occurrences n'importe où dans le temps. Donc on code l'inscription temporelle de B à Non lorsqu'elle est prise sans le contexte donné par A. Mais si A se trouve parmi les phrases qui la précèdent, alors on considérera que B est inscrite dans le temps, car on peut évaluer sa position temporelle relativement à celle de l'incendie mentionné dans le contexte. Dans cet exemple, on recourt pour positionner temporellement B par rapport à A à la connaissance que les cendres viennent à la suite de l'incendie.

Dans les cas où la situation temporelle d'une entité n'est pas établie par inférence (par les connaissances), ou pas explicitement marquée, mais que par nature cette entité est inscrite dans le temps (par exemple si cette entité est un événement), alors on recourt à l'hypothèse d'iconicité : par défaut, on considère que l'ordre chronologique des événements est celui des phrases qui les relatent. Ainsi l'entité peut être positionnée relativement à celles du contexte.

VII - 1.2.7 Exemple 2 – inscription relative dans l'espace

Considérons les deux phrases ci-dessous:

A. « La température du sol, lors d'un incendie de forêt, peut monter au-delà de 100° »

B. « Il finit toujours par apparaître une forme ou une autre de végétation ».

La phrase B prise isolément exprime un contenu non localisable, car ses occurrences peuvent avoir une étendue et une position quelconques. Mais si B est précédée de la phrase A, alors on considérera que B est localisable, car sa position est implicitement définie relativement à celle de l'incendie mentionné dans son contexte. A cet égard, nous adoptons une hypothèse analogue à celle de l'iconicité : à défaut de toute marque ou de tout indice, ou de toute connaissance permettant de localiser le contenu sémantique d'une phrase, et si ce

dernier est par nature localisable, on suppose qu'il a lieu au même endroit que ce qui l'a précédé dans le texte.

VII - 1.2.8 Exemple 3 – discontinuité d'échelle et multiplicité

Cet exemple permet d'illustrer les difficultés de l'articulation entre échelle temporelle et multiplicité des occurrences dans le temps. Les questions relatives à l'espace sont en tout point analogues, et le lecteur pourra sans peine transposer cet exemple au cas de l'espace.

Séquence A

o	Phrase	TDis Ech	Mul tipT
	La date de la fête des mères approche, la première du millénaire.	-	-
	Dans toutes les écoles de la ville, les enfants confectionnent un cadeau pour leur maman.	Non	Non
	Chacun rêve de fabriquer un cadeau à la mesure de son amour.	Non	Non
	A la date fatidique, les mamans s'émerveillent de l'œuvre de leurs petits.	Non	Non

Séquence B

o	Phrase	TDis Ech	Mul tipT
	La date de la fête des mères approche, la première du millénaire.	-	-
	Dans toutes les écoles de la ville, les enfants confectionnent un cadeau pour leur maman.	Non	Non

	Chacun commence par modeler de ses mains un objet, un petit cendrier ou un bol en glaise, une figure en pâte de sel.	Oui	Oui
	Lorsqu'il en est satisfait, il demande à la maîtresse de bien vouloir passer son objet au four.	Non	Oui
	Puis il le peindra avec le plus grand soin.	Non	Oui
	A la date fatidique, les mamans s'émerveillent de l'œuvre de leurs petits.	Oui	Oui

Les deux premières phrases de A et B sont identiques. La deuxième et troisième phrase des deux séquences ont la caractéristique de renvoyer à des événements individuels (confection du cadeau, désir de l'enfant, ou le geste de modeler), et ces multiples événements individuels sont inclus dans le même intervalle de temps (la période qui précède la fête des mères). Dans les deux séquences, on codera MultipT à Non, pour les deux premières phrases, car l'échelle pertinente est « la période d'avant la fête ». Mais dans la troisième phrase de la séquence B, le discours se focalise sur la fabrication d'un objet par un enfant, dont l'échelle de temps est bien inférieure. A cette échelle, les événements décrits (succession des étapes jusqu'au produit fini) peuvent se produire en plusieurs points du temps (tous les enfants ne font pas cela exactement en même temps). Ainsi les phrases 3, 4 et 5 de la séquence B seront codées Oui pour MultipT, et la phrase 6 sera codée Non (retour à l'échelle temporelle établie au début du texte).

Exemple 4– jugements de contiguïté temporelle

exemple i)

A : le verre qui tombait percute le sol.

B : il éclate en mille morceaux.

Chacun de ces deux événements est instantané à l'échelle de ma perception. Imaginons qu'il s'écoule cinq secondes entre A et B : je pourrais être surpris par la non-contiguïté temporelle entre A et B. Si une heure s'écoule entre les deux, la non contiguïté est très claire. Considérons ces deux autres exemples :

exemple ii)

A' : Un auditeur de la conférence pose une question difficile au professeur X.

B' : Le professeur, rhéteur habile, balaie l'objection sans difficulté.

exemple iii)

A'' : Le président du ... s'inquiète dans un discours télévisé de la situation des droits de l'homme dans le pays voisin.

B'' : Les dignitaires de ce pays voisin publient un communiqué faisant état du renvoi de tous les diplomates du ...

Dans l'exemple ii), un intervalle de cinq secondes entre une question et sa réponse ne sera pas perçu comme une discontinuité : la réponse suit immédiatement la question. En revanche, une heure entre A' et B' serait un intervalle considérable. Dans l'exemple iii) au contraire, si une heure (ou un jour) s'écoule entre la profération d'une phrase et une réaction diplomatique, il s'agit d'une réaction immédiate. Si cinq secondes s'étaient écoulées entre la phrase du président et l'ordre de renvoi des diplomates, il s'agirait d'une coïncidence, les événements apparaîtraient simultanés.

VII - 1.3 Procédure de codage

Dans une première étape, deux juges ont codé indépendamment les couples de cinq chaînes (à savoir 55 couples). De nombreuses divergences (parfois proches de 50%) sur quelques variables ont conduit à une réécriture de la fiche d'instructions, conjointement à la résolution des divergences entre juges. A partir de la nouvelle fiche d'instructions (présentée en annexe), un troisième juge a codé 33 couples, après un apprentissage sur des enchaînements n'appartenant pas au matériel expérimental. Les taux d'accord furent alors supérieurs à 82%, sauf pour les variables de multiplicité temporelle et spatiale (79%), la contiguïté spatiale (73%), et la discontinuité d'échelle spatiale (61%). Les désaccords furent facilement résolus par discussion, sauf dans le cas de la discontinuité d'échelle spatiale, variable pour laquelle dans 21% des cas, la différence des codages reflétait des différences d'interprétation entre juges.

VII - 1.4 Difficultés rencontrées

Une importante limite de ce travail de description des enchaînements tient dans son caractère a priori : tous les principes qui sous-tendent l'analyse n'ont pas fait l'objet de validation expérimentale, et de ce fait la pertinence psychologique de nos descripteurs n'est pas établie. Le codage de trois juges « experts » peut-il refléter un processus d'analyse du lecteur moyen ? On peut en douter, d'autant plus que l'exercice du codage s'est avéré long et difficile. Il était par exemple difficile de s'astreindre à juger la multiplicité temporelle ou spatiale selon une dimension particulière : la multiplicité dans une dimension incitait à coder « multiple » dans l'autre, et il fallait une attention soutenue pour ne pas « tomber dans le piège ». Le cas de l'échelle est différent : chaque juge suivait ses propres critères avec facilité, mais ceux-ci comportaient une part idiosyncrasique. C'est ce dont témoignent les « vrais » désaccords, ceux pour lesquels la discussion n'incitait aucun juge à modifier son codage. Par exemple, le couple 125 correspondait à cet enchaînement :

1. [dans la forêt du Kamtchatka], la teneur en particules acides de l'atmosphère augmente
2. les embryons du merle à plastron sont rendus plus vulnérables.

L'un des juges « voyait » la fragilisation des embryons à l'échelle de la forêt (plan large), et l'autre la « voyait » à l'échelle d'un embryon (gros plan sur un embryon). Pour

certains enchaînements de ce type, il était difficile de deviner de quelle façon la perspective du texte allait évoluer, si le cadrage allait se modifier ; c'est alors que les différences intersubjectives jouent à plein.

Deux obstacles se présentaient à une validation expérimentale de l'analyse a priori: le premier est qu'une telle validation est irréalisable d'un point de vue pratique. Etant donné la complexité de la procédure et le temps d'apprentissage nécessaire, il était inenvisageable de recueillir les jugements d'un nombre suffisant de participants. Le second est d'ordre théorique : le recueil de données de catégorisation par un grand nombre de sujets a valeur normative, mais l'accord d'une population sur des critères n'implique pas que ces critères soient ceux des processus en œuvre dans le processus de compréhension. Nous ne nions pas qu'il soit de bonne heuristique pour le théoricien de construire son analyse à partir de notions qui peuvent être produites et Manipulées par « le sujet moyen ». Mais rien ne prouve que de telles notions soient les seules pertinentes pour le chercheur. En dernière analyse, c'est la valeur prédictive des variables qui détermine leur validité empirique, et non pas le consensus qu'elles impliquent dans une population de sujets (même si ce dernier est une garantie de reproductibilité). Quant à la difficulté de la procédure de codage, elle suggère que si l'évaluation des variables est difficile, il y a peu de chances que ces variables correspondent à des processus automatiques en jeu dans la compréhension. A cela on peut répondre par une comparaison : il est beaucoup plus difficile d'effectuer les mouvements de la course à pied en les décomposant membre par membre (une jambe toute seule, les hanches toutes seules...), plutôt que de courir en articulant tous ces mouvements partiels dans le mouvement intégré. On peut interpréter la difficulté du codage comme un signe indiquant qu'il nous est difficile d'abstraire d'une représentation déjà intégrée des informations qui y figurent pourtant nécessairement.

Enfin, nous avons strictement soumis nos critères à la règle suivante : ne devaient entrer en ligne de compte que les informations nécessaires à une représentation sommairement analogique, qui aurait par exemple permis de représenter sous forme de croquis sommaires (traits, points, patates) les propriétés temporelles, spatiales, ou référentielles de la situation. A cet égard, les variables élaborées ne codent que des informations élémentaires de la situation.

Le chemin parcouru lors de l'élaboration des critères de codage peut se résumer ainsi : partis pour définir des critères objectifs de codage des enchaînements, nous avons abouti à des

critères qui recourent largement à l'introspection. Le rôle de la perspective donnée par le texte—et donc le rôle de la compétence à interpréter les moyens par lesquels le texte met en place cette perspective—ont joué un rôle prépondérant dans les jugements de multiplicité et d'échelle, et par suite, de contiguïté. Ce chemin nous a semblé inattendu : alors que l'on ne voulait coder que certaines propriétés globales des informations portées par le texte, on a été conduit à pousser le processus interprétatif plus loin que des méthodes de représentation plus complètes du sens d'un texte, comme la mise en propositions. En effet, dans la traduction d'un texte en propositions, le codage pose également des problèmes d'interprétation, mais il est plus facile, car il est plus proche du texte lui-même et de sa syntaxe. Parmi les déterminants de la perspective on compte les buts du lecteur et les nombreux moyens linguistiques à travers lesquels le discours distingue la figure du fond. La plupart des modèles relèvent l'importance de la perspective, et plusieurs manipulent des variables de perspective (par exemple Radvansky, Spieler & Zacks, 1993, en jouant sur la position syntaxique de l'entité, ou Schmalhofer, McDaniel & Keefe, 2002, qui observent l'effet de la consigne de lecture sur la persistance d'inférences élaboratives). Toutefois, à notre connaissance aucun n'a proposé de cadre général pour l'interprétation de la perspective. Nos critères descriptifs d'un enchaînement présentent le mérite de forcer la prise en compte systématique des données de perspective dans la description du contenu sémantique du texte.

VII - 2 Analyse des résultats

Plusieurs groupes de variables sont successivement analysés : d'abord les variables de chaque dimension situationnelle (temps, espace, référence) sont analysées séparément ; ensuite, un modèle situationnel est proposé, qui combine les variables pertinentes des trois dimensions. Enfin, l'impact descripteurs sémantiques est analysé, ainsi que leur rapport avec les descripteurs situationnels. Les analyses par dimension de la situation seront précédées d'une analyse incluant les variables de multiplicité, afin d'explorer en détail cette famille de variables nouvelle dans l'analyse de la représentation.

VII - 2.1 Précisions méthodologiques et terminologiques

VII - 2.1.1 Méthodologie et conventions

Le plan de chaque analyse est toujours le même: étude des variances des variables explicatives, puis de leurs corrélations, et enfin analyse de régression multiple proprement dite. L'examen des variances permet de déterminer quelles sont les variables de l'analyse a priori dont la variance est suffisante à travers le matériel expérimental pour tester leur valeur prédictive dans le cadre d'une analyse de régression. L'examen des corrélations entre variables explicatives permet d'identifier les variables fortement redondantes entre elles. Sauf indication contraire, les seules corrélations évoquées sont les corrélations significatives. Dans le cas où une corrélation résulte d'un schéma particulier de la distribution croisée susceptible d'éclairer son interprétation (par exemple une case vide), la présentation de la corrélation sera assortie d'un commentaire sur la distribution.

La variable dépendante de toutes les analyses est DJ4 (qui correspond à la plausibilité brute moins la familiarité), plus stable que la plausibilité brute. Sauf indication contraire, dans cette partie le terme « plausibilité » désignera désormais DJ4. La significativité de toutes les analyses de corrélations et régressions est évaluée au seuil $\alpha=0,05$. Outre la corrélation, on utilisera la tolérance comme mesure de la redondance des variables de l'équation de régression. La tolérance d'une variable V est le R^2 de la régression de cette variable par les autres variables de l'équation. En d'autres termes, la tolérance correspond à la prédictibilité de V par les autres variables. Dans le contexte d'une analyse de régression, à défaut de précisions supplémentaires, l'adjectif « prédicteur » s'appliquera aux variables explicatives dont le Beta est significatif pour l'analyse en cours de présentation. On appellera variables explicatives l'ensemble des variables introduites dans une équation de régression. Certaines variables explicatives seront prédictrices, d'autres non.

VII - 2.1.2 Facteurs de contrôle

Malgré le soin consacré à l'élaboration du matériel, certaines relations cause-conséquence ne sont pas conformes aux les critères que nous nous sommes donnés au départ (cf. III - 4.1.3 p. 211). En effet, pour 14 couples, la relation causale peut apparaître comme un but, c'est-à-dire une relation pour laquelle la cause est une intention. D'autre part, pour 6

couples, la conséquence apparaît comme une simple reformulation, un développement, ou un exemple de la cause. Nous avons codé deux variables (respectivement **Intentio** et **Develop**) pour marquer ces types particuliers de relations causales. Ces deux variables ont été systématiquement incluses dans les analyses de régression, afin de contrôler un éventuel effet des types marqués. Non prédictrices par elles-mêmes, dans aucun cas leur inclusion dans une analyse n'en a altéré les conclusions. C'est pourquoi par la suite ces deux variables ne seront plus mentionnées que dans les statistiques descriptives, et les résultats seront présentés sans ces variables de contrôle.

Ce fut inattendu, la notion de « développement » d'une cause (illustration, exemplification, reformulation, spécification, etc.) fut assez difficile à coder. Le critère pour qu'un couple soit codé « développement » fut le suivant : la conséquence est un développement de la cause si elle n'y apporte aucune information nouvelle, si on aurait pu formuler la conséquence sans rien connaître de la situation⁴⁹. Curieusement, à moins d'être très attentifs, les juges ont eu tendance à attribuer le statut de développement à un trop grand nombre de couples, qui ne se conformaient pourtant pas au critère. Nous interprétons cette observation comme le signe d'une expérience introspective de l'intégration de la représentation : une fois codée la relation de causalité, l'effet « appartient » à la cause. Une fois admis que l'effet découle de la cause, il ne me semble plus en être qu'un prolongement, et il perd de son autonomie. La cause est alors beaucoup plus saillante que l'effet, et il faut commettre un effort particulier pour « désaimanter » l'effet de sa cause, afin d'évaluer le rapport qu'ils entretiennent. Le codage de cette variable nous a également conduit à toucher une limite du présent travail, qui concerne la distinction peut-être artificielle entre les aspects sémantique et pragmatiques de la représentation : sous la bannière du « développement », qui exprime en effet un type de relation sémantique particulier (identité des informations véhiculées), on a regroupé plusieurs types de fonctions rhétoriques différentes. En effet les rôles respectifs de l'illustration ou de la reformulation dans l'économie argumentative du discours sont différents. Quant à la seule reformulation, elle peut servir d'emphase, d'explicitation, de préparation, ou bien faire passer la cause pour une preuve de sa

reformulation, etc. Autrement dit, l'approche sémantique de la causalité masque la variété de ses fonctions rhétoriques, qui jouent pourtant sans doute un rôle important dans la cohérence de la représentation.

VII - 2.2 Inscription temporelle et spatiale

Les cas de discontinuité d'inscription temporelle sont rares (**DiscIT**=1 pour 7 couples sur 154), et un éventuel effet de cette variable serait difficile à interpréter. Toutefois les analyses indiquent que l'inscription temporelle et spatiale n'ont pas d'impact sur la plausibilité. Des ANOVA sur DJ4 indiquent une absence d'effet significatif de **DiscIT** ($F(1,152)=0,01$; $p < 0,905$) et de **DiscIS** ($F(1,152)=1,26$; $p<0,264$). Une analyse de régression multiple sur DJ4 en prenant pour variables prédictrices **DiscIT** et **DiscIS** indique qu'aucune de ces variables n'est prédictrice de la plausibilité (Bêtas non significatifs), et le F global n'est pas significatif ($R=0,09$; $F(2,151)=0,63$; $p<0,536$). Ces deux variables seront donc exclues de la suite des analyses.

VII - 2.3 Facteurs de multiplicité et de continuité de multiplicité

Dans l'analyse a priori, la multiplicité peut apparaître comme un facteur "transversal" aux aspects temporels, spatiaux et référentiels. Le fait que les multiplicités de référence, de temps et d'espace aient été codés indépendamment n'implique pas qu'ils correspondent bien à des situations ou notions distinctes. De plus, si la multiplicité doit apparaître comme un déterminant de la plausibilité, nous ignorons a priori si c'est à travers la complexité induite par la multiplicité, ou à travers d'éventuelles discontinuités de la multiplicité. Il s'agit donc par cette analyse préliminaire de répondre aux questions suivantes: quel est le degré d'indépendance de la multiplicité par rapport aux trois dimensions de l'analyse? La multiplicité a-t-elle un impact comme facteur de continuité, ou comme facteur statique? Dans

⁴⁹ Ce critère évoque la distinction proposée par Kant entre l'analytique et le synthétique. La relation de causalité analytique est bien une relation de causalité selon les critères logiques, mais elle n'apporte aucune connaissance sur le monde qui nous entoure. Par exemple : « A est un triangle, donc A a trois côtés ». Ici, la conséquence peut être entièrement dérivée de

la suite, les variables **TMultip**, **SMultip** et **RMultip** (variables de type xMultip) seront désignées comme variables de multiplicité, pour les distinguer de **TDisMult**, **SDisMult** et **RDisMult**, variables de continuité de la multiplicité (variables du type xDisMult).

VII - 2.3.1 Statistiques descriptives

Toutes les variables ont des variances suffisantes pour être incluses dans une analyse de régression, sauf **TDisMult**, dont la variance est faible (0,06 pour cette variable binaire). Cette variable sera maintenue dans les analyses de régression, mais on se gardera de considérer comme établis les résultats qui la concernent.

L'histogramme des fréquences des variables détectant une multiplicité (i.e. **TMultip**, **SMultip**, **RMultip**) montre que la présence d'une multiplicité est plus fréquente pour la dimension référentielle que pour les deux autres dimensions. en effet, les couples sans multiplicité (ceux pour lesquels **RMultip**=0) sont au nombre de 32 sur 154, alors que pour les dimensions temporelle et spatiale, les couples sans multiplicité sont majoritaires, respectivement 112 sur 146 et 75 sur 136.

a Corrélations à l'intérieur des dimensions (xMultip et xDisMult dans chaque dimension)

A l'intérieur de chaque dimension, le rapport entre xMultip et xDisMult peut s'interpréter comme un rapport de proportion entre les modalités 0 et 2 de xMultip, du fait des définitions des deux variables. En effet, par définition il y a discontinuité si et seulement si la multiplicité vaut 1 (c'est-à-dire lorsque soit la cause soit la conséquence est multiple, mais pas les deux). Autrement dit, la moyenne de xMultip pour xDisMult= 1 vaut 1. Donc le coefficient de régression sera négatif si la moyenne de xMultip pour xDisMult=0 est supérieure à 1, et positif sinon. Or cette moyenne correspond exactement au rapport entre le nombre d'occurrences de xMultip=2 et le nombre d'occurrences de xMultip=1.

Dans la dimension temporelle, les couples sans multiplicité (**TMultip**=0) sont moins nombreux que les couples à double multiplicité (**TMultip**=1), et le coefficient de corrélation

la cause par ma connaissance de la définition du triangle et de ses propriétés. Il s'agit d'une conséquence nominale.

est donc positif ($r=0,20$); ce coefficient est négatif pour la dimension référentielle ($r=-0,20$), et il est non significatif pour la dimension spatiale ($r=0,14$).

b Variables de multiplicité (xMultip inter-dimensions)

Les multiplicités temporelle (**TMultip**), spatiale (**SMultip**), et référentielle (**RMultip**) sont fortement corrélées entre elles: les dimensions temporelle et spatiale présentent la plus forte corrélation ($r= 0,64$ entre **TMultip** et **SMultip**), les corrélations respectives des multiplicités temporelle et spatiale avec la multiplicité référentielle sont également importantes ($r= 0,53$ et $r=0,54$). Bien que toutes significatives, ces corrélations sont toutefois assez éloignées de 1 pour indiquer que la distinction entre les multiplicités des trois dimensions fut opérante: les situations de multiplicité entre les dimensions ne se recouvrent pas. Une analyse des distributions croisées de ces variables fait apparaître des dissymétries, que l'on peut résumer par trois implications: **TMultip** \Rightarrow **RMultip** ; **SMultip** \Rightarrow **RMultip** ; et **SMultip** \Rightarrow **TMultip**. Les deux premières sont conformes à l'intuition que la multiplication d'une entité dans le temps ou l'espace résulte le plus souvent d'une multiplicité des références concernées. L'implication la moins triviale est la troisième, qui montre que dans la plupart des cas il n'y a pas de multiplicité spatiale sans multiplicité temporelle.

La redondance de ces variables nous conduira à ne pas les inclure toutes dans le modèle de régression final. On choisira d'inclure dans le modèle final la variable dont le Bêta comme prédicteur de la plausibilité sera le plus important à l'intérieur de sa dimension.

c Variables de continuité de la multiplicité (xDisMult inter-dimensions)

Les seules variables de continuité significativement corrélées entre elles sont **SDisMult** et **TDisMult** ($r =0,20$). Le faible nombre de couples pour lesquels il y a discontinuité de multiplicité ne permet pas d'interpréter cette corrélation.

d Relations inter-dimensions entre les deux types de variables

La variable **RDisMult** présente la particularité d'être négativement corrélée avec les variables de multiplicité temporelle ($r=-0,36$) et spatiale ($r=-0,29$). La distribution croisée de **RDisMult** et **TMultip** montre que les discontinuités de multiplicité référentielle peuvent se produire ou non lorsqu'il n'y a pas de multiplicité temporelle, mais que dans le cas où cause et conséquence sont multiples dans le temps, il n'y a pas de discontinuité référentielle. Cette

analyse confirme la règle selon laquelle la multiplicité temporelle fait toujours intervenir des référents multiples. Cette règle n'est pas aussi stricte dans la dimension spatiale: pour six couples, la multiplicité du référent varie alors que cause et conséquence ont des localisations multiples (par exemple "le taux d'oxygène diminue dans les rivières américaines" présente un référent unique et une localisation multiple). Toutefois la tendance générale de la distribution est analogue au cas de la multiplicité temporelle.

VII - 2.3.2 Régression multiple

Deux régressions séparées ont été menées pour évaluer l'impact des variables de multiplicité sur la plausibilité. Une première analyse portant sur les variables de continuité indique que ces dernières ne constituent pas des prédicteurs significatifs de la plausibilité (aucun Bêta significatif ; globalement, $R^2 = 0,01$; $F(3,124) = 0,56$; $p < 0,6429$). Une seconde analyse ayant pour variables explicatives les indices de multiplicité indique en revanche un rôle de la multiplicité dans la plausibilité ($R^2 = 0,09$; $F(3,124) = 3,14$; $p < 0,0077$). Le Beta de **TMultip** est le seul significatif ($\beta = -0,40$ Err.-Type = 0,12 ; $p < 0,0009$). La forte redondance des trois variables de multiplicité nous conduira dans les analyses ultérieures à abandonner **SMultip** et **RMultip** au profit de **TMultip**, car il est le seul prédicteur des trois, sous réserve que la multiplicité temporelle ne soit pas également redondante avec d'autres facteurs.

En conclusion de cette analyse sur la multiplicité, les corrélations indiquent que les notions de multiplicité temporelle, multiplicité spatiale, et multiplicité référentielle correspondent bien à des réalités distinctes. Ces variables, fortement corrélées, présentent une organisation qui fait apparaître la référence comme la principale expression de la multiplicité. Les variables xMultip seront incluses dans les équations de régression de chaque dimension. Toutefois leurs corrélations sont trop importantes pour qu'elles soient toutes trois incluses dans le modèle général. Par ailleurs, l'analyse de régression montre que la multiplicité temporelle est la seule à avoir un impact (négatif) significatif sur la plausibilité. La hiérarchie des prédicteurs n'est donc pas la hiérarchie ontologique, puisque la multiplicité temporelle, subordonnée à la multiplicité référentielle, est le seul prédicteur de la plausibilité. Enfin, il apparaît que multiplicité (facteur de complexité) et continuité de multiplicité (facteur de continuité) sont relativement indépendantes, et que cette dernière n'influe pas sur la plausibilité. Pour cette raison les variables de continuité de multiplicité seront exclues des

analyses de régression. Elles seront cependant conservées dans les analyses statistiques descriptives, afin de ne pas risquer l'omission de corrélations pertinentes pour notre analyse.

VII - 2.4 Facteurs temporels

VII - 2.4.1 Statistiques descriptives

Les distributions des variables temporelles permettent une analyse de régression, en tenant compte des réserves relatives à **TDisMult** (voir VII - 2.3.1, p. 349). La corrélation la plus notable concerne **TDisMult** et la **TDisEch** ($r = 0,46$). La distribution croisée de ces variables correspond à un schéma d'implication du type **TDisMult** \Rightarrow **TDisEch** : la discontinuité d'échelle temporelle apparaît comme une forme de discontinuité plus générale que la discontinuité de multiplicité temporelle, dans la mesure où une multiplicité temporelle correspond dans tous les cas (sauf un) à une discontinuité d'échelle temporelle. Cette corrélation, la faible variance de **TDisMult**, ainsi que son absence de significativité dans les analyses de multiplicité (voir VII - 2.3.2, p. 351) nous conduisent à exclure cette variable des analyses de régression relatives aux variables temporelles.

La deuxième corrélation remarquable entre variables temporelles concerne la discontinuité d'échelle et la contiguïté ($r=0,33$ entre **TDisEch** et **TCtg**). Cette corrélation trouve son explication dans la corrélation entre **TDisEch** et **TDisSctg** ($r = 0,35$; la variable **TDisSctg** vaut 1 si **TCtg** = 3, et 0 sinon). On observe en effet que pour les couples contigus temporellement (**TCtg** compris entre 0 et 2), la proportion de discontinuités d'échelle est faible (mais concentrée dans la modalité **TCtg**=1, qui signifie chevauchement temporel); en revanche pour les couples non contigus temporellement, le rapport s'inverse en faveur des discontinuités d'échelle. La régression multiple confirme cette analyse : **TDisEch** dépend significativement de **TCtg** et **TDisSctg** ($R^2=0,14$; $F(2,143)=11,45$; $p<0,0001$) , mais seul le Bêta de **TDisSctg** est significatif ($\beta=0,22$; $t(143)=2,00$; $p<0,0478$). La non-significativité du Bêta de **TCtg** ($\beta=0,18$; $t(143)=1,6144$; $p<0,1086$) veut dire que **TCtg** n'est pas prédicteur de **TDisEch** lorsque l'effet de **TDisSctg** est contrôlé.

Enfin, parmi les corrélations plus faibles mais significatives, remarquons la relation entre **TMultip** et **TCtg** ($r=0,17$). Un examen de la distribution croisée indique qu'en cas de superposition des intervalles temporels (**TCtg**=0), la multiplicité est très rare (**TMultip**>0 pour trois couples). A mesure que l'on évolue vers la non contiguïté, la proportion de multiplicités temporelles augmente pour atteindre la moitié en cas de non contiguïté.

VII - 2.4.2 Régression multiple

En incluant **TMultip**, **TDisEch** et **TCtg** dans l'équation de régression sur DJ4, on obtient une variance expliquée de 21% ($R^2=0,21$; $F(3,142)=12,95$; $p<0,0001$) ; les Bêtas de **TMultip** ($\beta=-0,18$; $t(142)=-2,29$; $p<0,0235$) et de **TCtg** ($\beta=-0,34$; $t(142)=-4,27$; $p<0,0001$) sont significatifs. Les variances uniques expliquées par ces deux variables sont respectivement de 2,9% pour **TMultip** et 10,1% pour **TCtg**. La tolérance de ces variables est supérieure à 0,86. Si l'on substitue dans l'équation la variable **TDisCtg** à la variable **TCtg**, on obtient une variance expliquée globale de 17% ($R^2=0,17$; $F(3,142)=9,51$; $p<0,0001$), et les Bêtas de **TMultip** et **TDisCtg** sont significatifs. La variance unique de **TDisCtg** dans cette équation n'étant que légèrement supérieure à 5%, il apparaît que les degrés supplémentaires considérés dans la variable **TCtg** jouent un rôle non négligeable dans l'explication de la plausibilité par la contiguïté, puisqu'elle permet de doubler la variance expliquée par la contiguïté.

Les facteurs temporels sont des déterminants importants de la plausibilité, puisque les variables temporelles à elles seules expliquent 21% de sa variance. De plus, le raffinement de la notion de contiguïté qui consiste à proposer plusieurs degrés dans la contiguïté s'avère pertinent, car la variable **TCtg** (10% de variance unique) est un bien meilleur prédicteur de la plausibilité que **TDisCtg** (5% de variance unique). Ainsi, la régression multiple indique que plus la contiguïté temporelle est forte, et plus la relation causale l'est aussi ; enfin, la plausibilité est moins forte en cas de multiplicité temporelle.

VII - 2.5 Facteurs spatiaux

VII - 2.5.1 Statistiques descriptives

Les variances des descripteurs spatiaux ont des ampleurs suffisantes, à l'exception de **SDisCtg** : seuls deux couples ont été codés non contigus spatialement. De ce fait, il ne sera pas possible sur ce matériel de tester fidèlement l'effet d'une non contiguïté spatiale. De plus, il faudra s'assurer que les résultats concernant la variable **SCTg** ne sont pas biaisés par sa modalité la plus rare (**SCTg=3**, qui correspond à une non contiguïté spatiale, i.e. à **SDisCtg=1**).

De même que dans la dimension temporelle, on observe pour la dimension spatiale une forte corrélation entre discontinuité de multiplicité et discontinuité d'échelle ($r = 0,69$ entre **SDisMult** et **SDisEch**). On observe en particulier qu'une continuité d'échelle (108 couples) est presque toujours une continuité de multiplicité (104 couples sur 108, soit 96% des continuités d'échelle). Réciproquement, 92% des continuités de multiplicité sont des continuités d'échelle. En revanche, les discontinuités se superposent moins souvent (dans la proportion de 68 à 83%). Même si le schéma de la relation entre les variables est moins clair dans la dimension spatiale que dans la dimension temporelle, on peut conclure que d'une façon générale pour ces deux dimensions, les notions de discontinuité de multiplicité et de discontinuité d'échelle se recouvrent en grande partie, dans la dimension temporelle comme dans la dimension spatiale. Du fait de cette corrélation importante, de la non-significativité de **SDisMult** dans les analyses de multiplicité (voir VII - 2.3.2, p. 351), et par souci de symétrie avec la dimension temporelle, l'analyse de régression présentée ici n'inclura pas la variable **SDisMult**⁵⁰.

De même que dans la dimension temporelle, la seconde corrélation significative (par ordre d'importance) associe discontinuité d'échelle (**SDisEch**) et contiguïté (**SCTg**), mais le coefficient de corrélation est plus faible que pour la dimension temporelle ($r = 0,23$). Ici, on ne peut observer avec fiabilité les effets d'une opposition contiguïté / non contiguïté, à cause du faible nombre de couples sans contiguïté (remarquons toutefois que les deux couples codés non contigus sont aussi codés continus pour l'échelle spatiale). La corrélation tient

⁵⁰ Nous avons toutefois vérifié que les conclusions restaient valides si cette variable était incluse dans les régressions.

essentiellement au fait que presque tous les couples discontinus pour l'échelle (27 sur 28) sont codés à **SCtg**=1. Le nombre d'occurrences de discontinuités est trop faible pour permettre des analyses de régression incluant la variable **SDisCtg** dans l'équation. Ainsi les causes de la corrélation entre contiguïté et continuité d'échelle sont-elles différentes dans le cas spatial et temporel.

Les contiguïtés temporelle et spatiale, prises séparément, sont prédictrices de la plausibilité. Seule une analyse de régression joignant les deux variables peut déterminer si l'effet de la contiguïté spatiale ne résulte pas de sa corrélation avec la contiguïté temporelle. Par ailleurs, l'analyse des corrélations entre variables permet d'affirmer que pour ces deux dimensions, la discontinuité de multiplicité implique la discontinuité d'échelle, et que ces deux variables sont sans impact sur la plausibilité causale. On observe également pour les deux dimensions une corrélation positive entre **xCtg** et **xMultip**, qui signifie que la multiplicité augmente à mesure que la contiguïté diminue. Enfin, on observe une différence entre le temps et l'espace pour l'articulation entre contiguïté et discontinuité d'échelle : dans le premier cas, le changement d'échelle est lié à la présence d'une non contiguïté, et dans le second cas, elle est essentiellement liée à l'inclusion d'un espace dans un autre.

VII - 2.5.2 Régression multiple

L'analyse de régression multiple avec pour variables prédictrices **SMultip**, **SDisEch** et **SCtg**, permettent de prédire 9% de la variance de DJ4 ($R^2=0,09$; $F(3,132)=4,32$; $p<0,0061$). Seul le Bêta de **SCtg** est significatif ($\beta=-0,27$; $t(132)=-3,15$; $p<0,0020$), et la variance unique de cette variable est de 3,8%. La multiplicité spatiale ne semble donc pas avoir une influence sur la plausibilité. Afin de contrôler si la valeur prédictive de **SCtg** n'est pas due aux deux couples non contigus spatialement⁵¹, nous avons refait la régression multiple, en supprimant des données ces deux couples. Dans cette analyse, la variance totale expliquée est plus faible ($R^2= 0,06$; $F(3,130)=2,87$; $p<0,0392$), mais les conclusions restent les mêmes (β de **SCtg** = -0,20; $t(130)=-1,48$; $p<0,0253$).

⁵¹ bien que ces points ne figurent pas parmi les points atypiques, c'est-à-dire ceux dont le résidu par rapport à la droite de régression est supérieur à deux écarts-types du résidu.

La contiguïté spatiale est donc le seul facteur de cette dimension qui présente un impact significatif sur la plausibilité. Comme dans la dimension temporelle, les degrés de la contiguïté ont un effet sur la plausibilité. On ne peut toutefois pas comparer cet effet à celui de l'opposition entre contiguïté et non contiguïté, à cause du petit nombre de non contiguïtés.

VII - 2.6 Facteurs référentiels

VII - 2.6.1 Statistiques descriptives

Les distributions des variables pour la dimension référentielle sont plus équilibrées que dans les autres dimensions. A la différence des multiplicités temporelle et spatiale, la modalité 1 de la multiplicité référentielle (i. e. l'un des deux termes de couple a une référence multiple) est représentée dans des proportions comparables aux deux autres modalités, alors qu'elle était rare dans les deux autres dimensions.

On observe une configuration singulière de la plausibilité en fonction du nombre de protagonistes. La plausibilité moyenne est moins élevée lorsqu'il y a un nouveau protagoniste que lorsqu'il n'y en a pas, mais en présence de deux ou trois protagonistes, la plausibilité moyenne est légèrement supérieure à la plausibilité sans nouveau protagoniste. Un examen des 11 couples pour lesquels **NbNouvPro**>1 ne nous a pas suggéré d'explication claire de la plausibilité supérieure de ces couples, peut-être due au hasard. Les analyses de régression incluant cette variable seront complétées d'analyses dans lesquelles on substituera la variable binaire **NouvPro** à **NbNouvPro** (**NouvPro** sera codée à 0 si **NbNouvPro** =0, et à 1 si **NbNouvPro**>0).

Les corrélations entre les trois variables de cohérence référentielle, à savoir **NbNouvPro**, **Repet**, et **Anaph**, sont négatives: ces trois formes de cohérence référentielle sont donc des moyens relativement exclusifs les uns des autres: sur 154 couples, seul un couple associe les trois facteurs, quatre couples associent la présence d'une répétition avec un nouveau protagoniste (2 couples) ou avec une référence anaphorique (1 couple). Pour 9 couples, référence anaphorique et présence d'un nouveau protagoniste sont associés, et 37 couples associent répétition et présence d'un nouveau protagoniste. Pour les 104 couples restants, une seule des trois variables n'est pas nulle.

La plus forte corrélation entre variables constituant la dimension référentielle concerne Le nombre de nouveaux protagonistes **NbNouvPro** et la référence anaphorique **Anaph** ($r=-0,42$). La corrélation entre **Anaph** et **Repet** est plus faible ($r=-0,24$), ainsi que la corrélation entre **NbNouvPro** et **Repet** ($r=-0,16$).

La discontinuité de multiplicité référentielle est positivement corrélée au nombre de nouveaux protagonistes ($r=0,22$ entre **RDisMult** et **NbNouvPro**), alors que la multiplicité référentielle (**RMultip**) est corrélée à la variable **Repet** ($r=0,16$; plus la multiplicité est élevée, plus grande est la proportion de couples avec une répétition). La discontinuité de multiplicité s'étant avérée non significative (voir VII - 2.3.2, p. 351), et exclue des analyses dans les autres dimensions, nous avons choisi de présenter pour la dimension référentielle un modèle excluant **RDisMult**. Précisons toutefois que les conclusions seraient les mêmes si cette variable était présente.

VII - 2.6.2 Régression multiple

L'effet global de la régression de DJ4 par **NbNouvPro**, **Repet**, **Anaph** et **RMultip** est significatif ($R^2=0,20$; $F(4,149)=9,42$; $p<0,0001$), et trois variables sur les quatre incluses dans l'équation ont des Bêtas significatifs. La présence de références anaphoriques (**Anaph**) est la plus importante des trois avec 15% de variance unique ($\beta=0,46$; $t(149)=5,32$; $p<0,0001$). La présence de répétitions (**Repet**) augmente également la plausibilité, avec une variance unique de 10% ($\beta=0,35$; $t(149)=4,39$; $p<0,0001$). L'effet de la variable **NbNouvPro**, est significatif ($\beta=0,17$; $t(149)=1,99$; $p<0,0488$; variance unique : 2%), mais le signe du coefficient de régression est inattendu: plus il y a de nouveaux protagonistes, et plus la plausibilité est grande. C'est le seul effet observé pour lequel ce qui peut apparaître comme une moindre cohérence ou une plus grande complexité a un effet positif sur la force causale. Mais cet effet résulte de la plausibilité pour les modalités 2 et 3 de cette variable, car la plausibilité moyenne est plus faible avec un seul nouveau protagoniste que sans nouveau protagoniste (voir VII - 2.6.1).

La précédente analyse à été refaite sur les 143 couples pour lesquels **NbNouvPro**<2. Dans ce cas, la variance expliquée est la même ($R^2=0,20$; $F(4,138)=8,79$; $p<0,0001$) mais le Bêta de **NbNouvPro**, proche de zéro, n'est pas significatif ($\beta=-0,01$; $t(138)=-0,12$; $p<0,9040$), alors que **Anaph** et **Repet** conservent des Bêtas significatifs. Deux autres analyses ont été

menées en substituant à **NbNouvPro** une variable codant différemment le nombre de protagonistes. La première la première de ces variables, **NouvPro**, regroupait toutes les valeurs >0 c'est-à-dire qu'elle valait 0 si **NbNouvPro** =0, et 1 si **NbNouvPro**>1. La seconde, **1NouvPro**, opposait la présence d'un nouveau protagoniste unique à toutes les autres modalités (1 vs. 0, 2, ou 3). Les corrélations de **NouvPro** et **1NouvPro** aux variables **Anaph** et **Repet** sont comparables à celles de **NbNouvPro** (pour **NouvPro**, $r=-0,49$ avec **Anaph** et $r=-0,14$ avec **Repet**, et pour **1NouvPro**, $r=-0,13$ avec **Anaph** et $-0,8$ avec **Repet**; les corrélations avec **Anaph** sont non significatives). Aucune des corrélations de ces deux variables n'est significativement différente de celles de **NbNouvPro**. Aucune de ces deux variables ne présente de Bêta significatif. Ces analyses confirment que si la plausibilité dépend du nombre de protagonistes, c'est uniquement du fait de la différence entre la modalité 1 et les modalités supérieures de **NbNouvPro**, différence pour laquelle nous n'avons pas d'explication claire.

La plausibilité de la relation causale est sensible à un renforcement de la cohérence par répétition ou référence anaphorique, chacune de ces deux variables ayant une contribution propre. Ces deux variables sont des indicateurs du renforcement de la cohérence. Par opposition, les variables référentielles **RMultip** et **NouvPro**, qui sont des indicateurs de complexité (sinon de rupture de la cohérence), sont sans effet sur la plausibilité. Il est possible que cette différence par rapport aux résultats du modèle d'indexation d'événements soit due aux types des textes employés, ou au fait que l'on n'ait considéré que les relations causales. Il se peut aussi que la corrélation négative de **NouvPro** avec **Repet** et **Anaph** explique son effet significatif dans des analyses qui ne contiennent pas ces variables. Aucune de ces hypothèses ne peut toutefois être testée dans le cadre de la présente étude.

VII - 2.7 Synthèse des analyses par dimension

Les analyses de régression par dimension ont permis d'énumérer des candidats au modèle de régression de la plausibilité par des descripteurs spatiaux, temporels et référentiels de la relation cause-conséquence. Cinq des variables testées à travers les analyses qui précèdent ont des bêtas significatifs : **TMultip**, **TCtg**, **SCtg**, **Repet**, et **Anaph**. Vu sous l'angle du type de descripteur, et non plus de la dimension, il apparaît que le seul indice de multiplicité qui soit un bon prédicteur est la multiplicité temporelle ; que les contiguïtés

temporelle et spatiale sont des prédicteurs significatifs, et que la distinction entre plusieurs degrés de contiguïté est pertinente ; qu'aucun indice de discontinuité d'échelle n'est prédicteur ; que parmi les indicateurs de cohérence référentielle, seuls les indices marquant un renforcement de la cohérence sont prédicteurs. En résumé, il apparaît que les indices de discontinuité (hormis celle incluse dans les degrés de contiguïté), n'ont pas de pouvoir prédictif, alors que les descripteurs marquant la complexité (multiplicité) ou de degré de cohérence (contiguïté, répétitions, et références anaphoriques) influent sur la force causale.

VII - 2.8 modèle situationnel

VII - 2.8.1 Statistiques descriptives des relations inter-dimensions

Les corrélations concernant les variables de multiplicité entre elles sont présentées au paragraphe VII - 2.3.1a (p. 349).

a Relations entre variables temporelles et spatiales

Discontinuité d'échelle temporelle et discontinuité d'inscription spatiale sont fortement corrélées ($r= 0,65$). La continuité d'échelle temporelle implique, à une exception près, continuité d'inscription spatiale (alors qu'en situation de discontinuité d'échelle, il y a 13 couples **DiscIS**=0 et 14 couples **DiscIS**=1). Tous les couples **DiscIS**=1 sauf un présentent une discontinuité d'échelle temporelle. Ces relations peuvent se résumer par l'implication **DiscIS** \Rightarrow **TDisEch**. Compte tenu de cette relation, la corrélation entre **DiscIS** et **TDisMult** ($r=0,48$) n'est pas surprenante, du fait de la relation entre **TDisEch** et **TDisMult** (cf. VII - 2.4.1, p. 352).

La dernière corrélation significative entre les dimensions temporelle et spatiale concerne **TMultip** et **SDisEch** ($r=-0,17$), qui résulte du fait qu'à l'exception d'un couple, il n'y a pas de discontinuité d'échelle spatiale lorsque **TMultip**=2.

Les corrélations citées plus haut concernant **DiscIS** sont sans incidence sur les analyses de régression, car cette variable ne sera pas incluse dans les équations. La relation entre **TMultip** et **SDisEch** est suffisamment faible pour qu'il soit légitime de les maintenir toutes les deux dans un modèle de régression. Signalons enfin l'absence de corrélation

significative entre les variables **TCtg** et **SCtg** ($r=0,13$) : les notions de contiguïté temporelle et de contiguïté spatiale sont indépendantes l'une de l'autre. Les analyses du modèle général doivent dire, en les incluant toutes deux, si elles sont toutes deux pertinentes pour expliquer la plausibilité causale.

b Relations entre les variables référentielles et les variables temporelles et spatiales

Les corrélations significatives sont à la fois nombreuses et d'ampleur modérée. Nous n'analysons ici que les principales, ou celles dont la distribution présente quelque particularité. Remarquons ici que les variables significativement corrélées aux variables respectives **Repet** et **Anaph** n'ont pas d'intersection, ce qui tend à confirmer que l'indépendance des contributions révélée par la régression multiple relève bien du fait que ces deux variables marquent des formes différentes de cohérence.

La variable **Anaph** est significativement corrélée à deux variables temporelles: la continuité d'inscription temporelle ($r=0,33$ avec **DiscIT**), et la multiplicité ($r=0,17$ avec **TMultip**). La première de ces corrélations est aussi la plus importante parmi les corrélations de la référence avec les autres dimensions. La distribution croisée des variables **Anaph** et **DiscIT** indique que la fréquence relative des références anaphoriques est supérieure en cas de discontinuité temporelle. Malgré la réserve qu'impose la faible fréquence de discontinuité d'inscription temporelle, on peut interpréter cette corrélation comme signifiant que la présence d'une référence anaphorique est un moyen privilégié pour rattacher une cause non située dans le temps à une conséquence occurrente.

La variable **Repet** est significativement corrélée à trois variables spatiales (**SMultip**, **SDisMult**, et **SDisEch**) et à deux variables temporelles (**TDisMult** et **TDiSCtg**). La distribution croisée de **Repet** avec **TDiSCtg**, la seule qui soit remarquable, indique l'absence de répétition en cas de non contiguïté temporelle (sauf pour un couple).

VII - 2.8.2 Equation de régression

a Choix des variables de régression

Toute nouvelle combinaison de variables dans l'analyse de régression est susceptible de modifier les significativités des prédicteurs impliqués. C'est pourquoi nous avons choisi de reprendre systématiquement les variables de l'analyse a priori, notamment au vu des

corrélations de **TMultip** avec **SDisEch** et **Anaph**, d'une part, et des corrélations de **Repet** avec **TDisMult**, **TDiSCtg**, **SMultip**, **SDisMult**, et **SDisEch** d'autre part. Pour cette analyse à partir de l'analyse a priori, nous procéderons en deux régressions : d'abord toutes les variables temporelles, spatiales, et référentielles, y compris multiplicité et discontinuité de multiplicité, puis une deuxième régression qui exclut les variables de multiplicité. Nous confronterons ensuite le(s) modèle(s) ainsi obtenu(s) avec le modèle constitué des prédicteurs significatifs dans les dimensions qu'ont révélé la partie précédente.

Remarquons au préalable que dans les analyses menées en vue d'un modèle général, nous avons remplacé la variable **NbNouvPro**, qui correspondait au nombre de nouveaux protagonistes, par la variable **NouvPro**, qui indique la présence ou non d'au moins un nouveau protagoniste. La cause de ce remplacement est double : d'une part, la significativité du Beta de **NbNouvPro** est trompeuse quant à l'effet réel de cette variable, pour lequel nous n'avons d'ailleurs pas trouvé d'interprétation satisfaisante (voir VII - 2.6.2, p. 357). D'autre part, le choix de **NouvPro** facilite la comparaison avec le modèle d'indexation d'événements car ce dernier emploie une variable binaire analogue. Enfin, précisons que toutes les analyses qui suivent et qui contiennent **NouvPro** ont été refaites avec **NbNouvPro**, et que toutes les conclusions relatives à **NouvPro** valent aussi pour **NbNouvPro**.

b Analyses de régression

Nous avons conduit une première analyse de régression sur la plausibilité en incluant dans l'équation les 13 variables issues de l'analyse a priori qui concernent le temps, l'espace et la référence. Ces treize variables permettent ensemble d'expliquer 43% de la variance de la plausibilité ($R^2 = 0,43$; $F(13,114) = 6,65$; $p < 0,0001$). Les seuls bêtas significatifs sont ceux des variables qui s'étaient avérées prédictrices dans les analyses par dimension, à savoir⁵² : **TMultip** (2,1%), **TCtg** (3,8%), **SCtg** (5,4%), **Repet** (5,1%), et **Anaph** (6,4%). Le résultat du modèle le plus complet coïncide donc exactement avec les modèles partiels obtenus pour chacune des trois dimensions. La part de variance expliquée est importante, mais ce modèle « total » n'est pas satisfaisant, à la fois parce que le nombre de variables est relativement élevé, et parce que la redondance est très forte (la tolérance de **TMultip** est de 0,35).

⁵² Les valeurs entre parenthèses correspondent à la variance unique de la variable dans l'analyse de régression.

Dans le second modèle testé, on n'a gardé que les familles de variables pour lesquelles au moins l'une est prédictrice. Ont ainsi été exclues les variables de continuité de multiplicité, et les variables de continuité d'échelle. La variance expliquée de ce modèle est proche de celle du modèle « total » ($R^2=0,41$; $F(8, 119) = 10,40$; $p<0,0001$), et les variables prédictives sont à nouveau les mêmes : **TMultip** (4%), **TCtg** (6,5%), **SCtg** (5,2%), **Repet** (5,8%), et **Anaph** (6,4%). La redondance des variables de ce modèle est là encore importante (la tolérance de **TMultip** et **SMultip** est de 0,45).

Le troisième modèle testé (qu'on appellera modèle situationnel) ne conserve que les cinq variables prédictives des analyses précédentes⁵³. Rassemblées et isolées dans l'équation de régression, ces variables restent des prédictifs de la plausibilité, pour une variance expliquée de 41% ($R^2=0,41$; $F(5,122)=16,71$; $p<0,0001$). Tous les Betas sont significatifs, et les coefficients de corrélation sont tous supérieurs à 0,27. Les cinq variables du modèle situationnel présentent en outre une faible redondance (tolérances supérieures à 0,89), et les variances uniques sont comprises entre 4,7% (contiguïté spatiale) et 8,1% (présence d'une référence anaphorique).

L'ensemble des analyses de régression sur les descripteurs temporels, spatiaux et référentiels de la situation a permis de dégager 5 prédictifs qui expliquent une grande part de la plausibilité causale. Les dimensions référentielle (par les indicateurs de renforcement de la cohérence) et temporelle (à travers la contiguïté et la multiplicité) sont les plus importantes, et la contiguïté spatiale joue également un rôle. Ces résultats sont robustes pour notre matériel, au sens où les variables prédictives sont exactement les mêmes pour toutes les régressions menées.

c Interprétation par dimension ou par type de descripteurs

L'ensemble des analyses de régression sur les descripteurs temporels, spatiaux et référentiels de la situation a permis de dégager 5 prédictifs qui a eux seuls expliquent une grande part de la plausibilité causale. Les dimensions référentielle (par les indicateurs de renforcement de la cohérence) et temporelle (à travers la contiguïté et la multiplicité) sont les plus importantes, et la contiguïté spatiale joue également un rôle. Ces résultats sont robustes

⁵³ sauf NbNouvPro (voir l'introduction du présent paragraphe, p. 19)

pour notre matériel, au sens où les variables prédictrices sont exactement les mêmes pour toutes les régressions menées.

Notre découpage a priori des descripteurs croisait deux logiques distinctes : d'une part, la logique dimensionnelle, dans la lignée de la littérature, sépare les aspects temporels, spatiaux et référentiels de la situation. D'autre part, la logique de perspective s'exprime à travers les types de descripteurs : descripteurs de la continuité d'échelle, de la contiguïté, de la multiplicité, et de la continuité de multiplicité (les deux premiers types s'appliquent aux trois dimensions, et les deux derniers ne concernent que le temps et l'espace). Il convient, au terme de l'analyse, d'envisager la pertinence de ce double découpage, et notamment d'examiner si l'un ou l'autre présente une meilleure qualité explicative.

On peut s'en tenir à une logique de perspective pour affirmer que les descripteurs de continuité d'échelle et de continuité de multiplicité ne sont pas efficaces à rendre compte de la plausibilité causale. L'échelle, pourtant sous-jacente à l'évaluation des autres types de descripteurs (multiplicité, contiguïté), n'influe pas par ses discontinuités sur la force causale. La continuité de multiplicité semble également sans rapport avec le jugement causal malgré les réserves d'interprétation liées à la faible variance de **TDisMult** (voir VII - 2.3.1, p. 349).

Les corrélations inter-dimensions de la multiplicité rendent délicate l'interprétation de l'effet de **TMultip**: on ne saurait affirmer avec certitude que la contribution de **TMultip** à l'explication de la plausibilité relève de son caractère proprement temporel : les fortes corrélations inter-dimensionnelles de la multiplicité (comprises entre 0,51 et 0,64 ; voir VII - 2.3.1a, p. 349) pourraient laisser penser que les différences inter-dimensions pour la multiplicité sont un artefact du codage séparé, et que les trois multiplicités codées dans notre analyse a priori reflètent un aspect essentiellement trans-dimensionnel de la situation. En d'autres termes, on ne peut clairement décider si l'effet de **TMultip** dans le modèle situationnel traduit plutôt l'importance de la dimension temporelle, ou si c'est fortuitement que l'expression temporelle d'une notion générale de la multiplicité domine par rapport aux autres expressions dimensionnelles. Afin d'explorer cette éventualité, nous avons mené deux analyses de régression supplémentaires, en remplaçant **TMultip** successivement par **SMultip** et **RMultip**. Dans la première, la variance expliquée globale est inférieure à celle du modèle situationnel ($R^2=0,36$; $F(5,122)=13,91$; $p<0,0001$), et **SMultip** n'est pas prédictrice ($\beta=-0,15$; $t(122)=-1,96$; $p<0,0525$). La variance expliquée par l'équation comprenant **RMultip** est à peine meilleure ($R^2=0,36$; $F(5,122)=14,07$; $p<0,0001$), mais **RMultip** est prédictrice

($\beta=-0,16$; $t(122)=-2,09$; $p<0,0383$). Ces deux analyses complémentaires fournissent donc une réponse mitigée à notre interrogation : d'un côté, le Bêta de **SMultip** n'est pas significatif, et de l'autre, **RMultip** peut « remplacer » **TMultip** dans l'équation, au sens où elle constitue aussi un prédicteur dans l'ensemble des variables du modèle situationnel. Retenons toutefois que la variance unique due à **TMultip** (6,4%) est nettement supérieure à celles de **SMultip** (2,0%) et **RMultip** (2,3%).

Le problème posé par l'interprétation de l'effet de la multiplicité ne se pose pas pour la contiguïté, pour deux raisons : d'une part, l'absence de corrélation entre contiguïté spatiale et contiguïté temporelle nous permet d'affirmer que si le concept de contiguïté est clairement unifié dans l'analyse a priori, ses facettes dimensionnelles n'en sont pas moins distinctes dans les occurrences. D'autre part, le fait que les deux variables de contiguïté sont prédictrices permet d'affirmer que c'est bien le principe de contiguïté qui est à l'œuvre en l'espèce, à travers ses deux aspects, temporel et spatial. Dans le cas de la contiguïté, le double découpage est pleinement légitime.

d Implications de nos résultats sur le modèle d'indexation d'événements

Nos analyses de régression ne peuvent pas s'interpréter comme une évaluation du modèle d'indexation d'événements, puisqu'elles visent à expliquer la force causale dans un contexte où la causalité est un fait admis, pour des enchaînements tirés de textes de vulgarisation scientifique, et non la facilité d'intégration d'une information narrative (mesurée par le temps de lecture). Nous avons toutefois adopté un système de descripteurs du discours divisés en dimensions (temps, espace, référence, cause) qui s'inspire du modèle d'indexation d'événements. Du point de vue des descripteurs, les différences entre notre approche et celle de Zwaan sont les suivantes : tout d'abord, nous en proposons un plus grand nombre, qui permet une description plus fine des caractéristiques de la situation. D'autre part, nous avons choisi une logique d'échelle graduée de préférence à une logique d'opposition entre continuité et discontinuité. Ce choix est lié à notre intention de décrire la topologie du modèle de situation de façon plus fine.

Les différences entre les deux approches étant soulignées, on peut néanmoins tirer quelques conclusions de nos résultats qui peuvent suggérer une nouvelle approche du modèle de Zwaan. Si l'on considère la cohérence causale non comme un fait binaire (causalité vs. absence de causalité) mais comme un continuum mesurable par la plausibilité, alors la

cohérence causale peut être en grande partie expliquée par d'autres facteurs situationnels, appartenant aux dimensions du temps, de l'espace, et de la référence. D'autre part, nous avons établi que la description graduée des contiguïtés temporelle et spatiale présente une amélioration par rapport à leur description par l'opposition contigu / non contigu.

En résumé, il apparaît que les variables situationnelles prédictrices mesurent soit un certain aspect de la complexité (multiplicité temporelle), soit la force de la cohérence dans les dimensions (contiguïté, recouvrement d'arguments). Par contraste, on constate un échec relatif des variables marquant la discontinuité (d'échelle ou de multiplicité) à prédire la force causale : peut-être est-ce dû fait que notre étude se situe dans un cadre où la causalité est un donné, ce cadre étant plus restreint que celui où peuvent s'opposer causalité et absence de causalité (cette interprétation suppose toutefois que l'absence de causalité soit mise sur un plan différent de celui des degrés de la force causale). Ces résultats ne contredisent pas ceux de Zwaan et ses collaborateurs, qui jugent la dimension causale suffisamment indépendante des autres dimensions lorsque ces dernières sont traitées sous l'angle de la discontinuité. Ces auteurs ont établi que les discontinuités dans le temps, l'espace, les protagonistes, la cause, et les buts sont des prédicteurs du temps d'intégration d'une nouvelle information. En s'en tenant au marquage des ruptures, ces travaux ont suggéré une relative indépendance de la causalité par rapport aux autres dimensions (Bêtas de la causalité significatifs), bien que de fortes corrélations aient été observées avec le temps (Zwaan, Langston, & Graesser, 1995 ; Zwaan et al., 1998) ou la référence (Zwaan et al., 1998). Nos résultats suggèrent que si l'on enrichit la description du temps, de l'espace et de la référence par des descripteurs non binaires, alors la dimension causale, en grande partie expliquée par les autres dimensions, est peut-être moins indépendante qu'il n'y paraît d'un premier abord.

Afin d'articuler au mieux nos résultats à ceux du modèle d'indexation d'événements, nous avons conduit deux analyses. La première consistait à conduire une régression avec les seules variables du modèle d'indexation d'événements, dans le but d'examiner la cohérence de cette régression avec celles de la littérature. Une seconde analyse doit préciser ce que la qualité de notre modèle situationnel doit au caractère gradué de la contiguïté (par opposition aux variables binaires de Zwaan).

Pour la première analyse, les variables incluses dans l'équation sont **TDiSCtg**, **SDisCtg**, et **NouvPro**. Les corrélations entre ces variables ne sont pas significatives. La régression est globalement significative ($R^2=0,22$; $F(3,124)=11,51$; $p<0,0001$), pour une

variance expliquée inférieure de 19% à celle du modèle situationnel. Les variables **TDisCtg** ($\beta=-0,36$; $t(124)=-4,52$; $p<0,0001$) et **SDisCtg** ($\beta=-0,22$; $t(124)=-2,77$; $p<0,0065$) sont prédictrices, mais pas la variable **NouvPro** ($\beta=-0,15$; $t(124)=-1,91$; $p<0,0585$). La significativité du Bêta de **SDisCtg** est probablement un effet de la faible variance : elle ne permet aucune conclusion. L'absence d'effet de **NouvPro** est conforme à la faible corrélation observée entre protagonistes et causalité dans les études de Zwaan. Enfin, il apparaît que la force causale est faiblement prédite par les variables de Zwaan. L'ensemble de ces observations tend à confirmer que nos résultats sont compatibles avec la littérature. Nos résultats indiquant la prédictibilité de la force causale par les facteurs situationnels ne relève pas d'observations contradictoires avec celles de la littérature, mais provient bien de l'enrichissement des facteurs situationnels.

Pour la seconde analyse, nous avons remplacé nos variables de contiguïté par des variables marquant l'opposition entre contiguïté et non contiguïté. Ceci permet d'évaluer, pour notre matériel, l'avantage obtenu par le remplacement d'une approche graduée par opposition à l'approche par les discontinuités de Zwaan. La définition et le codage de nos variables permet de facilement conduire cette analyse, mais malheureusement, la rareté des non contiguïtés spatiales (2 couples sur 136 codables) atténue sa portée. La régression est globalement significative, et la variance expliquée est de 35% ($R^2= 0,35$; $F(5,122) = 13,21$; $p<0,0001$). La substitution de **TDisCtg** et **SDisCtg** à **TCtg** et **SCtg** conduit donc à une diminution de 5,5% de la variance expliquée. Cette dernière est à rapporter à la variance unique de la paire **TCtg** + **SCtg**, qui est de 13,8%. L'amélioration due à la gradation est donc conséquente, puisqu'elle conduit à une augmentation de 40% de la variance unique des variables de contiguïté.

VII - 2.9 Descripteurs sémantiques

La causalité étant une information essentiellement abstraite, amodale, même si ses conditions sont liées aux aspects situationnels. Dans l'explication de la force causale, il est donc important d'articuler les aspects situationnels aux caractéristiques sémantiques de la relation entre deux phrases. Nos descripteurs sémantiques visent à donner des lignes de catégorisation des relations cause-conséquence ne s'appuyant pas sur les connaissances

spécifiques du domaine (rappelons que nous sommes intéressés à caractériser les aspects de la causalité en général, et non des relations particulières).

VII - 2.9.1 Effet des descripteurs sémantiques

a Statistiques descriptives

Parmi les variables sémantiques, seules deux présentent une variance faible : **Empech** et **ActPhys**. **ActPhys** n'a que deux occurrences, tandis qu'**Empech** en a 14 (soit 9% des couples). Si l'action physique d'un agent sur un patient est prototypique de la relation de causalité dans la vie courante, ou dans l'apprentissage de la causalité par l'enfant, elle n'est donc qu'exceptionnelle dans nos enchaînements. La seule corrélation significative concerne les variables **Anime** et **Manipul** ($r=0,25$). Cette corrélation correspond au fait que pour les causes non manipulables, le nombre de causes animées est très inférieur à celui des causes non animées, alors que parmi les causes manipulables, les proportions d'agents animés et non animés sont comparables.

b Régression multiple

Une analyse de régression multiple ne laisse apparaître d'effet significatif pour aucune variable sémantique ($F(7,146)=0,76$). Nos descripteurs sémantiques de la causalité ne semblent donc pas expliquer en tant que tels la force causale. Si ces descripteurs caractérisent des catégories de causalité distinctes, les catégories ainsi décrites ne correspondent pas à des niveaux de plausibilité distincts (pas d'interactions pour les ANOVAS deux à deux), et ne sont pas la mesure d'une prototypicalité qui se traduirait par une plausibilité élevée. Les descripteurs sémantiques ne permettent donc de rien conclure.

Ces variables pourront être comparées aux variables situationnelles de deux façons : dans une analyse de corrélations (complétée d'une analyse factorielle), pour étudier les relations qualitatives entre les deux ensembles, et d'autre part on les utilisera comme variables de contrôle pour tester la robustesse du modèle situationnel.

VII - 2.9.2 Relation avec les descripteurs situationnels

a Analyse des corrélations avec les descripteurs sémantiques et situationnels

Il existe un grand nombre de corrélations significatives entre les variables situationnelles et sémantiques, mais ces corrélations sont toutes d'un niveau modéré ($r < 0,29$), et elles ne semblent pas présenter de configuration claire.

b Analyses en composantes principales (ACP)

i Principe de l'ACP

Les variables explicatives étant nombreuses, et porteuses de sens (du moins selon notre analyse), il nous a semblé utile d'examiner leurs interrelations par d'autres moyens que les corrélations. Les corrélations permettent de mettre à jour les redondances entre variables prises deux à deux. Ce niveau d'analyse des relations, pertinent du point de vue des régressions, reste frustré en termes d'analyse qualitative. L'analyse en composantes principales (ACP) permet d'opérer des regroupements et oppositions. L'ACP devrait permettre de mettre en évidence des jeux d'opposition sémantiques entre les variables. On espère de cette analyse la mise en évidence de regroupements pertinents pour les variables sémantiques, qui ont été conçues a priori et sans logique d'ensemble. D'autre part, l'analyse des variables sémantiques et situationnelles doit fournir une appréciation qualitative des relations entre les deux groupes.

L'ACP se base sur les corrélations, mais au lieu de traiter les variables deux à deux, elle permet de les analyser comme un système. Dans l'ACP les variables apparaissent comme des points plus ou moins proches dans un espace de référence abstrait. Les dimensions de cet espace de référence sont par définition les principaux vecteurs propres de la matrice des corrélations. Chaque vecteur propre exprime une combinaison particulière des variables analysées, qui a la propriété de « résumer » le mieux possible leurs relations. Si l'on se représente chaque observation (en l'occurrence chaque couple) comme un point dans l'espace des variables, l'ensemble des observations est un nuage de points dans un espace à n dimensions (pour n variables explicatives). Chacun des vecteurs propres explique une part de dispersion du nuage. Les vecteurs sont classés par ordre d'importance, c'est-à-dire par la quantité de dispersion expliquée par la droite qui suit leur direction. Ainsi, le premier facteur est le vecteur propre qui résume le mieux l'ensemble du nuage. Le deuxième facteur est le vecteur propre qui explique le mieux la variance résiduelle, celle qui n'est pas expliquée par le premier facteur. Et ainsi de suite. Il y a au maximum autant de facteurs que de variables, et l'ensemble des vecteurs propres expliquent la totalité de la variance. L'analyse en

composantes principales ne retient que les principaux : on arrête de prendre en compte les vecteurs dès que la variance expliquée par rapport à la variance globale est faible, ou encore si la valeur propre du vecteur est inférieure à 1 (ce qui signifie que sa « force prédictive » est moins bonne que celle des variables d'origine). Pour des explications plus détaillées de l'ACP, le lecteur peut consulter Lebart, Morineau & Piron (1995).

Pour comprendre les résultats qui vont suivre, le lecteur peut se contenter des indications suivantes. Une fois effectuée l'ACP, les facteurs principaux sont identifiés et hiérarchisés. Le nombre des facteurs principaux n'est pas fixé au départ, mais il dépasse rarement $d = 3$ ou 4 pour le nombre de variables que nous avons. Les facteurs principaux constituent les dimensions d'un espace à d dimensions dans lequel chaque variable analysée est représentée par un point. Chaque axe correspond à un facteur (donc la dimension du facteur 1 est plus importante que celle du facteur 2, etc.). L'échelle est abstraite, elle ne signifie rien. Si les points correspondant à deux dimensions sont proches dans l'espace factoriel, cela signifie que leur sémantique est similaire, au sens où leur position par rapport à l'ensemble des autres variables est proche. Nous allons dans un premier temps décrire la structure factorielle des variables situationnelles, puis la structure des variables sémantiques, et enfin confronter les deux groupes. Nous n'étudierons que les facteurs dont la valeur propre est supérieure à 1 et qui expliquent au moins 10% de la variance totale.

ii Variables situationnelles

Les variables situationnelles soumises à l'ACP sont les 5 variables du modèle situationnel (cf. VII - 2.8.2b, p. 362), auxquelles furent adjointes les multiplicités spatiale et référentielle (**SMultip** et **TMultip**), et la variable **NouvPro**. L'ajout de ces variables tient à notre volonté de déterminer si les regroupements de variables suivront plutôt une logique de dimension du modèle de situation (temps, espace, référence), ou bien une logique de type d'information véhiculée (multiplicité, contiguïté). Il fallait pour cela que les types soient représentés pour toutes les dimensions.

L'ACP des variable situationnelles dégage trois facteurs expliquant ensemble 63% de la variance totale. La projection sur les deux premiers facteurs indique une nette distinction par le premier facteur entre les variables de multiplicité d'une part, et les variables de contiguïté et de cohérence référentielle d'autre part. Toujours selon l'axe du premier facteur, les deux variables « positives » de continuité référentielle (**Repet** et **Anaph**) sont proches

l'une de l'autre, et à distance de la variable « négative » (**NouvPro**). Cette opposition est accentuée par le deuxième facteur, qui place à des pôles opposés **Anaph** et **NouvProt**. Le troisième facteur marque l'opposition entre **Repet** et **Anaph**. Ainsi, les trois variables de cohérence référentielle dessinent un large triangle dans la projection sur les deuxième et troisième facteurs. Cette même projection indique deux proximités : d'une part, proximité entre la contiguïté spatiale et l'apparition d'un nouveau protagoniste, et d'autre part, proximité entre les références anaphoriques et la contiguïté temporelle. La non contiguïté de temps engage à donner des marques anaphoriques de continuité référentielle, alors que la non contiguïté spatiale accompagne préférentiellement l'introduction de nouveaux protagonistes. Remarquons qu'aucun facteur ne semble clairement marquer l'opposition entre les dimensions : peut-être le troisième facteur classe-t-il séparément les variables spatiales et temporelles, mais la distinction n'est pas très marquée.

iii Variables sémantiques

Pour l'ACP des 7 variables sémantiques, nous avons retenu trois facteurs expliquant ensemble 52% de la dispersion totale des observations. Le premier facteur sépare distinctement d'une part, **Manipul**, **Empech**, et **Anime**, et d'autre part, **Declench**, **ActPhys**, **VbCCns** et **VbCCaus**. Cette opposition semble correspondre à l'opposition entre la présence d'une volonté et « l'inévitabilité des mécanismes ». En effet, le fait que la cause soit animée, qu'elle soit manipulable, ou qu'elle consiste en un empêchement correspond à des situations au cœur desquelles se trouve l'action, réelle ou virtuelle. Nous trouvons ici une confirmation de la pertinence de la catégorisation des causes par le contrôle qu'un être humain peut y exercer. Le second facteur situe à deux extrêmes opposés le caractère causatif d'un verbe et la cause animée (avec les causes déclenchements). Cette opposition marque peut-être un caractère de la classe sémantique de procès couverte par les verbes causatifs. Le troisième facteur marque l'opposition entre déclenchement et empêchement.

iv Ensemble des variables

L'ACP conduite sur les 14 variables issues des deux analyses qui précèdent ne dégage que deux facteurs expliquant une variance supérieure à 10% (et la variance expliquée par les deux est de 28%). La disposition des variables sur le plan des deux facteurs est structurée par les jeux d'opposition de l'ACP des variables situationnelles. On retrouve en effet au premier facteur l'opposition entre les variables de multiplicité et les autres, et au deuxième facteur,

l'axe **Anaph** – **NouvProt**⁵⁴. Toutes les variables sémantiques sont incluses dans le triangle reliant **Anaph**, **NouvProt**, et les variables de multiplicité ; dans leurs projections sur les deux axes, elles sont disposées tout au long d'un intervalle restreint. Le premier facteur semble toutefois disposer à distance maximale **Anime** et **Manipul**, d'une part, et **ActPhys** d'autre part. Cette opposition, proche de celle de l'ACP des variables sémantiques, place le versant « volonté » du côté de la multiplicité, et le versant « mécanique » du côté de la contiguïté. On observe néanmoins une inversion des positions de **Empech** et **Declench**, respectivement associées dans l'analyse complète à **ActPhys** et **Anime**, alors que les associations étaient inverses dans l'ACP des seules variables sémantiques.

v Conclusion des analyses en composantes principales

L'analyse en composantes principales des variables sémantiques a clairement mis en évidence leur structuration selon des axes sémantiques pertinents : ces descripteurs correspondent donc bien à une catégorisation (partielle) de la causalité. Leur caractère non prédictif de la plausibilité ne relève donc pas du fait de catégories mal définies, mais bien d'une absence d'effet de ces catégories sur la force causale. Par ailleurs, l'ACP sur les variables situationnelles tend à confirmer le caractère global de la multiplicité, et la distinction entre les trois descripteurs de la cohérence référentielle. Elle de plus a révélé une articulation particulière des dimensions référentielle, temporelle et spatiale, en associant la non contiguïté temporelle à la continuité par référence anaphorique, et la non contiguïté spatiale à la discontinuité référentielle. Enfin, l'articulation d'ensemble des variables sémantiques et situationnelles ne semble pas présenter de configuration claire, ce qui tend à appuyer l'hypothèse d'une relative indépendance des deux ensembles.

VII - 2.9.3 Contrôle des variables situationnelles

L'ajout de variables de contrôle dans une analyse de régression vise en général à préserver la théorie de deux risques. Le premier risque est l'omission par la théorie de facteurs plus pertinents pour expliquer la variable dépendante, c'est-à-dire de facteurs dont l'inclusion dans l'équation supprimerait la prédictibilité des variables explicatives prévues par la théorie. Le deuxième risque est que le hasard suffise à faire que quelques variables soient prédictives,

⁵⁴ Les axes étant abstraits, le fait que la figure soit inversée par symétrie ne signifie rien.

du seul fait du nombre de variables. Pour se prémunir contre le premier risque, le théoricien doit inclure toutes les variables explicatives qui semblent susceptible d'influencer la variable dépendante. Par exemple, dans une étude portant sur les temps de lecture, on aura soin d'inclure parmi les prédicteurs des variables comme le nombre de syllabes, quels que soient les facteurs par lesquels la théorie prétend expliquer les temps de lecture. Cette précaution permettra d'éviter le risque que la prédictibilité d'une variable théorique provienne d'une corrélation entre cette variable et le nombre de syllabes, au lieu d'un authentique effet de la variable. Afin de limiter le second risque, la pratique courante consiste à inclure dans l'analyse des variables aléatoires, ou dont on pense a priori qu'elles n'entretiennent aucune relation avec la variable dépendante (par exemple, on n'envisage pas a priori de relation entre les notes d'un étudiant et la lettre de l'alphabet par laquelle commence son nom).

Nos variables de contrôle pour le premier risque sont de trois ordres : premièrement, les variables pertinentes de l'étude sur les sauts, à savoir la chaîne (**Chaîne**), la position (**Position**), la taille du saut par rapport à la chaîne complète (**Taille**). En second lieu, nous avons inclus une variable linguistique sur laquelle semblant a priori indépendante de la plausibilité. Cette variable, **VbACns**, marque le mode (actif ou passif) du verbe de la conséquence. Bien que le mode du verbe soit virtuellement indépendant de l'information énoncée, il se peut qu'il influe sur l'apparence de lien causal avec la phrase précédente. Nous avons inclus en troisième lieu les variables marquant les catégories de causalité qui étaient a priori exclues du champ de notre étude, mais qui figurent néanmoins dans le matériel (**Intentio** et **Develop**). Pour ce qui est des variables de contrôle aléatoires, nous avons utilisé les 7 variables sémantiques, en tirant parti de l'absence de fortes corrélations avec les variables situationnelles. L'absence de figure de corrélations marquée entre les deux ensembles fait apparaître les variables sémantiques comme aléatoires par rapport aux variables situationnelles. Si l'ajout de ces variables « aléatoires » ne modifie pas la combinaison des variables prédictives par le hasard du nombre, cela témoignera de la robustesse de la prédictibilité. Afin d'éviter de mener des analyses comportant un nombre déraisonnable de variables, nous avons mené séparément les contrôles par les deux familles de variables. Pour simplifier, on appellera les variables liées au premier risque « première série », et les variables sémantiques « deuxième série ».

Seules les distances relatives sont pertinentes.

En ce qui concerne les variables de la première série, on observe que le nombre de couples pour lesquels la cause est une intention sont peu nombreux (9% des couples), et seuls quatre couples apparaissent comme un développement de la cause par la conséquence. La principale corrélation à l'intérieur de la série concerne les variables **Position** et **Taille** ($r=-0,40$). Cette corrélation est naturellement due à la structure du matériel. Les autres corrélations sont inférieures à 0,30. Parmi les corrélations entre variables situationnelles et variables de la première série, la plus importante concerne **Repet** et **Chaine** ($r=0,41$). La variable **Taille** est corrélée à trois variables situationnelles : **TCTg** ($r=0,32$), **SCTg** ($r=0,17$), et **Anaph**. Ces corrélations soulèvent deux questions sur la relation entre l'analyse sur les facteurs de la plausibilité et l'approche des études 1 et 2 : la taille permet-elle de résumer les facteurs situationnels ? Les facteurs situationnels résument-ils l'effet observé de la taille ? Dans le premier cas (si la taille peut se substituer aux facteurs situationnels), alors l'inclusion de la taille parmi les variables explicatives devrait rendre non significatifs les Bêtas d'une ou plusieurs variables situationnelles. Dans le second cas (si l'effet de la taille relevait essentiellement des variations de facteurs situationnels qui lui sont corrélées), le Bêta de la taille ne devrait pas être significatif.

Pour l'analyse de régression comprenant l'ensemble des variables du modèle situationnel et les variables de la première série, le F est significatif ($R^2=0,53$; $F(11,116)=11,87$; $p<0,0001$). Tous les Bêtas des variables situationnelles sont significatifs, ainsi que ceux des variables **Chaine** ($\beta=0,28$; $t(116)=3,66$; $p<0,0004$) et **Taille** ($\beta=-0,21$; $t(116)=-2,80$; $p<0,0059$). Ce résultat signifie que les deux études mettent en jeu des facteurs de la plausibilité qui ne se recouvrent pas entièrement. D'une part, l'effet de la taille dans l'étude sur les sauts n'est pas entièrement explicable en termes de facteurs situationnels puisque le Bêta de **Taille** est significatif. L'effet de cette variable sur la plausibilité résulte donc sans doute en partie de la perte d'informations spécifiques à la situation particulière qui ne se subsument pas à nos catégories situationnelles. D'autre part, l'adjonction de la taille au modèle ne supprime pas la valeur prédictive des cinq variables du modèle situationnel, ce qui confirme la part propre à ces variables dans l'explication de la plausibilité. Pour résumer, la première série de variables de contrôle ne modifie pas les conclusions du modèle situationnel, et permet en outre de préciser que les effets de distance analysés dans les études 1 et 2 sont en partie distincts des effets des caractéristiques situationnelles analysées ici.

Les corrélations et relations entre variables situationnelles et sémantiques (ces dernières constituant la deuxième série) sont présentées plus haut (cf. VII - 2.9.2, p.367). Retenons que les niveaux de corrélations entre les deux groupes sont comparables aux corrélations entre variables situationnelles. L'ensemble prédit significativement la plausibilité ($R^2=0,43$; $F(12,115)=7,28$; $p<0,0001$), et seules les variables du modèle situationnel ont des Bêtas significatifs. Ainsi, l'inclusion de 7 variables raisonnablement corrélées à celles du modèle ne suffit pas à modifier la combinaison des prédicteurs de la plausibilité.

VII - 2.10 Conclusion

Pour faire suite à l'approche de la force causale par ses caractéristiques topologiques présentées dans les chapitres IV et V, les analyses de régression présentées ici visaient à étudier les facteurs explicatifs de la force causale (cf. III - 3) en rapport avec le contenu sémantique de la relation : ses caractéristiques situationnelles, les propriétés qualifiant sa nature. Le cadre de cette analyse est une approche multidimensionnelle du modèle de situation, selon laquelle le temps, l'espace, la référence et la causalité sont les composantes de la cohérence causale. Le but essentiel de cette approche était de rendre plus précise la description des caractéristiques spatiales, temporelles et référentielles de la situation, afin d'examiner dans quelle mesure la force causale pouvait être prédite par les autres dimensions de la cohérence du modèle de situation.

La première étape a consisté à enrichir la description des dimensions situationnelles (temps, espace et référence). Le modèle d'indexation multiple traite les dimensions de la cohérence comme des descripteurs binaires opposant la continuité à la discontinuité. Pour le temps et l'espace, la notion de continuité correspond à celle de contiguïté. Pour la référence, les discontinuités sont marquées par l'apparition d'un nouveau protagoniste. Dans une description a priori des caractéristiques de chaque dimension situationnelle, nous avons proposé que les notions d'échelle et de multiplicité devaient être prises en compte dans tout modèle de situation, et a fortiori dans une approche analogique de la représentation. L'importance de la notion d'échelle a été soulignée, car l'appréhension de l'échelle temporelle ou spatiale des événements constitue un préalable à l'évaluation de leur contiguïté, tout en constituant elle-même une source possible de discontinuité (par les changements d'échelle). La multiplicité des occurrences d'événements dans le temps ou dans l'espace, ainsi

que la multiplicité des références nous ont également semblé être des informations nécessairement représentées dans le modèle de situation. En nous appuyant sur ces principes, nous avons élaboré des descripteurs des dimensions plus précis que l'opposition entre contiguïté et non contiguïté. Les descripteurs du temps et de l'espace comptaient les discontinuités d'échelle, la multiplicité, la discontinuité de multiplicité, et la contiguïté (évaluée sur une échelle en quatre points). La référence était décrite en termes de multiplicité, discontinuité de multiplicité, nombre de nouveaux protagonistes ; de plus, des marqueurs « positifs » de la cohérence référentielle ont également été inclus : la répétition (de référent) et les références anaphoriques, qui constituent deux moyens linguistiquement distincts de mise en œuvre du partage d'argument. Par contraste avec la description de la cohérence en composantes situationnelles indicatrices de distance ou d'échelle, nous avons élaboré des descripteurs fondés sur des catégorisations de la relation de causalité en fonction de la nature de la relation, qui permettent de situer les relations en par rapport à des schémas ou des prototypes. La définition de ces caractéristiques a été inspirée des approches la nature de la causalité présentées au chapitre I. L'étape du codage du matériel par les descripteurs fut informative. En effet, la difficulté liée à la mise au point d'instructions de codage opérationnelles a souligné le fait que l'évaluation des caractéristiques situationnelles comporte une part appréciable d'interprétation, qui dépend de la compétence à évaluer la perspective que le texte donne sur les entités ou événements auxquels il rapporte, c'est-à-dire à distinguer ce qui appartient au focus de ce qui relève du contexte, ou de l'arrière-plan.

L'étude des corrélations entre descripteurs et les analyses en composantes principales ont permis d'établir certaines relations entre les descripteurs situationnels. Les descripteurs de la multiplicité étaient fortement corrélées d'une dimension à l'autre. L'ACP confirme la proximité de ces descripteurs, en les opposant par le premier facteur à ceux de la contiguïté et de la cohérence référentielle. Cependant, le niveau des corrélations entre variables de multiplicité, bien inférieur à 1, suggère que ces variables ne sont pas entièrement redondantes. Il apparaît cependant d'une part, que les multiplicités spatiale et temporelle sont le plus souvent aussi des cas de multiplicité référentielle, et d'autre part, que les multiplicités spatiales sont le plus souvent des cas de multiplicité temporelle. Les corrélations des variables de discontinuité de multiplicité avec les variables de multiplicité suggèrent par ailleurs que la multiplicité référentielle est moins fortement contrainte par la multiplicité spatiale que par la multiplicité temporelle : plus précisément, les occurrences de modifications de multiplicité référentielle sont plus fréquents en cas de multiplicité spatiale de la cause et de la

conséquence qu'en cas de multiplicité temporelle de la cause et de la conséquence. Ceci suggère qu'il est plus fréquent qu'un unique référent soit « projeté » dans plusieurs lieux que « projeté » dans plusieurs occurrences temporelles. Les discontinuités de multiplicité sont fortement corrélées aux discontinuités d'échelle, pour le temps comme pour l'espace. Ces dernières sont également corrélées au degré de contiguïté : les discontinuités d'échelle sont d'autant plus fréquentes que la contiguïté est moindre. Cependant, les discontinuités d'échelle correspondent le plus souvent à des non contiguïtés pour la dimension temporelle, et à des chevauchements pour la dimension spatiale. Pour ce qui concerne la dimension référentielle, on a constaté une corrélation négative entre les marqueurs « positifs » de la continuité référentielle et le nombre de nouveaux protagonistes. La forte corrélation négative entre nouveaux protagonistes et référence anaphorique fait de ce dernier descripteur un marqueur (négatif) efficace de la discontinuité référentielle. Parmi les corrélations entre descripteurs des différentes dimensions, signalons celle qui indique l'absence de répétition en cas de non contiguïté temporelle. L'analyse en composantes principales confirme cette absence d'intersection en associant fortement la non contiguïté temporelle à la présence de références anaphoriques ; par ailleurs, la non contiguïté spatiale est associée à l'introduction de nouveaux protagonistes. Enfin, les contiguïtés temporelle et spatiale sont faiblement corrélées.

Un ensemble de descripteurs situationnels expliquant 41% de la variance de la force causale a été élaboré, puis testé avec deux ensembles de variables de contrôle. Ces facteurs sont : la multiplicité temporelle (effet négatif), la contiguïté temporelle (effet négatif, qui signifie que la plausibilité est d'autant plus faible que la contiguïté est faible), la contiguïté spatiale (effet similaire à celui de la contiguïté temporelle), les répétitions (effet positif), et les références anaphoriques (effet positif). Parmi les descripteurs de la multiplicité, la multiplicité référentielle est également un prédicteur significatif (en l'absence de la multiplicité temporelle), mais sa variance unique est inférieure à celle de la multiplicité temporelle. La multiplicité spatiale, en revanche, n'est significative dans aucun modèle de régression. On peut considérer que la spécificité dimensionnelle de la multiplicité temporelle joue un rôle particulier pour expliquer la force causale, dans la mesure où les deux autres dimensions de la multiplicité sont des prédicteurs moins robustes. Le temps apparaît donc comme une dimension fortement liée à la causalité. Pour ce qui concerne les contiguïtés temporelle et spatiale, les régressions ont montré que la prise en compte de plusieurs niveaux de contiguïté permettait non seulement de mettre en évidence des spécificités dans la relation à la référence (voir plus haut), mais aussi d'expliquer une part supérieure de la force causale par les

dimensions spatiale et temporelle. Ainsi, nos résultats sont compatibles avec ceux de Zwaan et collaborateurs, tout en indiquant que l'enrichissement des descripteurs situationnels rend la cohérence causale fortement redondante avec les autres dimensions de la cohérence. Les régressions conduites avec les descripteurs sémantiques n'ont révélé aucun effet de ces variables. Ainsi, les catégories de causalité définies par ces descripteurs sont sans effet sur la force causale. Une analyse en composantes principales a montré que ces variables s'organisaient en un système d'oppositions pertinent, mais sans articulation claire avec les variables situationnelles. Enfin, le contrôle des variables situationnelles par les variables pertinentes des analyses des études 1 et 2 (chapitres IV et V) a montré que l'effet des facteurs situationnels, d'une part, et l'effet du degré de détail exprimé par la taille des couples d'autre part, contribuent différemment à l'explication de la force causale, et ensemble, prédisent 53% de sa variance.

Les analyses ont établi que les discontinuités d'échelle et de multiplicité n'ont pas d'effet sur la la force causale. On a argumenté en faveur du fait que les informations véhiculées par ces variables appartiennent nécessairement à un modèle de situation correspondant à un niveau satisfaisant de compréhension. De plus, nous avons montré que l'estimation de l'échelle est un préalable à celle de la contiguïté. Ces hypothèses nous obligent à proposer une explication de l'absence d'effet de ces variables sur la force causale autre que leur possible absence de pertinence pour la description des caractéristiques du modèle de situation. Parmi les variables situationnelles prédictrices, on peut distinguer d'une part, la multiplicité, qui marque une forme de complexité des éléments (événements) reliés dans la situation, et d'autre part, les échelles de contiguïté, la répétition, et les références anaphoriques, qui sont des marqueurs de proximité dans leurs dimensions respectives. Les discontinuités d'échelle et de multiplicité ne correspondent à aucune de ces deux catégories : elles signalent des modifications relatives aux propriétés (modification de la multiplicité ou du grossissement) des événements appartenant au modèle de situation. Elles concernent donc plutôt les différences entre les propriétés des événements eux-mêmes que des caractéristiques de leur relation, ou une information de distance selon l'une ou l'autre des dimensions. On peut donc les voir comme des caractéristiques (éventuellement définitoires) attachées aux unités-événements, plutôt que comme des dimensions de la relation.

Conclusion

Le présent travail visait à étudier les propriétés et les déterminants de la force causale, ou distance causale mentale, dans les chaînes causales issues de textes explicatifs. L'approche de la compréhension adoptée est celle du modèle de situation, qui met l'accent sur la représentation des éléments de la situation à laquelle rapporte le texte, plutôt qu'aux moyens linguistiques par lesquels le texte véhicule son contenu.

Un des principaux objectifs des théories du modèle de situation est d'élucider quels sont les aspects ou propriétés de la situation (dans le monde auquel rapporte le texte) représentés dans le modèle de situation (qui relève de la représentation mentale). La première étape de ce travail fut donc d'aborder la question de ce qu'est la relation causale dans les choses. Le premier chapitre retrace les principales approches de la causalité proposées par la philosophie. Il a permis de préciser la distinction entre les approches ontologique (ce qu'elle est dans les choses), épistémologique (critères pour les lois scientifiques), et psychologique (l'idée qu'on en a) de la causalité, et montré la difficulté à déterminer des critères objectifs de la relation causale. A cet égard, deux vues s'opposent : l'approche empiriste, selon laquelle la relation causale n'est pas un observable mais une caractéristique de notre appréhension de la réalité qui résulte d'une synthèse de l'expérience, et l'approche rationaliste, selon laquelle la causalité est une caractéristique des objets eux-mêmes, et qu'il en existe des indices observables, ou du moins la possibilité d'une appréhension directe. Si une définition définitive de ce qu'est la causalité semble hors d'atteinte, en présentant les principales approches de la détermination de la cause, on a cependant relevé certaines caractéristiques importantes de la relation de causalité. Le problème de l'identification de la cause est de l'ordre de l'identification discriminative : il s'agit d'isoler une cause d'un ensemble de

conditions. La cause est donc conçue non de façon absolue, mais au sein d'un système permettant d'opposer la cause à son contexte, comme une figure sur un fond. Les systèmes d'oppositions permettant de distinguer la cause des autres éléments d'une situation sont nombreux. Des approches logiques et ontologiques ont été présentées. On a souligné le rôle de prototype causal que peut jouer l'expérience de l'efficace. Les aspects pragmatiques ont également été abordés : la détermination de la cause est toujours faite en référence à un questionnement particulier, qui contribue à déterminer le champ causal. A cet égard, les formes du discours jouent un rôle important, par leur capacité à répartir entre différents « plans » les éléments de la situation.

Le second chapitre traite de la représentation de la causalité dans les théories abordant la compréhension de textes sous l'angle du modèle de situation. Deux théories sont plus particulièrement étudiées : le modèle connexionniste Construction-Intégration (CI) de Walter Kintsch, qui propose une représentation dans le format amodal unique de la proposition, et le modèle d'indexation d'événements de Rolph Zwaan, qui définit la cohérence du modèle de situation en termes d'indexation dans cinq dimensions : le temps, l'espace, les protagonistes, la cause et les buts. Une analyse mathématique des paramètres du modèle CI indique qu'une distinction des dimensions de la cohérence dans le cadre de ce modèle est problématique, car il est difficile de mettre en rapport les caractéristiques techniques du modèle (propriétés de la matrice de connexion) avec leurs corrélats psychologiques ou sémantiques. Aucune caractéristique du modèle CI n'exclut a priori qu'une représentation satisfaisante des relations causales soit possible, mais cette représentation est mêlée aux autres aspects de la cohérence à travers le jeu des coefficients de connexion, ce qui rend impossible l'examen d'hypothèses spécifiques relatives à la causalité dans le modèle.

Par contraste, le modèle d'indexation d'événements met l'accent sur l'identification des aspects par lesquels le modèle de situation reflète la situation elle-même. Il est proposé que le modèle d'indexation peut être vu comme la recherche des dimensions de la situation par lesquelles le modèle de situation présente un caractère analogique. Une revue des travaux expérimentaux relatifs à l'approche multidimensionnelle indique que les dimensions proposées par le modèle sont pertinentes, mais qu'elles s'articulent de façon complexe. La dimension causale semble interagir de façon spécifique avec les dimensions du temps et de l'espace. Il est notamment possible que la causalité joue un rôle particulier dans la détermination du contour des événements, qui sont les unités élémentaires du modèle d'indexation. La question des unités et du format de la représentation est moins précisément

traitée par le modèle d'indexation. C'est pourquoi les hypothèses du modèle d'indexation relatives à la nature et au format des unités sont examinées, et situées non seulement par rapport à l'approche amodale du modèle CI, mais aussi par rapport au pôle opposé, à savoir l'approche perceptiviste de la représentation. Pour ce qui concerne la causalité dans le modèle d'indexation, les questions cruciales sont les suivantes : la relation causale peut-elle, comme le temps et l'espace, être décrite en termes de distances mentales reflétant les distances « objectives », ainsi que le proposent Zwaan et ses collaborateurs ? La dimension causale, comme aspect de la cohérence, peut-elle être mise sur le même plan que les autres aspects de la situation ? Le traitement de ces questions requiert une étude de la force causale, de ses propriétés et de ses facteurs dans une approche multidimensionnelle.

Plusieurs travaux de recherche antérieurs ont établi la pertinence de la notion de force causale dans le cadre du texte narratif. Ses déterminants ont été analysés en termes de catégories de causalité (physique, psychologique, motivationnelle, préconditions), ainsi qu'en termes logiques (nécessité et suffisance). Les buts et les plans constituent une catégorie très importante de causalité, qui se distingue des autres sortes de causalité par le fait que le nombre d'intermédiaires (textuels ou enchaînements causaux) entre l'expression d'un but et la réalisation d'une action dont ce but est la conséquence influe peu sur la force causale du couple. Les processus inférentiels jouent un rôle important dans l'établissement des relations causales. Le travail empirique présenté dans les chapitres III à VII visait, d'une part, à étudier la pertinence de la force causale mesurée par les jugements de plausibilité et sa topologie (i. e. en quoi elle présente des effets de distance comme les autres dimensions), dans le cadre de la représentation d'informations de chaînes causales issues de textes explicatifs. D'autre part, il s'agissait d'étudier les déterminants situationnels de la force causale, c'est-à-dire établir dans quelle mesure la force causale d'un couple peut être prédite par les descripteurs des autres dimensions de la cohérence. Les études se sont appuyées sur le recueil de jugements de plausibilité pour les couples de 14 chaînes causales de 7 éléments. Le choix de ces jugements comme estimation de la force causale relève au départ d'une volonté d'établir des résultats comparables dans la mesure du possible avec les résultats empiriques antérieurs. Il est cependant à remarquer que le choix des mots correspondant à l'échelle des jugements de la relation causale (par exemple « plausibilité » ou « vraisemblance ») est de peu d'effet sur le résultat. Le type de causalité étudié est la causalité factuelle, c'est-à-dire les enchaînements causaux qui ne relèvent ni du but ni de la dimension argumentative.

La relation de causalité dans les choses est en général plutôt décrite en termes qualitatifs (souvent logiques), spécifiques au domaine (à la loi causale qui s'applique). Pour cette relation qui, à la différence du temps et de l'espace, ne présente pas de mesure naturelle de la distance, les chaînes causales permettent de définir une mesure de distance « dans les choses », le degré de détail, que l'on peut faire varier en modulant le nombre d'enchaînements causaux reliant deux éléments. Il est alors possible d'étudier de quelle façon la force causale reflète le degré de détail, c'est-à-dire en quoi elle peut constituer une représentation analogique de la causalité comme dimension générale de la cohérence. Cinq conclusions peuvent être tirées des études 1 et 2 (chapitres IV et V). En premier lieu, elles établissent que la notion de force causale présente la même pertinence pour des contenus situationnels non narratifs que pour des contenus narratifs. La force causale s'avère une caractéristique stable des couples cause-conséquence, en particulier lorsque la familiarité vis-à-vis du domaine de la chaîne est contrôlé. La familiarité contribue positivement à la force causale. En second lieu, aucun effet de rang sur la force causale, ni aucune dynamique liée à l'élaboration progressive du contexte dans la chaîne causale, n'ont été observés. En troisième lieu, la distance causale mentale exprimée par la force causale reflète effectivement la distance causale « réelle » définie par le degré de détail. La relation entre le grossissement sur la situation donné par la chaîne causale et la force causale est monotone, contrairement à ce que l'on pouvait prédire pour des domaines où les connaissances jouent un rôle important. En quatrième lieu, l'analyse des profils de plausibilité chaîne par chaîne en fonction du degré de détail indiquent que l'effet du degré de détail s'exprime sur un mode discret binaire, et non comme un continuum, et que cet effet se lit plus clairement en termes d'interaction avec la contribution propre de chaque cause à la plausibilité. En cinquième lieu, l'échelle de la force causale présente deux seuils moyens absolus : d'une part, en dessous d'un certain niveau, la contraction (diminution du degré de détail) ne diminue pas la plausibilité. D'autre part, au-dessus d'un certain niveau, le développement (augmentation du degré de détail) n'augmente pas la plausibilité. Ces observations, jointes à la quatrième conclusion, et aux résultats de la littérature pour les enchaînements narratifs, contribuent à conforter le modèle selon lequel la force causale est corrélée à la probabilité de d'élaboration d'une inférence causale, et qu'elle comporte deux seuils, l'un au-dessus duquel aucune inférence de liaison n'est nécessaire, et l'un en-dessous duquel aucune inférence de liaison n'est entreprise.

A la suite de cette étude de la topologie de la force causale, les chapitres VI et VII présentent une étude des déterminants situationnels de la force causale. Une analyse a priori

(chapitre VI) fonde l'élaboration de descripteurs du temps, de l'espace et de la référence qui précisent et enrichissent l'approche binaire de ces dimensions par le modèle d'indexation multiple. Parallèlement, des descripteurs sémantiques de la relation causale, inspirés des approches philosophique et psychologique sont proposés, en vue de déterminer l'éventuel impact de types de causalité factuelle sur la force causale définis sur la base de ces descripteurs. Des analyses de régression multiple (chapitre VII) font émerger un ensemble robuste de prédicteurs significatifs de la force causale : la multiplicité temporelle, la contiguïté temporelle, la contiguïté spatiale, les répétitions, et les références anaphoriques. Ce modèle explique 41% de la variance de la force causale. Ainsi, chacune des dimensions de la cohérence envisagée par l'indexation multiple contribue significativement à l'explication de la force causale. Les descripteurs de la contiguïté utilisés comportent quatre niveaux ordonnés, dont les trois premiers représentent des niveaux décroissants de force de contiguïté (identité, chevauchement, juxtaposition), et le dernier correspond au cas de la non contiguïté. Les analyses indiquent que ces descripteurs de la contiguïté, comparés à des descripteurs binaires (contiguïté/non contiguïté) améliorent notablement l'explication de la force causale. L'ensemble de ces résultats suggère que l'indépendance entre la dimension causale et les dimensions situationnelles est moindre que ne le laisse supposer la prise en considération d'un seul descripteur binaire par dimension.

Quelles sont les conclusions permises par ces observations ? Du point de vue du modèle d'indexation multiple, ces résultats nuancent l'hypothèse d'égalité des dimensions. En effet, l'existence d'une forte redondance due à la prédictibilité d'une des dimensions par les autres dimensions signifie que les dimensions ne sont pas autant d'indices indépendants les uns des autres. On peut cependant envisager les choses sous un autre angle : les 59% de variance de la force causale que n'expliquent pas les autres dimensions montrent que la force causale ne peut être entièrement réduite aux propriétés des coordonnées situationnelles de la relation.

Dans quel sens ces résultats doivent-ils être interprétés ? Les analyses présentées ont montré que plus les couples sont temporellement et spatialement contigus (notamment), plus ils sont jugés plausibles. Mais le même résultat peut se formuler autrement : plus les couples sont plausibles, plus (souvent) ils sont contigus. Dans le premier cas, c'est une relation entre les caractéristiques temporelles, spatiales, et référentielles d'une relation cause-conséquence, d'une part, et un jugement force causale dans la représentation mentale de ce couple d'autre part. Dans le second cas, on considère la force causale comme une caractéristique

« primitive » de la relation cause-conséquence, et on observe que les propriétés spatiales et temporelles de la causalité ne sont pas réparties uniformément selon la plausibilité. La différence entre les deux approches tient au statut que l'on accorde à la plausibilité comme descripteur de la relation cause-conséquence : doit-elle être considérée comme un descripteur « primitif » de la relation, au même titre que les aspects temporels, spatiaux, et référentiels, ou bien cette mesure est-elle la résultante d'un processus d'évaluation reflétant certaines caractéristiques de la situation ? Dans la nomenclature proposée au chapitre II, la deuxième approche relève de la catégorisation, c'est-à-dire de l'accès direct à une information qualifiant la relation causale (et sa force). Dans ce cadre, les corrélations observées apportent des informations sur la causalité elle-même (dans les choses), une description de sa structure. Les corrélations indiquent des rapports entre un aspect propre à la causalité (sa force) et des aspects relatifs à d'autres dimensions : elles contribuent à une description du paysage causal, de la structure de la causalité (au sens de l'organisation non aléatoire des facteurs décrivant une situation donnée).

S'il est indéniable que les schémas jouent un rôle important dans la cohérence causale, il est plus délicat d'affirmer que l'évaluation de la causalité ne consiste qu'en cela. De plus, on ne voit pas comment la force causale d'une situation inconnue du lecteur (c'est le cas pour le matériel de nos études empiriques) pourrait être connue sans une forme d'évaluation s'appuyant sur les données du modèle de situation. Il paraît donc plus plausible que la causalité n'est pas « directement » appréhendée, mais résulte d'une évaluation. De ce point de vue, on peut considérer que les dimensions temporelle, spatiale et référentielle sont plus « primitives » que la causalité, en ce qu'elles sont « directement appréhendables » ; elles constituent de plus une condition préalable à la compréhension des relations causales, car elles lui fournissent son cadre et sa substance matérielle. Dans le cadre de cette approche, nos résultats établissent que les dimensions situationnelles peuvent constituer des indices de la présence d'une relation causale. Cette proposition est à notre connaissance la seule qui soit susceptible d'expliquer par quel moyen la plausibilité est estimée préalablement à la mise en œuvre d'une inférence de liaison. La plupart des théories (validation, déduction) tiennent l'inférence causale pour une opération coûteuse, et qui n'est pas systématiquement mise en œuvre. Or aucune théorie ne propose de mécanisme de décision pour la tentative d'élaboration d'une inférence de liaison. La forte prédictibilité de la force causale par les facteurs situationnels fournit la possibilité que les informations situationnelles soient la base

d'une heuristique « brutale » pour décider si la recherche de l'antécédent causal vaut la peine ou pas.

Nous avons mentionné au chapitre II les approches perceptivistes de la compréhension. Nos résultats ne confortent pas directement ces approches, mais ils peuvent s'intégrer naturellement dans leurs hypothèses pour rendre compte de la représentation de la relation causale. Selon les perceptivistes, le format perceptuel condense efficacement les informations des variables situationnelles (temps, espace, référence). L'approche perceptiviste ne fait en revanche pas d'hypothèse claire sur le format de la représentation causale pour autant qu'elle la suppose représentée en elle-même. Nos résultats, dans le cadre perceptiviste, suggèrent que l'heuristique proposée au précédent paragraphe est non seulement plausible du point de vue de la hiérarchie des choses que doit contenir la représentation, mais elle est aussi *économique* (car l'hypothèse centrale et implicite des théories perceptuelles est que le format perceptuel est plus économique car il utilise des sous-systèmes très efficaces du cerveau). En tout état de cause, les résultats présentés constituent une avancée sur la question de l'articulation entre la part modale (ou modalisable) de la représentation et sa part amodale : nous avons prouvé qu'il y a des liens forts entre des variables naturellement modalisables ou « analogisables », et la relation amodale par excellence, la causalité.

Dans l'optique de l'indexation multiple, un prolongement naturel du présent travail serait d'étudier le rôle de l'ensemble des descripteurs élaborés, joints à la force causale, dans la cohérence « globale » du modèle de situation. Les descripteurs situationnels ainsi enrichis, la force causale demeurerait-elle un prédicteur significatif de la facilité d'intégration, telle que la mesurent les temps de lecture ? Sur un plan plus large, on peut envisager deux voies d'extension du présent travail. Premièrement, l'approche de la force causale adoptée ici n'est pas dynamique, au sens où elle ne tient pas compte de l'évolution de la force causale en fonction du nombre de lectures. Or les résultats de Tapiero et al. (2002) indiquent que ce paramètre joue un rôle. La seconde voie concerne une question demeurant en grande partie inexplorée dans la compréhension de textes : le moyen par lequel le lecteur identifie comme unités pertinentes de sa représentation des événements ou épisodes. Le présent travail a souligné de nombreux indices du fait que la causalité joue un rôle important dans la définition même des frontières des unités-événements du modèle de situation. Une compréhension plus profonde de la dimension causale devra tenir compte de l'interaction entre la causalité et les événements. A cet égard, le rapprochement des idées de Zacks & Tversky (2001) avec celles de Zibetti, Tijus & Poitrenaud (2001) semble prometteur. Dans un travail sur la description

d'événements vus, Zibetti et al. (2001) proposent que l'interprétation des événements (en tant que caractérisés dans le temps et l'espace) en termes d'actions (i.e. en tant qu'entités liées à un but ou à une cause) est le résultat d'une catégorisation des objets de la situation en fonction de leurs propriétés. Au rang de ces propriétés figurent les actions que ces objets peuvent subir ou exécuter sur d'autres objets du contexte. Selon cette approche, les catégories d'objets reposent non seulement sur leurs propriétés de surface (perceptives) et leurs propriétés structurelles, mais aussi sur leurs propriétés liées à l'action (Cordier & Tijus, 2001), qui s'apparentent aux affordances. Cette conception de la catégorisation des objets éclaire d'une façon nouvelle le parallèle dressé par Zacks & Tversky (2001) entre les objets et les événements. Il nous semble possible d'explorer l'éventualité d'une catégorisation des événements perçus (directement, ou indirectement à travers le discours) par leurs « propriétés » causales.

Enfin, le choix de ne pas étudier les moyens d'expression de la causalité dans le présent travail en suggère deux extensions naturelles. Notre intention, en écartant de notre étude les marqueurs linguistiques de la causalité par l'utilisation de chaînes causales sans marqueurs, était de focaliser notre étude de la causalité sur le rapport entre la relation de causalité dans les choses et sa représentation. Cette limitation est importante : dans les productions « réelles », la causalité est souvent marquée lexicalement ou syntaxiquement. Les situations où la causalité est établie par le lecteur à partir des seuls éléments de la situation, en particulier dans le domaine de la connaissance scientifique, sont peut-être l'exception. Cependant, plusieurs travaux (par exemple Betsgen & Vonk, 1995 ; 2000 ; Noordman & Vonk, 1992) indiquent que la présence de marqueurs linguistiques ne se substitue pas au traitement des relations qu'ils expriment : une relation dans la situation et son expression par le texte interagissent mutuellement dans leurs effets sur la compréhension. Cette remarque formule non seulement une justification de l'étude de la part « non marquée » de la relation causale, mais aussi une limite de cette approche, car l'étude des aspects isolés n'est pas celle de leur combinaison. En particulier, le degré d'élaboration du contenu de la relation causale dépend à la fois des caractéristiques de la relation causale dans la situation et de la présence de marqueurs textuels de la causalité. Dans le cadre d'une approche globale des critères de cohérence en fonction de buts de lecture, le travail présenté ici peut être articulé à une approche moins restrictive de la compréhension de la causalité.

Les travaux sur les marques textuelles de la causalité suggèrent une autre extension du présent travail. L'approche de Nazarenko (2000), par contraste avec la nôtre (qui met l'accent

sur l'ontologie), propose une classification des marqueurs linguistiques de la causalité par les actes discursifs qu'ils expriment. Sa classification de connecteurs et locutions repose essentiellement sur la fonction discursive. De façon complémentaire avec les analyses de l'expression de la causalité à l'échelle du prédicat, Jackiewicz (1998) a présenté une tentative originale de recensement des marqueurs textuels de la causalité à partir de corpus textuels réels. Ces deux approches suggèrent, du point de vue du modèle de situation, une ouverture vers la représentation d'informations de nature plus pragmatique. Par exemple, Jackiewicz souligne (p. 274) que l'expression de la causalité est intimement liée à celle de l'agentivité et à celle des relations argumentatives. Du point de vue des marqueurs textuels (par exemple les connecteurs de cause), elle indique en particulier que la relation signifiée par les marqueurs de causalité est peut-être principalement une relation argumentative. Cette remarque suggère selon nous deux points. Le premier, c'est que l'approche de la causalité par son expression ne fournit pas à la théorie du modèle de situation une ontologie plus fiable que d'autres approches. Le second, c'est que les aspects argumentatifs, laissés de côté dans le présent travail, constituent cependant une facette importante de la dimension causale. En effet, les rapports entre causalité et argumentation dépassent la coïncidence des moyens de leur expression. Le lien est intime, à la fois formellement (réseau causal et réseau argumentatif, nature abstraite et non symétrique de la relation, ...) et sémantiquement : les relations de causalité sont parfois elles-mêmes des relations d'étayage argumentatif. La différence fondamentale entre les deux types de relations est que l'une appartient entièrement au monde référé (la causalité), tandis que l'autre appartient également au plan pragmatique de la structuration du discours. La nécessité de représenter spécifiquement le second type de relations (sont-elles déductibles des autres dimensions de la représentation ?) fait actuellement l'objet d'un débat (cf. Louwerse, 2002). Par ailleurs, les relations argumentatives sont le plus souvent abordées sous un angle normatif (celui de l'évaluation de la validité), sans distinction entre l'opération d'identification de l'existence d'un lien argumentatif et celle de son évaluation. La présente contribution à la compréhension de la notion de force causale fournira peut-être une base comparative et des outils à l'exploration du vaste domaine de l'argumentation.

Références bibliographiques

Ahn, W. K., Kalish, C. W., Medin, D. L., & Gelman, S. A. (1995). The role of covariation versus mechanism information in causal attribution. *Cognition*, 54, pp. 299-352.

Albrecht, J. E., & Myers, J. L. (1995). The role of context in accessing distant information during reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, pp. 1459-1468.

Albrecht, J. E., & O'Brien, E. J. (1993). Updating a mental model: Maintaining both local and global coherence. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19, pp. 1061-1070.

Anderson, A., Garrod, S. C., & Sanford, A. J. (1983). The accessibility of pronominal antecedents as a function of episode shifts in narrative texts. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, 35(A), pp. 427-440.

Anderson, J. R. (1974). Retrieval of propositional information from long-term memory. *Cognitive Psychology*, 6, pp. 451-474.

Anderson, J. R. (1983). A spreading activation theory of memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 22, pp. 261-295.

Anderson, J. R. (1993). *Rules of the mind*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Anderson, J. R., & Reder, L. M. (1999). The fan effect: new results and new theories. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128, pp. 186-197.
- Aristote (1952). *Physique. Texte établi et Traduit par Henri Carteron*. Paris: Les Belles Lettres.
- Auroux, S., & Weil, S. (1992). *Dictionnaire des auteurs et des thèmes de la philosophie*. Paris: Hachette éducation.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Barsalou, L. W. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, pp. 577-660.
- Bartlett, F. (1932). *Remembering*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Beauvois, J.-L., Joule, R. V., & Monteil, J. M. (1989). *Perspectives cognitives et conduites sociales, 2 : représentations et processus socio-cognitifs*. Cousset: DeVal.
- Ben Maïssa, A. (1982). La causalité et la probabilité chez D. Hume et dans le Neo-positivisme. Thèse de doctorat de l'université Paris IV.
- Berman, A., & Plemmons, R. J. (1979). *Nonnegative matrices in the mathematical sciences*. New-York: Academic Press.
- Berzonsky, M. D. (1971). The role of familiarity in children's explanations of physical causality. *Child development*, 42, pp. 705-715.
- Bestougeff, H., & Ligozat, G. (1989). *Outils logiques pour le traitement du temps. De la linguistique à l'intelligence artificielle*. Paris: Masson.
- Betsgen, Y., & Vonk, W. (1995). The role of temporal segmentation markers in discourse processing. *Discourse Processes*, 19, pp. 385-406.

- Betsgen, Y., & Vonk, W. (2000). Temporal adverbials as segmentation markers in discourse comprehension. *Journal of Memory and Language*, 42, pp. 74-87.
- Black, J.B., & Bower, G. H. (1980). Story understanding as problem solving. *Poetics*, 9, pp. 223-250.
- Black, J.B., Turner, T. J., & Bower, G. H. (1979). Point of view in narrative comprehension, memory and production. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 18, pp. 187-198.
- Bloom, C. P., Fletcher, C. R., van den Broek, P., Reitz, P., & Shapiro, B. P. (1990). An online assessment of causal reasoning during comprehension. *Memory and Cognition*, 18, pp. 65-71.
- Bower, G. H., Black, J.B., & Turner, T. J. (1979). Scripts in memory for texts. *Cognitive Psychology*, 11, pp. 177-220.
- Bower, G. H., & Rinck, M. (1999). Goals as generators of activation in narrative understanding. In Goldman, S. R., Graesser, A. C., & van den Broek, P. (Eds.), *Narrative comprehension, causality and coherence: Essays in honor of Tom Trabasso* (pp. 111-134). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Bransford, J., Barclay, C. A., & Franks, J. J. (1972). Sentence memory: A constructive versus interpretive approach. *Cognitive Psychology*, 3, pp. 193-209.
- Britton, B. K. (1994). Understanding expository text: Building mental structures to induce insights. In Gernsbacher, M. A. (Ed.), *Handbook of psycholinguistics* (pp. 651-674). San Diego, CA: Academic Press.
- Campion, N. (1996). Des conditions de génération des élaborations optionnelles dans la compréhension de textes narratifs. Thèse de doctorat de l'Université Paris XI.
- Campion, N., & Rossi, J.-P. (1999). Inférences et compréhension de textes. *L'Année Psychologique*, 99, pp. 493-530.

- Chafe, W.L. (1979). The flow of thought and the flow of language. In Givon, T. (Ed.), *Syntax and semantics, vol. 12: Discourse and syntax* (pp. 159-181). London: Academic Press.
- Claparède, E. (1903). *L'association des idées*. Paris: Doin.
- Cordier, F., & Tijus, C. (2001). Object properties : A typology. *Cahiers de psychologie cognitive*, 20, pp. 445-472.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 19, pp. 450-466.
- Davidson, D. (1967). Causal Relations. *Journal of Philosophy*, 64, pp. 691-703.
- Davidson, D. (1993). *Actions et événements. Traduit de l'Américain par Pascal Engel*. Paris: Presses Universitaires de France.
- de Vega, M., León, I., & Diaz, J. (1996). The representation of changing emotions in reading comprehension. *Cognition and Emotion*, 10, pp. 303-322.
- Denhière, G., & Baudet, S. (1992). *Lecture, compréhension de texte, et science cognitive*. Paris: P.U.F.
- Denis, M. (1998). Représentation. In Houdé, O., Kayser, D., Koenig, O., Proust, J., & Rastier, F. (Eds.), *Vocabulaire de sciences cognitives* (pp. 345-347). Paris: Presses Universitaires de France.
- Denis, M., & Cocude, M. (1992). Structural properties of visual images constructed from poorly or well-structured verbal descriptions. *Memory and Cognition*, 20, pp. 497-506.
- Denis, M., & Cocude, M. (1997). On the metric properties of visual images generated from verbal descriptions. *European Journal of Cognitive Psychology*, 9, pp. 353-379.
- Denis, M., & de Vega, M. (1993). Modèles mentaux et imagerie mentale. In Ehrlich, M.-F., Tardieu, H., & Cavazza, M. (Eds.), *Les modèles mentaux. Approche cognitive des représentations* (pp. 79-100). Paris: Masson.

- Dowty, D. R. (1986). The effects of aspectual class on the temporal structure of discourse: Semantics or pragmatics? *Linguistics and Philosophy*, 9, pp. 37-61.
- Ducasse, C. J. (1960). David Hume on Causation. In Madden, E. H. (Ed.), *Theories of Scientific Method* (pp. 144-152). Washington, D.C.: University of Washington Press.
- Ducrot, O., & Schaeffer, J.-M. (1995). *Nouveau dictionnaire encyclopédique des sciences du langage*. Paris: Seuil.
- Duffy, S. A., Shinjo, M., & Myers, J. L. (1990). The effect of encoding task on memory for sentence pairs varying in causal relatedness. *Journal of Memory and Language*, 29, pp. 27-42.
- Einhorn, H. J., & Hogarth, R. M. (1986). Judging probable cause. *Psychological Bulletin*, Vol. 99, N° 1, pp. 3-19
- Emmet, D. (1984). *The effectiveness of causes*. London: MacMillan.
- Engel, P. (1996). *Philosophie et psychologie*. Paris: Gallimard.
- Ericsson, K. A., & Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102, pp. 211-245.
- Fayol, M. (1985). *Le récit et sa construction : une approche de psychologie cognitive*. Genève: Delachaux-Niestlé.
- Fleischman, S. (1990). *Tense and Narrativity*. Austin: University of Texas Press.
- Fletcher, C. R., & Bloom, C. P. (1988). Causal reasoning in the comprehension of simple narratives. *Journal of Memory and Language*, 27, pp. 235-244.
- Fontenelle, B. (1686). *Entretiens sur la pluralité des mondes*. Amsterdam: Pierre Mortier.

- François, J. (1990). Classement sémantique des prédications et méthode psycholinguistique d'analyse propositionnelle. *Cognition et langage*, J. François et G. Denhière (eds). *Langages*, 100, pp. 6-25.
- Franklin, N., & Tversky, A. (1990). Searching imagined environments. *Journal of Experimental Psychology: General*, 119, pp. 63-76.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2000). Differential roles for visospatial and verbal working memory in situation model construction. *Journal of Experimental Psychology: General*, 129, pp. 61-83.
- Garrod, S. C., & Sanford, A. J. (1977). Interpreting anaphoric relations: the interpretation of semantic information while reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 16, pp. 77-90.
- Garvey, C., & Caramazza, A. (1974). Implicit causality in verbs. *Linguistic Inquiry*, 5, pp. 459-464.
- Gernsbacher, M. A. (1990). *Language comprehension as structure building*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gernsbacher, M. A. (1997). Two decades of structure building. *Discourse Processes*, 23, pp. 265-304.
- Gernsbacher, M. A., Goldsmith, H. H., & Robertson, D. A. (1992). Do readers mentally represent fictional character's emotional states? *Cognition and Emotion*, 6, pp. 89-111.
- Gibson, J. J. (1977). The theory of affordances. In Shaw, R., & Bransford, J. (Eds.), *Perceiving, acting, and knowing: toward an ecological psychology* (pp. 67-82). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Giora, R. (1985). What's a coherent text? In Sözer, E. (Ed.), *Text connexity, text coherence. Aspects, methods, results* (pp. 16-35). Hamburg: Hemut Buske Verlag.

- Givon, T. (1995). Coherence in text vs. coherence in mind. In Gernsbacher, M. A., & Givon, T. (Eds.), *Coherence in spontaneous text* (pp. 59-115). Amsterdam: Benjamins.
- Glanzer, M., & Nolan, S. D. (1986). Memory mechanisms in text comprehension. In Bower, G. H. (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (pp. 275-317). NY: Academic Press.
- Glenberg, A. M., Kruloy, P., & Langston, M. C. (1994). Analogical processes in comprehension: simulation of a mental model. In Gernsbacher, M. A. (Ed.), *Handbook of psycholinguistics* (pp. 609-640). San Diego, CA: Academic Press.
- Glenberg, A. M., Meyer, M., & Lindem, K. (1987). Mental models contribute to the foregrounding during text comprehension. *Journal of Memory and Language*, 26, pp. 69-83.
- Glenberg, A. M., & Robertson, D. A. (1999). Indexical understanding of instructions. *Discourse Processes*, 28, pp. 1-26.
- Goldman, S. R., & Rakestraw, J. A. (2000). Structural aspects of constructing meaning from text. In Kamil, M. L., Mosenthal, P. B., Pearson, P. D., & Barr, R. (Eds.), *Handbook of reading research, vol III* (pp. 311-335). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Goldman, S. R., Varma, S., & Coté, N. (1996). Extending capacity-constrained construction-integration: towards "smarter" and flexible models of text comprehension. In Britton, B. K., & Graesser, A. C. (Eds.), *Models of understanding text* (pp. 73-113). Mahwah, New Jersey: LEA.
- Graesser, A. C., Millis, K. K., & Zwaan, R. A. (1997). Discourse Comprehension. *Annual Review of Psychology*, 48, pp. 163-189.
- Graesser, A. C., Singer, M., & Trabasso, T. (1994). Constructing inferences during narrative text comprehension. *Psychological Review*, 101, pp. 371-395.

- Gray Wilson, S., Rinck, M., McNamara, D. S., & Morrow, D. G. (1993). Mental models and narrative comprehension: some qualifications. *Journal of Memory and Language*, 32, pp. 141-154.
- Grice, H. P. (1975). Logic and conversation. In Cole, O., & Morgan, D. (Eds.), *Syntax and semantics 3* (pp. 41-58). New-Tork: Academic Press.
- Guha, A., & Rossi, J.-P. (2001). Convergence of the integration dynamics of the Construction-Integration model. *Journal of Mathematical Psychology*, 45, pp. 335-369.
- Haberlandt, K., & Bingham, G. (1978). Verbs contribute to the coherence of brief narratives: Reading related and unrelated sentence triples. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 17, pp. 419-425.
- Halbwachs, F. (1971). Causalité linéaire et causalité circulaire en physique. In Bunge, M., Halbwachs, F., Kuhn, T. S., Piaget, J., & Rosenfeld, L. (Eds.), *Les théories de la causalité* (pp. 39-110). Paris: Presses Universitaires de France.
- Halldorson, M., & Singer, M. (2002). Inference processes: Integrating relevant knowledge and text information. *Discourse Processes*, 34, pp. 145-161.
- Halliday, M. A., & Hasan, R. (1994). *Cohesion in english*. London: Longman.
- Hanson, N. R. (1958). *Patterns of discovery: An inquiry into the conceptual foundations of science*. Cambridge: Cambridge university press.
- Hare, P. H., & Madden, E. H. (1975). *Causing, perceiving and believing*. Dodrecht: Reidel.
- Hart, H. L. A., & Honoré, A. M. (1959). *Causation in the law*. Oxford: .
- Heider, F. (1944). Social perception and phenomenal causality. *Psychological Review*, 51, pp. 358-374.
- Heider, F. (1958). *The psychology of interpersonal relations*. New-York: Wiley.

- Henry, J. (1988). Newton, matter, and magic. In Fauvel, J., Flood, R., Shortland, M., & Wilson, R. (Eds.), *Let Newton be!* (pp. 127-145). Oxford: Oxford University Press.
- Hewstone, M. R. C. (1989). *Causal Attribution*. Cambridge, MA: Basil Blackwell.
- Hilton, D.J. (1990). Conversational Processes and Causal Explanation. *Psychological Bulletin*, 107, pp. 65-81.
- Hilton, D.J., & Slugoski, B. R. (1986). Knowledge-based causal attribution : the abnormal conditions focus model. *Psychological Review*, 93, pp. 75-88.
- Honderich, T. (1995). *The Oxford Companion to Philosophy*. Oxford: Oxford University Press.
- Hume, D. (1983). *Enquête sur l'entendement humain*. Paris: Garnier-Flammarion.
- Hume, D. (1995). *Traité de la nature humaine, Livre I (De l'entendement)*. Paris: GF-Flammarion.
- Jackiewicz, A. (1998). L'expression de la causalité dans les textes. Contribution au filtrage sémantique par une méthode informatique d'exploration contextuelle. Thèse de doctorat de l'université Paris IV.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jones, E. E., & Harris, V. A. (1967). The attribution of attitudes. *Journal of Experimental Social Psychology*, 3, pp. 1-24.
- Kaakinen, J. K., Hyönä, J., & Keenan, J. M. (2002). Perspective effects on online text processing. *Discourse Processes*, 33, pp. 159-173.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1982). The simulation heuristic. In Kahneman, D., Slovic, & Tversky, A. (Eds.), *Judgment under uncertainty : Heuristics and Biases* (pp. 201-208). Cambridge: Cambridge University Press.

- Kant, E. (1986). *Prolégomènes à toute métaphysique future qui pourra se présenter comme science*. Trad. Louis Guillermit. Paris: Vrin.
- Kaschak, M. P., & Glenberg, A. M. (2000). Constructing meaning: the role of affordances and grammatical constructions in sentence comprehension. *Journal of Memory and Language*, 43, pp. 508-529.
- Keenan, J. M., Baillet, S. D., & Brown, P. (1984). The effects of causal cohesion on comprehension and memory. *Journal of Memory and Language*, 23, pp. 115-126.
- Kekenbosch, C. (1999). Analyse de textes. In Ghiglione, R., & Richard, J.-F. (Eds.), *Cours de Psychologie. IV. Mesures et analyses* (pp. 290-303). Paris: Dunod.
- Kellenbach, M. L., Wijers, A. A., & Mulder, G. (2000). Visual semantic features are activated during the processing of concrete words: event related potential evidence for perceptual semantic priming. *Cognitive Brain Research*, 10, pp. 67-75.
- Kintsch, W. (1974). *The representation of meaning in memory*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: a construction-integration model. *Psychological Review*, 95, pp. 163-182.
- Kintsch, W. (1991). The rôle of knowledge in discourse comprehension: a Construction-Integration model. In Denhière, G., & Rossi, J.-P. (Eds.), *Text and text processing* (pp. 107-153). Oxford: North-Holland.
- Kintsch, W. (1992). How readers construct situation models for stories: The role of syntactic cues and causal inferences. In Healy, A. F., Kosslyn, S. M., & Shiffrin, R. M. (Eds.), *From learning processes to cognitive processes: Essays in honor of William K. Estes* (pp. 261-278). Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension. A paradigm for cognition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kintsch, W. (2001). Predication. *Cognitive Science*, 25, pp. 173-202.

- Kintsch, W., Mandel, T., & Kozminsky, E. (1977). Summarizing scrambled stories. *Memory and Cognition*, 5, pp. 547-552.
- Kintsch, W., & van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85, pp. 363-394.
- Kintsch, W., & Welsch, D. M. (1991). The Construction-Integration model: A framework for studying memory for text. In Hockley, W., & Lewandowsky, S. (Eds.), *Relating theory and data: Essays on human memory in honour of Bennet B. Murdock* (pp. 367-386). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kintsch, W., Welsch, D. M., Schmalhofer, F., & Zimny, S. (1990). Sentence memory: theoretical analysis. *Journal of Memory and Language*, 29, pp. 133-159.
- Kuhn, T. S. (1971). Les notions de causalité dans le développement de la physique. In Bunge, M., Halbwachs, F., Kuhn, T. S., Piaget, J., & Rosenfeld, L. (Eds.), *Les théories de la causalité* (pp. 7-18). Paris: Presses Universitaires de France.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1985). *Les métaphores dans la vie quotidienne (trad. Michel Deformel et Jean-Jacques Lecercle)*. Paris: Editions de Minuit.
- Lalande, A. (2002). *Vocabulaire technique et critique de la philosophie (10ème édition)*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Landauer, T. K., & Dumais, S. T. (1997). A solution to Plato's problem: The Latent Semantic Analysis theory of acquisition, induction, and representation of knowledge. *Psychological Review*, 104, pp. 211-240.
- Largeault, J. (1991). Description et explication. In *Encyclopaedia Universalis* (pp. 249-255).
- Lassiter, G. D., Stone, J. I., & Rogers, S. L. (1988). Memorial consequences of variation in behavior perception. *Journal of Experimental Social Psychology*, 24, pp. 222-239.
- Le Ny, J. F. (1989). *Sciences cognitives et représentation du langage*. Paris: Presses Universitaires de France.

- Lebart, L., Morineau, A., & Piron, M. (1995). *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Paris: Dunod.
- Lebreton, K., & Eustache, F. (2002). Apports de l'imagerie fonctionnelle cérébrale à la modélisation des effets d'amorçage. *L'Année Psychologique*, 102, pp. 299-320.
- Lécuyer, R., Pêcheux, M.-G., & Streri, A. (1996). *Le développement cognitif du nourrisson. Tome 2*. Paris: Nathan.
- Leon, J. A., Peñalba, G., & Pérez, O. (2002). « Causality and the order of information in comprehension of scientific discourse ». Communication orale à la 12th annual meeting of the Society for Text and Discourse, Chicago, 27-30 juin.
- Leslie, A. L. (1988). The necessity of illusion: Perception and thought in infancy. In Weiskrantz, L. (Ed.), *Thought Without Language* Oxford: Clarendon.
- Louwerse, M. (2002). The cognitive source of coherence: Toward a parametrisation of coherence relations. *Cognitive Linguistics*, 13, pp. 291-315.
- Mackie, J. L. (1974). *The cement of the universe*. Oxford: Clarendon Press.
- Magliano, J. P., & Schleich, M. C. (2000). Verb aspect and situation models. *Discourse Processes*, 29, pp. 83-112.
- Maine de Biran, . (1834). *Nouvelles considérations sur les rapports du physique et du moral de l'homme*. Paris: Ladrance.
- Mandler, J.M. (1986). On the comprehension of temporal order. *Language and Cognitive Processes*, 1, pp. 309-320.
- McKoon, G., & Ratcliff, R. (1988). Contextually relevant aspects of meaning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 14, pp. 331-343.
- McKoon, G., & Ratcliff, R. (1992). Inference during reading. *Psychological Review*, 99, pp. 440-466.

- McNamara, D. S., Kintsch, E., Songer, N. B., & Kintsch, W. (1996). Are good texts always better? Interactions of text coherence, background knowledge, and levels of understanding in learning from text. *Cognition and Instruction*, 14, pp. 1-43.
- McNamara, D. S., & Kintsch, W. (1996). Learning from texts: effects of prior knowledge and text coherence. *Discourse Processes*, 22, pp. 247-2883.
- Michotte, A. (1953). *La perception de la causalité*. Louvain: Publications universitaires de Louvain.
- Michotte, A. (1962). *Causalité, permanence, et réalité phénoménales*. Louvain: Publications universitaires de Louvain.
- Mill, J. S. (1973). *A System of Logic Ratiocinative and Inductive*. Toronto: University of Toronto Press.
- Miller, G. A., & Johnson-Laird, P. N. (1976). *Language and perception*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Millis, K. K., & Graesser, A. C. (1994). The time-course of constructing Knowledge-based inferences for scientific texts. *Journal of Memory and Language*, 33, pp. 583-599.
- Minsky, M. (1975). *The psychology of computer vision*. New-York: Mac Graw Hill.
- Molinari, G. (2002). Apprentissage à partir de textes et d'images: le rôle des connaissances initiales, de leur adéquation à la structure du domaine, et de la cohérence textuelle. Thèse de doctorat de l'université Lyon 2.
- Morrow, D. G. (1985). Prominent characters and events organize narrative understanding. *Journal of Memory and Language*, 24, pp. 304-319.
- Morrow, D. G., Bower, G. H., & Greenspan, S.L. (1989). Updating situation models during narrative comprehension. *Journal of Memory and Language*, 28, pp. 292-312.

- Morrow, D. G., Greenspan, S.L., & Bower, G. H. (1987). Accessibility and situation models in narrative comprehension. *Journal of Memory and Language*, 26, pp. 165-187.
- Myers, J. L., O'Brien, E. J., Albrecht, J. E., & Mason, R. A. (1994). Maintaining global coherence during reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20, pp. 876-886.
- Myers, J. L., Shinjo, M., & Duffy, S. A. (1987). Degree of causal relatedness and memory. *Journal of Memory and Language*, 26, pp. 453-465.
- Nazarenko, A. (2000). *La cause et son expression en français*. Paris: Ophrys.
- Newtson, D. (1973). Attribution and the unit of perception of ongoing behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 28, pp. 28-38.
- Noordman, L. G. M., & Vonk, W. (1992). Readers' knowledge and the control of inferences in reading. *Language and Cognitive Processes*, 7, pp. 373-391.
- Noordman, L. G. M., & Vonk, W. (1998). Memory-based processing in understanding causal information. *Discourse Processes*, 26, pp. 191-212.
- Noordman, L. G. M., Vonk, W., & Kempff, H.J. (1992). Causal inferences during the reading of expository texts. *Journal of Memory and Language*, 31, pp. 573-590.
- O'Brien, E. J., & Myers, J. L. (1987). The role of causal connections in the retrieval of text. *Memory and Cognition*, 15, pp. 419-427.
- Ohtsuka, K., & Brewer, W.F. (1992). Discourse organization in the comprehension of temporal order in narrative texts. *Discourse Processes*, 15, pp. 317-336.
- Omanson, R. C. (1982). The relation between centrality and story category variation. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 21, pp. 326-337.
- Otero, J., & Kintsch, W. (1992). Failures to detect contradictions in a text: What readers believe versus what they read. *Psychological Science*, 3, pp. 229-235.

- Pazzani, M. J. (1990). *Creating a memory of causal relationships*. Hillsdale, NJ: LEA.
- Pecher, D., Zeelenberg, R., & Raaijmakers, J. G. W. (1998). Does Pizza activate coin? Perceptual priming in lexical decision and pronunciation. *Journal of Memory and Language*, 38, pp. 401-418.
- Piaget, J. (1925). De quelques formes primitives de la causalité chez l'enfant. *L'Année Psychologique*, 26, pp. 31-71.
- Piaget, J. (1927). *La causalité physique chez l'enfant*. Paris: Alcan.
- Piaget, J. (1971). *Les explications causales*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Piaget, J. (1996). *La construction du réel chez l'enfant. (1ère édition 1967)*. Lausanne: delachaux et Niestlé.
- Pottier, B. (2000). *Représentations mentales et catégorisations linguistiques*. Louvain: Peeters.
- Potts, G. R., & Peterson, S. B. (1985). Incorporation versus compartmentalization in memory for discourse. *Journal of Memory and Language*, 24, pp. 107-118.
- Quintana, M.-P. (2000). Influence des forces de connexion causale sur la construction d'une représentation en mémoire sous forme de réseau. Thèse de doctorat de l'université Lyon 2.
- Raaijmakers, J. G. W., & Shiffrin, R. M. (1981). Search of associative memory. *Psychological Review*, 88, pp. 93-134.
- Radvansky, G. A., & Copeland, D.E. (2000). Functionality and spatial relations in memory and language. *Memory and Cognition*, 28, pp. 987-992.
- Radvansky, G. A., Spieler, D. H., & Zacks, R. T. (1993). Mental model organization. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19, pp. 95-114.

- Radvansky, G. A., & Zacks, R. T. (1991). Mental models and the fan effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17, pp. 940-953.
- Radvansky, G. A., Zwaan, R. A., Federico, T., & Franklin, N. (1998). Retrieval from temporally organized situation models. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 24, pp. 1224-1237.
- Rayner, K., & Pollatsek, A. (1989). *The psychology of reading*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Rinck, M., & Bower, G. H. (1995). Anaphora resolution and the focus of attention in situation models. *Journal of Memory and Language*, 34, pp. 110-131.
- Rinck, M., & Bower, G. H. (2000). Temporal and spatial distance in situation models. *Memory and Cognition*, 28, pp. 1310-1320.
- Rodenhausen, H. (1991). Connectionist models of decision making. In Doignon, J.-P., & Falmagne, J.-C. (Eds.), *Mathematical psychology: Current developments* (pp. 203-210). New-York: Springer-Verlag.
- Rodenhausen, H. (1992). Mathematical Aspects of Kintsch's Model of Discourse Comprehension. *Psychological Review*, 99, pp. 547-549.
- Roese, N. J. (1997). Counterfactual thinking. *Psychological Bulletin*, 121, pp. 133-148.
- Rossi, J.-P. (1990). The function of frame in the comprehension of scientific text. *Journal of Educational Psychology*, 82, pp. 727-732.
- Rossi, J.-P., & Bert-Erboul, A. (1991). Sélection des informations importantes et compréhension de textes. *Psychologie Française*, 36, pp. 135-142.
- Russell, B. (1989). *Problèmes de philosophie*. Paris: Payot.
- Schank, R. C. (1975). The structure of episodes in memory. In Bobrow, D. G., & Collins, A. (Eds.), *Representation and understanding* New-York: Academic Press.

- Schank, R. C., & Abelson, R.P. (1977). *Scripts, plans, goals and understanding*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Schmalhofer, F., & Glavanov, D. (1986). Three components of understanding a programmer's manual: Verbatim, propositional, and situational representations. *Journal of Memory and Language*, 25, pp. 279-294.
- Schmalhofer, F., McDaniel, M. A., & Keefe, D. (2002). A unified model for predictive and bridging inferences. *Discourse Processes*, 33, pp. 105-132.
- Scott Rich, S., & Taylor, H. A. (2000). Not all narrative shifts function equally. *Memory and Cognition*, 28, pp. 1257-1266.
- Serlin, E., & Beauvois, J.-L. (1991). Explications ordinaires des événements psychologiques : esquisse d'une méthode d'analyse du discours explicatif, la M.A.E.C. *European Bulletin of Cognitive Psychology*, 11, pp. 454-480.
- Shah, P., & Miyake, A. (1996). The separability of working memory resources for spatial thinking and language processing: An individual differences approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 125, pp. 1-24.
- Singer, M. (1993). Causal bridging inferences: validating consistent and inconsistent sequences. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 47, pp. 340-359.
- Singer, M. (1996). Comprehending consistent and inconsistent causal text sequences: A construction-integration analysis. *Discourse Processes*, 21, pp. 1-21.
- Singer, M., & Ferreira, F. (1983). Inferring consequences in story comprehension. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 22, pp. 437-448.
- Singer, M., & Halldorson, M. (1996). Constructing and validating motive bridging inferences. *Cognitive Psychology*, 30, pp. 1-38.
- Singer, M., Halldorson, M., Lear, M., & Andrusiak, P. (1992). Validation of causal bridging inferences. *Journal of Memory and Language*, 31, pp. 507-524.

- Singer, M., Revlin, R., & Halldorson, M. (1990). Bridging-inferences and enthymemes. In Graesser, A. C., & Bower, G. H. (Eds.), *The Psychology of learning and motivation: Inferences and text comprehension* (pp. 35-51). San Diego: Academic Press.
- Singer, M., & Ritchot, K. F. M. (1996). The role of working memory capacity and knowledge access in text inference processing. *Memory and Cognition*, 24, pp. 733-743.
- Spelke, E. (1994). Initial knowledge, six suggestions. *Cognition*, 50, pp. 431-445.
- Spelke, E. (2000). Core Knowledge. *American Psychologist*, 55, pp. 1233-1243.
- Stein, N. L., & Glenn, C. G. (1979). An analysis of story comprehension in elementary school children. In Freedle, R. O. (Ed.), *Advances in discourse processes (vol 2): new directions in discourse processing*. Norwood, NJ: Ablex.
- Talmy, L. (1988). Force dynamics in language and cognition. *Cognitive Science*, 12, pp. 49-100.
- Tapiero, I. (2000). Construire une représentation cohérente: Structures, relations et connaissances. Thèse d'habilitation à diriger des recherches de l'Université Lyon 2.
- Tapiero, I., & Blanc, N. (2001). Vers la prise en compte de la caractéristique multidimensionnelle des représentations mentales construites à partir des textes narratifs : apports théoriques, empiriques, et questions. *L'Année Psychologique*, 101, pp. 655-682.
- Tapiero, I., & Denhière, G. (1995). Simulating recall and recognition by using Kintsch's Construction-Integration model. In Weaver, C. A., Mannes, S., & Fletcher, C. R. (Eds.), *Discourse comprehension. Essays in honor of Walter Kintsch* (pp. 211-232). Hillsdale, New Jersey: LEA.
- Tapiero, I., van den Broek, P., & Quintana, M.-P. (2002). The mental representation of narrative texts as networks: The role of necessity and sufficiency in the detection of different types of causal relations. *Discourse Processes*, 34, pp. 237-258.

- Thorndyke, P. W., & Yekovich, F. R. (1980). A critique of schema-based theories of human story memory. *Poetics*, 9, pp. 23-49.
- Till, R. E., Mross, E. F., & Kintsch, W. (1988). Time course of priming for associates and inference words in a discourse context. *Memory and Cognition*, 16, pp. 283-298.
- Trabasso, T., & Bartolone, J. (2002). Explanation-based, dynamic understanding and the selection of causes in counterfactual reasoning. *Communication orale à la 12th annual meeting of the Society for Text and Discourse*, Chicago, 27-30 juin.
- Trabasso, T., & Magliano, J. P. (1996). Conscious understanding during comprehension. *Discourse Processes*, 21, pp. 255-287.
- Trabasso, T., & Sperry, L. L. (1985). Causal relatedness and the importance of story events. *Journal of Memory and Language*, 24, pp. 595-611.
- Trabasso, T., & Suh, S. Y. (1993). Understanding text: Achieving explanatory coherence through online inferences and mental operations in working memory. *Discourse Processes*, 16, pp. 3-34.
- Trabasso, T., & van den Broek, P. (1985). Causal thinking and the representation of narrative events. *Journal of Memory and Language*, 24, pp. 612-630.
- Trabasso, T., van den Broek, P., & Suh, S. Y. (1989). Logical necessity and transitivity of causal relations in stories. *Discourse Processes*, 12, pp. 1-25.
- Traxler, M., Sanford, A. J., Aked, J., & Moxey, L. (1997). Processing causal and diagnostic statements in discourse. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 23, pp. 88-101.
- Tulving, E., & Schacter, D. L. (1990). Priming and human memory systems. *Science*, 247, pp. 301-306.
- Tversky, B., Taylor, H. A., & Mainwaring, S. (1997). Langage et perspective spatiale. In Denis, M. (Ed), *Langage et cognition spatiale* (pp. 25-49). Paris: Masson.

- Vallacher, R. R., & Wegner, D. M. (1987). What do people think they're doing? Action identification and human behavior. *Psychological Review*, 94, pp. 3-15.
- van den Broek, P. (1988). The effects of causal relations and hierarchical position on the importance of story statements. *Journal of Memory and Language*, 27, pp. 1-22.
- van den Broek, P. (1990a). Causal inferences and the comprehension of narrative texts. In Graesser, A. C., & Bower, G. H. (Eds.), *The Psychology of learning and motivation: Inferences and text comprehension* (pp. 175-194). San Diego: Academic Press.
- van den Broek, P. (1990b). Causal inferences and the comprehension of narrative texts. In Graesser, A. C., & Bower, G. H. (Eds.), *The Psychology of learning and motivation: Inferences and text comprehension* (pp. 175-194). San Diego: Academic Press.
- van den Broek, P., & Gustafson, M. (1999). Comprehension and memory for texts: three generations of reading research. In Goldman, S. R., Graesser, A. C., & van den Broek, P. (Eds.), *Narrative comprehension, causality and coherence: Essays in honor of Tom Trabasso* (pp. 15-34). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- van den Broek, P., & Lorch, R. F. (1993). Network representation of causal relations in memory for narrative texts: Evidence from primed recognition. *Discourse Processes*, 16, pp. 75-98.
- van den Broek, P., Lorch, R. F., Linderholm, T., & Gustafson, M. (2001). The effect of readers' goals on inference generation and memory for text. *Memory and Cognition*, 29, pp. 1081-1087.
- van den Broek, P., Ridsen, K., Fletcher, C. R., & Thurlow, R. (1996). A "Landscape" View of Reading: Fluctuating Patterns of Activation and the Construction of a Stable Memory Representation. In Britton, B. K., & Graesser, A. C. (Eds.), *Models of understanding text* (pp. 165-187). Mahwah, New Jersey: LEA.
- van den Broek, P., & Trabasso, T. (1986). Causal networks versus goal hierarchies in summarizing text. *Discourse Processes*, 9, pp. 1-15.

- van Dijk, T. A. (1977). *Text and context: Explorations in the semantics and the pragmatics of discourse*. London: Longman.
- van Dijk, T. A., & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. London: Academic Press.
- Warren, W. H., Nicholas, D. W., & Trabasso, T. (1979). Event chains and inferences in understanding narratives. In Freedle, R. O. (Ed.), *Advances in discourse processes (vol 2): new directions in discourse processing*. Norwood, NJ: Ablex.
- White, P. A. (1988). Causal processing: Origins and development. *Psychological Bulletin*, 104, pp. 36-52.
- White, P. A. (1990). Ideas about causation in philosophy and psychology. *Psychological Bulletin*, 108, pp. 3-18.
- Wilson, C. (1992). Euler on action-at-distance and fundamental equations in continuum mechanics. In Harman, P. M., & Shapiro, A. E. (Eds.), *The investigation of difficult things: essays on Newton and the history of exact sciences* (pp. 399-420). Cambridge: Cambridge University Press.
- Zacks, J. M., & Tversky, B. (2001). Event structure in perception and conception. *Psychological Bulletin*, 127, pp. 3-21.
- Zibetti, E., Tijus, C., & Poitrenaud, S. (2001). La construction de la représentation de l'action perçue. *Intellectica*, 32, pp. 123-153.
- Zwaan, R. A. (1993). *Aspects of literary comprehension. A cognitive approach*. Amsterdam: John Benjamins.
- Zwaan, R. A. (1996). Toward a model of Literary Comprehension. In Britton, B. K., & Graesser, A. C. (Eds.), *Models of understanding text* (pp. 241-255). Mahwah, New Jersey: LEA.

- Zwaan, R. A. (1999a). Embodied cognition, perceptual symbols, and situation models. *Discourse Processes*, 28, pp. 81-88.
- Zwaan, R. A. (1999b). Five dimensions of narrative comprehension: the event-indexing model. In Goldman, S. R., Graesser, A. C., & van den Broek, P. (Eds.), *Narrative comprehension, causality and coherence: Essays in honor of Tom Trabasso* (pp. 93-110). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Zwaan, R. A., Langston, M. C., & Graesser, A. C. (1995). The construction of situation models in narrative comprehension: An event-indexing model. *Psychological Science*, 6, pp. 292-297.
- Zwaan, R. A., Madden, C. J., & Whitten, S. N. (2000). The presence of an event in the narrated situation affects its availability to the comprehender. *Memory and Cognition*, 28, pp. 1022-1028.
- Zwaan, R. A., Magliano, J. P., & Graesser, A. C. (1995). Dimensions of situation model construction in narrative comprehension. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, pp. 386-397.
- Zwaan, R. A., & Radvansky, G. A. (1998). Situation models in language comprehension and memory. *Psychological Bulletin*, 123, pp. 162-185.
- Zwaan, R. A., Radvansky, G. A., Hilliard, A.E., & Curiel, J. M. (1998). Constructing multidimensional situation models during reading. *Scientific studies of reading*, 2, pp. 199-220.
- Zwaan, R. A., Stanfield, R. A., & Yaxley, R. H. (2002). Language comprehenders mentally represent the shapes of objects. *Psychological Science*, 13, pp. 168-171.
- Zwaan, R. A., van den Broek, P., Truitt, T. P., & Sundermeier, B. (1996). Causal coherence and the accessibility of objects locations in narrative comprehension. *Abstracts of the psychonomic society*, 1, pp. 50.

Zwaan, R. A., & van Oostendorp, H. (1993). Do readers construct spatial representations during naturalistic story comprehension? *Discourse Processes*, 16, pp. 125-143.

Table des matières

SOMMAIRE.....	9
INTRODUCTION	13
PARTIE I LA CAUSALITE: DEFINITION, CARACTERISATIONS, COMPREHENSION.....	17
CHAPITRE I LA CAUSALITE : DEFINITIONS, QUESTIONS.....	19
I - 1 Définir la causalité : outils d’approche.....	20
I - 1.1 Causal ou pas causal ?	20
I - 1.2 La notion de cause : le pendule épistémologique.	23
I - 1.3 Qu’est-ce que la causalité ?	26
I - 1.3.1 Hume : critique de la conception « productiviste » de la causalité	27
I - 1.3.2 Après Hume : asseoir la méthode scientifique.....	30
I - 1.3.3 Persistance du rationalisme	31
I - 1.3.4 Davidson : la description n’est pas la chose	33
I - 2 Questions sur la causalité.....	35
I - 2.1 Loi causale et occurrences particulières	36
I - 2.2 Multiplicité des causes.....	37
I - 2.2.1 sélection par des moyens logiques.....	37
a Nécessité, suffisance	37
b Les critères de John Stuart Mill.....	39
c Les conditions INUS de Mackie	40
I - 2.2.2 Sélection a priori de l’angle de vue	45
a Immanence et transcience.....	45
b Stable / transitoire	46
c La personne comme cause privilégiée	47
I - 2.2.3 Sélection en fonction de l’objectif pragmatique	48
I - 2.2.4 Multiplicité des causes: figure et fond.....	49
I - 2.3 Degré de détail : chaînes causales	49
I - 2.3.1 Causes enchaînées, causes ordonnées : cause première et causes secondes	49
I - 2.3.2 Cause directe ou indirecte.....	50
I - 2.4 Expérience de la causalité.....	52
I - 2.4.1 Volonté : cause prochaine et finale.....	52
I - 2.4.2 Expérience de l’efficace et apprentissage de la causalité.....	54
I - 2.4.3 Approche de la « perception directe de la causalité »	55
I - 2.4.4 L’action volontaire comme prototype de la causalité	60

I - 2.4.5	Typologies d'objets fondées sur le rapport à l'expérience subjective de la causalité	61
I - 2.5	Causalité et discours	62
I - 2.5.1	causes et raisons	62
I - 2.5.2	Causes du monde/causes du discours	63
I - 2.5.3	Causes « plus profondes » : le discours comme référentiel	65
I - 3	Conclusion.....	67
CHAPITRE II	LA RELATION DE CAUSALITE DANS UNE APPROCHE MULTIDIMENSIONNELLE DE LA	
COMPREHENSION DE TEXTES	69
II - 1	Compréhension, cohérence, et modèle de situation	70
II - 1.1	Définition de la cohérence textuelle	70
II - 1.2	Niveaux de représentation, modèle de situation	73
II - 1.3	Structures de connaissances impliquées dans la cohérence	77
II - 1.4	Paramètres influant sur la cohérence de la représentation	81
II - 2	Types de liens de cohérence dans le modèle de situation	85
II - 2.1	Les dimensions de la cohérence du modèle de situation	86
II - 2.1.1	Référence	86
II - 2.1.2	Causalité	88
II - 2.1.3	Espace	89
II - 2.1.4	Temps	91
II - 2.1.5	Autres types de relations de cohérence	96
II - 2.2	Approche multidimensionnelle du modèle de situation.....	97
II - 2.2.1	Un cadre intégratif global : le modèle d'indexation d'événements	97
II - 2.2.2	Intégrations partielles.....	104
a	<i>Causalité et espace</i>	104
b	<i>Espace et référence</i>	105
c	<i>Temps et référence</i>	107
d	<i>Espace et temps</i>	108
e	<i>Espace, temps et référence</i>	110
f	<i>La notion d'événement</i>	111
II - 2.2.3	Quelles sont les unités de représentation dans l'indexation multiple ?.....	113
II - 2.3	Approche unifiée de la construction d'une représentation : le modèle Construction-Intégration..	116
II - 2.3.1	Présentation du modèle	117
II - 2.3.2	Analyse du modèle.....	120
a	<i>Entrée, sortie, paramètres</i>	122
b	<i>Résumé de la formalisation mathématique du système</i>	122
c	<i>Résultats antérieurs</i>	123
d	<i>Caractérisation algébrique des points d'équilibre</i>	123
e	<i>Caractérisation des attracteurs</i>	124
f	<i>Critères pour la convergence et le nombre d'attracteurs</i>	126
II - 2.3.3	Conclusion de l'analyse	127
II - 2.4	Compatibilité des deux approches	130
II - 2.4.1	Format de la représentation vs. nature des informations représentées.....	130
II - 2.4.2	Cinq dimensions : analogie et format de la représentation	133
a	<i>Représentations analogiques</i>	133
b	<i>L'analogie comme principe implicite de l'indexation multiple</i>	134
c	<i>Perception et représentations analogiques</i>	135
d	<i>Approche perceptiviste de la représentation</i>	136
e	<i>Indexation multiple et approche perceptiviste</i>	138
II - 2.4.3	Conclusion	140
II - 3	Le rôle de la causalité dans le modèle de situation	141
II - 3.1	Cohérence causale dans la compréhension de textes	142
II - 3.1.1	Représentation du texte par ses liens causaux : chemin causal, réseau causal	142
a	<i>Chaîne causale</i>	142
b	<i>Réseau causal : réseau de transitions récursif de Trabasso et al.</i>	143
II - 3.1.2	Degrés du lien causal : la force causale.....	151
a	<i>Force causale perçue</i>	152
b	<i>Réseau causal, critères de la causalité, et force causale</i>	155
II - 3.1.3	Traitement en ligne de la connexion causale.....	161
a	<i>Contexte théorique : types d'inférence</i>	162
b	<i>Quelles sont les inférences rétrogrades élaborées en cours de lecture ?</i>	163
c	<i>Contenu informationnel des inférences causales rétrogrades</i>	167

<i>d</i>	<i>Inférences et force causale</i>	169
<i>e</i>	<i>Modèle de validation de Singer</i>	173
<i>f</i>	<i>Coût temporel de la causalité</i>	176
II - 3.2	Typologie des approches de la causalité : le rôle des connaissances et rôle du raisonnement.....	179
II - 3.2.1	Validation (avec raisonnement, avec connaissances).....	184
II - 3.2.2	Déduction (avec raisonnement, sans connaissances).....	187
II - 3.2.3	Perception (sans raisonnement, sans connaissances).....	190
II - 3.2.4	Catégorisation (sans raisonnement, avec connaissances).....	192
II - 3.2.5	Conclusion	195
II - 4	Conclusion	196
PARTIE 2 ETUDE EMPIRIQUE DE LA FORCE CAUSALE DANS LES CHAINES CAUSALES EXPLICATIVES		
		203
CHAPITRE III OBJECTIFS DE L'APPROCHE EMPIRIQUE		
		205
III - 1	Décrire la notion de distance causale dans le contexte des chaînes causales	205
III - 2	Topologie de la distance causale	207
III - 2.1	Distance causale et degré de détail	208
I - 1.2	Distance causale et dynamique textuelle	210
I - 1.3	Distance causale et inférences	212
I - 1.4	familiarité et distance causale	214
I - 3	Expliquer la causalité par des facteurs situationnels	215
I - 3.1	Une causalité « sans logique ».....	217
I - 3.1.1	Approche parcimonieuse de l'établissement du lien causal.....	217
I - 3.1.2	Nécessité et suffisance sont des mesures de la force causale.....	217
I - 3.2	Un défi pour la conception analogique de la représentation	220
I - 3.3	schémas de causalité	221
I - 4	Champ de l'étude	223
I - 4.1.1	Causalité issue d'un texte de vulgarisation.....	223
I - 4.1.2	Type de causalité traité dans l'étude.....	225
I - 1.1.3	Forme linguistique du matériel.....	227
CHAPITRE IV TOPOLOGIE DE LA DISTANCE CAUSALE (ETUDE 1)		
		229
IV - 1	Définition des termes utilisés et des variables étudiées	230
IV - 1.1	Chaîne causale	230
IV - 1.2	Couple, enchaînement	230
IV - 1.3	Distance causale, force causale.....	230
IV - 1.4	Rang, rang de présentation, combinaison	231
IV - 1.5	Taille du couple, couples initiaux, sauts.	232
IV - 2	Méthode	232
IV - 2.1	Matériel.....	232
IV - 2.1.1	Elaboration des chaînes causales initiales	232
IV - 2.1.2	Plan de l'étude	233
IV - 2.1.3	Variables	235
IV - 2.2	Participants	236
IV - 2.3	Procédure.....	236
IV - 3	Résultats	239
I - 1.1	Résultats généraux	239
I - 1.1.1	Données analysées.....	239
I - 1.1.2	Résultats généraux pour la plausibilité	240
I - 1.1.3	Effet de la condition	242
I - 1.2	Dynamique textuelle de la plausibilité.....	242
I - 1.2.1	Effet de la combinaison pour les couples initiaux	243
I - 1.2.2	Effet du rang de présentation.....	244
I - 1.2.3	Discussion	246

I - 1.3	Effet de la taille.....	246
I - 1.3.1	Effet global de la taille	247
a	<i>Statistiques descriptives</i>	247
b	<i>Taille(2) x Conséquence (5) x chaîne(6)</i>	249
c	<i>Taille(3) x Conséquence(2) x chaîne(6)</i>	249
d	<i>Taille(5) x Chaîne (6) à rang constant (conséquence = 7)</i>	250
e	<i>Interaction avec le rang de la cause</i>	250
f	<i>Taille(2) x RP(3) x Chaîne(6)</i>	251
g	<i>Taille(3) x RP(2) x Chaîne(6)</i>	252
h	<i>discussion sur l'effet global de la taille</i>	252
I - 1.3.2	profils par chaîne : exceptions, paliers, interaction.....	253
a	<i>effet de la taille sur les enchaînements spécifiques : comparaisons individuelles</i>	253
b	<i>profil en deux niveaux</i>	256
c	<i>profil d'interaction avec la courbe des couples initiaux</i>	257
I - 1.4	Interaction entre taille et niveau de plausibilité	260
I - 1.4.1	Méthodologie de l'analyse, définitions.....	261
a	<i>paramètres des analyses : développement, contraction, conséquence fixe, cause fixe</i>	261
b	<i>organisation des données</i>	262
c	<i>lecture des graphiques</i>	266
I - 1.4.2	Analyses	266
a	<i>portée des analyses</i>	266
b	<i>Développement à conséquence fixe</i>	266
c	<i>Développement à cause fixe</i>	267
d	<i>Contraction à conséquence fixe</i>	268
e	<i>Contraction à cause fixe</i>	268
I - 1.4.3	Conclusion des analyses par niveau et taille relative	268
I - 1.5	Familiarité et plausibilité	272
I - 1.5.1	interprétation du sens de la relation entre ces deux variables	272
I - 1.5.2	Résultats généraux pour la familiarité	272
I - 1.5.3	Plausibilité et familiarité.....	273
I - 1.5.4	Dynamique textuelle et familiarité	276
I - 1.5.5	Taille et familiarité	278
I - 1.5.6	Discussion sur la familiarité	278
I - 1.6	Discussion.....	278
CHAPITRE V	TOPOLOGIE DE LA DISTANCE CAUSALE (ETUDE 2)	283
V - 1	Objectif de l'étude	283
V - 2	Méthode	284
V - 2.1	Plan de l'étude	284
V - 2.2	Procédure.....	287
V - 2.2.1	Choix du mot désignant le jugement.....	287
V - 2.2.2	Ordinateurs portables.....	287
V - 2.2.3	Modifications liées à la mesure du temps de jugement	288
V - 2.2.4	déroulement de la séance	291
V - 2.3	Participants	291
V - 2.4	Variables dépendantes	292
V - 3	Résultats	292
V - 3.1	Comparaison avec l'étude n°1	292
V - 3.1.1	Données analysées	292
V - 3.1.2	Effet de la condition pour l'étude 2	293
V - 3.1.3	Etude et jugements bruts.....	293
V - 3.1.4	Étude et familiarité	295
V - 3.1.5	Elaboration de la variable DJ4.....	295
I - 1.1.6	Conclusion.....	296
I - 1.2	Résultats généraux pour la plausibilité (Etude 2)	297
I - 1.2.1	Précision méthodologique	297
I - 1.2.2	Plausibilité (DJ1).....	298
I - 1.2.3	Plausibilité (DJ4).....	300
I - 1.3	Dynamique textuelle.....	301
I - 1.3.1	Effet de la combinaison pour les couples initiaux	301
I - 1.3.2	Rang de présentation	303
I - 1.4	Effet de la taille.....	303
I - 1.4.1	Effet de la taille à conséquence fixe	303

I - 1.4.2	Profils par chaîne.....	304
a	<i>Comparaisons individuelles entre items</i>	304
b	<i>Profils d'interaction avec la courbe des couples initiaux</i>	308
I - 1.5	Interaction entre taille et niveau de plausibilité.....	315
I - 1.6	Familiarité.....	317
V - 1.7	Temps de jugement.....	321
V - 1.7.1	Observations analysées.....	321
V - 1.7.2	Dynamique textuelle.....	322
V - 1.7.3	Relation entre degré de détail et temps de jugement.....	323
V - 1.7.4	Facteurs du temps de jugement.....	325
V - 1.8	Conclusion.....	328
CHAPITRE VI ANALYSE A PRIORI DES FACTEURS DESCRIPTIFS DE LA RELATION CAUSALE		335
VI - 1	Principes de l'analyse a priori de la cohérence temporelle, spatiale et référentielle	335
VI - 1.1	La dimension temporelle et la dimension spatiale.....	336
VI - 1.1.1	Analyse des aspects de la continuité temporelle.....	336
a	<i>la continuité comme contiguïté et ses limites</i>	336
b	<i>échelle temporelle (et échelle spatiale)</i>	337
c	<i>Echelle et contexte</i>	341
d	<i>Simultanéité et contiguïté</i>	343
e	<i>temps et multiplicité</i>	343
f	<i>nécessité pour le texte explicatif de prendre en compte une plus grande variété de situations : inscription</i>	343
VI - 1.1.2	aspects de la continuité spatiale.....	344
VI - 1.1.3	Rôle du contexte dans la valuation des descripteurs.....	344
VI - 1.2	Descripteurs de la continuité référentielle.....	344
VI - 1.2.1	Définition et nature des référents.....	344
VI - 1.2.2	référence, temps et espace.....	347
VI - 1.2.3	continuité et discontinuité référentielles.....	348
a	<i>Nouveaux référents / continuité de présence</i>	348
b	<i>Partage d'arguments</i>	349
c	<i>Multiplicité</i>	349
VI - 2	Catégorisations sémantiques de la causalité.....	350
CHAPITRE VII PREDICTION DE LA PLAUSIBILITE PAR DES FACTEURS SITUATIONNELS ET SEMANTIQUES		353
VII - 1	Codage des variables descriptives.....	353
VII - 1.1	Descripteurs de la continuité temporelle, spatiale et référentielle.....	354
VII - 1.1.1	Descripteurs temporels.....	354
VII - 1.1.2	Descripteurs spatiaux.....	356
VII - 1.1.3	Descripteurs référentiels.....	357
VII - 1.1.4	Descripteurs sémantiques.....	358
VII - 1.1.5	Autres variables.....	359
VII - 1.2	Fiche d'instructions pour le codage des variables.....	360
VII - 1.2.1	Remarque préalable concernant les variables spatiales et temporelles.....	360
VII - 1.2.2	Descripteurs du temps.....	360
VII - 1.2.3	Descripteurs de l'espace.....	364
VII - 1.2.4	Descripteurs de la référence.....	367
VII - 1.2.5	Variables sémantiques.....	367
VII - 1.2.6	Variables de contrôle.....	369
VII - 1.2.7	Exemple 2 – inscription relative dans l'espace.....	370
VII - 1.2.8	Exemple 3 – discontinuité d'échelle et multiplicité.....	371
VII - 1.3	Procédure de codage.....	374
VII - 1.4	Difficultés rencontrées.....	374
VII - 2	Analyse des résultats	376
VII - 2.1	Précisions méthodologiques et terminologiques.....	377
VII - 2.1.1	Méthodologie et conventions.....	377
VII - 2.1.2	Facteurs de contrôle.....	377
VII - 2.2	Inscription temporelle et spatiale.....	379
VII - 2.3	Facteurs de multiplicité et de continuité de multiplicité.....	379
VII - 2.3.1	Statistiques descriptives.....	380
a	<i>Corrélations à l'intérieur des dimensions (xMulti et xDisMult dans chaque dimension)</i>	380
b	<i>Variables de multiplicité (xMulti inter-dimensions)</i>	381

c	Variables de continuité de la multiplicité (xDisMult inter-dimensions).....	381
d	Relations inter-dimensions entre les deux types de variables	381
VII - 2.3.2	Régression multiple	382
VII - 2.4	Facteurs temporels	383
VII - 2.4.1	Statistiques descriptives	383
VII - 2.4.2	Régression multiple	384
VII - 2.5	Facteurs spatiaux	385
VII - 2.5.1	Statistiques descriptives	385
VII - 2.5.2	Régression multiple	386
VII - 2.6	Facteurs référentiels.....	387
VII - 2.6.1	Statistiques descriptives	387
VII - 2.6.2	Régression multiple	388
VII - 2.7	Synthèse des analyses par dimension	389
VII - 2.8	modèle situationnel.....	390
VII - 2.8.1	Statistiques descriptives des relations inter-dimensions.....	390
a	Relations entre variables temporelles et spatiales.....	390
b	Relations entre les variables référentielles et les variables temporelles et spatiales.....	391
VII - 2.8.2	Equation de régression.....	391
a	Choix des variables de régression	391
b	Analyses de régression.....	392
c	Interprétation par dimension ou par type de descripteurs	393
d	Implications de nos résultats sur le modèle d'indexation d'événements.....	395
VII - 2.9	Descripteurs sémantiques	397
VII - 2.9.1	Effet des descripteurs sémantiques	398
a	Statistiques descriptives.....	398
b	Régression multiple	398
VII - 2.9.2	Relation avec les descripteurs situationnels	398
a	Analyse des corrélations avec les descripteurs sémantiques et situationnels	398
b	Analyses en composantes principales (ACP).....	399
VII - 2.9.3	Contrôle des variables situationnelles	402
VII - 2.10	Conclusion.....	405
CONCLUSION.....		409
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES		419
TABLE DES MATIERES		443
ANNEXES		452
ANNEXE A MATERIEL DES ETUDES 1 ET 2.....		453
A-1	Chaînes causales de l'étude 1.....	455
A-2	Chaînes causales de l'étude 2.....	459
ANNEXE B ETUDE 1 : PLAUSIBILITE PAR COMBINAISON ET ANALYSES.....		463
B-1	Jugements de plausibilité (DJ1) par combinaison	465
B-1.1	Comment lire les graphiques ?	466
B-1.2	Toutes chaînes confondues	469
B-1.3	Chaîne 1.....	470
B-1.4	Chaîne 2.....	471
B-1.5	Chaîne 3.....	472
B-1.6	Chaîne 4.....	473

B-1.7	Chaîne 5.....	474
B-1.8	Chaîne 6.....	475
B-2	Comparaisons post hoc de la plausibilité (DJ1) par combinaison.....	477
B-2.1	Toutes chaînes confondues	478
B-2.2	Chaîne 1	478
B-2.3	Chaîne 2.....	479
B-2.4	Chaîne 3.....	479
B-2.5	Chaîne 4.....	480
B-2.6	Chaîne 5.....	480
B-2.7	Chaîne 6.....	481
B-3	ANOVAS de l'étude 1	483
B-3.1	ANOVA DJ1 Chaîne(6) x Position(6).....	484
B-3.2	ANOVA DJ1 RP(6) x Chaîne(6).....	485
B-3.3	ANOVA DJ1 Taille(2) x Conséquence(5) x Chaîne(6).....	486
B-3.4	ANOVA DJ1 Taille(3) x Conséquence(2) x Chaîne(6).....	487
B-3.5	ANOVA DJ1 Taille(5) x Chaîne(6) à conséquence fixe=7	488
B-3.6	ANOVA DJ1 Taille(2) x Cause(5) x Chaîne(6)	490
B-3.7	ANOVA DJ1 Taille(3) x Cause(2) x Chaîne(6)	491
B-3.8	ANOVA DJ1 Taille(4) x Chaîne(6) à cause fixe=1.....	493
B-3.9	ANOVA DJ1 Taille(2) x RP(3) x Chaîne(6)	494
B-3.10	ANOVA DJ1 Taille(3) x RP(2) x Chaîne(6)	496
B-4	Plausibilité par niveau et taille relative	497
B-4.1	Développement à conséquence fixe.....	498
B-4.2	Développement à cause fixe	500
B-4.3	Contraction à conséquence fixe	502
B-4.4	Contraction à cause fixe	504
ANNEXE C ETUDE 2 : PLAUSIBILITE PAR COMBINAISON ET ANALYSES		507
C-1	Données descriptives et analyses pour la comparaison des études 1 et 2.....	509
C-1.1	Effets du groupe de chaînes, de la condition et de la version	510
C-1.2	Effet de l'étude sur la plausibilité brute (global et Etude x Chaîne, moyennes par item).....	510
C-1.3	Plausibilité par chaîne et par étude (items).....	511
C-1.4	Effet de l'étude sur la plausibilité brute (global et Etude x Chaîne, moyennes par participant)....	512
C-1.5	Plausibilité par chaîne et par étude (participants).....	512
C-1.6	Effet de l'étude sur la plausibilité brute (Etude x Couple)	513
C-1.7	Familiarité par chaîne et par étude.....	514
C-1.8	Effet de l'étude sur la familiarité (global et Etude x Chaînes).....	515
C-1.9	Effet de l'étude sur DJ3 (global et Etude x Chaîne, moyennes par item).....	515
C-1.10	DJ3 par chaîne et par étude (moyennes par item).....	516
C-1.11	Effet de l'étude sur DJ3 (global et Etude x Chaîne, moyennes par participant)	517
C-1.12	Effet de l'étude sur DJ3 (globale Etude x Chaîne, moyennes par participant)	517
C-1.13	Effet de l'étude sur DJ3 (Etude x Couple).....	518
C-1.14	Effet de l'étude sur DJ4 (global et Etude x Chaîne, moyennes par item).....	519
C-1.15	DJ4 par chaîne et par étude (moyennes par item).....	519
C-1.16	Effet de l'étude sur DJ4 (Etude x Couple).....	520
C-2	Jugements de plausibilité (DJ1) par combinaison	521
C-2.1	Toutes chaînes confondues	522
C-2.2	Chaîne 1	523
C-2.3	Chaîne 2.....	524
C-2.4	Chaîne 3.....	525
C-2.5	Chaîne 4.....	526
C-2.6	Chaîne 5.....	527
C-2.7	Chaîne 6.....	528
C-2.8	Chaîne 7.....	529
C-2.9	Chaîne 8.....	530

C-2.10	Chaîne 9.....	531
C-2.11	Chaîne 10.....	532
C-2.12	Chaîne 11.....	532
C-2.13	Chaîne 12.....	533
C-2.14	Chaîne 13.....	534
C-2.15	Chaîne 14.....	535
C-3	Comparaisons post hoc de la plausibilité (DJ1) par combinaison.....	537
C-3.1	Toutes chaînes confondues (items).....	538
C-3.2	Chaîne 1.....	538
C-3.3	Chaîne 2.....	538
C-3.4	Chaîne 3.....	538
C-3.5	Chaîne 4.....	538
C-3.6	Chaîne 5.....	538
C-3.7	Chaîne 6.....	538
C-3.8	Chaîne 7.....	538
C-3.9	Chaîne 8.....	539
C-3.10	Chaîne 9.....	539
C-3.11	Chaîne 10.....	539
C-3.12	Chaîne 11.....	539
C-3.13	Chaîne 12.....	539
C-3.14	Chaîne 13.....	539
C-3.15	Chaîne 14.....	539
C-4	Jugements de plausibilité (DJ4) par combinaison	541
C-4.1	Toutes chaînes confondues	542
C-4.2	Chaîne 1.....	542
C-4.3	Chaîne2.....	543
C-4.4	Chaîne3.....	544
C-4.5	Chaîne4.....	545
C-4.6	Chaîne5.....	546
C-4.7	Chaîne 6.....	547
C-4.8	Chaîne 7.....	548
C-4.9	Chaîne 8.....	549
C-4.10	Chaîne 9.....	550
C-4.11	Chaîne 10.....	551
C-4.12	Chaîne 11.....	552
C-4.13	Chaîne 12.....	553
C-4.14	Chaîne 13.....	554
C-4.15	Chaîne 14.....	555
C-5	Comparaisons post hoc de la plausibilité (DJ4) par combinaison.....	557
C-5.1	Toutes chaînes confondues (items).....	558
C-5.2	Toutes chaînes confondues	558
C-5.3	Chaîne 1.....	558
C-5.4	Chaîne 2.....	558
C-5.5	Chaîne 3.....	558
C-5.6	Chaîne 4.....	558
C-5.7	Chaîne 5.....	558
C-5.8	Chaîne 6.....	559
C-5.9	Chaîne 7.....	559
C-5.10	Chaîne 8.....	559
C-5.11	Chaîne 9.....	559
C-5.12	Chaîne 10.....	559
C-5.13	Chaîne 11.....	559
C-5.14	Chaîne 12.....	559
C-5.15	Chaîne 13.....	559
C-5.16	Chaîne 14.....	560
C-6	ANOVAS de l'étude 2	562
C-6.1	ANOVA DJ1 Chaîne x Combinaison (cples initiaux).....	563

C-6.2	ANOVA DJ4 Chaîne x Combinaison (cples initiaux).....	563
C-6.3	ANOVA DJ1 par RP x Chaîne x Courbe	563
C-6.4	ANOVA DJ4 par RP x Chaîne x Courbe	563
C-6.5	ANOVA DJ1 Taille x Chaîne pour les couples de conséquence 7	564
C-6.6	ANOVA DJ4 Taille x Chaîne pour les couples de conséquence 7	564
C-6.7	ANOVA DJ1 Chaîne (13) x Familiarité (4)	564
C-6.8	ANOVA DJ4 Chaîne (13) x Familiarité(4)	564
C-6.9	ANOVA DJ1 NivFam(3) x Taille(5).....	564
C-6.10	ANOVA DJ4 NivFam(3) x Taille(5).....	565
C-6.11	ANOVA T1 Chaîne(14) x Combinaison(6) couples initiaux	565
C-6.12	ANOVA T2 Chaîne(14) x Combinaison(6) couples initiaux	565
C-6.13	ANOVA T3 Chaîne(14) x Combinaison(6) couples initiaux	565
C-6.14	ANOVA T1 RP(4) x Courbe(2) x Chaîne(14).....	565
C-6.15	ANOVA T2 RP(4) x Courbe(2) x Chaîne(14).....	565
C-6.16	ANOVA T3 RP(4) x Courbe(2) x Chaîne(14).....	565
C-6.17	ANOVA T1 Combinaison(2) x Chaîne(14) à conséquence fixe	565
C-6.18	ANOVA T2 Combinaison(2) x Chaîne(14) à conséquence fixe	566
C-6.19	ANOVA T3 Combinaison(2) x Chaîne(14) à conséquence fixe	566
C-6.20	ANOVA T1 Combinaison(2) x Chaîne(14) à cause fixe.....	566
C-6.21	ANOVA T2 Combinaison(2) x Chaîne(14) à cause fixe.....	566
C-6.22	ANOVA T3 Combinaison(2) x Chaîne(14) à cause fixe.....	566
C-7	Plausibilité par niveau et taille relative	568
C-7.1	Développement à conséquence fixe (DJ1).....	569
C-7.2	Contraction à conséquence fixe (DJ1).....	571
C-7.3	Développement à conséquence fixe (DJ4).....	572
C-7.4	Contraction à conséquence fixe (DJ4).....	573
ANNEXE D DONNEES DESCRIPTIVES ET ANALYSES DU CHAPITRE VII.....		576
D-1	Effets bruts des variables.....	578
D-1.1	Effets bruts des variables binaires	579
D-1.2	Effets bruts des Variables TMultipl, SMultipl et RMultipl.....	579
D-1.3	Effet bruts des variables TCtg, SCTg, et NbNouvPro	579
D-2	Synthèses de régression.....	580
D-2.1	Variables d'inscription	581
D-2.2	Variables de multiplicité.....	581
D-2.3	Variables temporelles	583
D-2.4	Variables spatiales	584
D-2.5	Variables référentielles	585
D-2.6	Modèle situationnel	587
D-2.7	Variables sémantiques	588
D-2.8	Régressions de contrôle	589
D-3	Analyses en composantes principales	590

Annexes

Annexe A Matériel des études 1 et 2

A-1 Chaînes causales de l'étude 1

Chaîne 1

- 1 Les avalanches détruisent tout sur leur passage
- 2 Elles entraînent les arbres en bas des pentes
- 3 Elles créent de grands couloirs dégagés
- 4 Les sols profitent pleinement du soleil
- 5 De nombreuses plantes peuvent se développer
- 6 Les ours mâles et femelles viennent dans les couloirs d'avalanches
- 7 Les ours se reproduisent plus facilement

Chaîne 2

- 1 El Niño traverse l'océan Pacifique
- 2 Le courant marin chaud atteint l'Antarctique
- 3 La température de l'eau augmente
- 4 La faune marine est perturbée par la chaleur
- 5 Poissons, mollusques et crustacés disparaissent
- 6 La chaîne alimentaire est rompue
- 7 Les oiseaux quittent l'Antarctique

Chaîne 3

- 1 Un astéroïde géant percute la terre
- 2 Une énorme masse de poussière est soulevée
- 3 La lumière du soleil est masquée
- 4 La photosynthèse est empêchée
- 5 Les plantes et le plancton disparaissent
- 6 Toutes les espèces sont touchées
- 7 Les dinosaures disparaissent

Chaîne 4

- 1 La Chine s'industrialise très vite
- 2 Usines, centrales et voitures se multiplient
- 3 Les rejets d'hydrocarbures augmentent
- 4 La pollution devient inquiétante
- 5 L'atmosphère devient irrespirable
- 6 Les maladies pulmonaires se développent
- 7 L'Organisation Mondiale pour la Santé tire la sonnette d'alarme

Chaîne 5

- 1 De grands barrages sont construits autour de la Méditerranée
- 2 L'apport d'eau douce diminue constamment
- 3 La salinité de la mer augmente
- 4 L'eau devient plus dense
- 5 La circulation de l'eau est perturbée
- 6 Les courants de l'Atlantique sont détournés
- 7 Le climat de l'Europe est modifié

Chaîne 6

- 1 L'usage de pesticides dans l'agriculture s'intensifie
- 2 Les aliments contiennent de plus en plus de pesticides
- 3 Les femmes enceintes ingèrent des pesticides
- 4 Les foetus assimilent les pesticides
- 5 Le système hormonal des enfants est perturbé
- 6 La puberté est plus précoce
- 7 Les risques de cancer augmentent à l'âge adulte

A-2 Chaînes causales de l'étude 2

Le matériel de l'étude 2 fut élaboré à partir des chaînes 1 à 6 de l'étude 1 (présentées en A-1), auxquelles furent adjointes les chaînes 7 à 14 présentées ci-dessous.

Chaîne 7

- 1 La forêt du Kamtchatka, habitat du merle à plastron, est voisine d'une zone d'industrialisation non contrôlée
- 2 La teneur de l'atmosphère en particules acides augmente
- 3 L'acidité de l'atmosphère modifie la composition chimique des feuilles
- 4 Les chenilles consommatrices de feuilles ingèrent moins de calcium
- 5 L'équilibre alimentaire du merle à plastron est modifié
- 6 La coquille de ses oeufs est amincie
- 7 Les embryons du merle à plastron sont rendus plus vulnérables

Chaîne 8

- 1 Le coyote, principal prédateur de l'oiseau de brousse californien, a besoin d'un important espace vital
- 2 Il ne peut pas vivre dans les zones fragmentées par l'urbanisme
- 3 Il quitte progressivement le sud de la Californie
- 4 Le renard et le raton-laveur occupent son ancien territoire de chasse
- 5 Ces prédateurs de l'oiseau de brousse prolifèrent
- 6 L'oiseau de brousse se trouve menacé par un plus grand nombre de prédateurs qu'avant
- 7 Sa population décroît rapidement

Chaîne 9

- 1 Les conditions d'hygiène au Bengale sont catastrophiques
- 2 50% de la population de cette région est infectée par une bactérie vivant dans l'estomac
- 3 Le nombre de cas d'ulcères augmente exponentiellement
- 4 La prescription d'antibiotiques par les médecins s'est accrue
- 5 Les bactéries deviennent de plus en plus résistantes
- 6 Les traitements sont de plus en plus inefficaces et coûteux
- 7 La recherche sur les vaccins s'intensifie

Chaîne 10

- 1 La société Flavour Tomato a modifié le génome de ses tomates
- 2 Les tomates restent plus longtemps sur leur plant
- 3 Elles deviennent plus grosses et plus fermes
- 4 Les tomates explosent plus facilement lors d'un choc
- 5 Les fruits s'écrasent au cours des chaînes de transport
- 6 Ils deviennent inexploitable
- 7 Les parts de marché de la société Flavour Tomato diminuent

Chaîne 11

- 1 Jusqu'en 1990, la vallée de la Marne, en Champagne, n'était pas desservie par une voie ferrée
- 2 La SNCF a comblé cette lacune en installant une ligne
- 3 Un remblai fut construit pour soutenir les rails sur le flanc de la colline
- 4 L'air froid nocturne ne peut plus descendre au fond de la vallée
- 5 Les vignobles des coteaux, sensibles au froid, risquent de geler
- 6 La production du vin est menacée
- 7 Les producteurs de vin riverains réclament des subventions

Chaîne 12

- 1 Les agriculteurs américains augmentent leur production
- 2 Ils utilisent d'énormes quantités d'engrais organiques
- 3 L'apport de matière organique dans les rivières augmente
- 4 Les modifications du milieu favorisent la croissance d'une espèce d'algues
- 5 Ces algues consommatrices d'oxygène envahissent toutes les eaux douces
- 6 Le taux d'oxygène y diminue
- 7 Les poissons quittent les rivières américaines

Chaîne 13

- 1 Dans le parc Kruger en Afrique, la population d'éléphants menace d'exploser
- 2 Les vétérinaires ont mis en place un programme de contraception qui consiste en l'injection d'hormones aux
- 3 Ces hormones bloquent l'ovulation tout en stimulant les chaleurs
- 4 Les chaleurs des femelles sont renforcées
- 5 Les mâles sont surexcités
- 6 Ils prennent d'assaut les femelles
- 7 Les vétérinaires craignent pour la santé des éléphantesses qui sont épuisées

Chaîne 14

- 1 Les japonais ont besoin de travailler et d'être utiles pour se sentir bien
- 2 Ils refusent de prendre des vacances
- 3 Leur santé physique se détériore
- 4 Ils deviennent moins productifs
- 5 Les patrons les obligent à prendre des vacances
- 6 Les employés sont perturbés
- 7 Des services psychiatriques sont mis en place dans les entreprises pour aider les employés

Annexe B Etude 1 : plausibilité par combinaison et analyses

B-1 Jugements de plausibilité (DJI) par combinaison

B-1.1 Comment lire les graphiques ?

Les figures présentent des plausibilités moyennes par combinaison, c'est-à-dire par les rangs de la cause et de la conséquence dans la chaîne initiale. Pour un texte donné, une combinaison définit un couple. Dans les graphiques, la plausibilité est notée DJ1, variable exprimée dans l'ordonnée. Les abscisses correspondent au rang de la cause, et les séries au rang de la conséquence. Par exemple, les points correspondant respectivement aux couples 1-4, 2-4 et 3-4 appartiennent à la courbe qui relie les points dont la conséquence est la quatrième proposition de la chaîne initiale. Une série supplémentaire (de couleur rose) relie entre eux les points correspondant aux couples de la chaîne initiale (i.e. 1-2, 2-3, etc.). Cette courbe, la seule qui comprenne un point pour chaque abscisse, indique un profil de plausibilité de la chaîne initiale. Tous les points de la courbe rose, à l'exception du point correspondant à la combinaison 1-2, sont le point d'abscisse maximale d'une autre courbe.

Il y a donc trois grilles de lecture pour ces graphiques :

La courbe rose permet d'observer les valeurs pour les couples de la chaîne initiale, dans l'ordre de progression de la chaîne. Elle indique un « profil de plausibilité par rang » pour la chaîne complète. Sur la courbe rose, combinaison, rang et rang de présentation se superposent⁵⁵.

Toutes les autres courbes, partielles, relient les couples ayant la même conséquence. Par exemple, toutes les combinaisons de la courbe jaune ont pour conséquence la proposition 7 de la chaîne initiale. En la parcourant de gauche à droite, on va du couple correspondant au plus grand saut (1-7) au couple correspondant au plus petit saut (6-7). La lecture du graphique par courbe indique donc le profil de la plausibilité d'une conséquence en fonction du nombre d'enchaînements causaux omis.

En comparant verticalement les points des différentes courbes, on compare entre plusieurs façons de poursuivre la chaîne. La comparaison des valeurs des courbes pour une même abscisse indique un profil de la plausibilité des différentes conséquences de la cause dans la chaîne lorsqu'elles la suivent immédiatement.

⁵⁵ à l'exception de la combinaison 6-7, qui intervient dans l'étude 1 à la fois dans la variante la plus complète et dans une variante pour laquelle son rang de présentation est inférieur.

Les tableaux associés aux graphiques indiquent les moyennes par combinaison. Chaque colonne du tableau correspond à une courbe, la première colonne est donc redondante avec les autres (à l'exception du couple 1-2)

)

B-1.2 Toutes chaînes confondues

**DJ1 moyen par position
toutes chaînes - Etude 1**

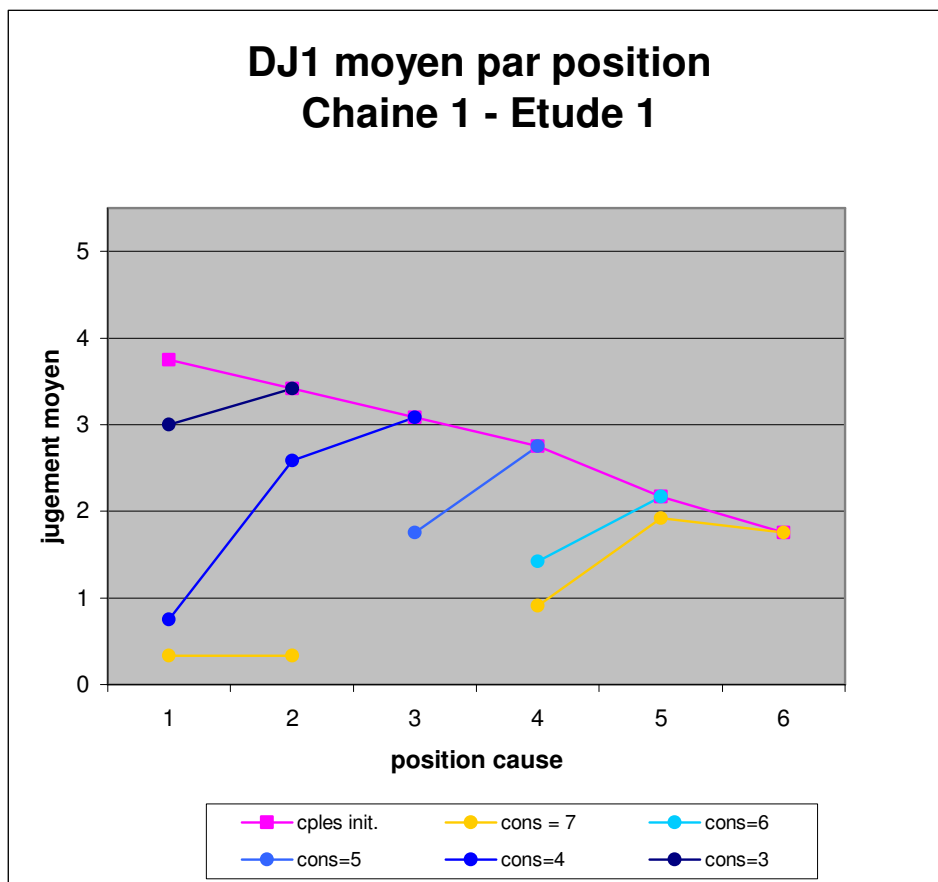
Cause	cples init.	cons = 7	cons=6	cons=5	cons=4	cons=3	global
1	3,18	1,82			2,03	2,88	3,18
2	3,52	1,90			3,03	3,52	2,82
3	3,54			2,73	3,54		3,13
4	3,03	2,47	2,71	3,03			2,74
5	2,78	2,75	2,78				2,76
6	2,95	2,95					2,95



B-1.3 Chaîne 1

DJ1 moyen par position
Chaîne 1 - Etude 1

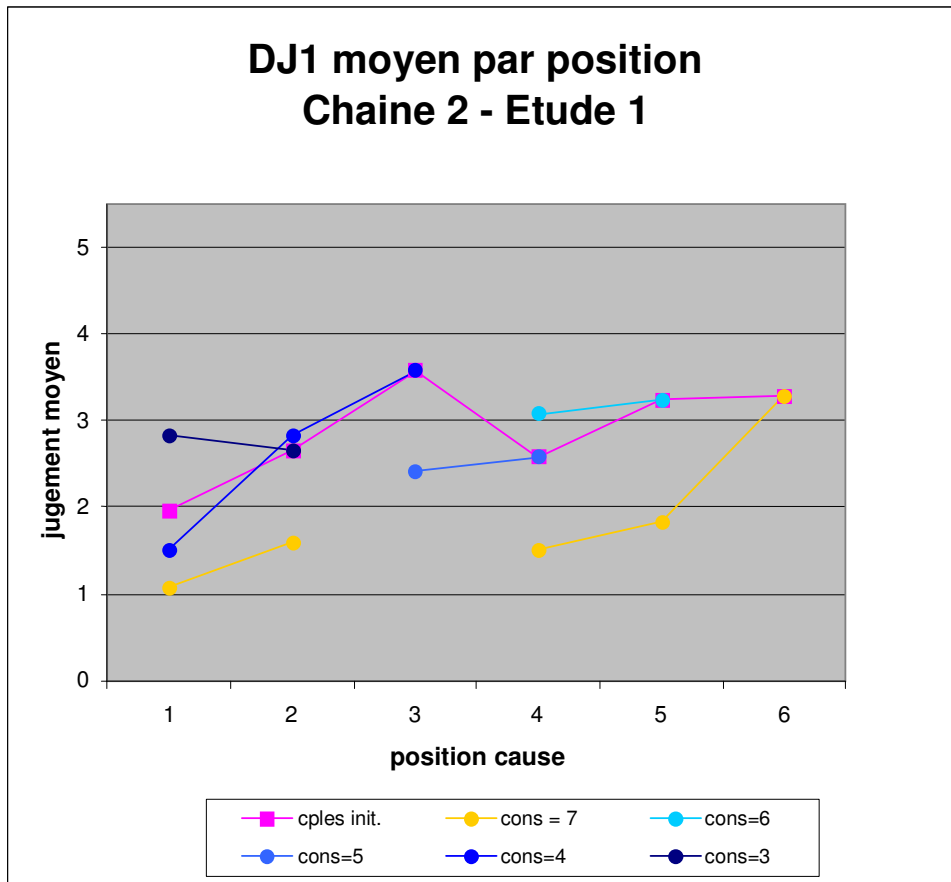
Cause	cples init.	cons = 7	cons=6	cons=5	cons=4	cons=3	global
1	3,75	0,33			0,75	3,00	3,75
2	3,42	0,33			2,58	3,42	2,11
3	3,08			1,75	3,08		2,42
4	2,75	0,91	1,42	2,75			1,69
5	2,17	1,92	2,17				2,04
6	1,75	1,75					1,75



B-1.4 Chaîne 2

**DJ1 moyen par position
Chaîne 2 - Etude 1**

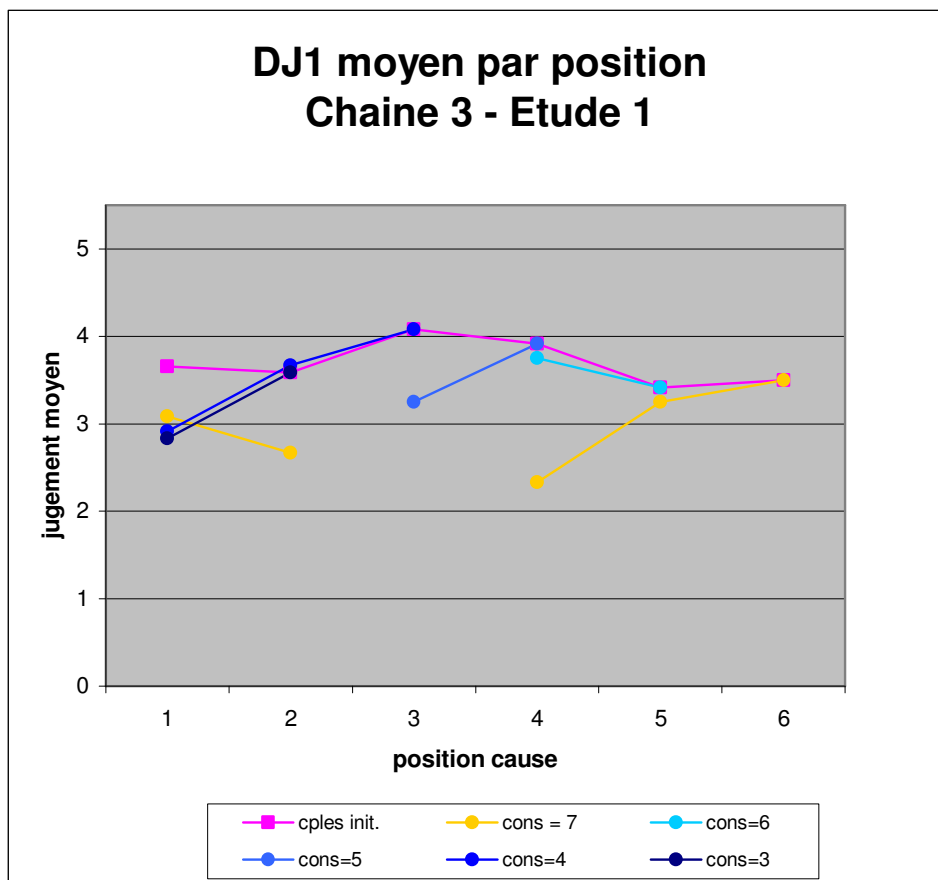
Cause	cples init.	cons = 7	cons=6	cons=5	cons=4	cons=3	global
1	1,97	1,08			1,50	2,83	1,97
2	2,67	1,60			2,83	2,67	2,37
3	3,58			2,42	3,58		3,00
4	2,58	1,50	3,08	2,58			2,39
5	3,25	1,83	3,25				2,54
6	3,29	3,29					3,29



B-1.5 Chaîne 3

**DJ1 moyen par position
Chaîne 3 - Etude 1**

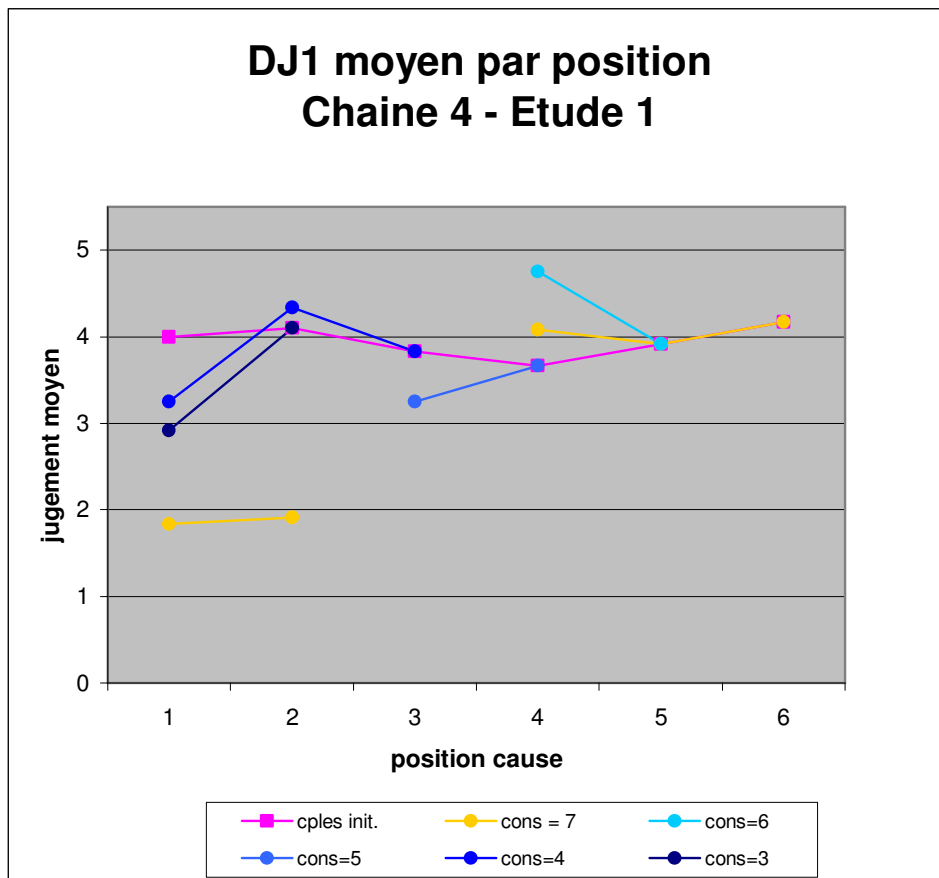
Cause	cples init.	cons = 7	cons=6	cons=5	cons=4	cons=3	global
1	3,66	3,08			2,92	2,83	3,66
2	3,58	2,67			3,67	3,58	3,31
3	4,08			3,25	4,08		3,67
4	3,92	2,33	3,75	3,92			3,33
5	3,42	3,25	3,42				3,33
6	3,50	3,50					3,50



B-1.6 Chaîne 4

**DJ1 moyen par position
Chaîne 4 - Etude 1**

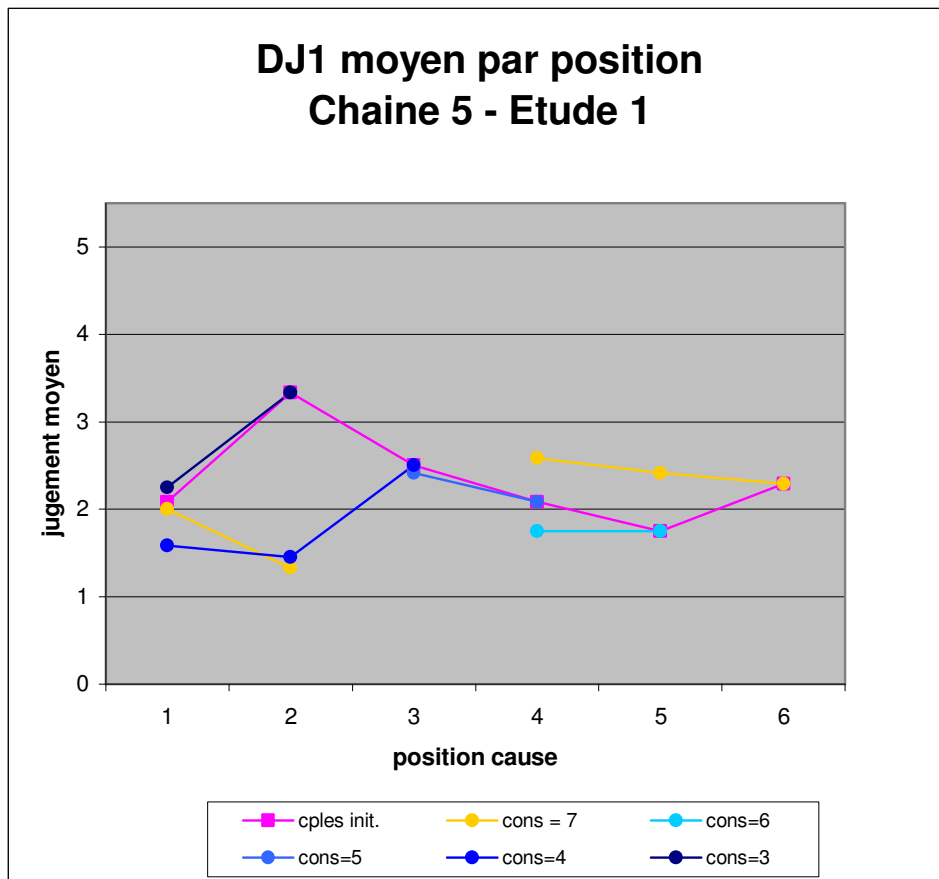
Cause	cples init.	cons = 7	cons=6	cons=5	cons=4	cons=3	global
1	4,00	1,83			3,25	2,92	4,00
2	4,10	1,91			4,33	4,10	3,45
3	3,83			3,25	3,83		3,54
4	3,67	4,08	4,75	3,67			4,17
5	3,92	3,92	3,92				3,92
6	4,17	4,17					4,17



B-1.7 Chaîne 5

**DJ1 moyen par position
Chaîne 5 - Etude 1**

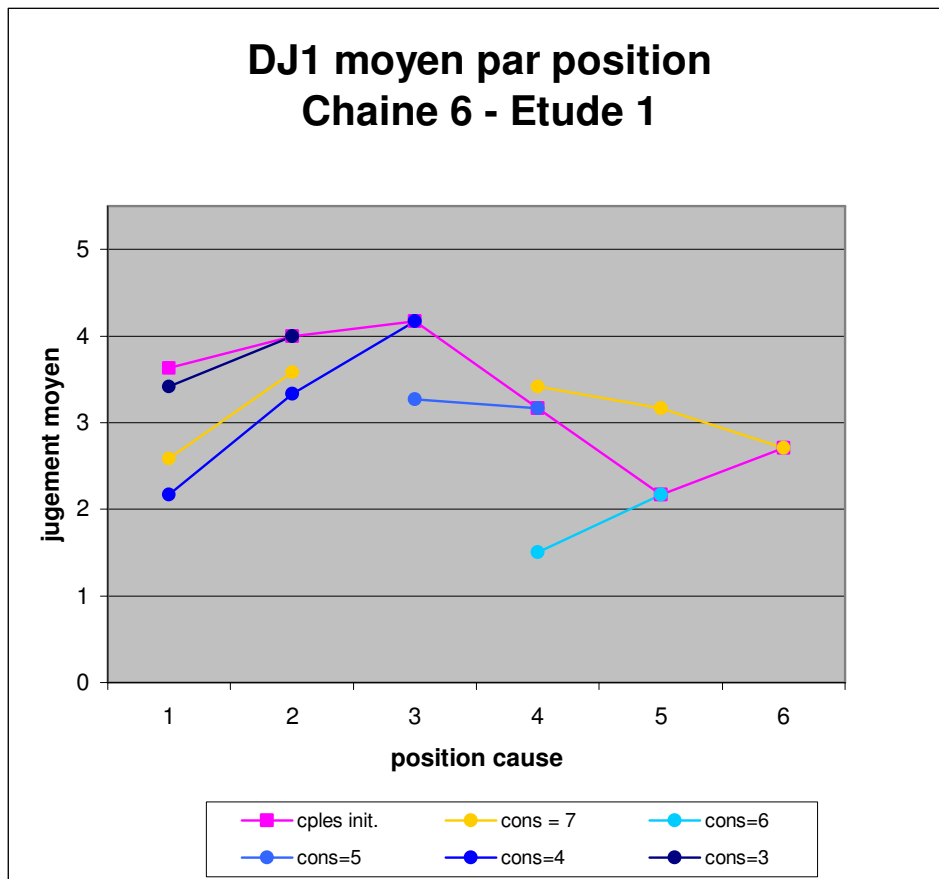
Cause	cples init.	cons = 7	cons=6	cons=5	cons=4	cons=3	global
1	2,08	2,00			1,58	2,25	2,08
2	3,33	1,33			1,45	3,33	2,04
3	2,50			2,42	2,50		2,46
4	2,08	2,58	1,75	2,08			2,14
5	1,75	2,42	1,75				2,08
6	2,29	2,29					2,29



B-1.8 Chaîne 6

**DJ1 moyen par position
Chaîne 6 - Etude 1**

Cause	cples init.	cons = 7	cons=6	cons=5	cons=4	cons=3	global
1	3,63	2,58			2,17	3,42	3,63
2	4,00	3,58			3,33	4,00	3,64
3	4,17			3,27	4,17		3,72
4	3,17	3,42	1,50	3,17			2,69
5	2,17	3,17	2,17				2,67
6	2,71	2,71					2,71



B-2 Comparaisons post hoc de la plausibilité (DJI) par combinaison

B-2.1 Toutes chaînes confondues

Toutes chaînes Etude 1 - comparaisons post-hoc par position DJ1

	12	13	14	17	23	24	27	34	35	45	46	47	56	57	67
12		0,98	0,49	0,31	0,52	0,78	0,38	0,77	0,99	0,95	0,99	0,93	0,97	0,98	0,97
13	0,98		0,66	0,52	0,82	0,99	0,57	0,86	0,99	0,95	1,00	0,97	0,85	0,97	0,88
14	0,49	0,66		0,92	0,17	0,64	0,81	0,17	0,54	0,60	0,39	0,40	0,70	0,63	0,63
17	0,31	0,52	0,92		0,08	0,46	0,87	0,08	0,51	0,43	0,43	0,59	0,59	0,56	0,48
23	0,52	0,82	0,17	0,08		0,62	0,11	0,96	0,84	0,78	0,86	0,64	0,79	0,82	0,81
24	0,78	0,99	0,64	0,46	0,62		0,53	0,76	1,00	0,99	1,00	0,97	0,99	0,99	0,99
27	0,38	0,57	0,81	0,87	0,11	0,53		0,11	0,51	0,49	0,41	0,52	0,63	0,58	0,54
34	0,77	0,86	0,17	0,08	0,96	0,76	0,11		0,86	0,86	0,87	0,65	0,82	0,84	0,86
35	0,99	0,99	0,54	0,51	0,84	1,00	0,51	0,86		0,99	0,97	0,88	0,99	0,96	0,99
45	0,95	0,95	0,60	0,43	0,78	0,99	0,49	0,86	0,99		1,00	0,96	0,96	0,98	0,88
46	0,99	1,00	0,39	0,43	0,86	1,00	0,41	0,87	0,97	1,00		0,65	1,00	1,00	1,00
47	0,93	0,97	0,40	0,59	0,64	0,97	0,52	0,65	0,88	0,96	0,65		0,98	0,95	0,97
56	0,97	0,85	0,70	0,59	0,79	0,99	0,63	0,82	0,99	0,96	1,00	0,98		0,96	0,94
57	0,98	0,97	0,63	0,56	0,82	0,99	0,58	0,84	0,96	0,98	1,00	0,95	0,96		0,98
67	0,97	0,88	0,63	0,48	0,81	0,99	0,54	0,86	0,99	0,88	1,00	0,97	0,94	0,98	

B-2.2 Chaîne 1

Chaîne 1 Etude 1 - comparaisons post-hoc par position DJ1

	12	13	14	17	23	24	27	34	35	45	46	47	56	57	67
12		0,49	0,00	0,00	0,53	0,24	0,00	0,42	0,01	0,33	0,00	0,00	0,05	0,01	0,01
13	0,49		0,00	0,00	0,71	0,71	0,00	0,88	0,22	0,64	0,06	0,00	0,40	0,25	0,17
14	0,00	0,00		0,71	0,00	0,01	0,43	0,00	0,24	0,01	0,42	0,76	0,11	0,24	0,33
17	0,00	0,00	0,71		0,00	0,00	1,00	0,00	0,08	0,00	0,25	0,70	0,02	0,06	0,11
23	0,53	0,71	0,00	0,00		0,52	0,00	0,53	0,04	0,59	0,01	0,00	0,17	0,07	0,04
24	0,24	0,71	0,01	0,00	0,52		0,00	0,78	0,52	0,75	0,24	0,03	0,43	0,42	0,40
27	0,00	0,00	0,43	1,00	0,00	0,00		0,00	0,06	0,00	0,17	0,52	0,01	0,05	0,08
34	0,42	0,88	0,00	0,00	0,53	0,78	0,00		0,19	0,80	0,04	0,00	0,42	0,24	0,16
35	0,01	0,22	0,24	0,08	0,04	0,52	0,06	0,19		0,41	0,53	0,25	0,86	0,95	1,00
45	0,33	0,64	0,01	0,00	0,59	0,75	0,00	0,80	0,41		0,16	0,01	0,52	0,40	0,33
46	0,00	0,06	0,42	0,25	0,01	0,24	0,17	0,04	0,53	0,16		0,34	0,62	0,78	0,80
47	0,00	0,00	0,76	0,70	0,00	0,03	0,52	0,00	0,25	0,01	0,34		0,17	0,32	0,39
56	0,05	0,40	0,11	0,02	0,17	0,43	0,01	0,42	0,86	0,52	0,62	0,17		0,64	0,71
57	0,01	0,25	0,24	0,06	0,07	0,42	0,05	0,24	0,95	0,40	0,78	0,32	0,64		0,75
67	0,01	0,17	0,33	0,11	0,04	0,40	0,08	0,16	1,00	0,33	0,80	0,39	0,71	0,75	

B-2.3 Chaîne 2

Chaîne 2 Etude 1 - comparaisons post-hoc par position DJ1

	12	13	14	17	23	24	27	34	35	45	46	47	56	57	67
12		0,51	0,91	0,58	0,58	0,61	0,77	0,09	0,41	0,50	0,39	0,82	0,27	0,80	0,27
13	0,51		0,26	0,04	0,76	1,00	0,26	0,74	0,87	0,89	0,89	0,22	0,87	0,44	0,92
14	0,91	0,26		0,44	0,39	0,30	0,98	0,01	0,54	0,42	0,12	1,00	0,06	0,93	0,05
17	0,58	0,04	0,44		0,09	0,05	0,78	0,00	0,18	0,11	0,01	0,72	0,00	0,64	0,00
23	0,58	0,76	0,39	0,09		0,95	0,37	0,63	0,89	0,88	0,87	0,33	0,82	0,54	0,86
24	0,61	1,00	0,30	0,05	0,95		0,31	0,64	0,94	0,97	0,65	0,26	0,72	0,52	0,83
27	0,77	0,26	0,98	0,78	0,37	0,31		0,01	0,44	0,37	0,14	0,85	0,07	0,67	0,07
34	0,09	0,74	0,01	0,00	0,63	0,64	0,01		0,44	0,60	0,80	0,01	0,81	0,05	0,59
35	0,41	0,87	0,54	0,18	0,89	0,94	0,44	0,44		0,76	0,83	0,44	0,73	0,53	0,75
45	0,50	0,89	0,42	0,11	0,88	0,97	0,37	0,60	0,76		0,89	0,35	0,83	0,51	0,85
46	0,39	0,89	0,12	0,01	0,87	0,65	0,14	0,80	0,83	0,89		0,10	0,76	0,30	0,92
47	0,82	0,22	1,00	0,72	0,33	0,26	0,85	0,01	0,44	0,35	0,10		0,05	0,81	0,05
56	0,27	0,87	0,06	0,00	0,82	0,72	0,07	0,81	0,73	0,83	0,76	0,05		0,19	0,94
57	0,80	0,44	0,93	0,64	0,54	0,52	0,67	0,05	0,53	0,51	0,30	0,81	0,19		0,18
67	0,27	0,92	0,05	0,00	0,86	0,83	0,07	0,59	0,75	0,85	0,92	0,05	0,94	0,18	

B-2.4 Chaîne 3

Chaîne 3 Etude 1 - comparaisons post-hoc par position DJ1

	12	13	14	17	23	24	27	34	35	45	46	47	56	57	67
12		0,93	0,94	0,97	0,91	0,99	0,85	0,96	0,99	0,98	0,99	0,56	0,98	0,97	0,97
13	0,93		0,89	0,92	0,93	0,95	0,79	0,73	0,91	0,85	0,93	0,70	0,94	0,96	0,94
14	0,94	0,89		0,79	0,94	0,96	0,92	0,78	0,85	0,88	0,95	0,79	0,93	0,95	0,94
17	0,97	0,92	0,79		0,97	0,98	0,91	0,88	0,79	0,95	0,98	0,75	0,95	0,96	0,96
23	0,91	0,93	0,94	0,97		0,99	0,87	0,97	0,98	0,98	0,99	0,60	0,96	0,95	0,89
24	0,99	0,95	0,96	0,98	0,99		0,88	0,91	0,99	0,92	0,89	0,60	0,99	0,99	0,99
27	0,85	0,79	0,92	0,91	0,87	0,88		0,58	0,88	0,73	0,85	0,59	0,89	0,94	0,89
34	0,96	0,73	0,78	0,88	0,97	0,91	0,58		0,95	0,79	0,85	0,24	0,96	0,92	0,97
35	0,99	0,91	0,85	0,79	0,98	0,99	0,88	0,95		0,98	0,99	0,68	0,96	1,00	0,98
45	0,98	0,85	0,88	0,95	0,98	0,92	0,73	0,79	0,98		0,79	0,38	0,98	0,96	0,99
46	0,99	0,93	0,95	0,98	0,99	0,89	0,85	0,85	0,99	0,79		0,54	0,99	0,98	0,99
47	0,56	0,70	0,79	0,75	0,60	0,60	0,59	0,24	0,68	0,38	0,54		0,66	0,76	0,63
56	0,98	0,94	0,93	0,95	0,96	0,99	0,89	0,96	0,96	0,98	0,99	0,66		0,79	0,89
57	0,97	0,96	0,95	0,96	0,95	0,99	0,94	0,92	1,00	0,96	0,98	0,76	0,79		0,92
67	0,97	0,94	0,94	0,96	0,89	0,99	0,89	0,97	0,98	0,99	0,99	0,63	0,89	0,92	

B-2.5 Chaîne 4

Chaîne 4

Etude 1 - comparaisons post-hoc par position DJ1

	12	13	14	17	23	24	27	34	35	45	46	47	56	57	67
12		0,29	0,68	0,00	0,98	0,95	0,00	0,98	0,60	0,95	0,60	0,86	0,98	0,86	0,98
13	0,29		0,48	0,05	0,26	0,10	0,03	0,29	0,76	0,38	0,01	0,24	0,27	0,34	0,22
14	0,68	0,48		0,01	0,68	0,43	0,01	0,60	1,00	0,65	0,06	0,64	0,61	0,72	0,63
17	0,00	0,05	0,01		0,00	0,00	0,87	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,98	0,26	0,68	0,00		0,87	0,00	0,99	0,61	0,97	0,51	0,97	1,00	0,98	0,89
24	0,95	0,10	0,43	0,00	0,87		0,00	0,96	0,38	0,89	0,37	0,95	0,97	0,95	0,72
27	0,00	0,03	0,01	0,87	0,00	0,00		0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34	0,98	0,29	0,60	0,00	0,99	0,96	0,00		0,43	0,72	0,58	0,98	0,86	0,98	0,99
35	0,60	0,76	1,00	0,02	0,61	0,38	0,02	0,43		0,37	0,05	0,57	0,49	0,61	0,58
45	0,95	0,38	0,65	0,00	0,97	0,89	0,00	0,72	0,37		0,38	0,95	0,86	0,95	0,96
46	0,60	0,01	0,06	0,00	0,51	0,37	0,00	0,58	0,05	0,38		0,61	0,64	0,57	0,43
47	0,86	0,24	0,64	0,00	0,97	0,95	0,00	0,98	0,57	0,95	0,61		0,98	0,93	0,98
56	0,98	0,27	0,61	0,00	1,00	0,97	0,00	0,86	0,49	0,86	0,64	0,98		1,00	0,99
57	0,86	0,34	0,72	0,00	0,98	0,95	0,00	0,98	0,61	0,95	0,57	0,93	1,00		0,98
67	0,98	0,22	0,63	0,00	0,89	0,72	0,00	0,99	0,58	0,96	0,43	0,98	0,99	0,98	

B-2.6 Chaîne 5

Chaîne 5

Etude 1 - comparaisons post-hoc par position DJ1

	12	13	14	17	23	24	27	34	35	45	46	47	56	57	67
12		0,95	0,89	0,88	0,35	0,86	0,82	0,99	0,97	1,00	0,93	0,98	0,82	0,99	0,98
13	0,95		0,89	0,97	0,43	0,83	0,76	0,99	0,95	0,76	0,94	0,99	0,89	0,99	0,94
14	0,89	0,89		0,87	0,07	0,81	0,89	0,85	0,85	0,94	0,76	0,80	0,95	0,88	0,90
17	0,88	0,97	0,87		0,31	0,86	0,83	0,98	0,97	0,99	0,89	0,98	0,65	0,99	0,98
23	0,35	0,43	0,07	0,31		0,04	0,02	0,28	0,45	0,30	0,14	0,17	0,13	0,34	0,40
24	0,86	0,83	0,81	0,86	0,04		0,82	0,75	0,76	0,91	0,85	0,69	0,95	0,81	0,84
27	0,82	0,76	0,89	0,83	0,02	0,82		0,64	0,67	0,87	0,87	0,57	0,94	0,71	0,77
34	0,99	0,99	0,85	0,98	0,28	0,75	0,64		0,99	0,97	0,94	0,88	0,91	0,88	0,98
35	0,97	0,95	0,85	0,97	0,45	0,76	0,67	0,99		0,93	0,93	0,99	0,89	1,00	0,82
45	1,00	0,76	0,94	0,99	0,30	0,91	0,87	0,97	0,93		0,97	0,97	0,93	0,97	0,92
46	0,93	0,94	0,76	0,89	0,14	0,85	0,87	0,94	0,93	0,97		0,91	1,00	0,95	0,96
47	0,98	0,99	0,80	0,98	0,17	0,69	0,57	0,88	0,99	0,97	0,91		0,88	0,95	0,98
56	0,82	0,89	0,95	0,65	0,13	0,95	0,94	0,91	0,89	0,93	1,00	0,88		0,93	0,92
57	0,99	0,99	0,88	0,99	0,34	0,81	0,71	0,88	1,00	0,97	0,95	0,95	0,93		0,97
67	0,98	0,94	0,90	0,98	0,40	0,84	0,77	0,98	0,82	0,92	0,96	0,98	0,92	0,97	

B-2.7 Chaîne 6

Chaîne 6

Etude 1 - comparaisons post-hoc par position DJ1

	12	13	14	17	23	24	27	34	35	45	46	47	56	57	67
12		0,98	0,15	0,56	0,46	0,98	0,93	0,54	0,98	0,99	0,00	0,91	0,13	0,97	0,67
13	0,98		0,25	0,65	0,78	0,87	0,94	0,68	0,96	0,99	0,01	1,00	0,21	0,96	0,73
14	0,15	0,25		0,69	0,02	0,29	0,16	0,01	0,31	0,28	0,19	0,29	1,00	0,36	0,71
17	0,56	0,65	0,69		0,16	0,68	0,56	0,08	0,65	0,48	0,14	0,72	0,41	0,66	0,81
23	0,46	0,78	0,02	0,16		0,78	0,69	0,74	0,78	0,78	0,00	0,66	0,02	0,72	0,24
24	0,98	0,87	0,29	0,68	0,78		0,96	0,65	0,90	0,99	0,01	0,99	0,24	0,94	0,73
27	0,93	0,94	0,16	0,56	0,69	0,96		0,66	0,97	0,98	0,00	0,74	0,14	0,96	0,67
34	0,54	0,68	0,01	0,08	0,74	0,65	0,66		0,65	0,62	0,00	0,58	0,01	0,56	0,13
35	0,98	0,96	0,31	0,65	0,78	0,90	0,97	0,65		0,98	0,01	0,99	0,25	0,83	0,68
45	0,99	0,99	0,28	0,48	0,78	0,99	0,98	0,62	0,98		0,01	1,00	0,20	1,00	0,37
46	0,00	0,01	0,19	0,14	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01		0,01	0,39	0,02	0,12
47	0,91	1,00	0,29	0,72	0,66	0,99	0,74	0,58	0,99	1,00	0,01		0,25	0,99	0,80
56	0,13	0,21	1,00	0,41	0,02	0,24	0,14	0,01	0,25	0,20	0,39	0,25		0,28	0,53
57	0,97	0,96	0,36	0,66	0,72	0,94	0,96	0,56	0,83	1,00	0,02	0,99	0,28		0,64
67	0,67	0,73	0,71	0,81	0,24	0,73	0,67	0,13	0,68	0,37	0,12	0,80	0,53	0,64	

B-3 ANOVAS de l'étude 1

Cette partie de l'annexe présente le détail de toutes les analyses mentionnées dans le corps du Chapitre IV. Les analyses sont présentées par ordre de leur mention dans le texte. Dans le cas où un texte mentionne explicitement un profil d'interaction remarquable, le détail de l'analyse est assorti du graphique ou des graphiques correspondants.

ANOVAs DJ1 par chaîne, par version, par condition

ANOVA DJ1 par Chaîne, Version, Condition

	dl	MC	dl	MC	F	niveau p
	Effet	Effet	Erreur	Erreur		
Chaîne	5	3,01	20	0,23	13,13	0,000
Condition	5	0,12	20	0,23	0,52	0,758
Version	5	1,49	20	0,23	6,50	0,001

B-3.1 ANOVA DJ1 Chaîne(6) x Position(6)

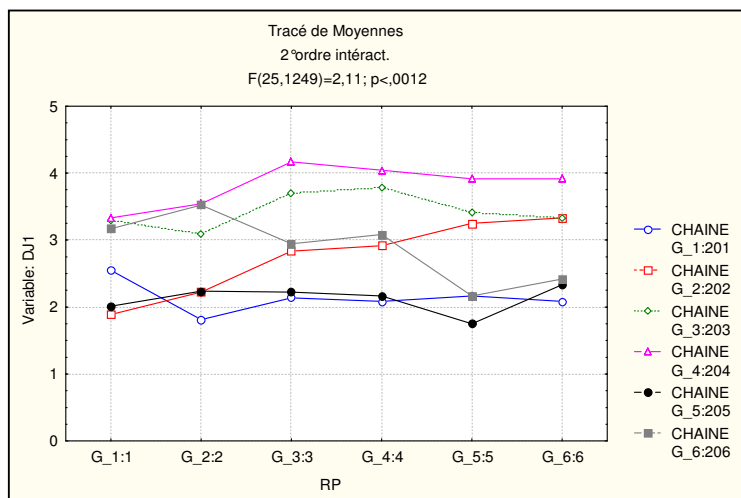
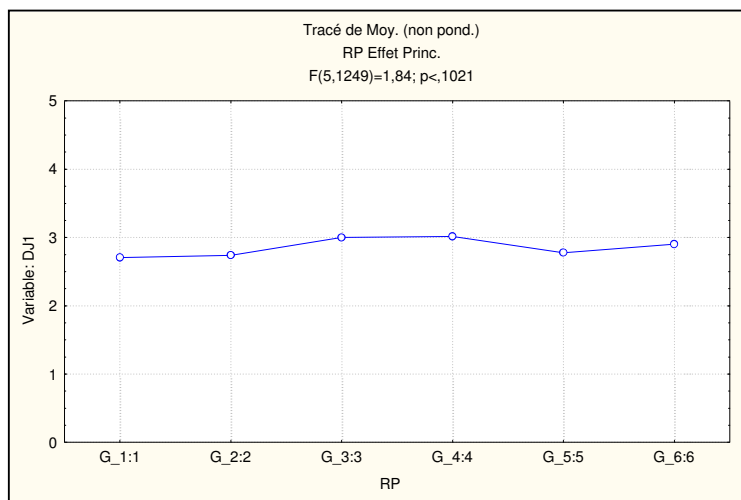
ANOVA DJ1 par Chaîne et Position (cples initiaux)

	dl	MC	dl	MC	F	niveau p
	Effet	Effet	Erreur	Erreur		
Position	5	7,47	25	5,58	1,34	0,281
Chaîne	5	31,46	608	1,77	17,75	0,000
Position x chaîne	25	5,58	608	1,77	3,15	0,000

B-3.2 ANOVA DJ1 RP(6) x Chaîne(6)

ANOVA DJ1 par rang de présentation (RP) et chaîne

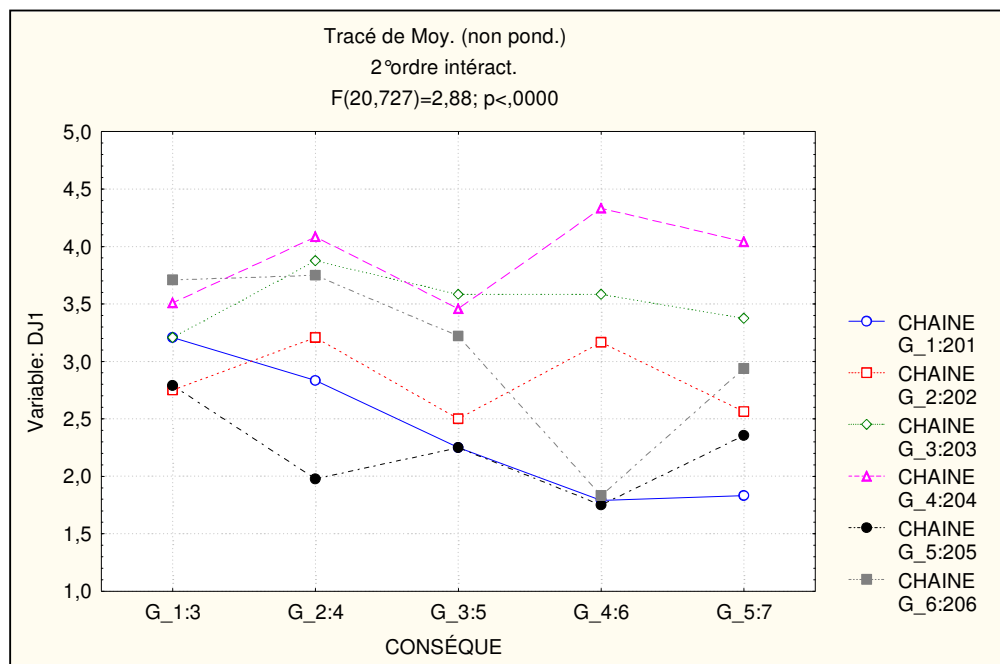
	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
Chaîne	5	62,97	1249	2,23	28,18	0,000
RP	5	4,11	25	4,71	0,87	0,513
Chaîne x RP	25	4,71	1249	2,23	2,11	0,001



B-3.3 ANOVA DJ1 Taille(2) x Conséquence(5) x Chaîne(6)

ANOVA DJ1 par taille, rang de la conséquence et chaîne

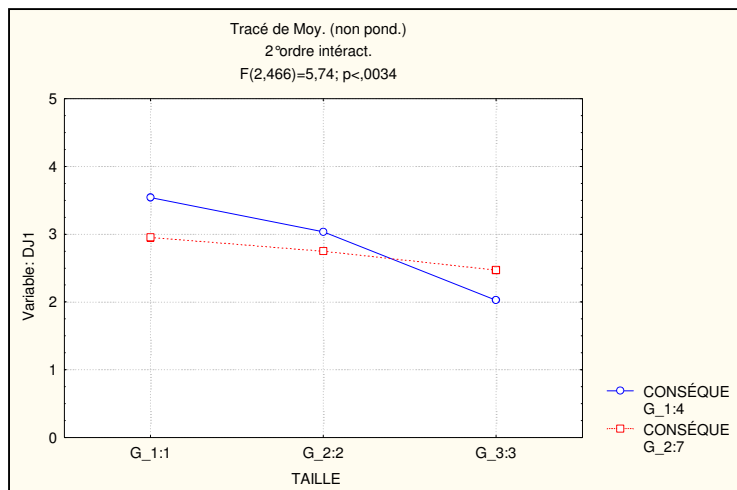
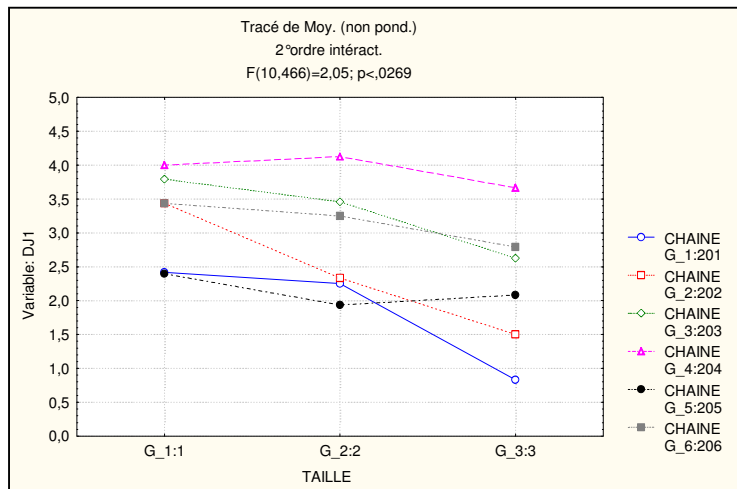
	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
Taille	1	22,28	5	0,63	35,38	0,002
Chaîne	5	51,76	727	1,92	27,03	0,000
Conséqu	4	8,23	20	5,51	1,49	0,242
Taille x Chaîne	5	0,63	727	1,92	0,33	0,896
Taille x Conséquence	4	1,95	20	2,42	0,81	0,535
Chaîne x Conséquence	20	5,51	727	1,92	2,88	0,000
Taille x Chaîne x Conséquence	20	2,42	727	1,92	1,26	0,197

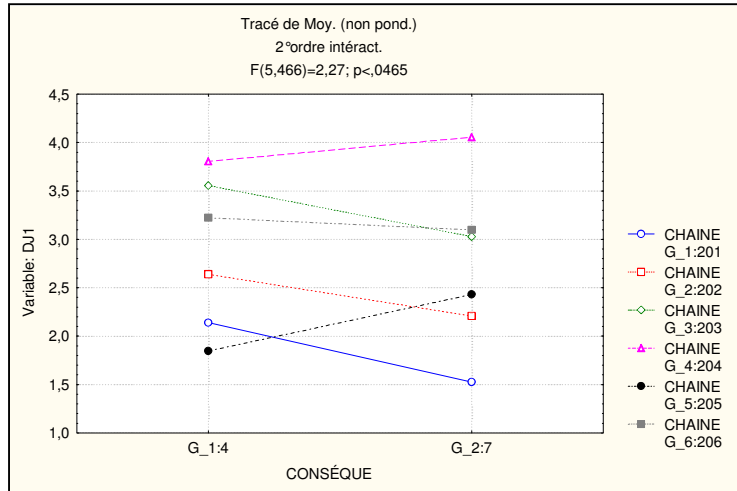


B-3.4 ANOVA DJ1 Taille(3) x Conséquence(2) x Chaîne(6)

ANOVA DJ1 par taille, rang de la conséquence et chaîne

	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
Taille	2	40,99	10	3,99	10,27	0,004
Chaîne	5	49,38	466	1,94	25,41	0,000
Conséq	1	2,42	5	4,41	0,55	0,492
Taille x Chaîne	10	3,99	466	1,94	2,05	0,027
Taille x Conséquence	2	11,17	10	2,52	4,43	0,042
Chaîne x Conséquence	5	4,41	466	1,94	2,27	0,047
Taille x Chaîne x Conséquence	10	2,52	466	1,94	1,30	0,229

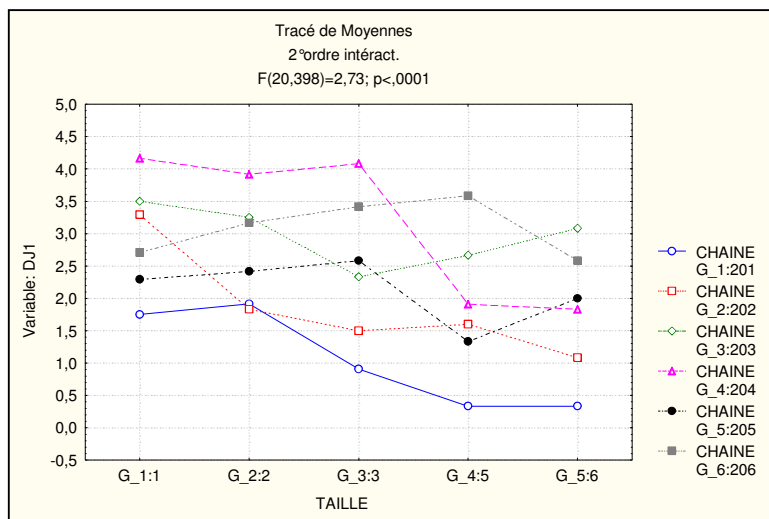


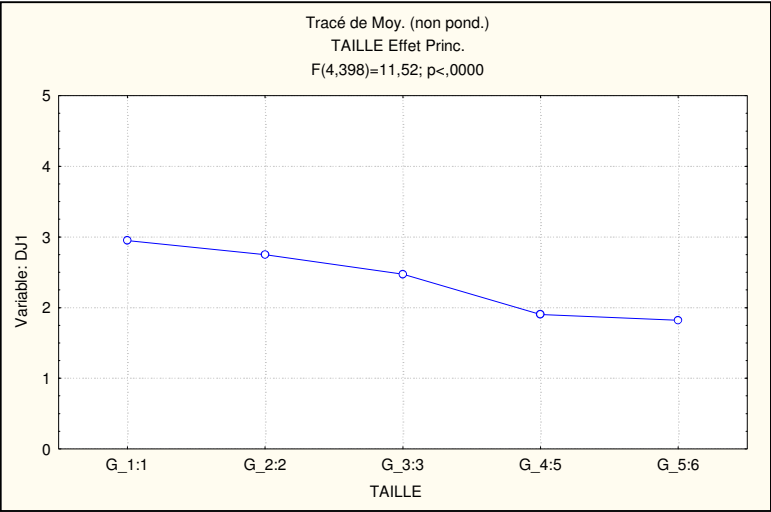


B-3.5 ANOVA DJ1 Taille(5) x Chaîne(6) à conséquence fixe=7

ANOVA DJ1 par taille et chaîne à rang de la conséquence fixe

	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
Taille	4	22,86	20	5,41	4,22	0,012
Chaîne	5	47,21	398	1,98	23,79	0,000
Taille x Chaîne	20	5,41	398	1,98	2,73	0,000

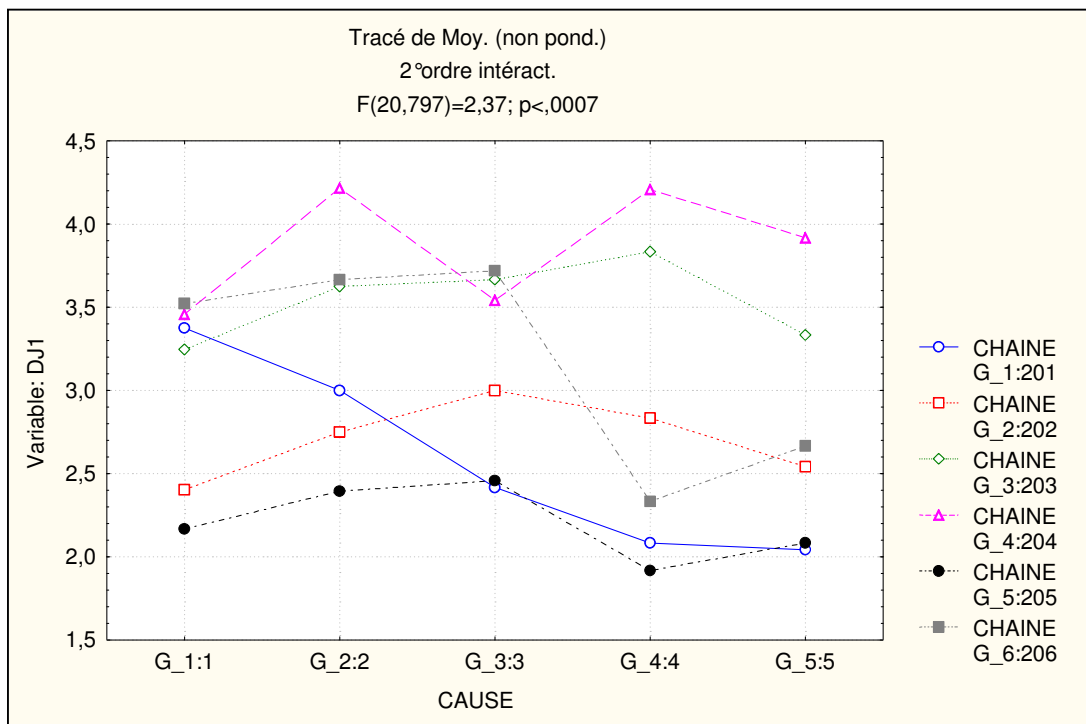




B-3.6 ANOVA DJ1 Taille(2) x Cause(5) x Chaîne(6)

ANOVA DJ1 par taille, rang de la cause et chaîne

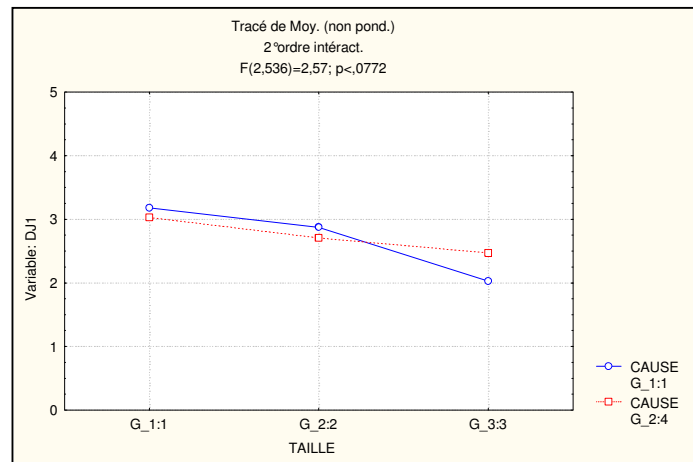
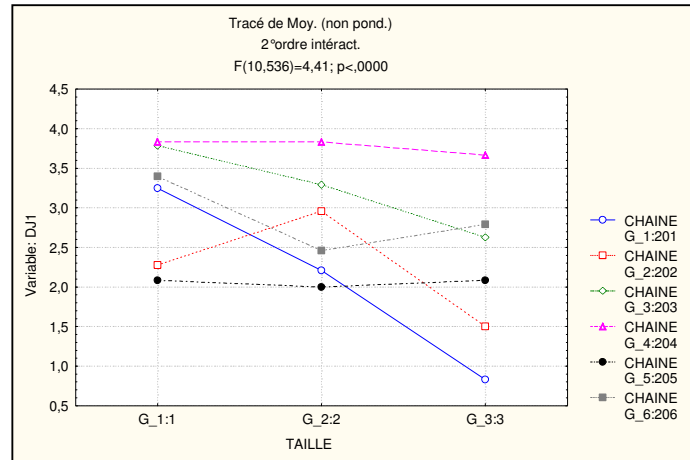
	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
Taille	1	29,15	5	2,63	11,09	0,021
Chaîne	5	50,10	797	1,83	27,39	0,000
Cause	4	5,94	20	4,33	1,37	0,279
Taille x Chaîne	5	2,63	797	1,83	1,44	0,209
Taille x Cause	4	3,01	20	4,52	0,67	0,623
Chaîne x Cause	20	4,33	797	1,83	2,37	0,001
Taille x Chaîne x Cause	20	4,52	797	1,83	2,47	0,000

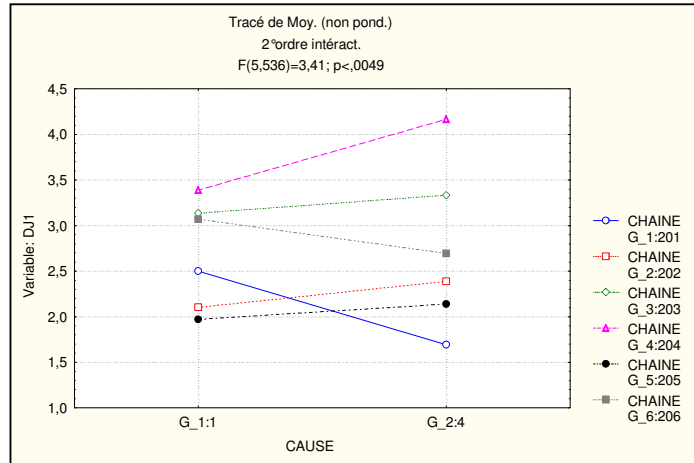


B-3.7 ANOVA DJ1 Taille(3) x Cause(2) x Chaîne(6)

ANOVA DJ1 par taille, rang de la cause et chaîne

	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
Taille	2	31,48	10	7,95	3,96	0,054
Chaîne	5	39,74	536	1,80	22,07	0,000
Cause	1	0,20	5	6,13	0,03	0,863
Taille x Chaîne	10	7,95	536	1,80	4,41	0,000
Taille x Cause	2	4,63	10	6,28	0,74	0,502
Chaîne x Cause	5	6,13	536	1,80	3,41	0,005
Taille x Chaîne x Cause	10	6,28	536	1,80	3,48	0,000

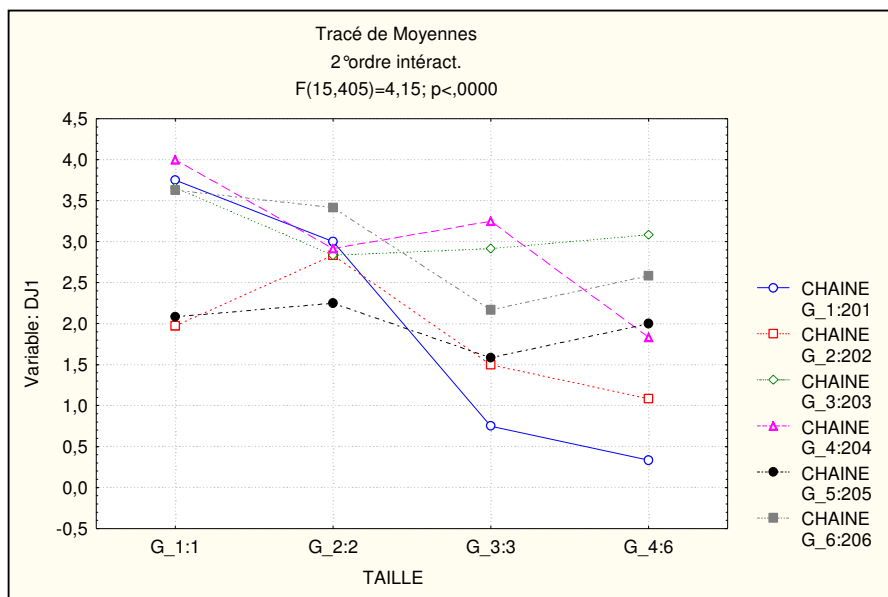


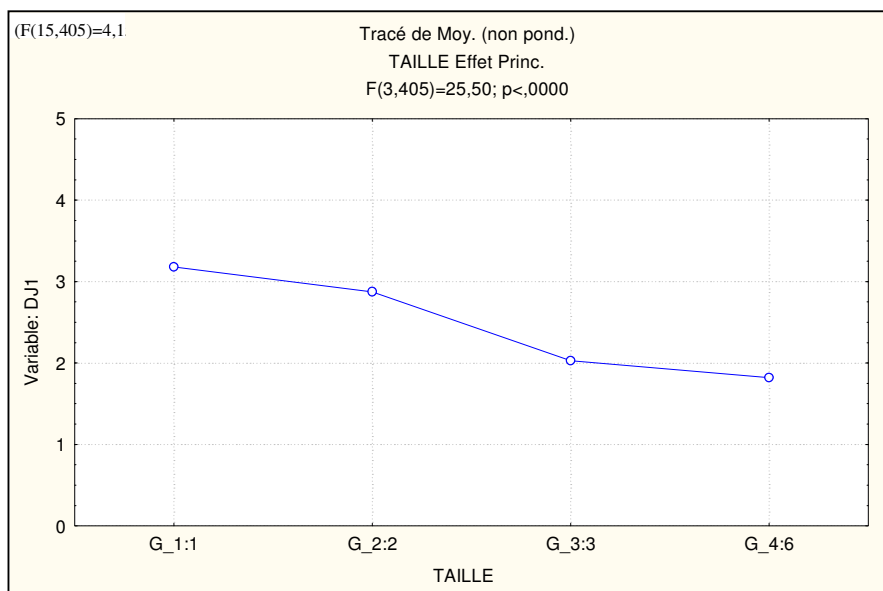


B-3.8 ANOVA DJ1 Taille(4) x Chaîne(6) à cause fixe=1

ANOVA DJ1 par taille, rang de la cause et chaîne

	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
Taille	3	46,73	15	7,61	6,14	0,006
Chaîne	5	20,94	405	1,83	11,43	0,000
Taille x Chaîne	15	7,61	405	1,83	4,15	0,000

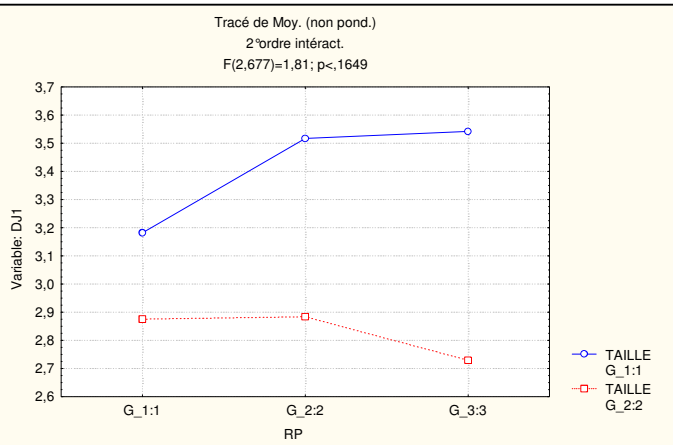
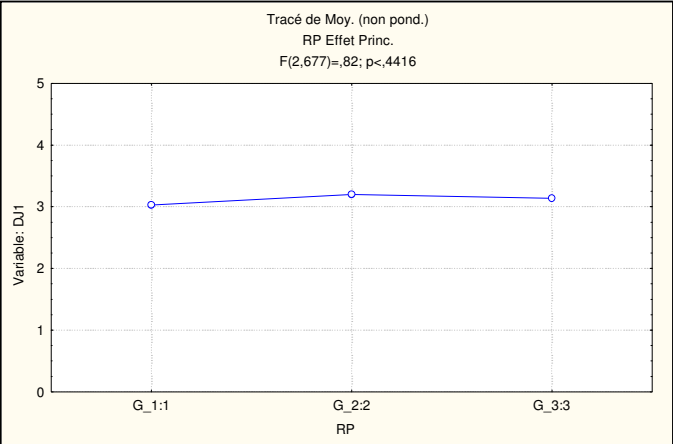
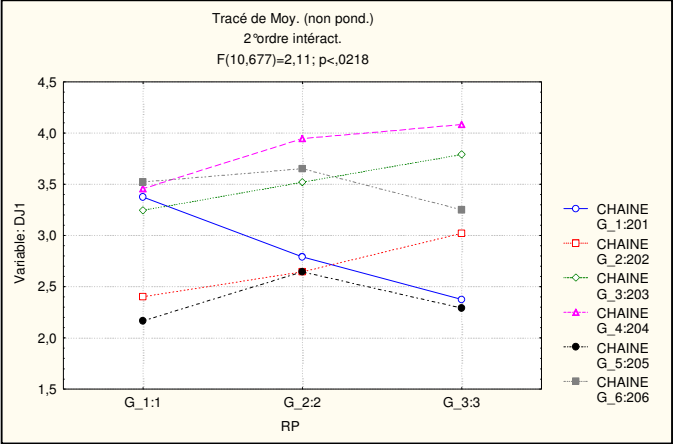




B-3.9 ANOVA DJ1 Taille(2) x RP(3) x Chaîne(6)

ANOVA DJ1 par taille, rang de présentation (RP), et chaîne

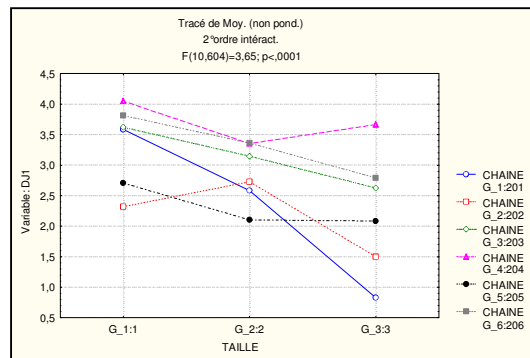
	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
Taille	1	50,33	5	3,63	13,88	0,014
Chaîne	5	31,62	677	1,85	17,08	0,000
RP	2	1,52	10	3,91	0,39	0,688
Taille x Chaîne	5	3,63	677	1,85	1,96	0,083
Taille x RP	2	3,35	10	4,64	0,72	0,510
Chaîne x RP	10	3,91	677	1,85	2,11	0,022
Taille x Chaîne x RP	10	4,64	677	1,85	2,51	0,006



B-3.10 ANOVA DJ1 Taille(3) x RP(2) x Chaîne(6)

ANOVA DJ1 par taille, rang de présentation (RP), et chaîne

	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
Taille	2	51,50	10	7,06	7,30	0,011
Chaîne	5	35,40	604	1,93	18,32	0,000
RP	1	9,08	5	3,35	2,71	0,161
Taille x Chaîne	10	7,06	604	1,93	3,65	0,000
Taille x RP	2	2,23	10	2,80	0,80	0,477
Chaîne x RP	5	3,35	604	1,93	1,73	0,125
Taille x Chaîne x RP	10	2,80	604	1,93	1,45	0,155

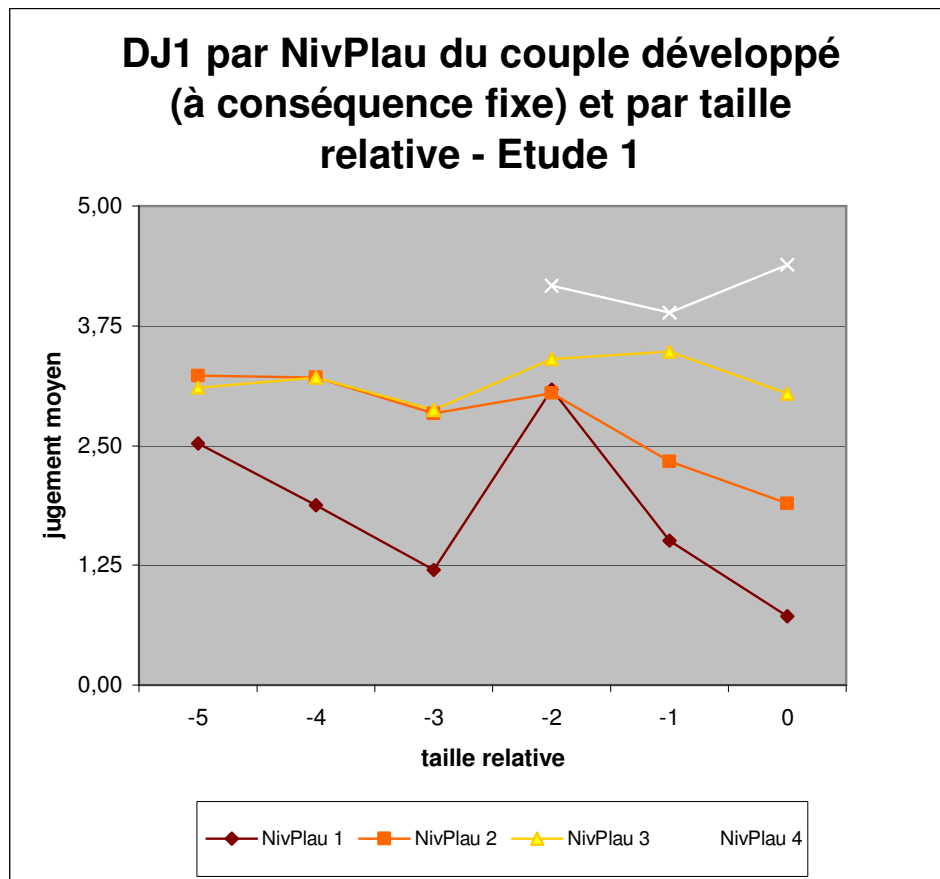


B-4 Plausibilité par niveau et taille relative

B-4.1 Développement à conséquence fixe

**Plausibilité par niveau du couple développé
(à conséquence fixe) et par taille relative - etude 1**

NivPlau	-5	-4	-3	-2	-1	0	global
1	2,52	1,88	1,20	3,08	1,51	0,72	1,61
2	3,23	3,21	2,83	3,05	2,34	1,90	2,40
3	3,10	3,21	2,88	3,40	3,48	3,04	3,25
4				4,17	3,89	4,39	4,14

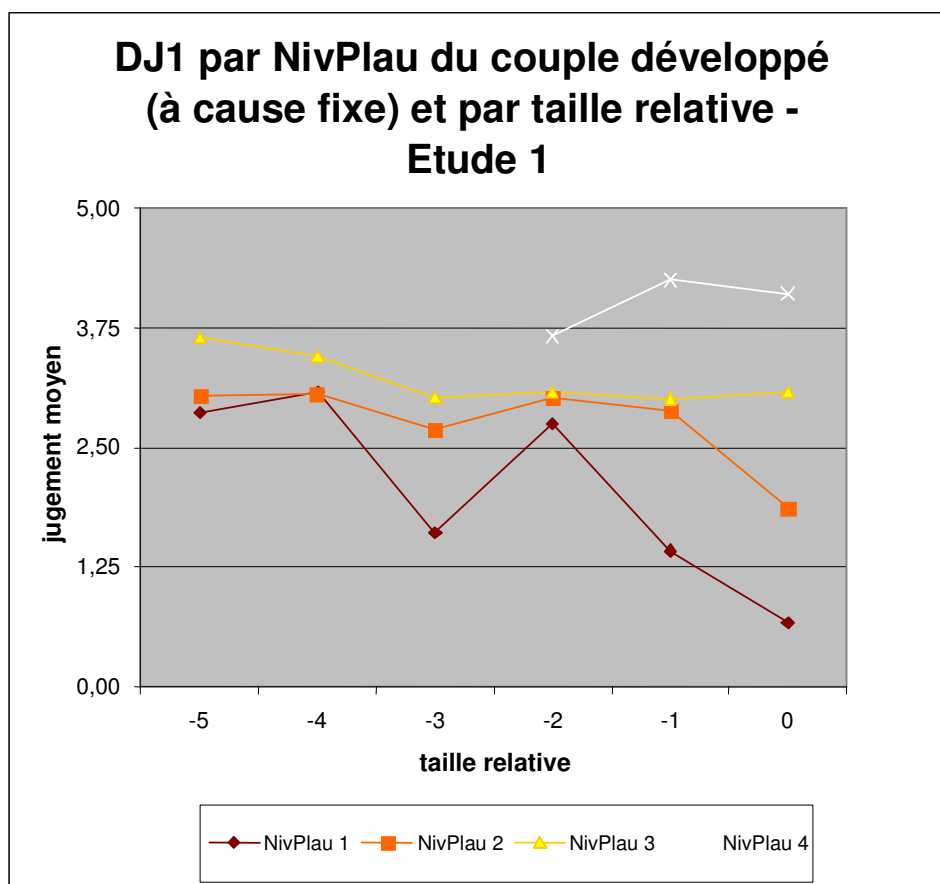


Erreur! Liaison incorrecte.

B-4.2 Développement à cause fixe

Plausibilité par niveau du couple développé (à cause fixe) et par taille relative - etude 1

NivPlau	-5	-4	-3	-2	-1	0	global
1	2,86	3,08	1,61	2,75	1,42	0,66	1,90
2	3,04	3,05	2,69	3,03	2,88	1,87	2,51
3	3,64	3,46	3,02	3,08	3,01	3,08	3,11
4				3,67	4,26	4,11	4,11

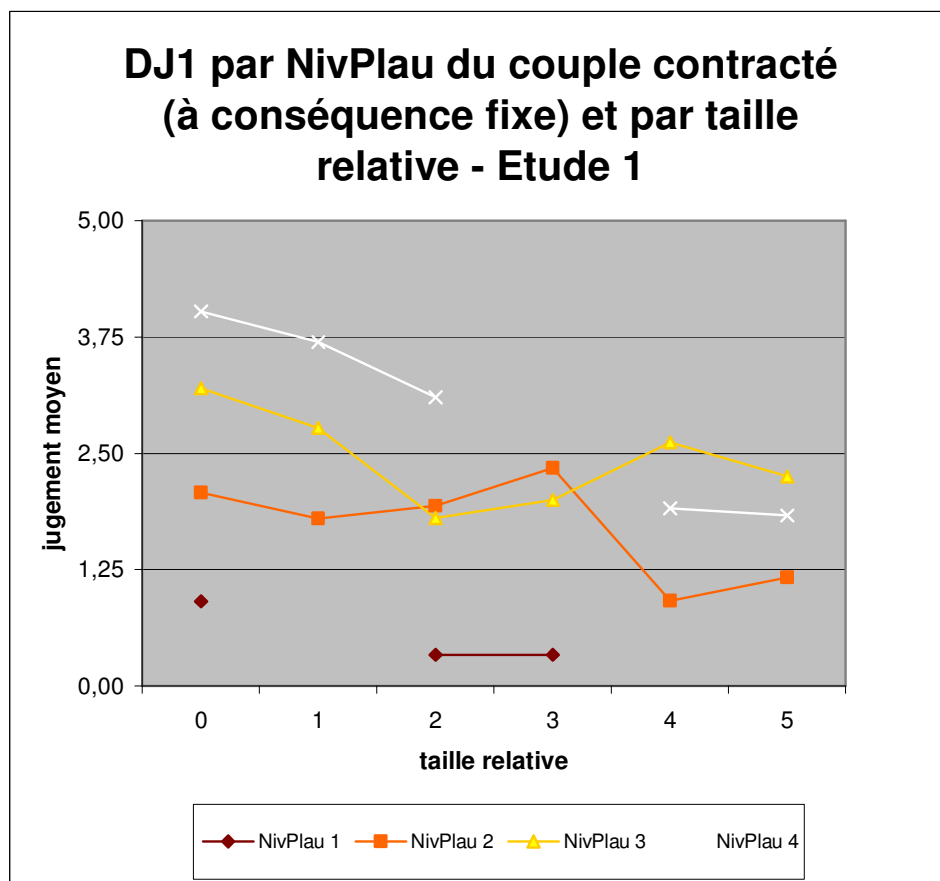


Erreur! Liaison incorrecte.

B-4.3 Contraction à conséquence fixe

Plausibilité par niveau de plausibilité du couple contracté (à conséquence fixe) et par taille relative - etude 1

NivPlau	0	1	2	3	4	5	global
1	0,91		0,33	0,33			0,53
2	2,08	1,80	1,94	2,34	0,92	1,17	1,82
3	3,20	2,78	1,81	2,00	2,62	2,25	2,75
4	4,02	3,70	3,10		1,91	1,83	3,54

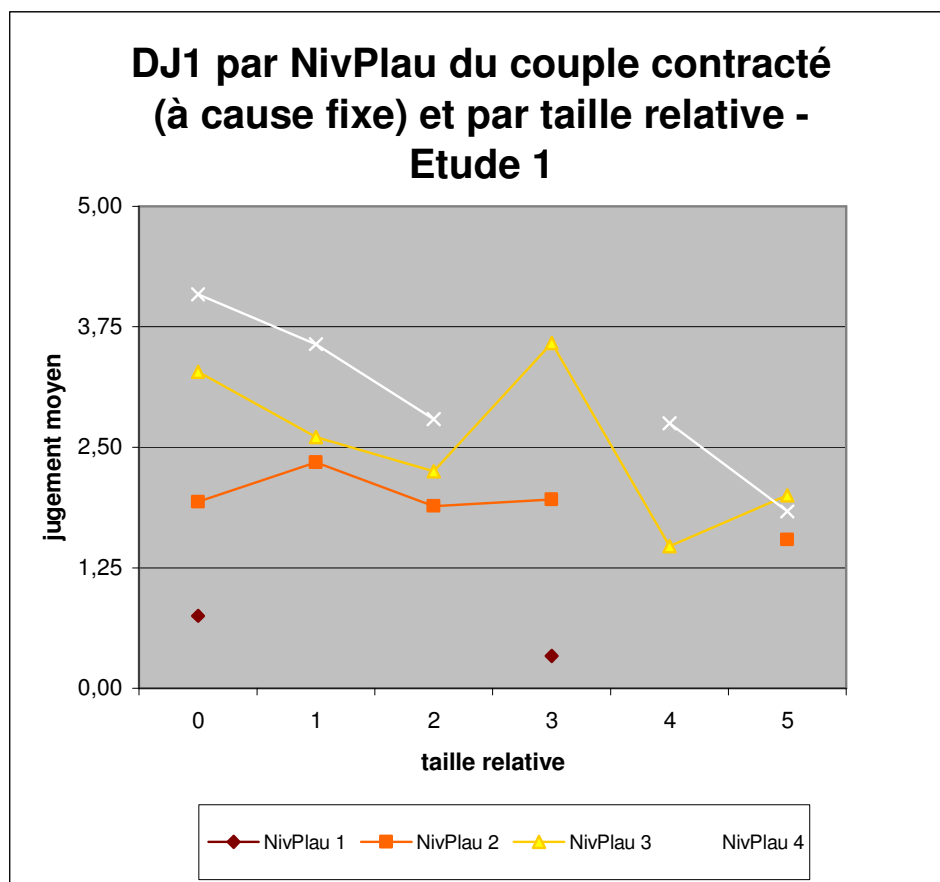


Erreur! Liaison incorrecte.

B-4.4 Contraction à cause fixe

Plausibilité par niveau de plausibilité du couple contracté (à cause fixe) et par taille relative - etude 1

NivPlau	0	1	2	3	4	5	global
1	0,75			0,33			0,54
2	1,93	2,34	1,89	1,96		1,54	2,04
3	3,28	2,60	2,25	3,58	1,48	2,00	2,66
4	4,09	3,57	2,79		2,75	1,83	3,56



Erreur! Liaison incorrecte.

Annexe C Etude 2 : plausibilité par combinaison et analyses

C-1 Données descriptives et analyses pour la comparaison des études 1 et 2

C-1.1 Effets du groupe de chaînes, de la condition et de la version

ANOVA DJ1 par groupe de Chaînes, Condition, Version

	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
Groupe	6	1,13631	25	0,10887	10,4376	0,000
Condition	5	0,16047	25	0,10887	1,47403	0,234
Version	5	1,90328	25	0,10887	17,4825	0,000

ANOVA Familiarité par groupe de Chaînes, Version, Condition

	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
Groupe	6	1,71	25	0,07	24,52	0,000
Condition	5	0,09	25	0,07	1,34	0,278
Version	5	0,15	25	0,07	2,16	0,091

C-1.2 Effet de l'étude sur la plausibilité brute (global et Etude x Chaîne, moyennes par item)

ANOVA DJ1 par étude (items)

	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
Etude	1	0,46	118	1,07	0,43	0,512

ANOVA DJ1 Etude x Chaîne (items)

	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
Etude	1	0,46	108	0,78	0,60	0,442
Chaîne	5	8,33	108	0,78	10,69	0,000
Etude x Chaîne	5	0,20	108	0,78	0,26	0,932

C-1.3 Plausibilité par chaîne et par étude (items)

Plausibilité (DJ1) par chaîne et par étude (moyennes par item)

Chaîne	Etude 1			Etude 2			Global		
	M	N	s	M	N	s	M	N	s
1	2,04	10	1,23	1,87	10	1,40	1,96	20	1,29
2	2,34	10	0,86	2,36	10	0,95	2,35	20	0,88
3	3,35	10	0,54	3,19	10	0,74	3,27	20	0,64
4	3,54	10	0,89	3,61	10	0,98	3,58	20	0,91
5	2,24	10	0,54	2,22	10	0,73	2,23	20	0,62
6	3,26	10	0,63	2,77	10	0,65	3,02	20	0,67
Ttes chaînes	2,79	60	0,99	2,67	60	1,08	2,73	120	1,03

Tableau 16 : Plausibilité par chaîne et par étude.

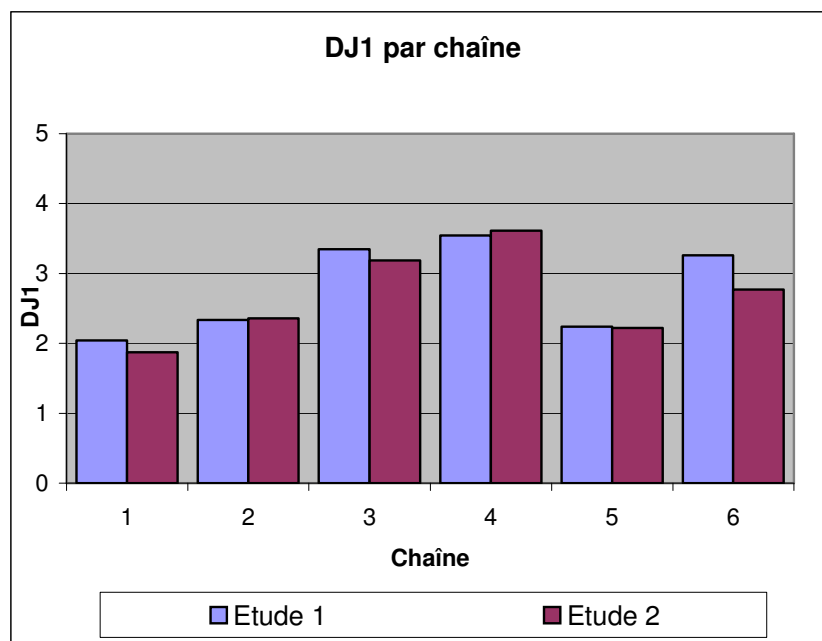


Figure 11 Plausibilité brute par chaîne et par étude (items).

C-1.4 Effet de l'étude sur la plausibilité brute (global et Etude x Chaîne, moyennes par participant)

ANOVA DJ1 par étude (participants)

	dl	MC	dl	MC	F	niveau p
	Effet	Effet	Erreur	Erreur		
Etude	1	8,08	789	1,97	4,10	0,043

ANOVA DJ1 Etude x Chaîne (participants)

	dl	MC	dl	MC	F	niveau p
	Effet	Effet	Erreur	Erreur		
Etude	1	8,24	779	1,58	5,23	0,022
Chaîne	5	62,35	779	1,58	39,58	0,000
Etude x Chaîne	5	2,02	779	1,58	1,28	0,268

C-1.5 Plausibilité par chaîne et par étude (participants)

Plausibilité (DJ1) par chaîne et par étude (moyennes par participant)

Chaîne	Etude 1			Etude 2			Global		
	M	N	s	M	N	s	M	N	s
1	1,77	71	1,70	2,37	60	1,88	2,04	131	1,86
2	1,97	72	1,57	2,24	60	1,38	2,09	132	1,49
3	3,21	72	2,32	3,50	60	1,28	3,34	132	1,86
4	3,52	72	1,81	3,64	60	1,59	3,58	132	1,70
5	2,18	72	1,56	2,24	60	1,32	2,21	132	1,44
6	3,21	72	1,15	3,09	60	1,20	3,15	132	1,17
Ttes chaînes	2,64	431	2,14	2,85	360	1,77	2,74	791	1,98

Tableau 17 : Plausibilité par chaîne et par étude (moyennes par participant)

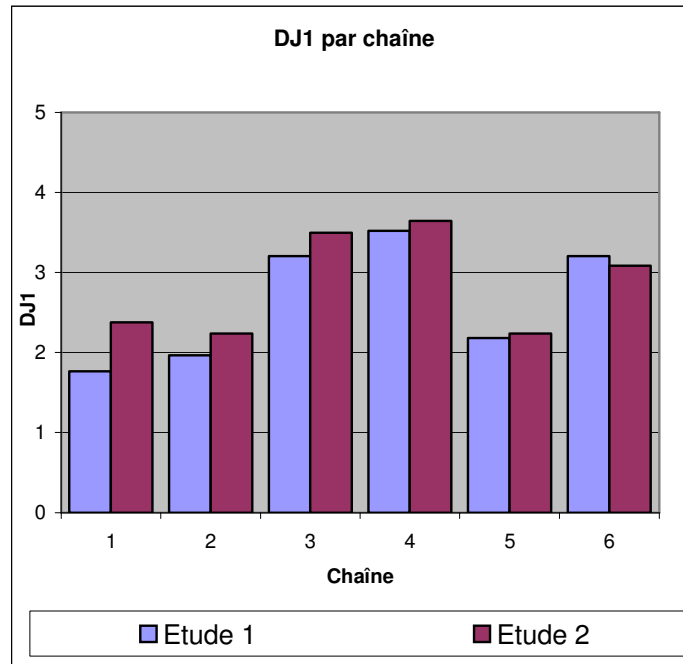


Figure 12 : Plausibilité brute par chaîne et par étude (participants)

C-1.6 Effet de l'étude sur la plausibilité brute (Etude x Couple)

ANOVA DJ1 Etude x Couple

	dl	MC	dl	MC	F	niveau p
	Effet	Effet	Erreur	Erreur		
Etude	1	6,32	2004	1,80	3,51	0,061
Couple	59	30,99	2004	1,80	17,20	0,000
Etude x Couple	59	2,27	2004	1,80	1,26	0,088

ANOVA DJ1 Etude x Couple (chaines 1 à 5)

	dl	MC	dl	MC	F	niveau p
	Effet	Effet	Erreur	Erreur		
Etude	1	0,92	1675	1,85	0,50	0,482
Couple	49	34,46	1675	1,85	18,58	0,000
Etude x Couple	49	2,18	1675	1,85	1,18	0,190

ANOVA DJ1 Etude x Couple (Chaîne 6)

	dl	MC	dl	MC	F	niveau p
	Effet	Effet	Erreur	Erreur		
Etude	1	15,98	329	1,53	10,45	0,001
Couple	9	12,11	329	1,53	7,91	0,000
Etude x Couple	9	2,00	329	1,53	1,31	0,231

C-1.7 Familiarité par chaîne et par étude

Familiarité par chaîne et par étude

Chaîne	Etude 1			Etude 2			Global		
	M	N	s	M	N	s	M	N	s
1	1,70	71	1,81	1,96	48	1,32	1,81	119	1,61
2	1,50	72	1,75	1,69	48	1,71	1,58	120	1,73
3	2,68	72	2,33	3,25	48	1,13	2,91	120	1,92
4	2,57	72	1,38	2,69	48	1,24	2,62	120	1,31
5	1,51	72	1,58	1,60	48	1,18	1,55	120	1,41
6	2,50	72	0,96	2,08	48	1,40	2,33	120	1,17
Ttes chaînes	2,08	431	1,88	2,21	288	1,64	2,13	719	1,79

Tableau 25 : Familiarité moyenne par chaîne et par étude.

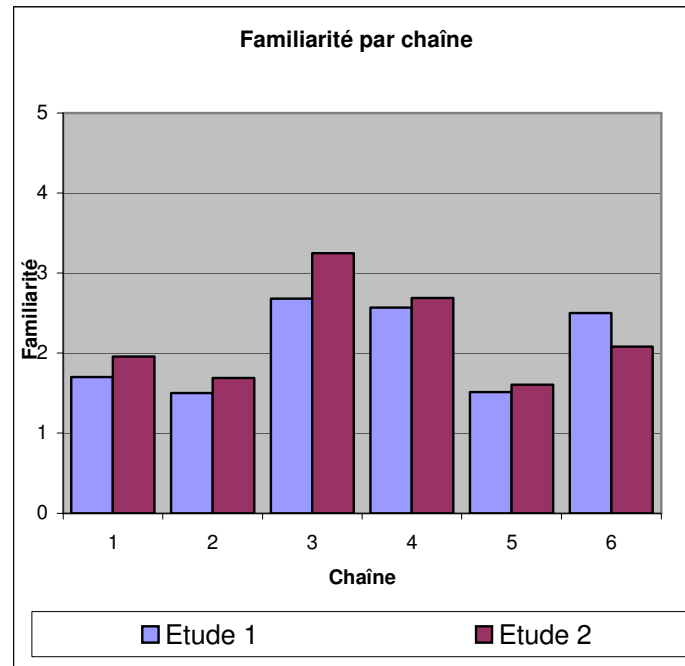


Figure 16 : Familiarité moyenne par chaîne et par étude.

C-1.8 Effet de l'étude sur la familiarité (global et Etude x Chaînes)

ANOVA Familiarité par étude

	dl	MC	dl	MC	F	niveau p
	Effet	Effet	Erreur	Erreur		
Etude	1	3,05	717	1,78	1,71	0,191

ANOVA par Familiarité Etude x Chaîne

	dl	MC	dl	MC	F	niveau p
	Effet	Effet	Erreur	Erreur		
Etude	1	3,09	707	1,51	2,04	0,153
Chaîne	5	38,55	707	1,51	25,50	0,000
Etude x Chaîne	5	2,95	707	1,51	1,95	0,084

ANOVA Familiarité par Etude x Chaîne (chaines 1 à 5)

	dl	MC	dl	MC	F	niveau p
	Effet	Effet	Erreur	Erreur		
Etude	1	8,55	589	1,59	5,39	0,021
Chaîne	4	47,45	589	1,59	29,89	0,000
Etude x Chaîne	4	1,07	589	1,59	0,67	0,610

ANOVA Familiarité par Etude (Chaîne 6)

	dl	MC	dl	MC	F	niveau p
	Effet	Effet	Erreur	Erreur		
Etude	1	5,00	118	1,13	4,41	0,038

C-1.9 Effet de l'étude sur DJ3 (global et Etude x Chaîne, moyennes par item)

ANOVA DJ3 par étude (items)

	dl	MC	dl	MC	F	niveau p
	Effet	Effet	Erreur	Erreur		
Etude	1	1,34	118	0,71	1,89	0,172

ANOVA DJ3 Etude x Chaîne (items)

	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
Etude	1	1,34	108	0,68	1,98	0,163
Chaîne	5	1,91	108	0,68	2,83	0,019
Etude x Chaîne	5	0,21	108	0,68	0,31	0,908

C-1.10 DJ3 par chaîne et par étude (moyennes par item)

DJ3 par chaîne et par étude (moyennes par item)

Chaîne	Etude 1			Etude 2			Global		
	M	N	s	M	N	s	M	N	s
1	0,25	10	1,13	-0,08	10	1,34	0,09	20	1,22
2	0,67	10	0,69	0,54	10	0,97	0,61	20	0,82
3	0,37	10	0,45	-0,04	10	0,70	0,16	20	0,61
4	0,94	10	0,71	0,71	10	0,73	0,82	20	0,71
5	0,48	10	0,60	0,63	10	0,79	0,56	20	0,69
6	0,94	10	0,68	0,61	10	0,68	0,78	20	0,68
Ttes chaînes	0,61	60	0,76	0,40	60	0,92	0,50	120	0,84

Tableau 26 : DJ3 par chaîne et par étude (items)

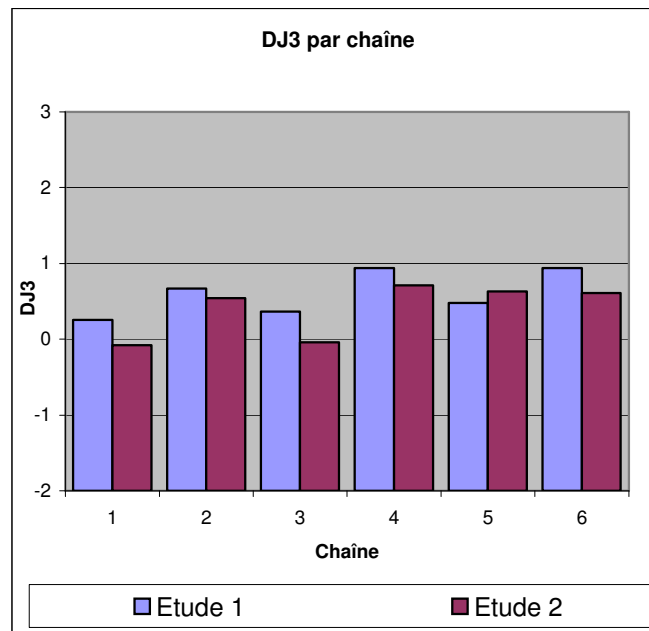


Figure 13 : DJ3 par chaîne et par étude (items)

C-1.11 Effet de l'étude sur DJ3 (global et Etude x Chaîne, moyennes par participant)

ANOVA DJ3 par étude (participants)

	dl	MC	dl	MC	F	niveau p
	Effet	Effet	Erreur	Erreur		
Etude	1	1,29	717	2,25	0,57	0,449

ANOVA DJ3 Etude x Chaîne (participants)

	dl	MC	dl	MC	F	niveau p
	Effet	Effet	Erreur	Erreur		
Etude	1	1,33	707	2,21	0,60	0,439
Chaîne	5	7,49	707	2,21	3,38	0,005
Etude x Chaîne	5	1,42	707	2,21	0,64	0,668

C-1.12 Effet de l'étude sur DJ3 (globale Etude x Chaîne, moyennes par participant)

DJ3 par chaîne et par étude (moyennes par participant)

Chaîne	Etude 1			Etude 2			Global		
	M	N	s	M	N	s	M	N	s
1	0,06	71	2,51	0,47	48	2,70	0,23	119	2,60
2	0,47	72	2,59	0,56	48	2,18	0,50	120	2,41
3	0,53	72	2,58	0,31	48	1,40	0,44	120	2,11
4	0,95	72	2,56	0,91	48	1,65	0,93	120	2,18
5	0,67	72	2,45	0,70	48	1,90	0,68	120	2,22
6	0,71	72	1,49	0,97	48	2,12	0,81	120	1,74
Toutes les chaînes	0,56	431	2,41	0,65	288	2,01	0,60	719	2,25

Tableau 27 : DJ3 par chaîne et par étude

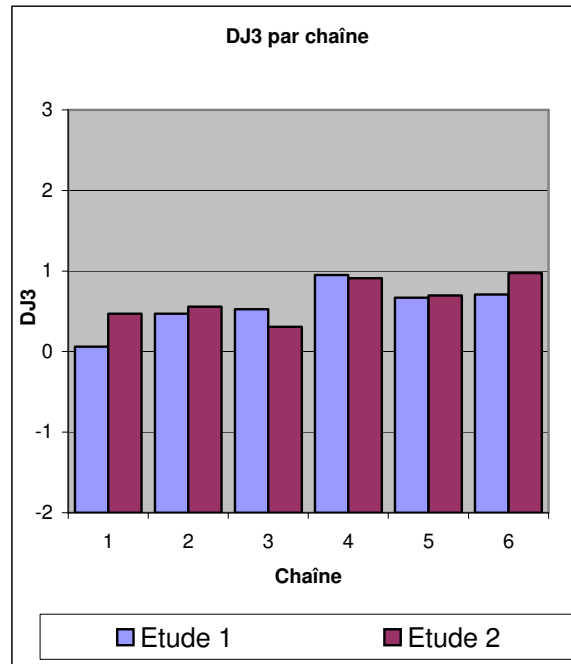


Figure 14 : DJ3 par chaîne et par étude (participants)

C-1.13 Effet de l'étude sur DJ3 (Etude x Couple)

ANOVA DJ3 Etude x Couple

	dl	MC	dl	MC	F	niveau p
	Effet	Effet	Erreur	Erreur		
Etude	1	15,96	1754	2,58	6,17	0,013
Couple	59	16,99	1754	2,58	6,57	0,000
Etude x Couple	59	2,78	1754	2,58	1,08	0,326

ANOVA DJ3 Etude x Couple (chaines 1 à 5)

	dl	MC	dl	MC	F	niveau p
	Effet	Effet	Erreur	Erreur		
Etude	1	0,94	1461	1,83	0,52	0,472
Couple	49	30,29	1461	1,83	16,56	0,000
Etude x Couple	49	2,02	1461	1,83	1,10	0,292

ANOVA DJ3 Etude x Couple (Chaîne 6)

	dl	MC	dl	MC	F	niveau p
	Effet	Effet	Erreur	Erreur		
Etude	1	15,23	293	1,47	10,32	0,001
Couple	9	10,00	293	1,47	6,78	0,000
Etude x Couple	9	2,07	293	1,47	1,41	0,184

C-1.14 Effet de l'étude sur DJ4 (global et Etude x Chaîne, moyennes par item)

ANOVA DJ4 par étude (items)

	dl	MC	dl	MC	F	niveau p
	Effet	Effet	Erreur	Erreur		
Etude	1	0,20	118	0,71	0,28	0,599

ANOVA DJ4 Etude x Chaîne (items)

	dl	MC	dl	MC	F	niveau p
	Effet	Effet	Erreur	Erreur		
Etude	1	0,20	108	0,68	0,29	0,590
Chaîne	5	1,91	108	0,68	2,83	0,019
Etude x Chaîne	5	0,21	108	0,68	0,31	0,908

C-1.15 DJ4 par chaîne et par étude (moyennes par item)

DJ4 par chaîne et par étude (moyennes par item)

Chaîne	Etude 1			Etude 2			Global		
	M	N	s	M	N	s	M	N	s
1	0,25	10	1,13	0,05	10	1,34	0,15	20	1,21
2	0,67	10	0,69	0,67	10	0,97	0,67	20	0,82
3	0,37	10	0,45	0,09	10	0,70	0,23	20	0,59
4	0,94	10	0,71	0,84	10	0,73	0,89	20	0,70
5	0,48	10	0,60	0,76	10	0,79	0,62	20	0,70
6	0,94	10	0,68	0,74	10	0,68	0,84	20	0,67
Ttes chaînes	0,61	60	0,76	0,53	60	0,92	0,57	120	0,84

Tableau 28 : DJ4 moyen par chaîne et par étude (items)

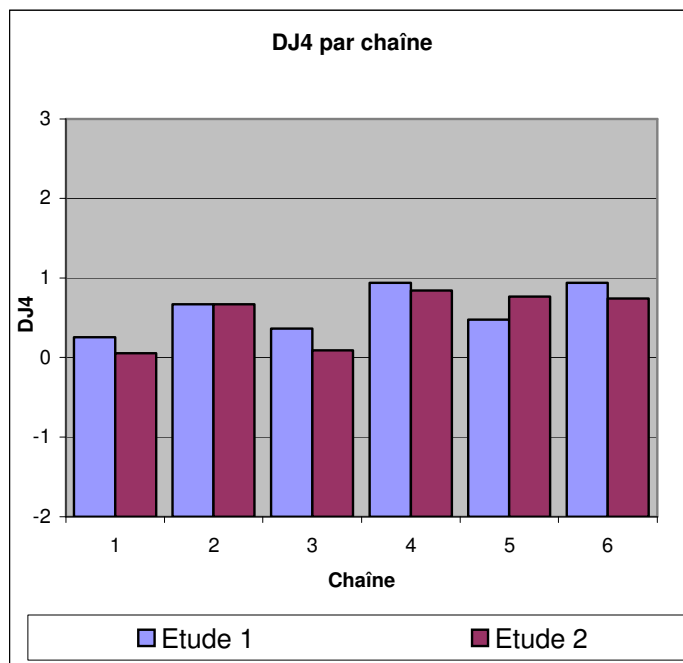


Figure 15 : DJ4 moyen par chaîne et par étude (items).

C-1.16 Effet de l'étude sur DJ4 (Etude x Couple)

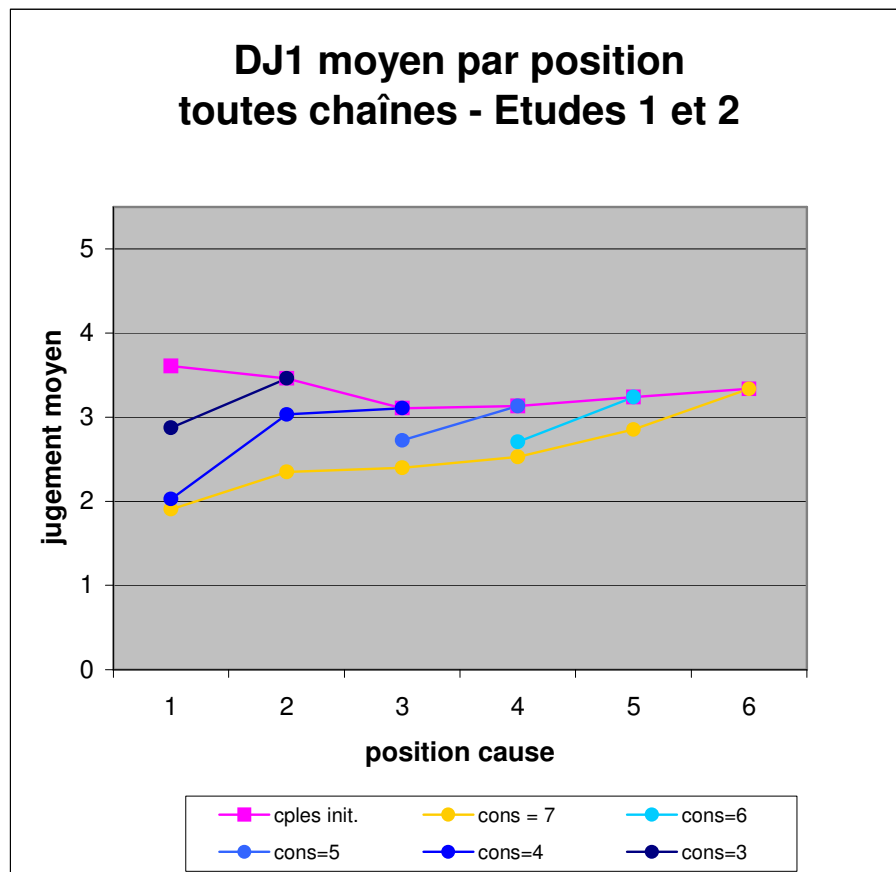
ANOVA DJ4 Etude x Couple						
	dl	MC	dl	MC	F	niveau p
	Effet	Effet	Erreur	Erreur		
Etude	1	2,35	1754	2,58	0,91	0,340
Couple	59	16,99	1754	2,58	6,57	0,000
Etude x Couple	59	2,78	1754	2,58	1,08	0,326

C-2 Jugements de plausibilité (DJI) par combinaison

C-2.1 Toutes chaînes confondues

**DJ1 moyen par position
toutes chaînes - Etudes 1 et 2**

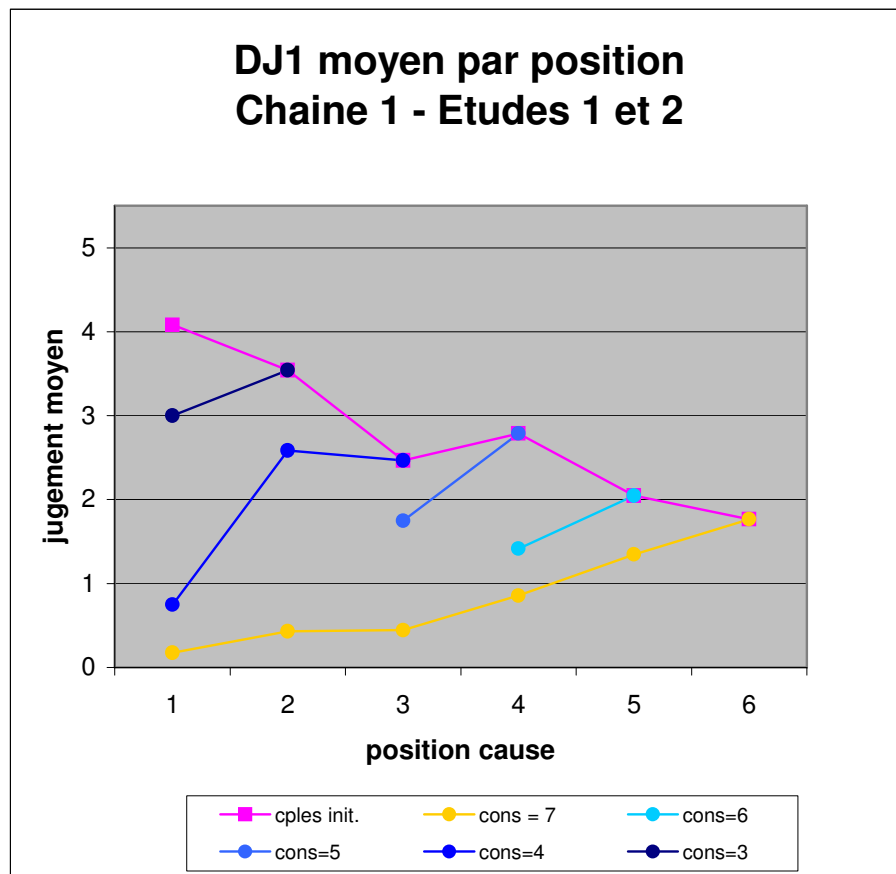
Cause	cples init.	cons = 7	cons=6	cons=5	cons=4	cons=3	global
1	3,61	1,91			2,03	2,88	3,61
2	3,46	2,35			3,03	3,46	2,93
3	3,11	2,40		2,73	3,11		2,75
4	3,13	2,53	2,71	3,13			2,81
5	3,24	2,85	3,24				3,05
6	3,34	3,34					3,34



C-2.2 Chaîne 1

DJ1 moyen par position Chaîne 1 - Etudes 1 et 2

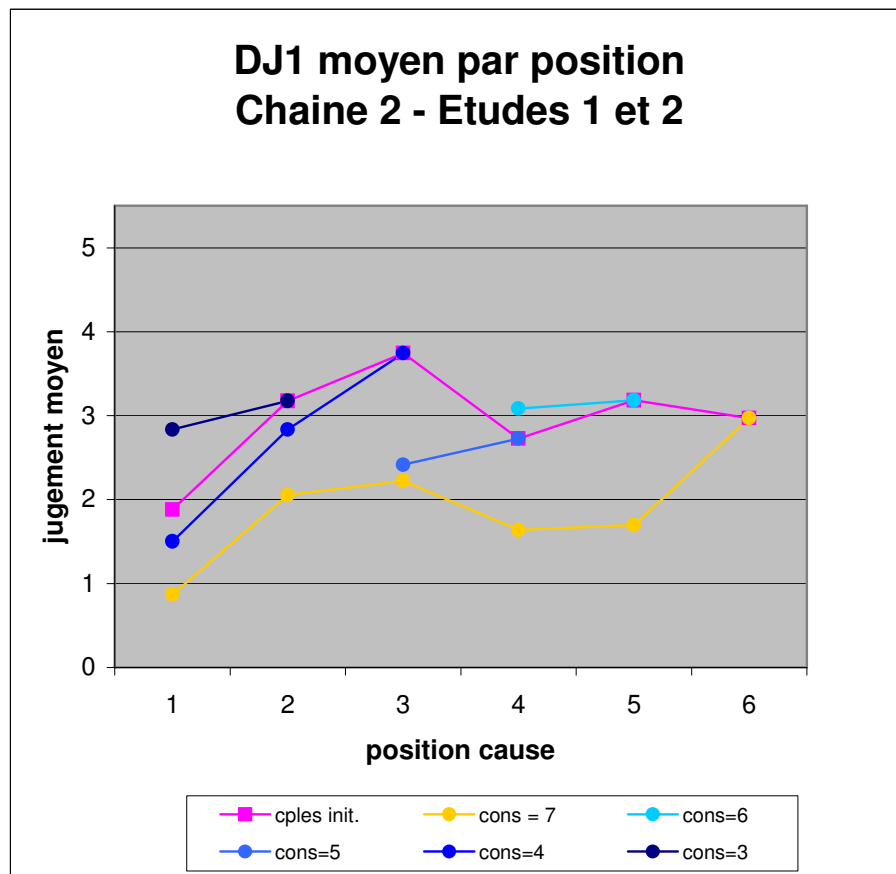
Cause	cples init.	cons = 7	cons=6	cons=5	cons=4	cons=3	global
1	4,08	0,17			0,75	3,00	4,08
2	3,54	0,43			2,58	3,54	2,18
3	2,47	0,44		1,75	2,47		1,55
4	2,79	0,86	1,42	2,79			1,69
5	2,05	1,35	2,05				1,70
6	1,76	1,76					1,76



C-2.3 Chaîne 2

DJ1 moyen par position Chaîne 2 - Etudes 1 et 2

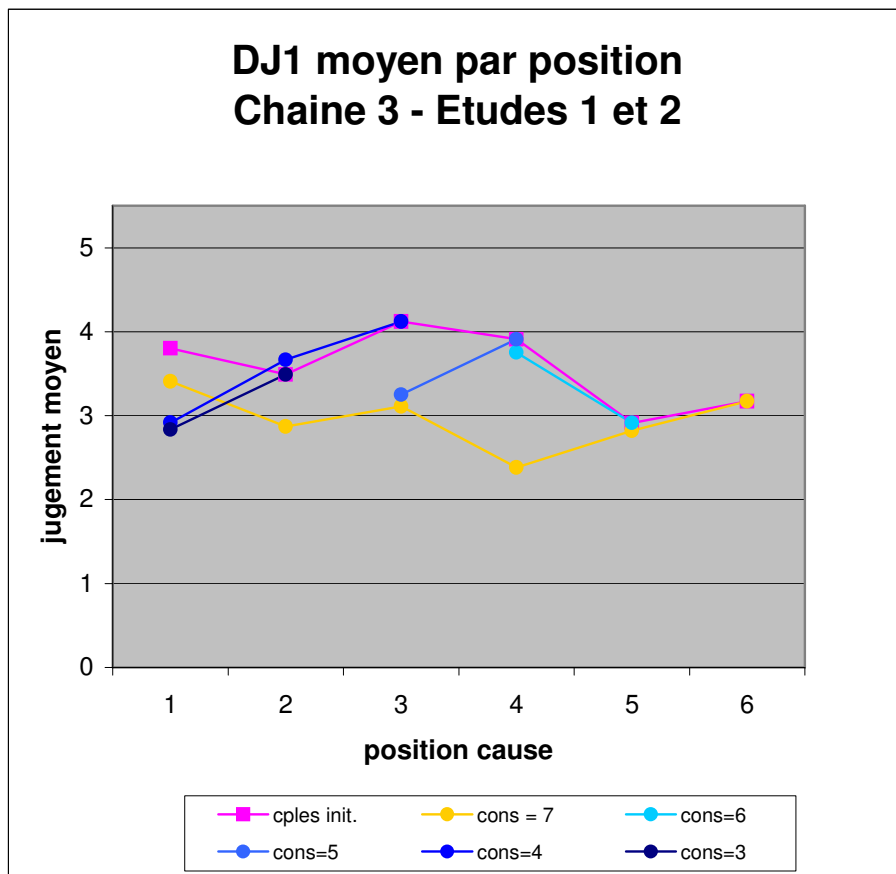
Cause	cples init.	cons = 7	cons=6	cons=5	cons=4	cons=3	global
1	1,88	0,87			1,50	2,83	1,88
2	3,17	2,05			2,83	3,17	2,69
3	3,74	2,22		2,42	3,74		2,79
4	2,73	1,64	3,08	2,73			2,48
5	3,18	1,70	3,18				2,44
6	2,97	2,97					2,97



C-2.4 Chaîne 3

DJ1 moyen par position Chaîne 3 - Etudes 1 et 2

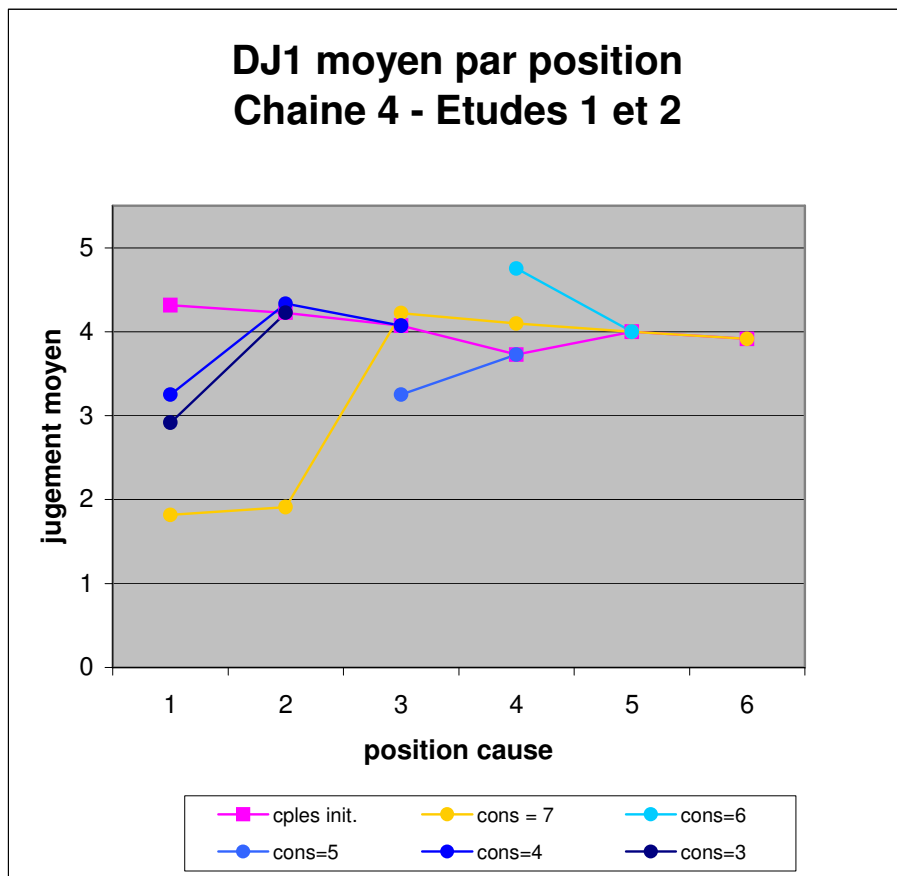
Cause	cples init.	cons = 7	cons=6	cons=5	cons=4	cons=3	global
1	3,80	3,41			2,92	2,83	3,80
2	3,49	2,87			3,67	3,49	3,34
3	4,12	3,11		3,25	4,12		3,49
4	3,91	2,38	3,75	3,91			3,35
5	2,91	2,82	2,91				2,87
6	3,17	3,17					3,17



C-2.5 Chaîne 4

DJ1 moyen par position
Chaîne 4 - Etudes 1 et 2

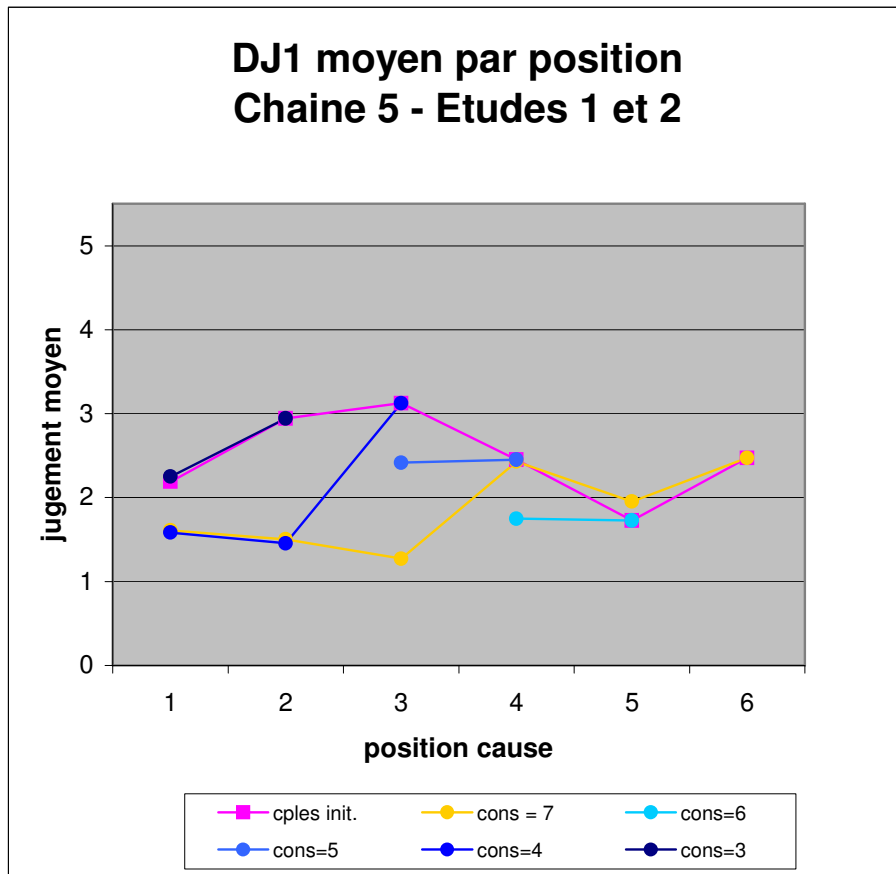
Cause	cples init.	cons = 7	cons=6	cons=5	cons=4	cons=3	global
1	4,31	1,82			3,25	2,92	4,31
2	4,22	1,91			4,33	4,22	3,49
3	4,07	4,22		3,25	4,07		3,85
4	3,73	4,10	4,75	3,73			4,19
5	4,00	4,00	4,00				4,00
6	3,91	3,91					3,91



C-2.6 Chaîne 5

DJ1 moyen par position
Chaîne 5 - Etudes 1 et 2

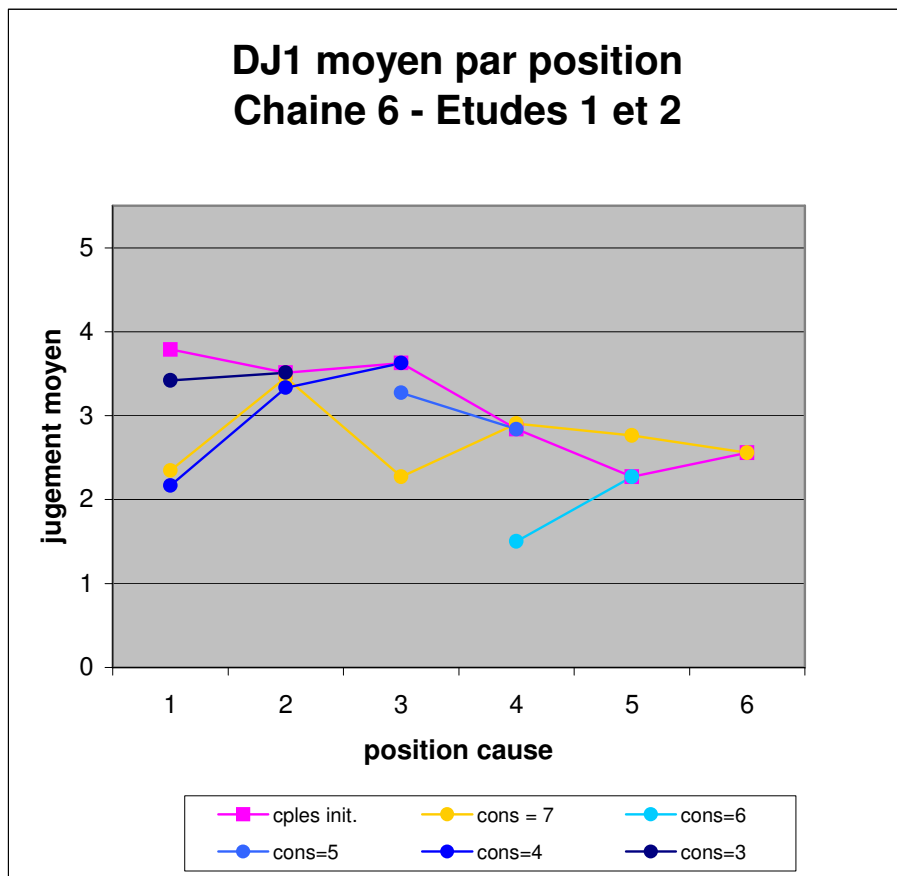
Cause	cples init.	cons = 7	cons=6	cons=5	cons=4	cons=3	global
1	2,19	1,61			1,58	2,25	2,19
2	2,94	1,50			1,45	2,94	1,97
3	3,13	1,27		2,42	3,13		2,27
4	2,45	2,43	1,75	2,45			2,21
5	1,73	1,95	1,73				1,84
6	2,47	2,47					2,47



C-2.7 Chaîne 6

DJ1 moyen par position
Chaîne 6 - Etudes 1 et 2

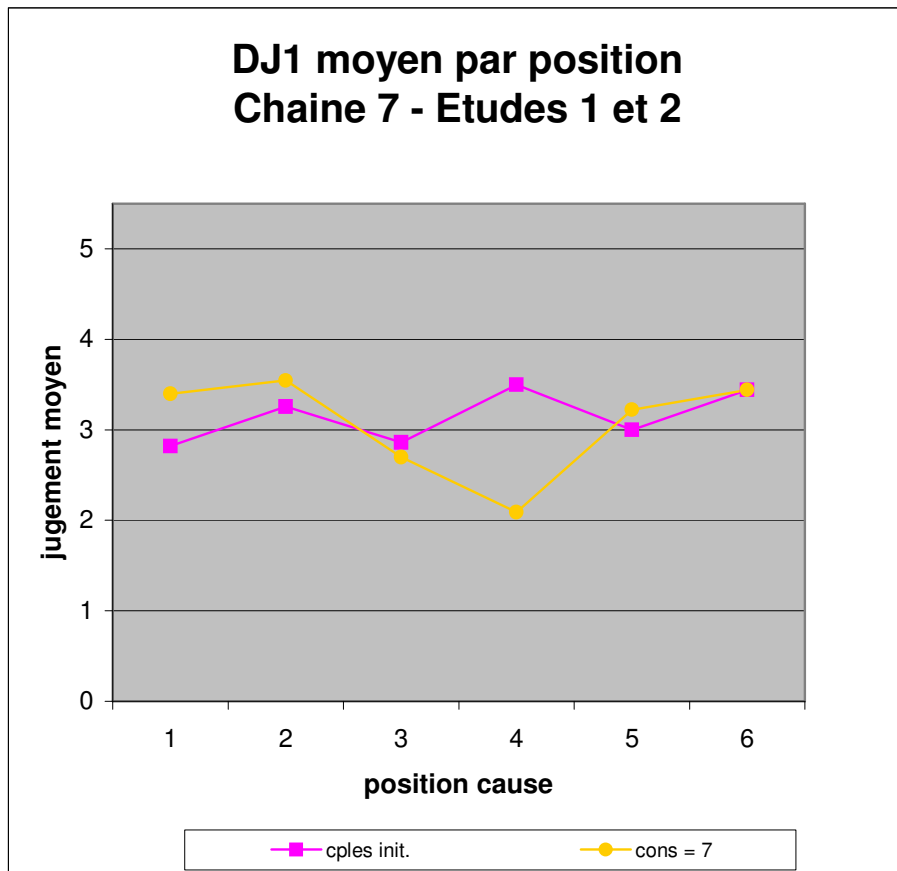
Cause	cples init.	cons = 7	cons=6	cons=5	cons=4	cons=3	global
1	3,79	2,35			2,17	3,42	3,79
2	3,51	3,45			3,33	3,51	3,43
3	3,63	2,27		3,27	3,63		3,06
4	2,84	2,90	1,50	2,84			2,41
5	2,27	2,76	2,27				2,52
6	2,56	2,56					2,56



C-2.8 Chaîne 7

DJ1 moyen par position Chaîne 7 - Etudes 1 et 2

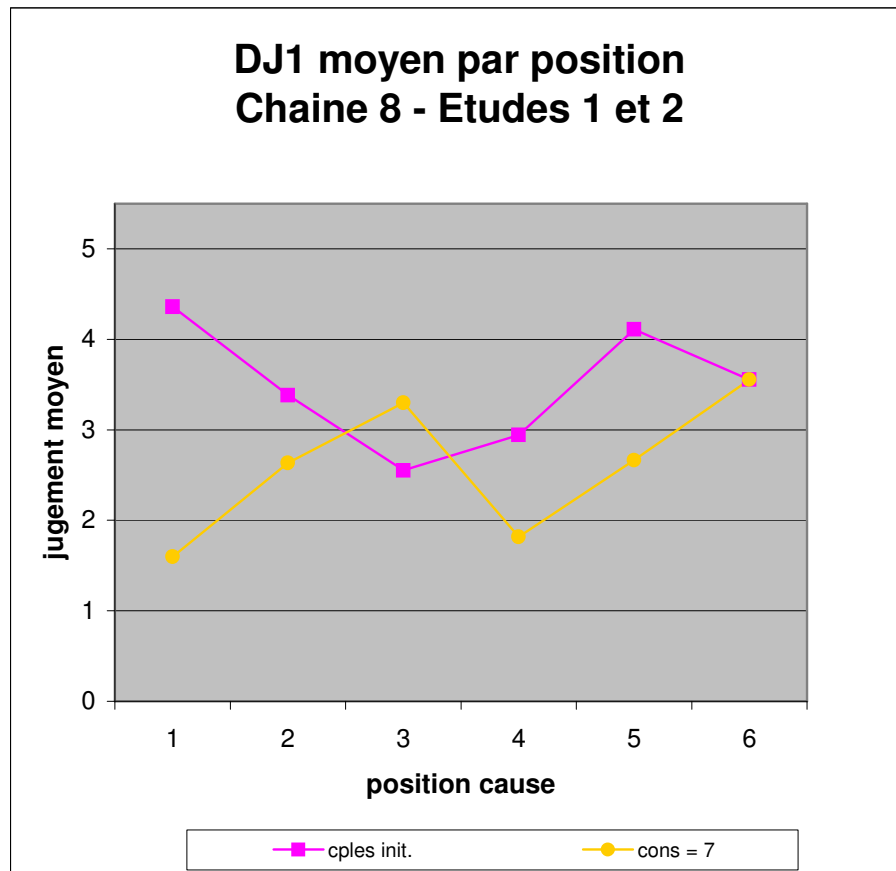
Cause	cples init.	cons = 7	global
1	2,82	3,40	3,11
2	3,26	3,55	3,40
3	2,86	2,70	2,78
4	3,50	2,09	2,80
5	3,00	3,22	3,11
6	3,44	3,44	3,44



C-2.9 Chaîne 8

DJ1 moyen par position Chaîne 8 - Etudes 1 et 2

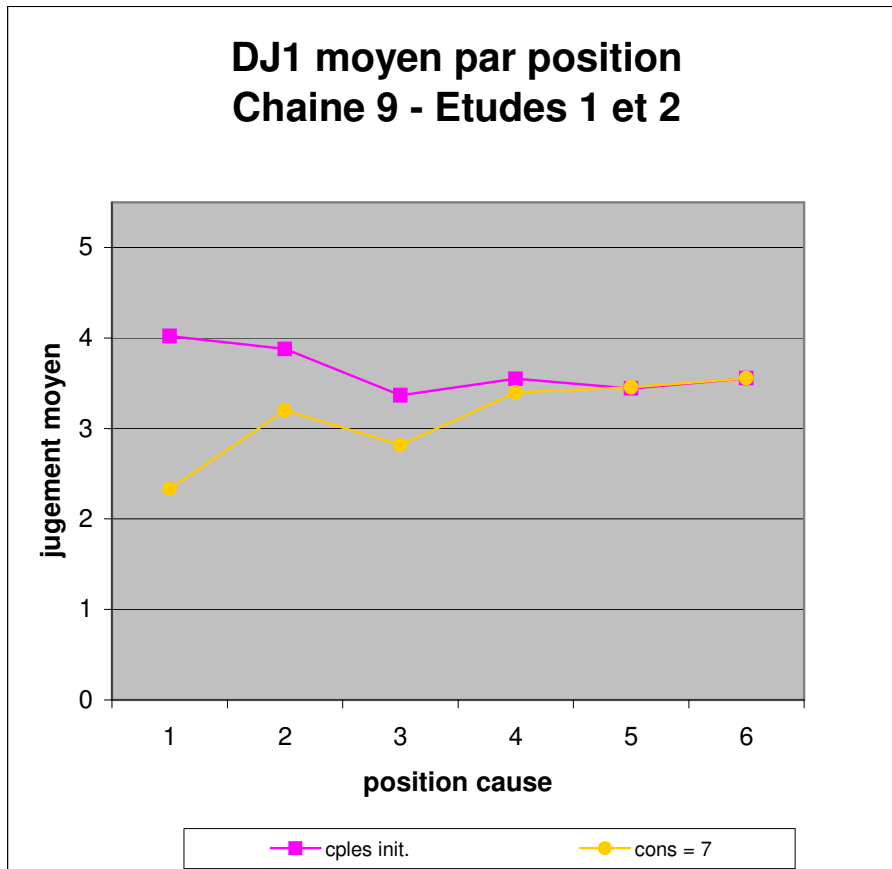
Cause	cples init. cons = 7		global
1	4,36	1,60	2,98
2	3,38	2,64	3,01
3	2,55	3,30	2,93
4	2,94	1,82	2,38
5	4,11	2,67	3,39
6	3,56	3,56	3,56



C-2.10 Chaîne 9

DJ1 moyen par position Chaîne 9 - Etudes 1 et 2

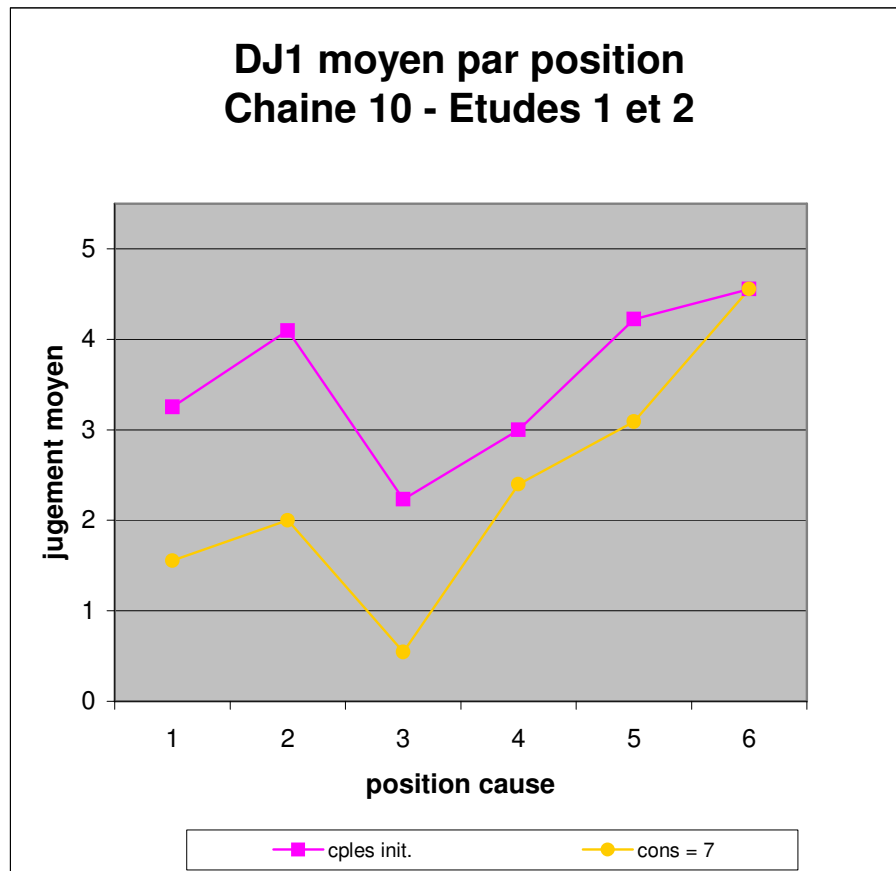
Cause	cples init.	cons = 7	global
1	4,02	2,33	3,18
2	3,88	3,20	3,54
3	3,37	2,82	3,09
4	3,55	3,40	3,48
5	3,44	3,45	3,45
6	3,56	3,56	3,56



C-2.11 Chaîne 10

DJ1 moyen par position Chaîne 10 - Etudes 1 et 2

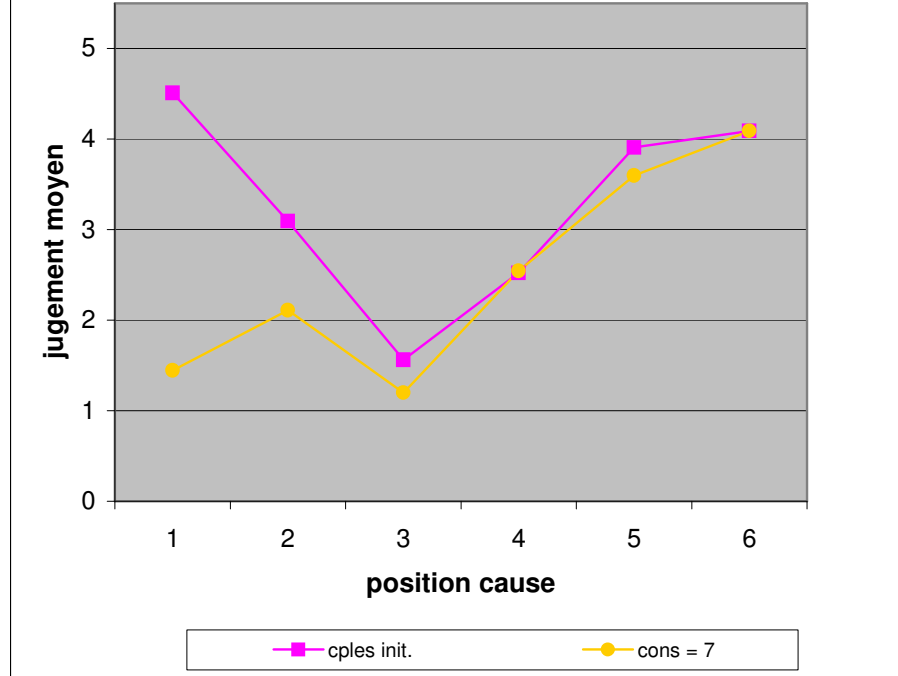
Cause	cples init. cons = 7		global
1	3,25	1,56	2,41
2	4,10	2,00	3,05
3	2,23	0,55	1,39
4	3,00	2,40	2,70
5	4,22	3,09	3,66
6	4,56	4,56	4,56



C-2.12 Chaîne 11

Erreur! Liaison incorrecte.

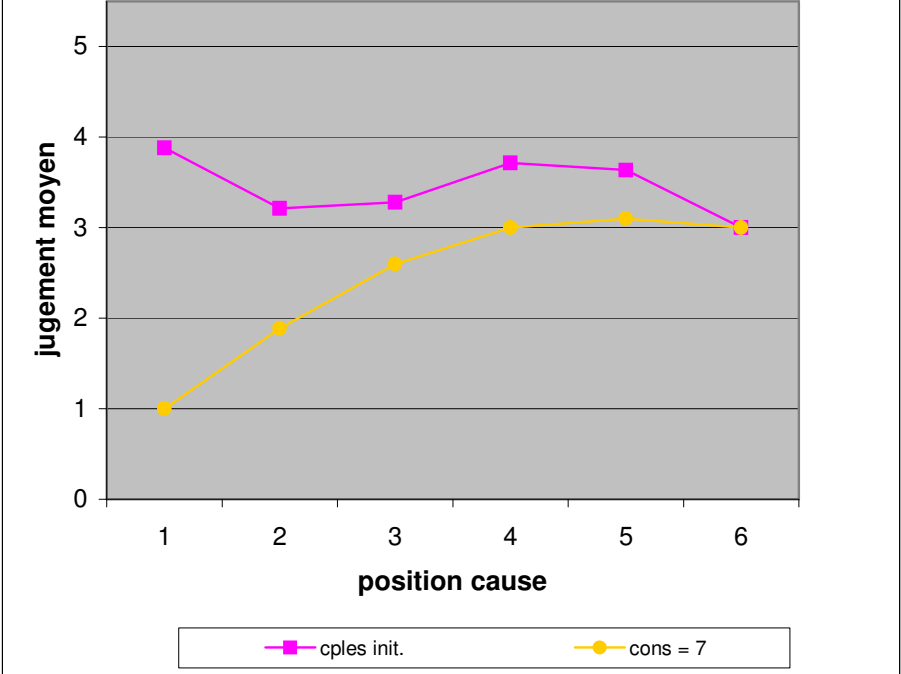
DJ1 moyen par position Chaîne 11 - Etudes 1 et 2



C-2.13 Chaîne 12

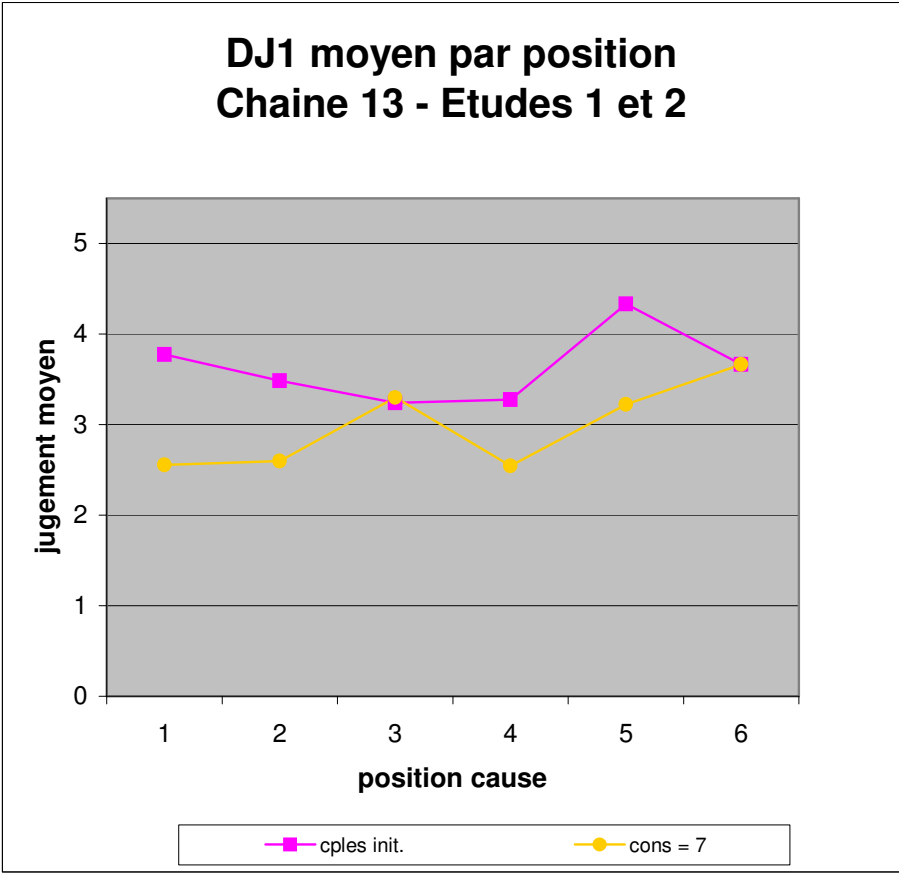
Erreur! Liaison incorrecte.

DJ1 moyen par position Chaîne 12 - Etudes 1 et 2



C-2.14 Chaîne 13

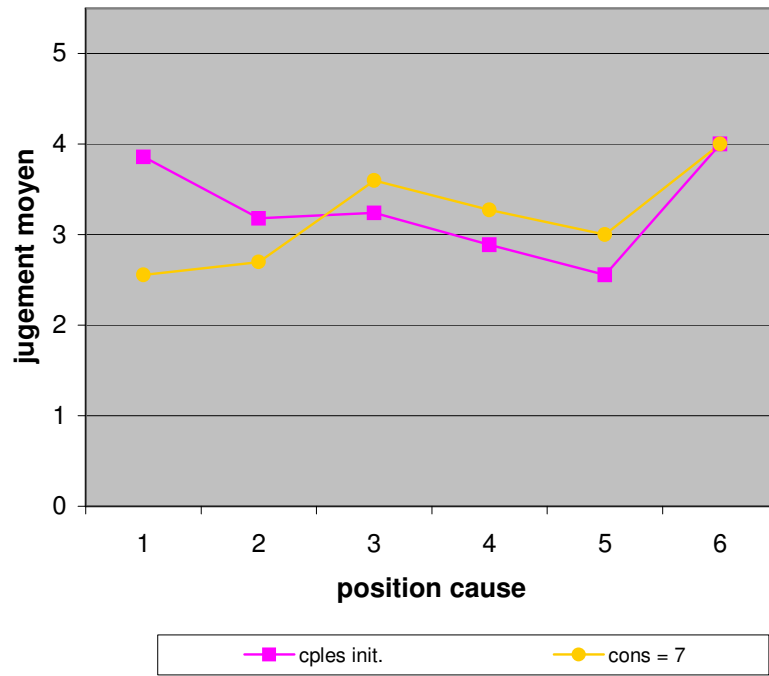
Erreur! Liaison incorrecte.



C-2.15 Chaîne 14

Erreur! Liaison incorrecte.

DJ1 moyen par position Chaine 14 - Etudes 1 et 2



C-3 Comparaisons post hoc de la plausibilité (DJI) par combinaison

C-3.1 Toutes chaînes confondues (items)

Erreur! Liaison incorrecte.

C-3.2 Chaîne 1

Erreur! Liaison incorrecte.

C-3.3 Chaîne 2

Erreur! Liaison incorrecte.

C-3.4 Chaîne 3

Erreur! Liaison incorrecte.

C-3.5 Chaîne 4

Erreur! Liaison incorrecte.

C-3.6 Chaîne 5

Erreur! Liaison incorrecte.

C-3.7 Chaîne 6

Erreur! Liaison incorrecte.

C-3.8 Chaîne 7

Erreur! Liaison incorrecte.

C-3.9 Chaîne 8

Erreur! Liaison incorrecte.

C-3.10 Chaîne 9

Erreur! Liaison incorrecte.

C-3.11 Chaîne 10

Erreur! Liaison incorrecte.

C-3.12 Chaîne 11

Erreur! Liaison incorrecte.

C-3.13 Chaîne 12

Erreur! Liaison incorrecte.

C-3.14 Chaîne 13

Erreur! Liaison incorrecte.

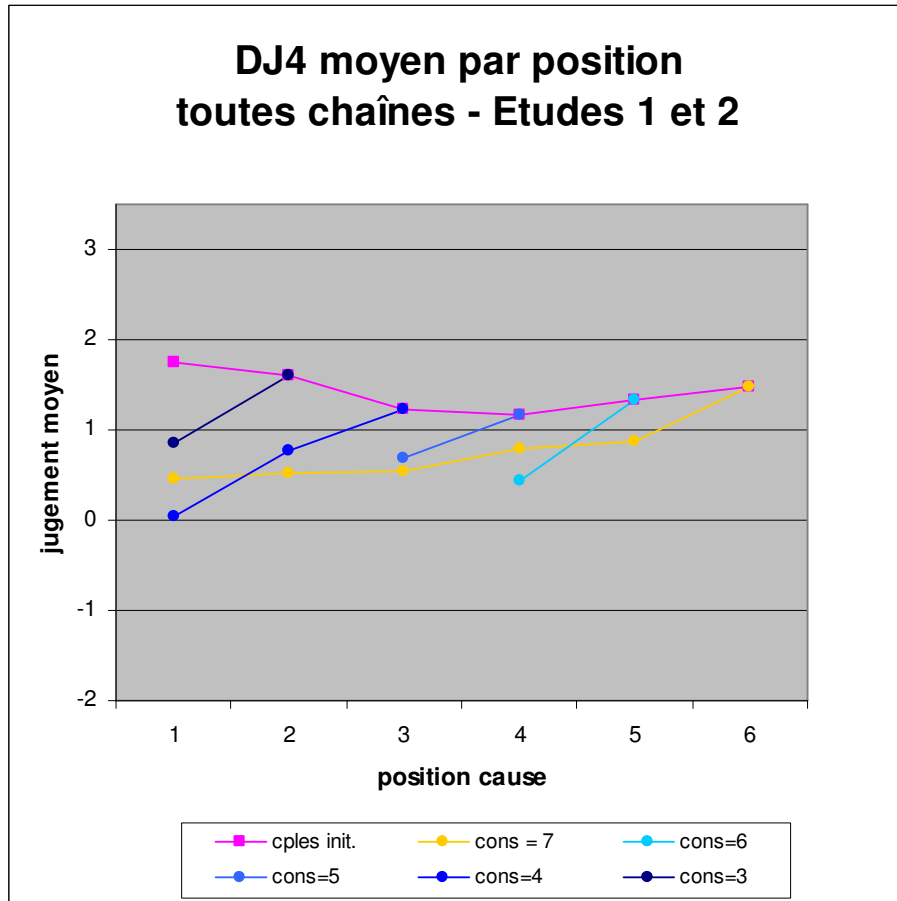
C-3.15 Chaîne 14

Erreur! Liaison incorrecte.

C-4 Jugements de plausibilité (DJ4) par combinaison

C-4.1 Toutes chaînes confondues

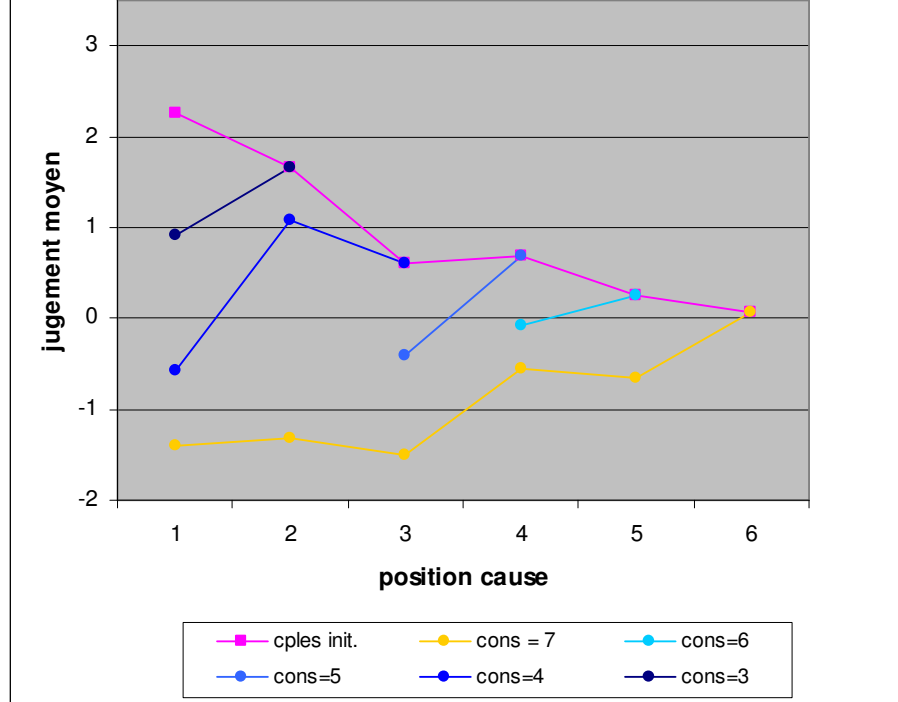
Erreur! Liaison incorrecte.



C-4.2 Chaîne 1

Erreur! Liaison incorrecte.

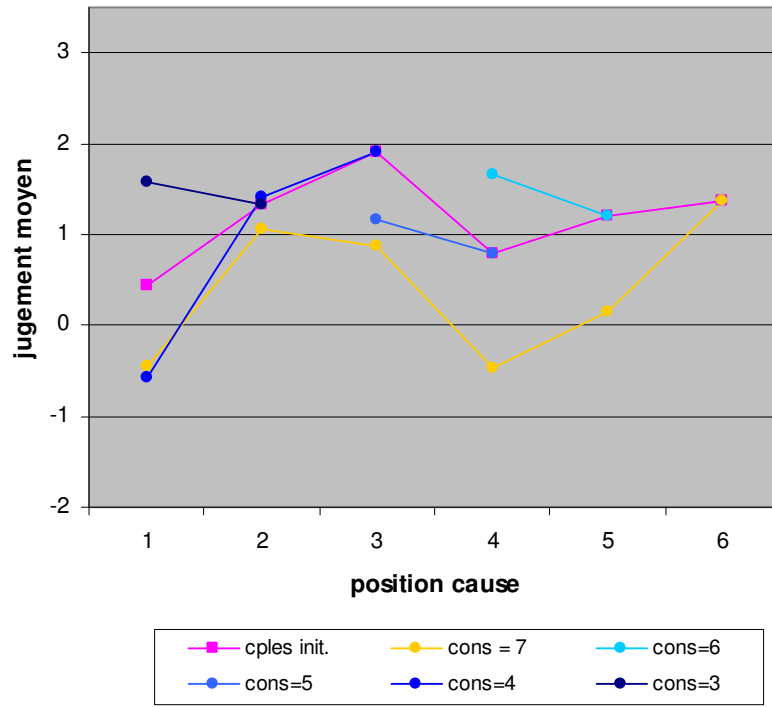
DJ4 moyen par position Chaîne 1 - Etudes 1 et 2



C-4.3 Chaîne2

Erreur! Liaison incorrecte.

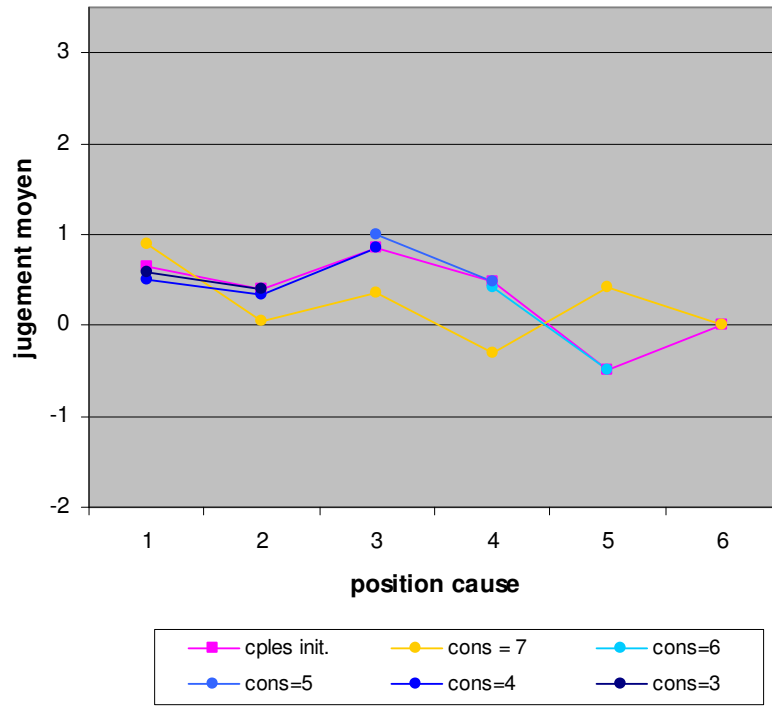
DJ4 moyen par position Chaîne 2 - Etudes 1 et 2



C-4.4 Chaîne3

Erreur! Liaison incorrecte.

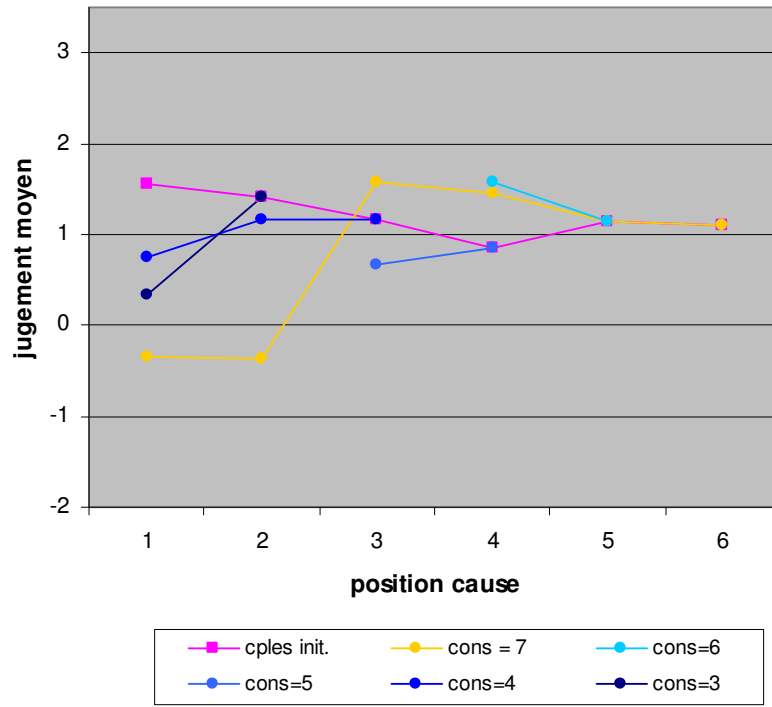
DJ4 moyen par position Chaîne 3 - Etudes 1 et 2



C-4.5 Chaîne4

Erreur! Liaison incorrecte.

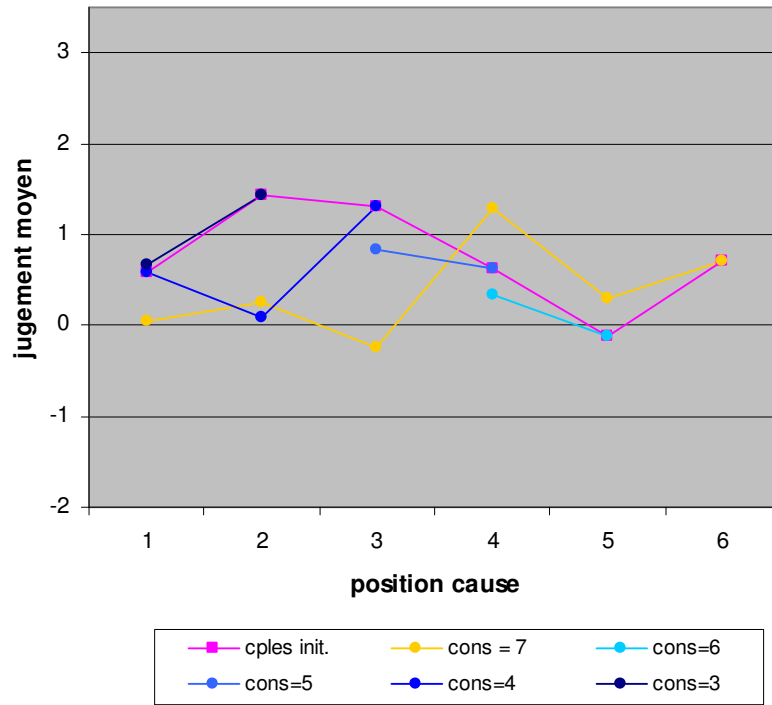
DJ4 moyen par position Chaîne 4 - Etudes 1 et 2



C-4.6 Chaîne5

Erreur! Liaison incorrecte.

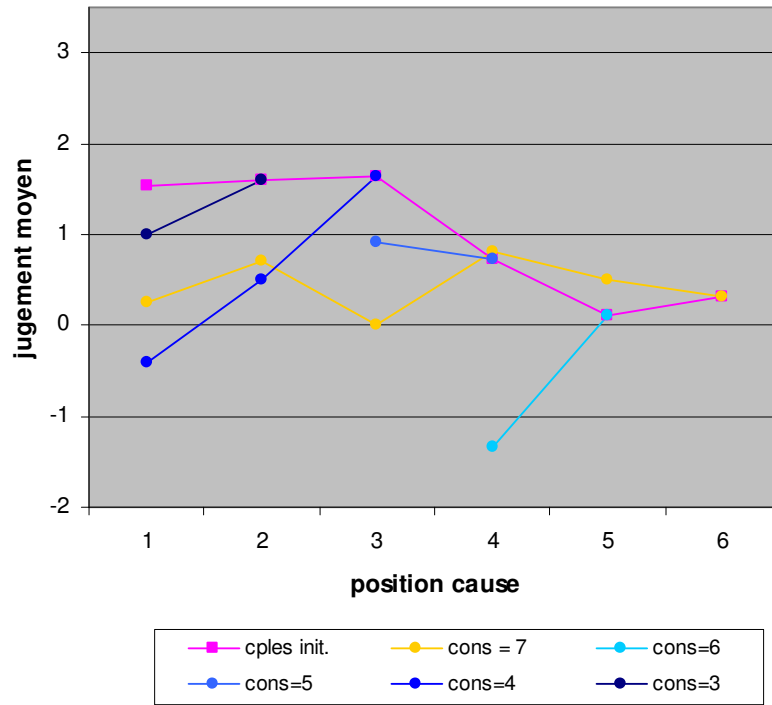
DJ4 moyen par position Chaîne 5 - Etudes 1 et 2



C-4.7 Chaîne 6

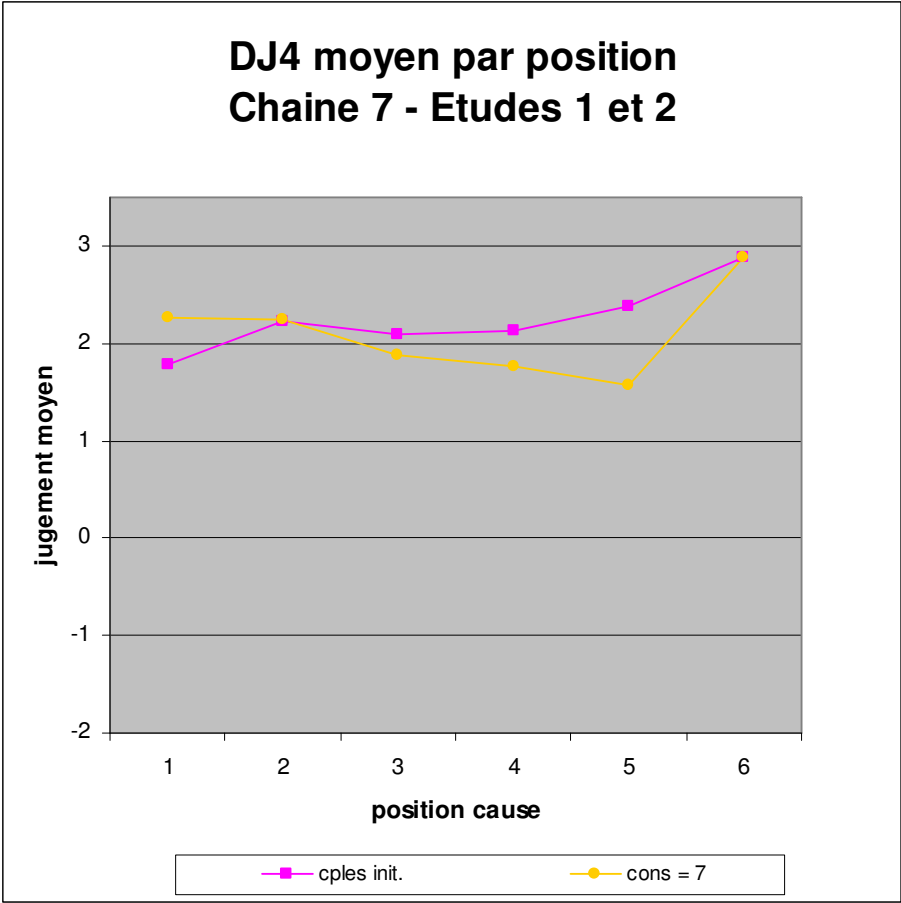
Erreur! Liaison incorrecte.

DJ4 moyen par position Chaîne 6 - Etudes 1 et 2



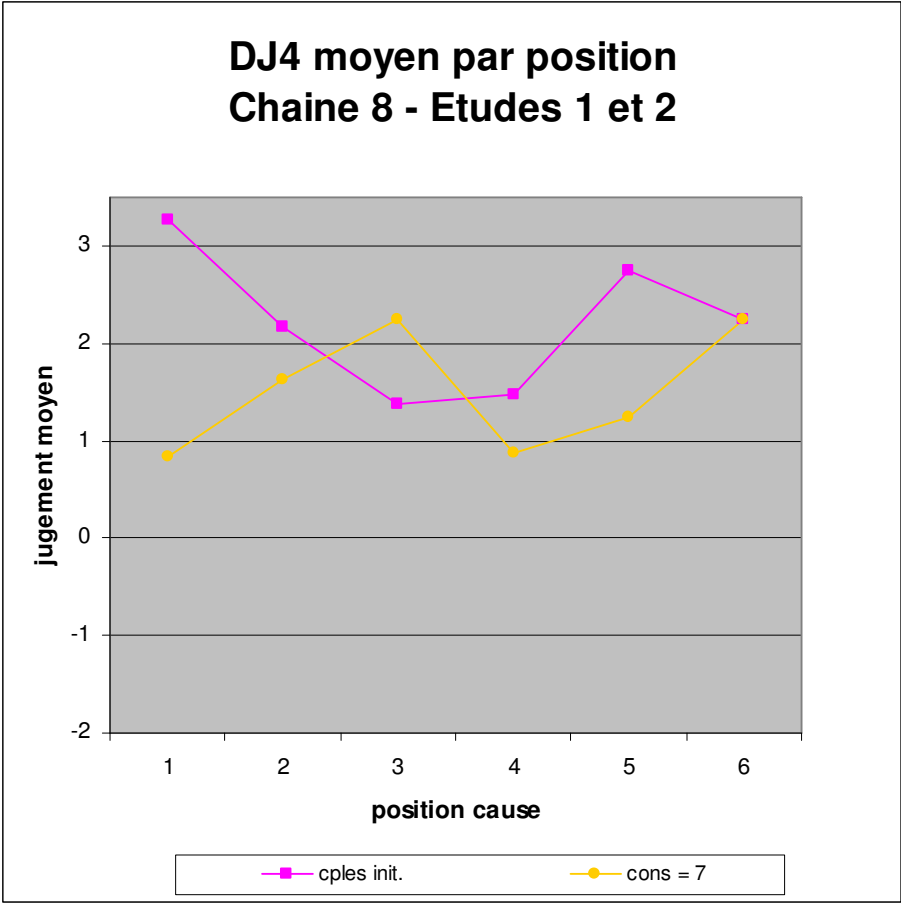
C-4.8 Chaîne 7

Erreur! Liaison incorrecte.



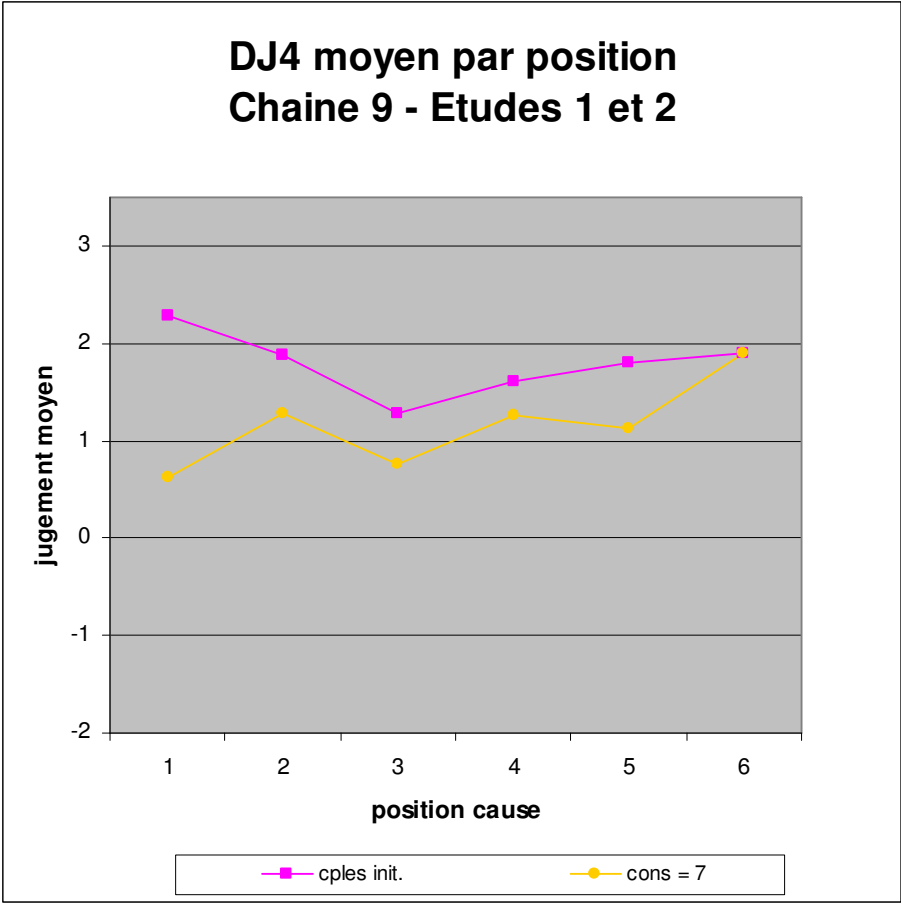
C-4.9 Chaîne 8

Erreur! Liaison incorrecte.



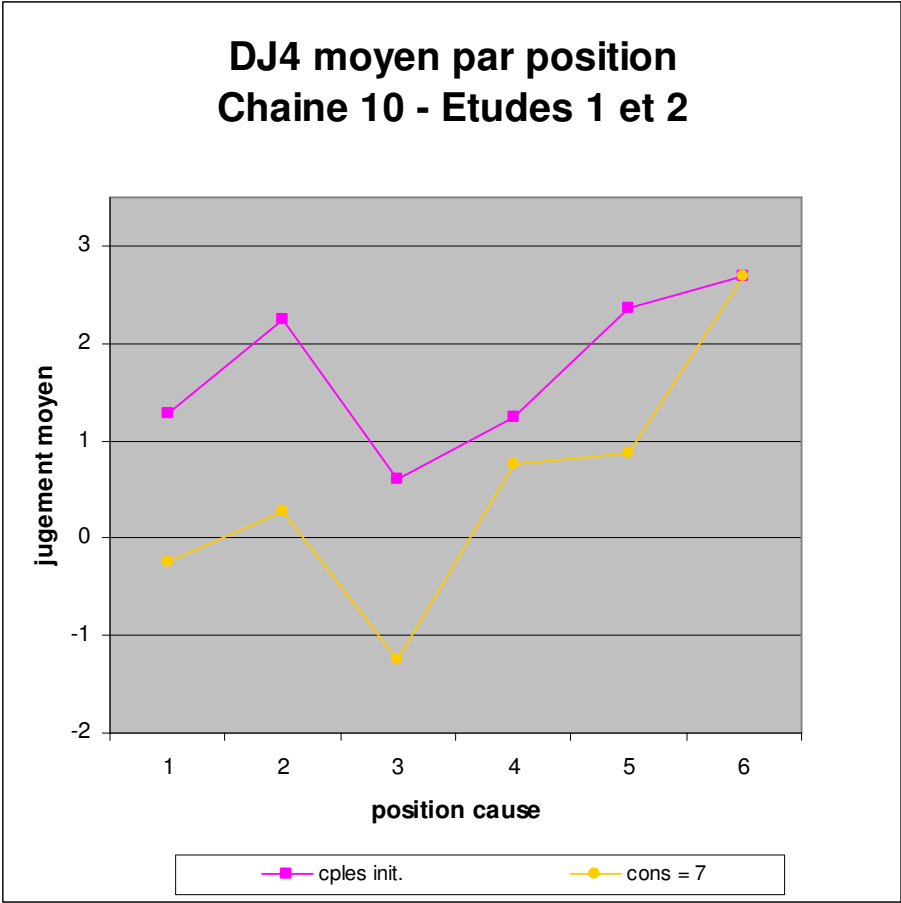
C-4.10 Chaîne 9

Erreur! Liaison incorrecte.



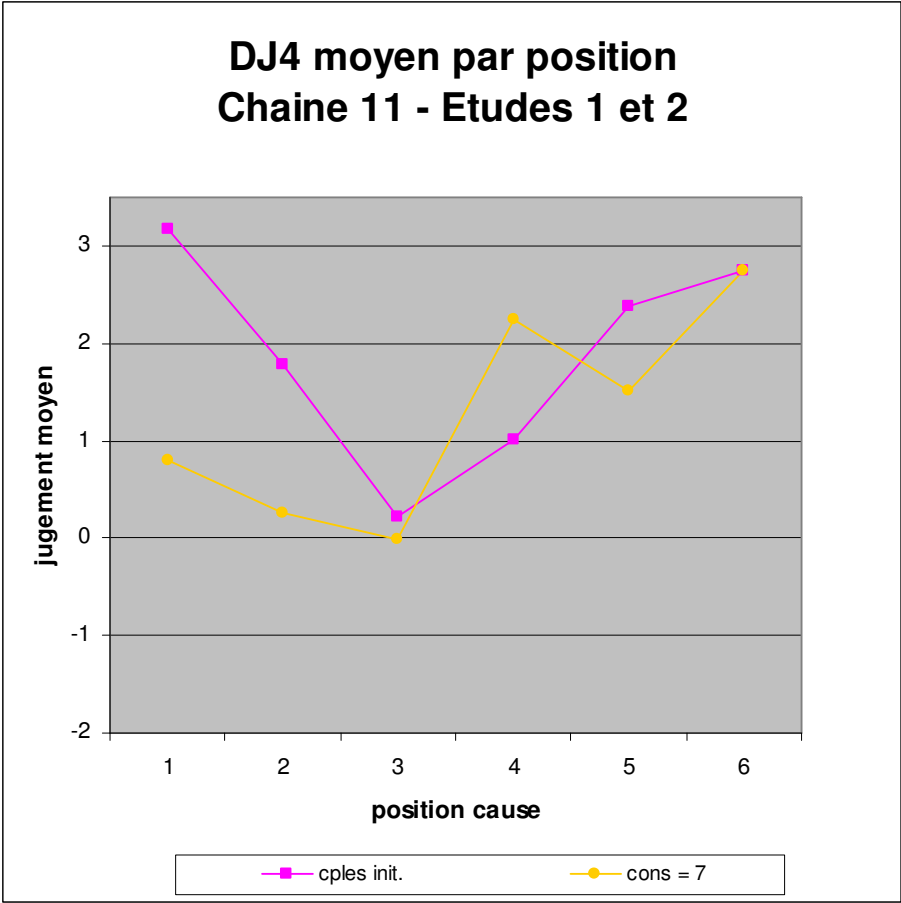
C-4.11 Chaîne 10

Erreur! Liaison incorrecte.



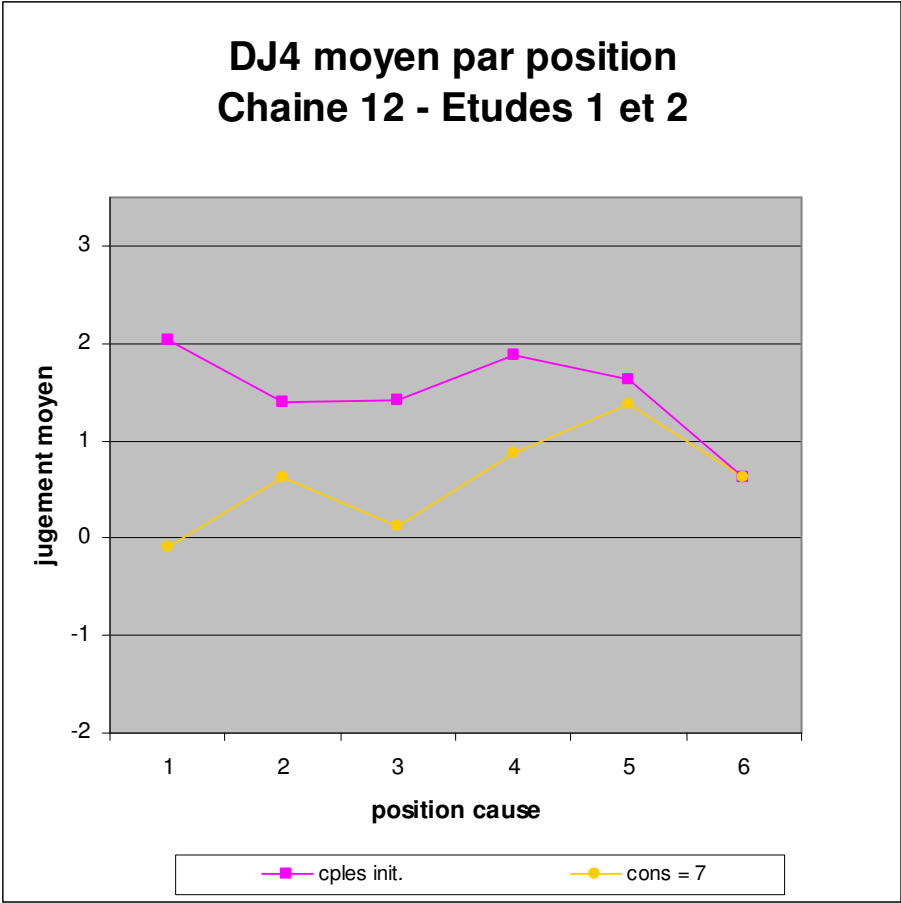
C-4.12 Chaîne 11

Erreur! Liaison incorrecte.



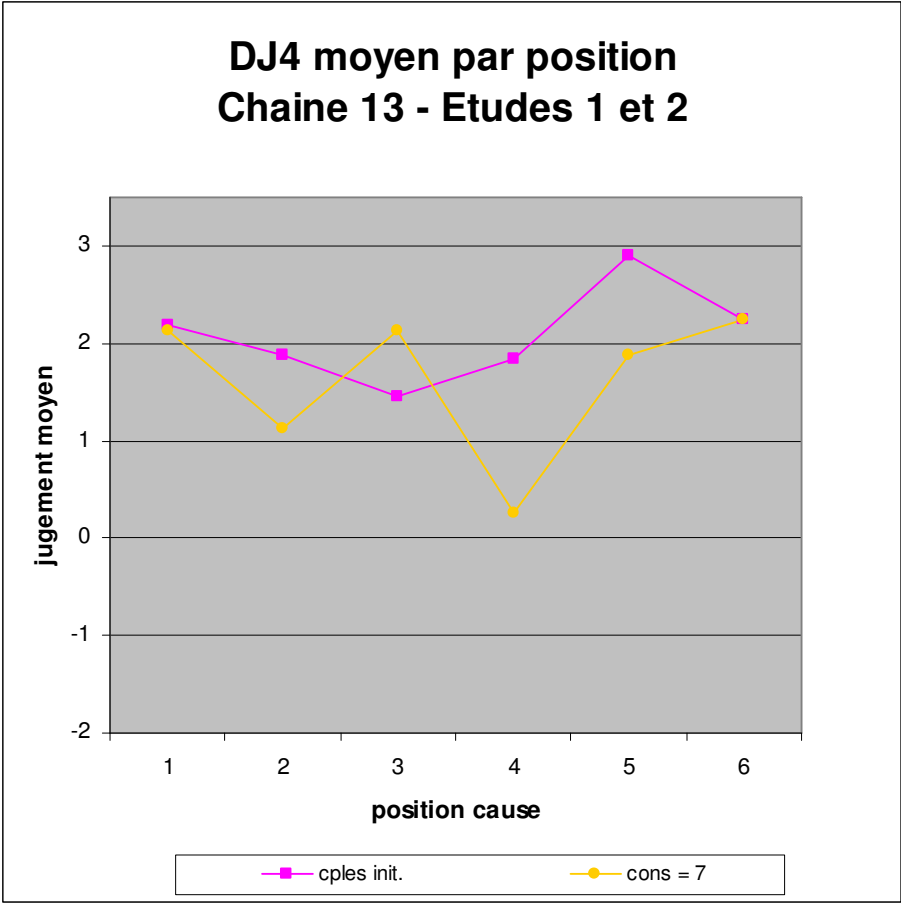
C-4.13 Chaîne 12

Erreur! Liaison incorrecte.



C-4.14 Chaîne 13

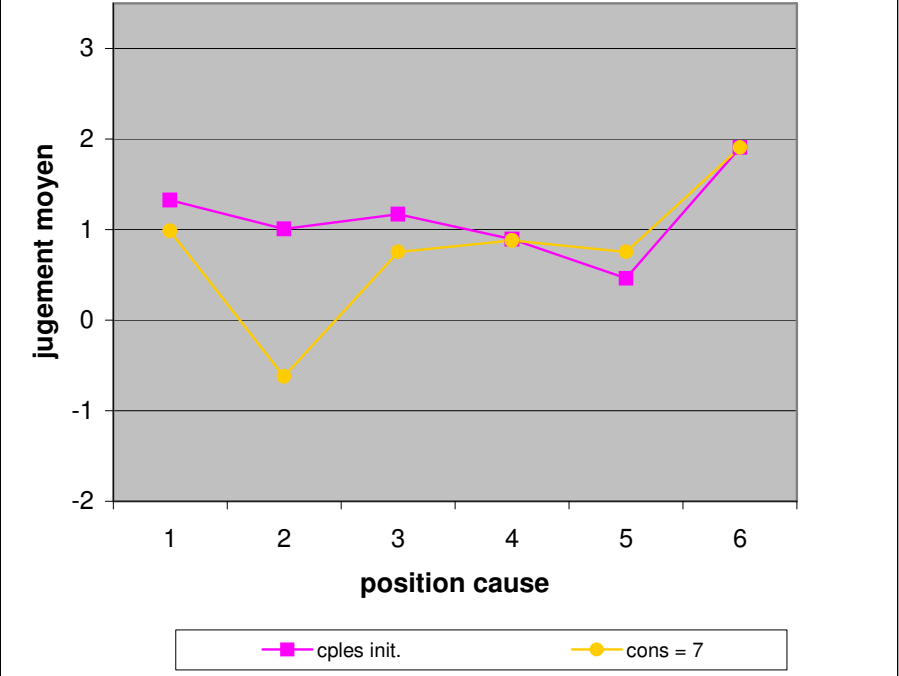
Erreur! Liaison incorrecte.



C-4.15 Chaîne 14

Erreur! Liaison incorrecte.

DJ4 moyen par position Chaine 14 - Etudes 1 et 2



C-5 Comparaisons post hoc de la plausibilité (DJ4) par combinaison

C-5.1 Toutes chaînes confondues (items)

Erreur! Liaison incorrecte.

C-5.2 Toutes chaînes confondues

Erreur! Liaison incorrecte.

C-5.3 Chaîne 1

Erreur! Liaison incorrecte.

C-5.4 Chaîne 2

Erreur! Liaison incorrecte.

C-5.5 Chaîne 3

Erreur! Liaison incorrecte.

C-5.6 Chaîne 4

Erreur! Liaison incorrecte.

C-5.7 Chaîne 5

Erreur! Liaison incorrecte.

C-5.8 Chaîne 6

Erreur! Liaison incorrecte.

C-5.9 Chaîne 7

Erreur! Liaison incorrecte.

C-5.10 Chaîne 8

Erreur! Liaison incorrecte.

C-5.11 Chaîne 9

Erreur! Liaison incorrecte.

C-5.12 Chaîne 10

Erreur! Liaison incorrecte.

C-5.13 Chaîne 11

Erreur! Liaison incorrecte.

C-5.14 Chaîne 12

Erreur! Liaison incorrecte.

C-5.15 Chaîne 13

Erreur! Liaison incorrecte.

C-5.16 Chaîne 14

Erreur! Liaison incorrecte.

C-6 ANOVAS de l'étude 2

C-6.1 ANOVA DJ1 Chaîne x Combinaison (cples initiaux)

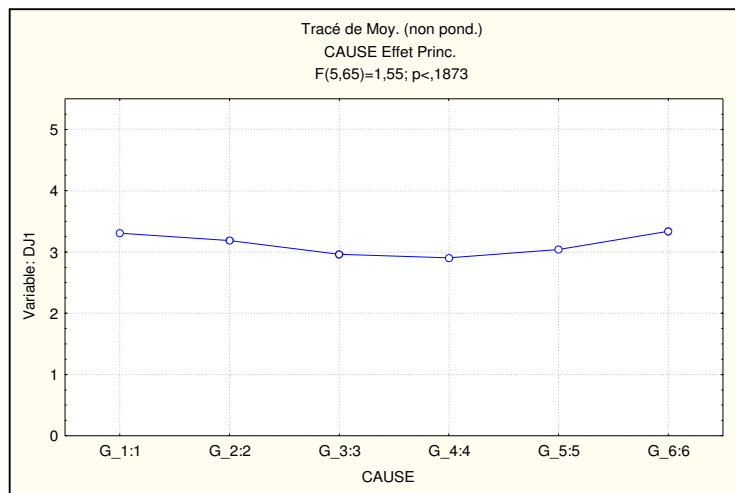
Erreur! Liaison incorrecte.

C-6.2 ANOVA DJ4 Chaîne x Combinaison (cples initiaux)

Erreur! Liaison incorrecte.

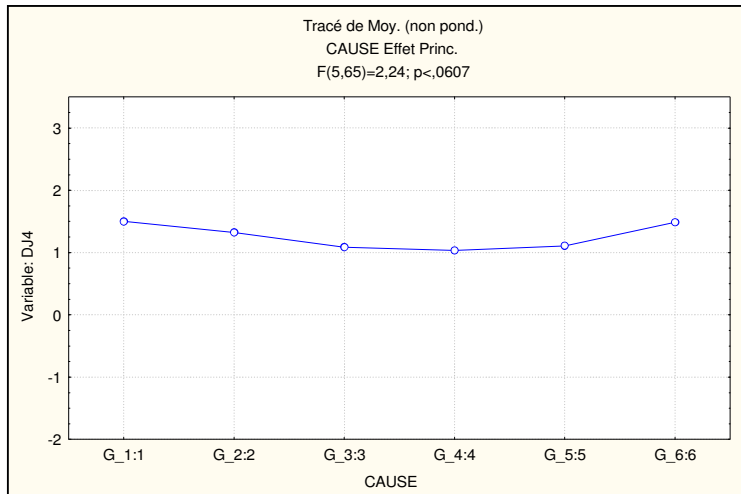
C-6.3 ANOVA DJ1 par RP x Chaîne x Courbe

Erreur! Liaison incorrecte.



C-6.4 ANOVA DJ4 par RP x Chaîne x Courbe

Erreur! Liaison incorrecte.



C-6.5 ANOVA DJ1 Taille x Chaîne pour les couples de conséquence 7

Erreur! Liaison incorrecte.

C-6.6 ANOVA DJ4 Taille x Chaîne pour les couples de conséquence 7

Erreur! Liaison incorrecte.

C-6.7 ANOVA DJ1 Chaîne (13) x Familiarité (4)

Erreur! Liaison incorrecte.

C-6.8 ANOVA DJ4 Chaîne (13) x Familiarité(4)

Erreur! Liaison incorrecte.

C-6.9 ANOVA DJ1 NivFam(3) x Taille(5)

Erreur! Liaison incorrecte.

C-6.10 ANOVA DJ4 NivFam(3) x Taille(5)

Erreur! Liaison incorrecte.

C-6.11 ANOVA T1 Chaîne(14) x Combinaison(6) couples initiaux

Erreur! Liaison incorrecte.

C-6.12 ANOVA T2 Chaîne(14) x Combinaison(6) couples initiaux

Erreur! Liaison incorrecte.

C-6.13 ANOVA T3 Chaîne(14) x Combinaison(6) couples initiaux

Erreur! Liaison incorrecte.

C-6.14 ANOVA T1 RP(4) x Courbe(2) x Chaîne(14)

Erreur! Liaison incorrecte.

C-6.15 ANOVA T2 RP(4) x Courbe(2) x Chaîne(14)

Erreur! Liaison incorrecte.

C-6.16 ANOVA T3 RP(4) x Courbe(2) x Chaîne(14)

Erreur! Liaison incorrecte.

C-6.17 ANOVA T1 Combinaison(2) x Chaîne(14) à conséquence fixe

Erreur! Liaison incorrecte.

C-6.18 ANOVA T2 Combinaison(2) x Chaîne(14) à conséquence fixe

Erreur! Liaison incorrecte.

C-6.19 ANOVA T3 Combinaison(2) x Chaîne(14) à conséquence fixe

Erreur! Liaison incorrecte.

C-6.20 ANOVA T1 Combinaison(2) x Chaîne(14) à cause fixe

Erreur! Liaison incorrecte.

C-6.21 ANOVA T2 Combinaison(2) x Chaîne(14) à cause fixe

Erreur! Liaison incorrecte.

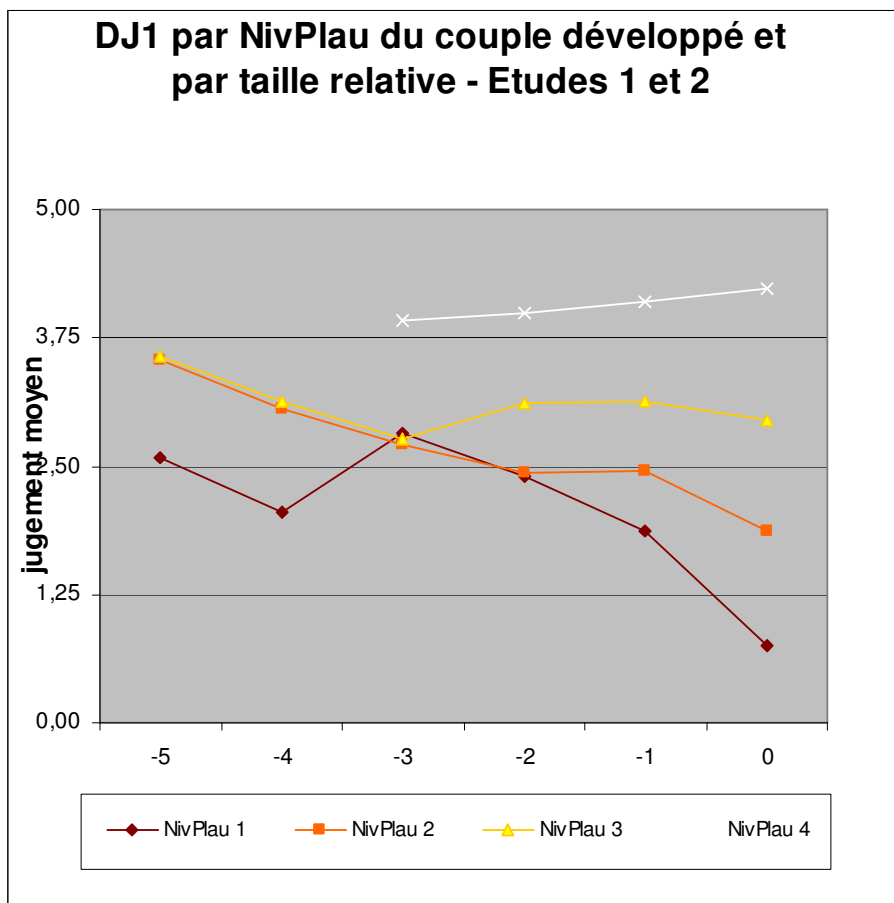
C-6.22 ANOVA T3 Combinaison(2) x Chaîne(14) à cause fixe

Erreur! Liaison incorrecte.

C-7 Plausibilité par niveau et taille relative

C-7.1 Développement à conséquence fixe (DJ1)

Erreur! Liaison incorrecte.

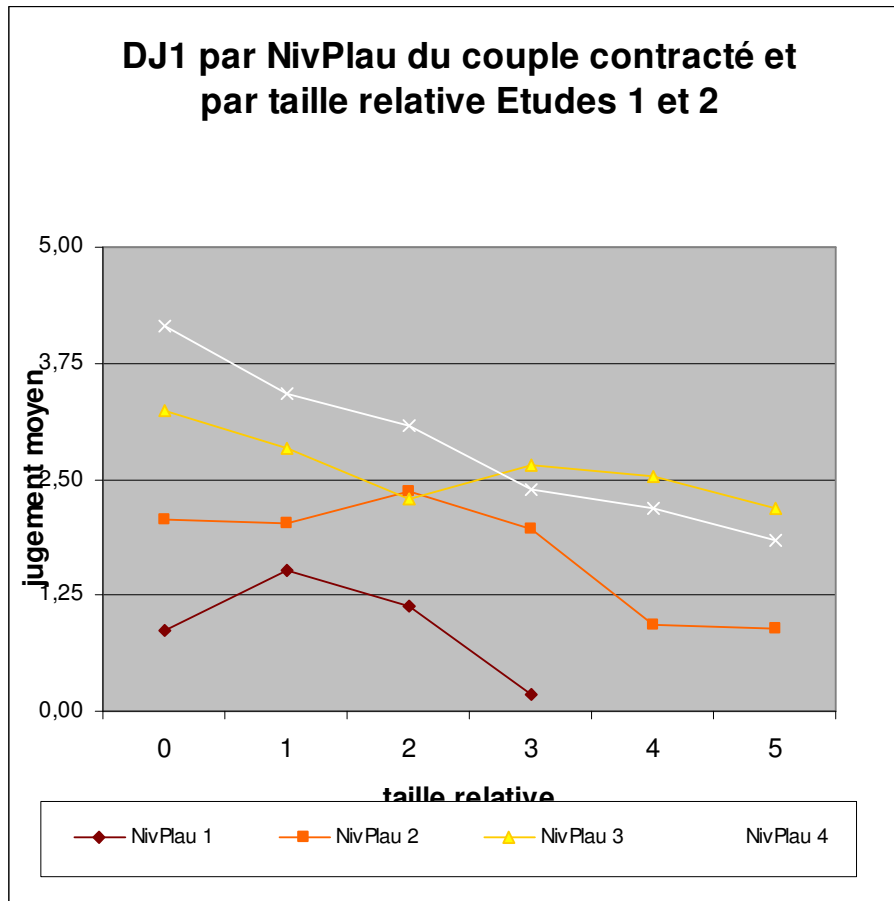


Erreur! Liaison incorrecte.

Erreur! Liaison incorrecte.

C-7.2 Contraction à conséquence fixe (DJ1)

Erreur! Liaison incorrecte.

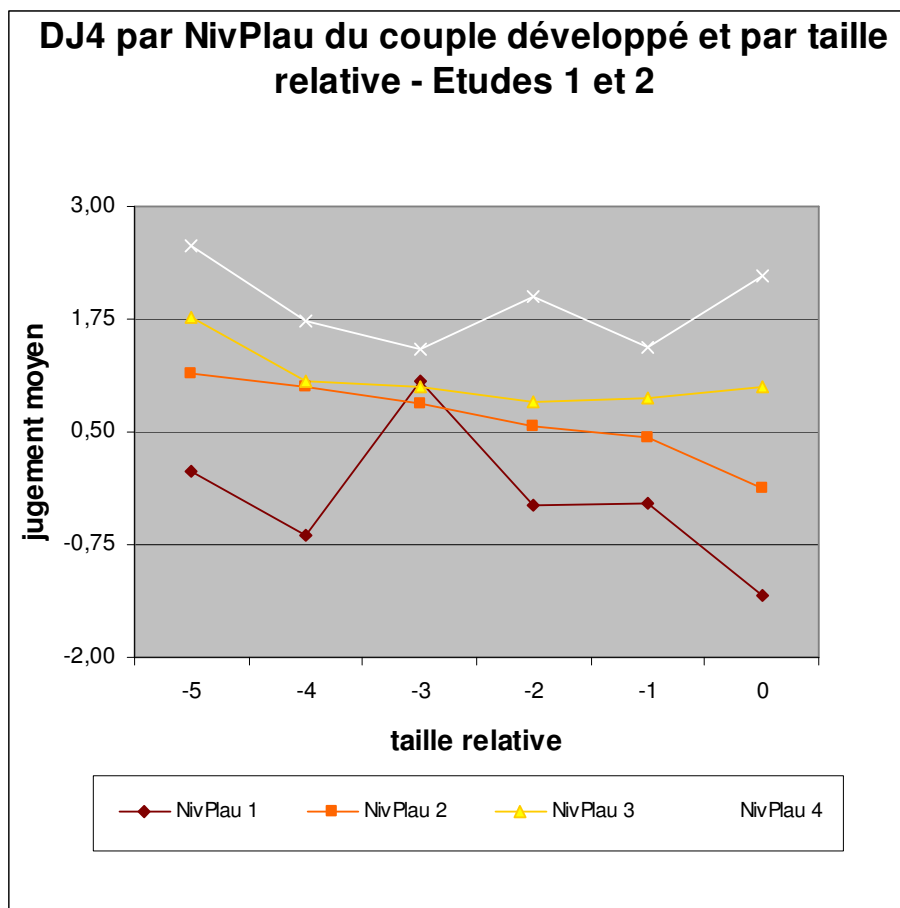


Erreur! Liaison incorrecte.

Erreur! Liaison incorrecte.

C-7.3 Développement à conséquence fixe (DJ4)

Erreur! Liaison incorrecte.

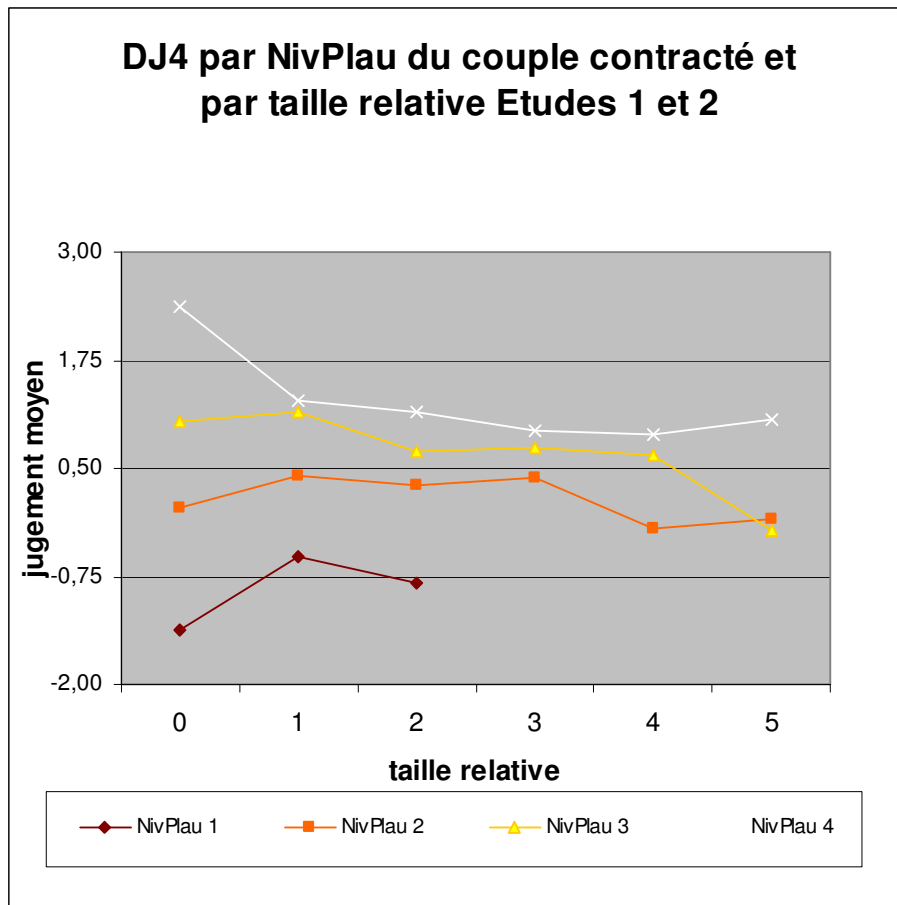


Erreur! Liaison incorrecte.

Erreur! Liaison incorrecte.

C-7.4 Contraction à conséquence fixe (DJ4)

Erreur! Liaison incorrecte.



Erreur! Liaison incorrecte.

Erreur! Liaison incorrecte.

Annexe D Données descriptives et analyses du chapitre VII

D-1 Effets bruts des variables

D-1.1 Effets bruts des variables binaires

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 29 : Tests t pour les variables binaires présentes dans les analyses de régression

D-1.2 Effets bruts des Variables TMultipl, SMultipl et RMultipl

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 30 : Effets bruts des variables TMultipl, SMultipl, et RMultipl sur la plausibilité (DJ4)

D-1.3 Effet bruts des variables TCtg, SCtg, et NbNouvPro

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 31 : Effets bruts des variables TCtg, SCtg, et NbNouvPro sur la plausibilité (DJ4)

D-2 Synthèses de régression

D-2.1 Variables d'inscription

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 32 : Statistiques descriptives pour les variables d'inscription

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 33 : Synthèse de régression pour les variables d'inscription

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 34 : Corrélations partielles pour les variables d'inscription

D-2.2 Variables de multiplicité

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 35 : Statistiques descriptives pour les variables de multiplicité

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 36 : Distribution des indices de multiplicité par dimension

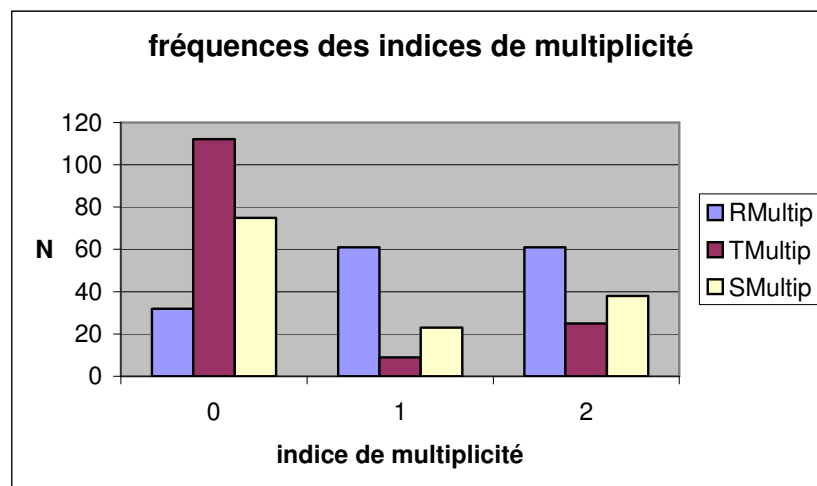


Figure 22 : Distribution des indices de multiplicité

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 37 : Corrélations des variables de multiplicité

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 38 : Distribution croisée pour TMulti et SMulti

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 39 : Distribution croisée pour TMulti et RMulti

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 40 : Distribution croisée pour SMulti et RMulti

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 41 : Synthèse de régression pour les variables de discontinuité de multiplicité (xDisMult)

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 42 : Corrélations partielles pour les variables de discontinuité de multiplicité (xDisMult)

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 43 : Synthèse de régression pour les variables de multiplicité (xMulti)

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 44 : Corrélations partielles pour les variables de multiplicité (xMultip)

D-2.3 Variables temporelles

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 45 : Statistiques descriptives pour les variables temporelles

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 46 : Distribution des effectifs de la variable TMulti

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 47 : Distribution croisée des variables TDisMult et TDisEch

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 48 : Distribution croisée des variables TCtg et TDisEch

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 49 : Synthèse de la régression de TDisEch par TCtg et TDisCtg

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 50 : Corrélations partielles pour la régression de TDisEch par TCtg et TDisCtg

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 51 : Distribution croisée des variables TMulti et TCtg

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 52 : Synthèse de régression pour les variables temporelles

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 53 : Corrélations partielles pour les variables temporelles

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 54 : Synthèse de régression pour les variables temporelles (avec DiscCtg)

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 55 : Corrélations partielles pour les variables temporelles (avec DiscCtg)

D-2.4 Variables spatiales

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 56 : Statistiques descriptives pour les variables spatiales

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 57 : Distribution des effectifs de la variable SMulti

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 58 : Corrélations pour les variables spatiales

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 59 : Distribution croisée pour les variables SDisMult et SDisEch

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 60 : Distribution croisée pour les variables SCTg et SDisEch

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 61 : Synthèse de régression pour les variables spatiales

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 62 : Corrélations partielles pour les variables spatiales

D-2.5 Variables référentielles

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 63 : Statistiques descriptives pour les variables référentielles

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 64 : Distribution des effectifs pour la variable RMulti

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 65 : Corrélations entre variables référentielles

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 66 : Synthèse de régression de des variables référentielles (1)

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 67 : Corrélations partielles pour les variables référentielles (1)

Erreur! Liaison incorrecte.

**Tableau 68 : Synthèse de régression de des variables référentielles (2) : sans couples
NbNouvPro>1**

Erreur! Liaison incorrecte.

**Tableau 69 : Corrélations partielles pour les variables référentielles (2) : sans couples
NbNouvPro>1**

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 70 : Synthèse de régression de des variables référentielles (3) : avec NouvPro

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 71 : Corrélations partielles pour les variables référentielles (3) : avec NouvPro

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 72 : Synthèse de régression de des variables référentielles (4) : avec 1NouvPro

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 73 : Corrélations partielles pour les variables référentielles (4) : avec 1NouvPro

D-2.6 Modèle situationnel

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 74 : Corrélations entre variables temporelles et spatiales

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 75 : Distribution croisée des variables DiscIS et TDisEch

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 76 : Corrélations entre variables référentielles et variables temporelles et spatiales

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 77 : Distribution croisée de DiscIT et Anaph

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 78 : Distribution croisée de Repet et TDisCtg

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 79 : Synthèse de régression pour toutes les variables dimensionnelles

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 80 : Synthèse de la régression avec toutes les variables dimensionnelles (second modèle)

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 81 : Synthèse de la régression avec toutes les variables dimensionnelles (modèle situationnel)

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 82 : Synthèse de la régression du modèle situationnel (substitution de Smultip à TMultip)

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 83 : Synthèse de la régression du modèle situationnel (substitution de Rmultip à TMultip)

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 84 : Synthèse de régression pour les variables du modèle d'indexation d'événements

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 85 : Synthèse de régression pour le modèle situationnel (contiguïtés binaires)

D-2.7 Variables sémantiques

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 86 : Statistiques descriptives pour les variables sémantiques

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 87 : Distribution croisée des variables Anime et Manipul

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 88 : Synthèse de régression pour les variables sémantiques

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 89 : Corrélations entre variables sémantiques et variables situationnelles

D-2.8 Régressions de contrôle

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 90 : Corrélations des variables du modèle situationnel avec celles de la première série

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 91 : Synthèse de la régression pour le modèle situationnel + 1^{ère} série de vars contrôle

Erreur! Liaison incorrecte.

Tableau 92 : Synthèse de la régression pour le modèle situationnel + 2^{ème} série de vars contrôle

D-3 Analyses en composantes principales

facteur	ValPropr	%Variance	cumul ValPropr	Cumul %age
1	2,25	28,09	2,25	28,09
2	1,56	19,40	3,80	47,49
3	1,27	15,88	5,07	63,36

Tableau 93 : ACP des variables situationnelles : valeurs propres des facteurs

	Fact. 1	Fact. 2	Fact. 3
TMULTIP	0,81952019	-0,22811087	-0,27637679
TCTG	0,09559596	-0,47622886	-0,45603788
SMULTIP	0,84988656	-0,15287112	0,01811437
SCTG	-0,1745822	-0,34153234	-0,11328439
REPET	0,26089094	0,05548107	0,83634445
ANAPH	0,15571324	0,7311353	-0,50988755
RMULTIP	0,80619391	-0,03895411	0,11292907
NOUVPROT	-0,26711093	-0,77064341	-0,01901071
Var Expl	2,24714559	1,55188808	1,2700879
Prp. Tot	0,2808932	0,19398601	0,15876099

Tableau 94 : ACP des variables situationnelles : vecteurs propres

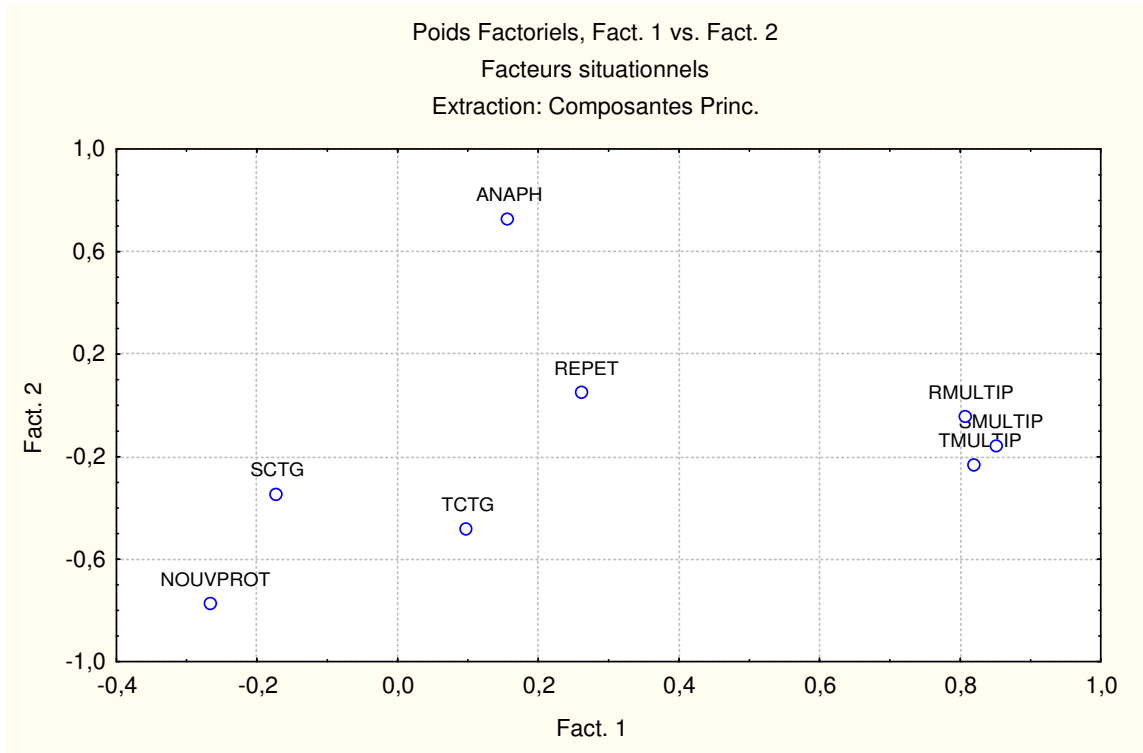


Figure 23 : ACP des variables situationnelles : projection sur les facteurs 1 et 2

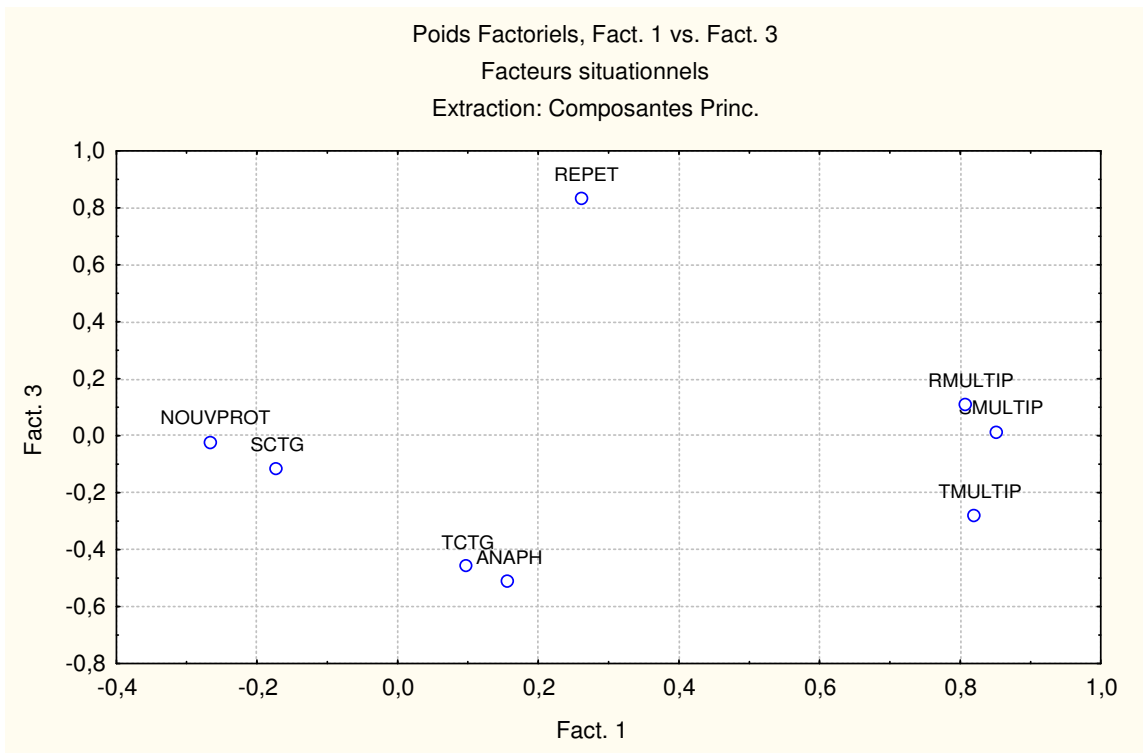


Figure 24 : ACP des variables situationnelles : projection sur les facteurs 1 et 3

facteur	ValPropr	% Variance	Cumul ValPropr	Cumul %age
1	1,35	19,32	1,35	19,32
2	1,20	17,20	2,56	36,52
3	1,08	15,49	3,64	52,01

Tableau 95 : ACP des variables sémantiques : valeurs propres

	Fact. 1	Fact. 2	Fact. 3
ANIME	-0,66756496	-0,17266702	0,37305999
MANIPUL	-0,71386097	0,26804014	0,20862846
DECLENCH	0,18260347	-0,10980665	0,82820609
EMPECH	-0,46157467	0,28012601	-0,30675736
ACTPHYS	0,38481121	0,46660619	0,2529434
VBCCAUS	0,05129948	0,70681179	0,19899562
VBCCNS	0,01772151	0,54243187	-0,13515023
Var Expl	1,35266102	1,20372408	1,08457019
Prp. Tot	0,19323729	0,17196058	0,1549386

Tableau 96 : ACP des variables sémantiques : vecteurs propres

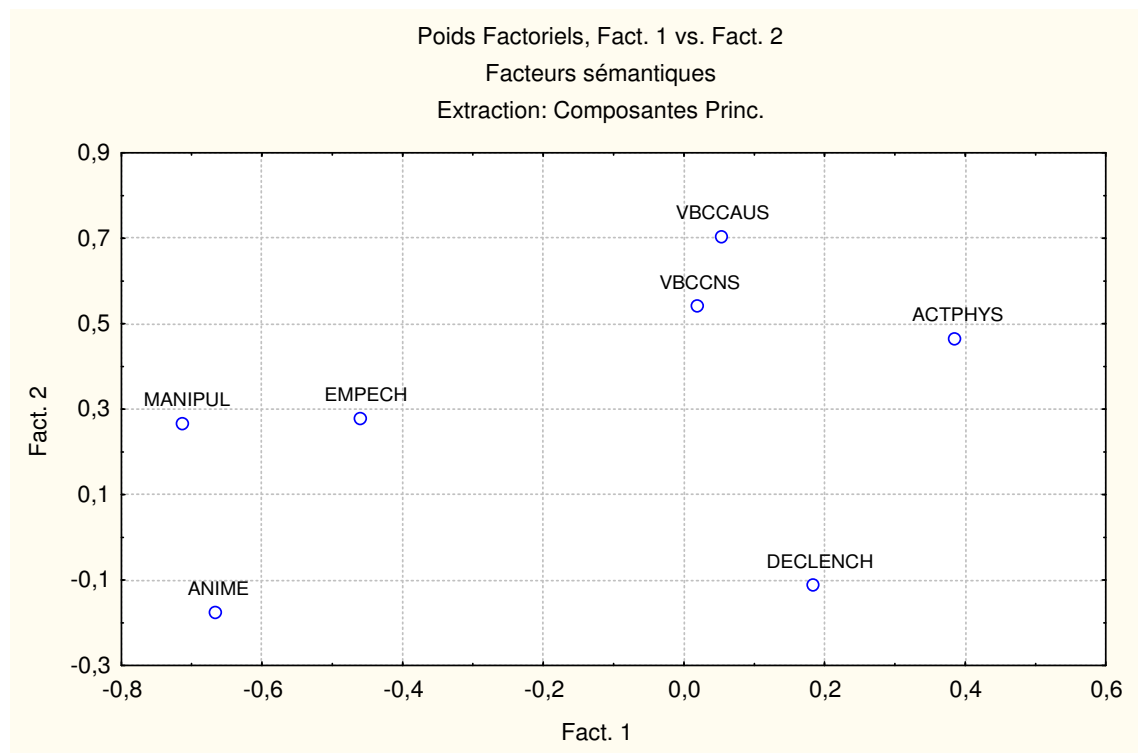


Figure 25 : ACP des variables sémantiques : projection sur les facteurs 1 et 2

facteur	ValPropr	% Variance	Cumul ValPropr	Cumul %age
1	2,63	17,53	2,63	17,53
2	1,683	11,21	4,31	28,74
3	1,49	9,91	5,80	38,65
4	1,43	9,50	7,22	48,15
5	1,31	8,75	8,54	56,91
6	1,10	7,30	9,63	64,21
7	1,02	6,79	10,65	71,00

Tableau 97 : ACP toutes variables : valeurs propres