



**HAL**  
open science

# Compréhension du langage, organisation en mémoire et développement

Sandra Jhean-Larose

► **To cite this version:**

Sandra Jhean-Larose. Compréhension du langage, organisation en mémoire et développement. Psychologie. EPHE Paris, 2007. tel-04572645

**HAL Id: tel-04572645**

**<https://hal.science/tel-04572645v1>**

Submitted on 11 May 2024

**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.

# **Compréhension du langage, Organisation en mémoire et Développement**

**Mémoire de synthèse en vue de l'Habilitation à Diriger des Recherches**

**Discipline : Psychologie**

**Sandra Jhean-Larose**

Maître de Conférences

I.U.F.M de Paris

&

Équipe CHArt (Cognitions **H**umaine et **A**rtificielle). EA 4004

École Pratique des Hautes Études et Université Paris VIII

41, Rue Gay-Lussac

75005 Paris

**Jury :**

François Jouen, Directeur d'Études à l'EPHE (mentor)

Jean-Marie Cellier, Directeur d'Études à l'EPHE (Rapporteur)

Yves Corson, Professeur, Université de Nantes (Rapporteur)

Charles Tijus, Professeur, Université de Paris VIII (Rapporteur)

Michel Hupet, Professeur, Université de Louvain la Neuve (Belgique)

Jean-Pierre Thibaut, Professeur, Université de Poitiers

*A mes « Cœur Amour »*

## Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes sans qui ces recherches n'auraient pu voir le jour et en tout premier lieu celles qui m'« ont donné le goût » et m'ont formée à la méthode expérimentale à travers leur enseignement et leur pratique. Certains se reconnaîtront...

Je remercie la Directrice de l'I.U.F.M. de Paris, Claudette Lapersonne, et mes collègues de m'avoir permis de mener harmonieusement mes tâches d'enseignement et de recherche .

Mes remerciements vont également aux responsables de l'équipe CHArt, François Jouen et Charles Tijus, qui m'ont accueillie et m'ont permis de développer mes recherches dans une atmosphère conviviale et stimulante.

Merci aux collègues qui ont bien voulu être rapporteurs et qui ont accepté de participer à ce jury.

Merci aux étudiants qui, par leur curiosité, leur intérêt et leurs interrogations me maintiennent dans un état permanent de questionnement.

Enfin merci aux enfants qui ne cessent de me surprendre....

# TABLE DES MATIERES

## Première partie :

### Compréhension de textes, organisation en mémoire et développement

<b>Introduction</b>	1
<b>Chapitre 1. Structure, organisation et simulation de l'information en mémoire</b>	11
1. Structure de la représentation en mémoire	12
1.1. Microstructure de la représentation : individu, état, propriété, événement et action	12
1.1.1. Représentation d'état	12
1.1.2. Représentation d'événement	13
1.1.2.1. Définition	13
1.1.2.2. Les catégories d'événements	13
1.1.2.3. Les relations entre événements : la causalité	14
1.1.3. Représentation de l'action	15
1.1.3.1. Définition	15
1.1.3.2. Analyse de l'action	15
1.1.3.3. Les relations causales et l'action	16
1.2. Macrostructure de la représentation : la notion de système	16
1.2.1. Les types de système	17
1.2.2. Les relations causales dans les systèmes fonctionnels	18
1.2.3. Décomposition d'un système en sous-systèmes	18
2. Organisation et simulation de la mémoire	20
2.1. La mémoire associative	20
2.2. La simulation de la mémoire associative : Analyse de la Sémantique Latente	22
2.3. La simulation de la mémoire enfantine : l'espace « TextEnfant » sous LSA	25
2.3.1. Objectifs	25
2.3.2. Caractéristiques du corpus « TextEnfant »	28
2.3.3. Plausibilité cognitive de l'espace sémantique "TextEnfant"	29
2.3.3.1. Normes associatives enfantines	29
2.3.3.2. Définition de termes	30
2.3.3.3. Jugement explicite de l'importance relative des énoncés d'un texte	31
2.3.3.4. Évaluation de la qualité des rappels et des résumés de récits	31
2.3.3.5. Conclusion : Pertinence cognitive de « TextEnfant »	33
<b>Chapitre 2. Compréhension de textes et mémoire</b>	34
1. Un modèle symbolique de traitement haut-bas : Kintsch et Van Dijk (1978)	34
1.1. Les structures sémantiques	34
1.2. Le modèle de traitement	35
1.2.1. La formation de bases de texte cohérentes	35
1.2.2. Les cycles de traitement	36
1.2.3. Les graphes de cohérence	36
1.2.4. Le stockage en mémoire et le rappel	37
1.2.5. Le test du modèle	37
1.2.6. La macrostructure	38
1.3. La production	39
1.3.1. Les transformations optionnelles	39
1.3.2. La reproduction	39
1.3.3. La reconstruction	39
1.4. La simulation du traitement	39

1.4.1. Le traitement par cycles	40
1.4.2. Le schéma et les macro-opérations	40
1.4.3. Conclusion	41
2. Un modèle hybride bas haut : le modèle de Construction-intégration (Kintsch, 1988)	41
2.1. Limites des modèles « haut-bas »	41
2.2. Le processus de construction	43
2.2.1. Formation des concepts et des propositions	43
2.2.2. Sélection des voisins associés	43
2.2.3. Production d'inférences	44
2.2.4. Assignation des forces de connexion	44
2.3. Le processus d'intégration	44
3. Un modèle de compréhension automatiquement couplé à une mémoire : KISS	45
3.1. Caractéristiques principales	45
3.2. Principes de fonctionnement de KISS	47
3.3. Illustration du fonctionnement de KISS	48
3.3.1. La mémoire de travail : construction et intégration en ligne	48
3.3.2. La mémoire épisodique	50
3.4. Conclusion	50
<b>Chapitre 3 : Instrumentations conceptuelles et expérimentations</b>	<b>52</b>
1. La compréhension de textes revisitée	52
2. La construction de textes vue comme une « instrumentation conceptuelle »	53
2.1. Construction de textes narratifs	53
2.2. Construction de textes explicatifs	54
3. Importance relative de l'information : Jugement et Rappel	56
3.1. Jugements explicites de l'importance relative de l'information	56
3.2. Rappel de textes narratifs	56
3.3. Rappel de textes explicatifs	59
4. Importance relative de l'information et Mouvements oculaires	61
4.1. Mouvements oculaires et construction progressive du thème d'un texte	61
4.2. Expérimentation 1 : Lire pour mémoriser	62
4.2.1. Matériel	62
4.2.2. Procédure	62
4.2.3. Hypothèses	63
4.2.4. Principaux résultats : Mesures oculométriques.	63
4.3. Expérimentation 2 : Lire pour comprendre	64
4.3.1. Matériel et procédure	64
4.3.2. Hypothèses	64
4.3.3. Principaux résultats : Mesures oculométriques	65
4.4. Conclusion : Modulation de la prise d'information oculaire	66
5. Acquisition de connaissances à l'aide de textes : interaction connaissances initiales et cohérence textuelle	66
5.1. Influence du niveau de connaissances initiales et de la cohérence textuelle sur l'apprentissage	66
5.1.1. Analyse en système fonctionnel du système digestif	67
5.1.2. Construction des textes d'apprentissage	68
5.1.3. Épreuves d'évaluation des connaissances des apprenants	69
5.1.4. Résultats	70
5.2. Interaction Connaissances initiales et structures textuelles : l'effet intermédiaire	71
5.2.1. Construction des textes d'apprentissage	72

5.2.2. Résultats	74
5.2.3. Discussion et conclusion	74
5.3. Influence de l'expertise, de la cohérence textuelle et des connecteurs causaux sur la compréhension et le rappel de texte explicatif	75
5.3.1. Construction du matériel	76
5.3.2. Résultats principaux	77
5.3.3. Discussion et conclusion	78
5.4. Influence des connaissances initiales et de la structure des énoncés sur la résolution de problèmes additifs	78
5.4.1. Stratégie de résolution des problèmes additifs	79
5.4.2. Difficulté des problèmes	80
5.4.3. Étude développementale des stratégies de résolution	80
5.4.4. Résultats	82
5.4.4.1. Analyse quantitative	82
5.4.4.2. Analyse qualitative des stratégies	82
5.4.4.3. Analyse des stratégies en fonction de la nature de l'inconnue, du type de problème et du niveau scolaire	82
5.4.4.4. Evolution des stratégies en fonction du niveau scolaire	84
5.5. Aides à la résolution de problèmes additifs de type comparaison	85
5.6. Effets de la collaboration et du schéma de Soi sur la résolution de problèmes	86

## **Deuxième partie :**

### **Interprétation de combinaisons conceptuelles « Nom Nom » nouvelles et Développement**

<b>Chapitre 4. Modélisation de l'interprétation des combinaisons conceptuelles « Nom Nom » nouvelles</b>	87
1. Le modèle CARIN (Gagné et Shoben, 1997 ; Gagné, 2002)	89
1.1. Caractéristiques principales du modèle CARIN	89
1.2. Validations expérimentales du modèle CARIN	91
1.3. Limites du modèle CARIN	95
2. Les modèles recourant à la notion de schéma	97
2.1. Le modèle CSM de « Spécialisation Conceptuelle » de Murphy (1988)	97
2.1.1. Caractéristiques principales du modèle CSM	97
2.1.2. Limites du modèle CSM	98
2.2. Le modèle du « Double Processus » (Wisniewski, 1997)	99
2.2.1. Caractéristiques principales du modèle du « Double Processus »	99
2.2.2. Validations expérimentales du modèle du « Double Processus »	103
2.2.3. Limites du modèle du « Double Processus »	105
2.3. Le modèle C3 de la « Combinaison conceptuelle guidée par la satisfaction de contraintes » (Costello & Keane, 2000)	106
2.3.1. Caractéristiques principales du modèle C3	106
2.3.2. Validations expérimentales du modèle C3	107
2.3.3. Limites du modèle C3	109
3. Conclusion	109

<b>Chapitre 5 : Expérimentations réalisées</b>	<b>113</b>
1. Expérimentation avec des adultes : Effets de l'ordre de présentation et de la fréquence relationnelle des constituants.	114
1.1. Hypothèses et prédictions	118
1.2. Méthode	120
1.2.1. Participants	120
1.2.2. Matériel	120
1.2.3. Procédure	120
1.3. Résultats	120
1.4. Conclusion	125
2. Études développementales : Production et Sélection d'une interprétation	127
2.1. Hypothèses et prédictions	130
2.2. Expérience 1. Épreuve de production	132
2.2.1. Méthode	132
2.2.1.1. Participants	132
2.2.1.2. Matériel et organisation expérimentale	132
2.2.1.3. Procédure	133
2.2.2. Résultats	134
2.2.2.1. Sens de l'interprétation : Analyse des réponses NP → Mod	134
2.2.2.2. Nature de l'interprétation : les réponses Relation	136
2.2.2.3. Analyses complémentaires : réponses homologues	138
2.2.3. Discussion	139
2.2.4. De la production à la sélection d'interprétations : disponibilité vs accessibilité	140
2.3. Expérience 2 : Épreuve de sélection parmi les 4 réponses Relation et Propriété les plus fréquemment produites.	143
2.3.1. Méthode	143
2.3.1.1. Participants	143
2.3.1.2. Matériel	144
2.3.1.3. Procédure	145
2.3.2. Résultats	145
2.3.2.1. Sens de l'interprétation : Analyse des réponses NP → Mod	146
2.3.2.2. Nature de l'interprétation : les réponses Relation	148
2.3.2.3. Analyses Complémentaires : Réponses homologues et majoritaires	149
2.3.2.4. Comparaison Production vs Sélection	152
2.3.2.4.1. Sens de l'interprétation : Analyse des réponses NP → Mod	152
2.3.2.4.2. Nature de l'interprétation : les réponses Relation	153
2.3.3. Discussion et Conclusion	155
2.4. Épreuves de sélection parmi 2 réponses	157
2.4.1. Expérience 3. Épreuve de sélection parmi 2 réponses homologues de l'ordre de présentation	158
2.4.1.1. Méthode	158
2.4.1.1.1. Participants	158
2.4.1.1.2. Matériel	158
2.4.1.1.3. Procédure	159
2.4.1.2. Résultats	159
2.4.1.2.1. Nature de l'interprétation : les réponses Relation	159
2.4.1.2.2. Analyses Complémentaires : Réponses homologues	161



2.4.1.3. Discussion	162
2.4.2. Expérience 4. Épreuve de sélection parmi 2 réponses non homologues de l'ordre de présentation	163
2.4.2.1. Méthode	163
2.4.2.1.1. Participants	163
2.4.2.1.2. Matériel	163
2.4.2.1.3. Procédure	164
2.4.2.2. Résultats	164
2.4.2.2.1. Nature de l'interprétation : les réponses Relation	164
2.4.2.2.2. Analyses Complémentaires : Réponses homologues	166
2.4.2.3. Discussion	167
2.4.3. Comparaison des expériences 3 et 4 de Sélection parmi 2 réponses	167
2.4.4. Conclusion	168
3. Conclusion générale	170

### **Troisième partie : Projets de recherche**

#### **Chapitre 6 : Combinaisons conceptuelles « Nom Nom » et Compréhension de textes**

1. Combinaisons conceptuelles : Prolongements immédiats	174
1.1. Expérience F+F+/F-F-	174
1.2. Expérience F+F-/F-F+	175
1.3. Sélection parmi 2 réponses : influence de l'homologie de la nature de la liaison	176
2. Combinaisons conceptuelles : Extensions	178
2.1. Interprétation des noms composés	178
2.2. Etude des facteurs influençant le transfert de propriété	180
2.3. Extension du nombre et des catégories de combinaisons conceptuelles	182
2.4. Détermination de la fréquence associative, « Relation » et « Propriété »	183
2.5. Détermination des mots-contexte et cible, « Relation » et « Propriété »	184
3. Combinaisons conceptuelles : Étude des processus automatiques d'interprétation	184
3.1. Décision lexicale	185
3.2. Enregistrement des mouvements oculaires	185
3.3. Potentiels évoqués cognitifs	186
3.4. Modélisation et Simulations	186
4. Compréhension de textes	187
4.1. Prolongements immédiats	187
4.2. Extensions	187
4.3. Contribution à l'élaboration d'un logiciel d'aide à l'apprentissage	187

## Introduction

Ce mémoire de synthèse s'organise en deux parties qui correspondent aux deux pans principaux de mes activités de recherche. La première, consacrée à la compréhension de textes, à l'organisation en mémoire et au développement prolonge et étend certains aspects de mon travail de thèse (Jhean-Larose, 1994) qui était consacré à « L'acquisition de connaissances à partir de textes en fonction des structures de connaissances et de croyances initiales des apprenants ». La seconde, dévolue à l'étude de l'interprétation et de la compréhension de combinaisons conceptuelles « Nom Nom » nouvelles (Jhean-Larose et Denhière, 2006) est d'inspiration plus récente et interroge une évolution notable de la langue française (Noailly, 1990).

Toutes deux participent de la préoccupation d'articuler explicitement les activités cognitives impliquées dans les différents aspects du traitement du langage à l'organisation de l'information en mémoire (Tiberghien, 1997), qu'il s'agisse d'enfants ou d'adultes, de novices ou d'experts dans un domaine de connaissances donné, en prenant en compte les apports de la sémantique cognitive (Le Ny, 1979, 1989 ; François et Denhière, 1997). La formulation d'hypothèses qui satisfassent simultanément les contraintes du système linguistique et du système cognitif oblige à rechercher au-delà des invariants textuels et comme déterminants de ceux-ci, des invariants cognitifs résultant de l'expérience du monde (Denhière et Baudet, 1992).

Au chapitre 1, nous présentons ces invariants cognitifs au niveau local : schémas d'individus, d'état et de propriété, d'événement et d'action, de leurs relations temporelles et causales (Le Ny, 2005), et au niveau global : système d'état relationnel, système transformationnel et système téléologique (Baudet, 1990, 1991), cette conceptualisation en systèmes dépassant les critiques formulées à l'égard des notions imprécises de modèle de situation (van Dijk et Kintsch, 1983) et de modèle mental (Johnson-Laird, 1993) par des auteurs comme P. Oléron (1995). Par hypothèse, ces unités mnésiques sont incluses dans une mémoire associative (Kintsch, 1998) qui est simulée à l'aide de l'Analyse de la Sémantique Latente (Landauer et Dumais, 1997 ; Landauer, McNamara, Dennis et Kintsch, 2007). A partir de cette modélisation, nous avons collaboré à la construction d'un espace sémantique représentant la mémoire sémantique des enfants de 7 à 11 ans dont nous avons testé la pertinence cognitive à travers une série d'épreuves (Denhière, Lemaire, Bellissens et Jhean-

Larose, 2007).

Le chapitre 2, consacré à l'exposé des principaux modèles de compréhension de textes, reflète l'évolution des idées au cours de ces trente dernières années. A la description du modèle princeps proposé par Kintsch et van Dijk (1978) qui s'inscrit dans le cadre des conceptualisations de type « Haut-Bas » succède celle du modèle de Construction-Intégration formulé par Kintsch (1988, 1998) qui, s'il reprend les notions de propositions, de cycles de traitement, de tampon de mémoire de travail, etc., est entièrement de type « Bas-Haut » et fait jouer aux connaissances un rôle primordial dans le traitement en temps réel de l'information. Reprenant les principales caractéristiques de ce dernier modèle et le couplant automatiquement à un espace sémantique sous LSA, nous avons contribué au développement et aux tests du modèle KISS (Knowledge Integration Software System) proposé par Denhière, Lemaire, Bellissens et Jhean-Larose (2006).

Le chapitre 3 relate les expérimentations en cours et les expérimentations réalisées et publiées. Les considérations théoriques précédemment exposées sur les unités micro-et macrostructurales en mémoire sont opérationnalisées dans la construction de deux types de textes, narratif et explicatif, comportant en plus des énoncés Noyaux exprimant le chemin causal, des expansions formées de propositions statives (Etat, Propriété) et/ou de propositions dénotant des modifications d'état (Événement, Action). Les fonctions respectives de ces trois types de propositions (Noyau, Expansion stative, Expansion modificatrice) insérés dans des textes narratifs et explicatifs a été étudié à l'aide d'épreuves de Jugement d'Importance Relative et de Rappel par des enfants (du primaire et du secondaire) et des adultes dont les résultats ont été simulés. Ces expérimentations ont permis de vérifier que le statut cognitif de ces deux types d'expansions textuelles variait en fonction du type d'épreuve et du type de texte. Alors que les expansions statives sont jugées moins importantes que les expansions modificatrices dans les deux types de textes, le rappel conduit à des patrons de résultats différents. Alors que pour les textes narratifs, les actions et les événements d'importance secondaire sont mieux rappelés que les états et propriétés, pour les textes explicatifs, les propositions statives qui dénotent des états et des propriétés nécessaires à la mise en œuvre des événements et à l'exécution des actions sont mieux rappelées. Ce constat de différence entre les degrés de disponibilité et d'accessibilité en mémoire des unités cognitives a été également testé au niveau macrostructural. Une série d'expérimentations a été menée dans le but de tester l'hypothèse selon laquelle l'expertise se caractérise non seulement par une augmentation du nombre d'unités microstructurales mais également par une modification de leur structuration en mémoire qui, d'une organisation initiale essentiellement temporo-

causale, tend progressivement vers une organisation téléologique sous forme d'une hiérarchie de but/sous-buts (Baudet et Denhière, 1991 ; Baudet, Jhean-Larose et Legros, 1994). Cette hypothèse amène à prédire une interaction entre le niveau de connaissances initiales et la cohérence textuelle : un texte à cohérence temporo-causale facilitera l'acquisition de connaissances des apprenants-débutants et intermédiaires alors qu'un texte à cohérence téléologique favorisera celle des experts. C'est effectivement ce qui a été constaté avec des enfants, des adolescents et des adultes en situation d'apprentissage à partir de textes (Cailles, Denhière et Jhean-Larose, 1999 ; Martins, Kigiel et Jhean-Larose, 2006) et de résolution de problèmes arithmétiques dont la structure sémantique des énoncés était manipulée (Jovet, Jhean-Larose et Martins, 2002 ; Soubiale, Carpentier et Jhean-Larose, 2003).

L'organisation en mémoire des concepts nominaux, le développement en fonction de l'âge de leurs propriétés et de leurs structures relationnelles, ainsi que les facteurs qui agissent sur leur disponibilité et leur accessibilité en mémoire sont au centre de la deuxième partie consacrée à l'étude de l'interprétation de combinaisons conceptuelles « Nom Nom » nouvelles. Ces combinaisons, de plus en plus fréquentes dans le langage oral et écrit : « Plan Ecole », « Candidat Médicament », « Organe Cible », « Fonds Vautour », « Amour Kleenex », « Tarte Maison » etc., se définissent comme des phrases elliptiques qui comportent deux constituants, un Nom Principal et un Modificateur. En anglais, le premier constituant, désigné par le terme de Modificateur est supposé influencer sur l'interprétation sémantique du second constituant, le Nom Principal : « Trash TV », « Reality Show », « Fish Sandwich », « Football Parking » par exemple.

Le chapitre 4 présente les principaux modèles explicatifs de l'interprétation de combinaisons conceptuelles « Nom Nom » proposés ces dernières années (Jhean-Larose et Denhière, 2006). S'ils postulent tous que l'interprétation d'une combinaison conceptuelle implique l'établissement d'une liaison sémantique entre ses deux constituants (Modificateur et Nom Principal), ces modèles peuvent être regroupés en deux catégories selon la nature des processus intervenant dans cette mise en relation. La première catégorie, illustrée par le modèle CARIN proposé par Gagné et Shoben (1997), suppose qu'un ensemble fini et limité d'une quinzaine de relations thématiques (Levi, 1978) permet de relier le Modificateur et le Nom Principal d'une combinaison conceptuelle nouvelle. La seconde catégorie invoque la notion de schéma et ses propriétés structurales et fonctionnelles pour rendre compte de l'élaboration d'un nouveau concept formé à partir de la combinaison des constituants (Murphy, 1988 ; Wisniewski, 1997 ; Costello et Keane, 2000). Dans le modèle de

« Spécialisation conceptuelle » proposé par Murphy (1988), le locuteur utilise ses connaissances relatives au Modificateur pour sélectionner l'attribut le plus pertinent de la structure schématique du Nom Principal à instancier dans le but d'élaborer un concept nouveau. Le modèle formulé par Wisniewski (1997) postule un Double Processus : la création de scénarios et la comparaison/construction pour rendre compte des trois types d'interprétations possibles d'une combinaison conceptuelle : établissement d'une relation, transfert d'une propriété et hybride. Le modèle de la « Combinaison conceptuelle guidée par la satisfaction de contraintes » élaboré par Costello et Keane (2000) suppose que l'interprétation d'une combinaison implique la satisfaction de trois ordres de contraintes : la typicalité, la plausibilité et la valeur informationnelle, dont les pondérations relatives déterminent le type d'interprétation formulée : relation, propriété et hybride.

Les expérimentations réalisées dans le but de valider les modèles qui viennent d'être énoncés ont utilisé un matériel emprunté à la langue anglaise, langue qui diffère de la langue française par les positions relatives du Nom Principal et du Modificateur : ainsi, « Trash TV » et « Reality Show » par exemple, deviennent respectivement « Télé Poubelle » et « Télé Réalité » en français. D'où la première question à laquelle tente de répondre le programme expérimental exposé au chapitre 5 : le sens de l'interprétation d'une combinaison conceptuelle « Nom Nom » nouvelle est-il influencé par les habitudes syntaxiques et sémantiques d'usage de la langue ? L'inversion des positions relatives du Nom Principal et du nom épithète au sein d'une combinaison provoque-t-elle une inversion du sens dominant de l'interprétation : du Modificateur vers le Nom Principal en anglais, du Nom Principal vers le Modificateur en français ? Aussi, reprenant les corpora de Nom Principaux et de Modificateurs utilisés par Gagné et Shoben (1997), nous avons systématiquement manipulé l'ordre de présentation des constituants de manière à dissocier ce qui était imputable à la nature des constituants de ce qui était attribuable à la position dans la combinaison dans le but de dissocier les effets de ces facteurs dans l'interprétation d'une combinaison.

Lié à cette première question du sens de l'interprétation, nous avons abordé l'étude de l'influence de « l'histoire relationnelle » des constituants, Gagné et ses collègues ayant montré de façon répétée qu'en anglais, seule « l'histoire relationnelle » du Modificateur influence la nature et le sens de l'interprétation. Une première expérimentation a donc consisté à manipuler la fréquence relationnelle des constituants (élevée vs faible) de manière à déterminer l'effet de ce facteur sur le sens de l'interprétation d'une combinaison conceptuelle en français.

Concernant la question de la nature de l'interprétation, nous avons systématiquement confronté l'hypothèse d'une interprétation exclusive en termes d'établissement d'une relation (Gagné et Shoben, 1997) à celle d'une interprétation possible en termes de transfert de propriété (Wisniewski, 1997). A cette fin, nous avons élaboré un ensemble de combinaisons qui, par construction, était organisé en six catégories de relation (Partie de, Localisation, Pour, Cause, Matière, Fait de) et en six types de propriété (Douceur, Fluidité, Forme, Mobilité, Piquant, Obstacle). Nous prédisions que la proportion d'interprétations par « établissement d'une relation » serait majoritaire pour les premières alors que la proportion d'interprétations par « transfert d'une propriété » serait majoritaire pour les secondes. Les expérimentations réalisées permettent donc de répondre sans ambiguïté à la question : face à une combinaison catégorisée a priori comme « Relation » ou « Propriété », les participants énoncent-ils une interprétation conforme aux attentes de l'expérimentatrice ?

L'introduction de cette dichotomie a priori entre combinaisons « Relation » et « Propriété » et, en leur sein, d'une variabilité de la nature des relations et des propriétés postulées est d'autant plus importante que nous nous intéressons au développement des deux types d'interprétation en fonction de l'âge. Parault, Schwanenflugel et Haverback (2005) ont en effet signalé une difficulté des enfants de 6 à 9 ans à produire des interprétations en termes de propriété quand les constituants des combinaisons sont similaires : les enfants sont conscients de l'inadéquation de leur interprétation relationnelle mais ils sont incapables de sélectionner la propriété pertinente du Modificateur à transférer et à intégrer au Nom Principal. Les expérimentations décrites ci-dessous apporteront des éclaircissements sur ce point.

Les quatre expérimentations réalisées ont en commun : (i) de recourir à la participation d'enfants (CP, CE2 et CM2) et d'adultes, (ii) d'utiliser un même matériel formé de 2\*12 combinaisons organisées a priori en combinaisons Relation et Propriété, (iii) de manipuler l'ordre de présentation des constituants. Ces expériences ont pour but de répondre aux questions suivantes : le sens dominant de l'interprétation d'une combinaison va-t-il du Modificateur vers le Nom Principal comme observé avec la langue anglaise ou du fait des caractéristiques de la langue française, consiste-t-il à aller du Nom Principal (déterminé) vers le Modificateur (déterminant) comme le suggère l'analyse linguistique (Noailly, 1990) ? La présentation de combinaisons supposées inductrices de l'établissement d'une relation ou d'un transfert de propriété s'accompagne-t-elle d'une interprétation homologue de la catégorisation a priori du matériel ? L'évolution avec l'âge traduit-elle un développement progressif des

capacités des enfants à sélectionner et à transférer une propriété d'un constituant à l'autre?

La première expérience de production d'interprétations conduit à constater que les interprétations allant du Nom Principal vers le Modificateur (NP → Mod) sont majoritaires pour les deux types de combinaisons, pour les deux ordres de présentation des constituants, tant pour les enfants que pour les adultes. Quel que soit l'ordre de présentation, les interprétations en termes d'établissement d'une relation sont majoritaires, elles sont plus nombreuses chez les enfants que chez les adultes, et leur proportion diminue avec l'âge. Contrairement aux prédictions du modèle CARIN, l'interprétation d'une combinaison conceptuelle « Nom Nom » ne se fait pas exclusivement en termes de relation et la réponse Relation devient minoritaire à l'âge adulte face aux combinaisons Propriété. Bien que les réponses Propriété augmentent de 6 à 10 ans, cette évolution est encore loin d'être achevée à la fin de l'école primaire et traduit la persistance de la difficulté à sélectionner et à transférer une propriété d'un constituant à l'autre.

Les trois expérimentations suivantes ont en commun d'être des tâches de sélection d'une interprétation et non plus de production. Le but de ces épreuves de Sélection est de déterminer ce qui, dans les résultats de l'expérience précédente, relève de la disponibilité en mémoire des concepts utilisés comme Modificateur et Nom Principal en rendant également accessibles les différents types de réponse. Plus précisément, pour chacune des 24 combinaisons, nous disposons de 4 réponses : la réponse « Relation » et la réponse « Propriété » émises le plus fréquemment dans l'ordre « Nom Principal - Modificateur » (Ordre 1) et dans l'ordre « Modificateur - Nom Principal » (Ordre 2) par les trois groupes d'enfants. La tâche demandée aux participants consistait à sélectionner une réponse parmi les énoncés présentés, quatre dans l'expérience de Sélection 4 choix, deux dans les deux expériences de Sélection 2 choix. Alors que dans l'expérience 3, les réponses « Relation » et « Propriété » proposées sont homologues de l'ordre de présentation des constituants, ce n'est pas le cas dans l'expérience 4 dans laquelle les réponses « Relation » et « Propriété » sont non homologues de l'ordre de présentation des constituants. En rendant également accessibles les 4 réponses les plus fréquemment produites par les enfants, seules les différences de disponibilité en mémoire des concepts nominaux pourront être invoquées pour rendre compte des différences de performance observées entre les épreuves de Production et de Sélection . La réduction de 4 à 2 du nombre de réponses proposées permettra de dissocier ce qui, dans les réponses de l'expérience de Sélection 4 choix, relève de l'effet de l'ordre de présentation des combinaisons et de l'effet de la nature de l'interprétation (Relation ou Propriété). Les

différences observées entre les proportions de réponses Relation et Propriété dans les expériences de Sélection 4 et 2 choix renseigneront sur l'importance relative des effets de l'ordre de présentation et de la nature de la réponse sur le choix de la réponse, Relation ou Propriété.

Globalement, les résultats obtenus à ces expérimentations de Production et de Sélection nous autorisent à conclure que, face à des combinaisons Relation, la réponse majoritaire des enfants et des adultes consiste à produire ou à sélectionner une Relation, le plus souvent de même nature que la relation induite et ceci pour les six types de relation utilisées. La proportion de réponses Relation baisse notablement de la Production à la Sélection parmi 4 et 2 réponses (Expériences 3 et 4) pour les deux ordres de présentation, ce qui traduit un effet de la disponibilité en mémoire des concepts évoqués par les constituants. Cet effet de la disponibilité en mémoire se manifeste également de façon notable pour les combinaisons Propriété puisque les réponses Relation sont majoritaires dans l'épreuve de Production et minoritaires dans les trois expériences de Sélection. Si, face aux combinaisons Relation, les adultes répondent majoritairement en établissant une relation entre les constituants, et si face aux combinaisons Propriété, ils transfèrent une propriété de l'un des constituants à l'autre, chez les enfants, ceci n'est observé que dans les expériences de Sélection. L'évolution de la proportion de réponses Relation avec l'âge varie en fonction du type de combinaisons : stabilité relative pour les combinaisons Relation et diminution variable selon les épreuves pour les combinaisons Propriété, plus importante en Production et en Sélection de deux réponses homologues (Expérience 3). Les expériences de Sélection confirment donc que l'interprétation d'une combinaison « Nom Nom » ne se fait pas exclusivement en termes de Relation puisque cette proportion évolue avec l'âge et que, le transfert de propriété face aux combinaisons Propriété est majoritaire à l'âge adulte. Le fait d'avoir rendu également accessibles les réponses Relation et Propriété dans les expérimentations de Sélection entre deux réponses (Expériences 3 et 4) ne permet pas aux enfants, même aux plus âgés d'atteindre le niveau de performance des adultes. Ce résultat qui confirme ceux obtenus en Production et en Sélection 4 choix atteste une disponibilité moindre en mémoire de la propriété transférable et/ou d'une difficulté dans son transfert d'un constituant à l'autre (étapes 2 et 3 du modèle du Double Processus proposé par Wisniewski, 1997), difficulté signalée par Parault et al. (2005).



Concernant la question du sens de l'interprétation, les résultats des expériences de Production et de Sélection 4 choix, comme ceux de l'expérimentation consacrée à la manipulation de la fréquence relationnelle des constituants, nous permettent une réponse claire : les locuteurs français, enfants et adultes, se comportent différemment des locuteurs anglo-saxons et interprètent majoritairement les combinaisons nouvelles « Nom Nom » dans le sens NP → Mod. Du fait des caractéristiques syntaxico-sémantiques d'utilisation de la langue française qui posent le Nom épithète (le Modificateur) en seconde position et le Nom Principal en première position, les interprétations NP → Mod sont significativement plus nombreuses que les interprétations de sens inverse, cette différence étant plus importante dans l'ordre de présentation homologue de l'interprétation dominante, que dans l'ordre inverse. Toutes les analyses utilisant la variable dépendante « Sens de l'interprétation » confirment cette conclusion, tant pour les enfants que pour les adultes, pour les combinaisons Relation comme pour les combinaisons Propriété.

Un premier volet des projets envisagés et exposés au chapitre 6 consiste à poursuivre les travaux réalisés sur le rôle de la fréquence relationnelle des constituants, de l'homologie des réponses proposées et de l'ordre de présentation des constituants en étendant le nombre de catégories Relation et Propriété et en comparant des combinaisons conceptuelles « Nom Nom » nouvelles à des combinaisons conceptuelles figées sous la forme de noms composés lexicalisés. Un second volet vise l'étude en ligne des processus impliqués dans les activités dont nous avons précédemment mesuré le résultat, à savoir l'interprétation d'une combinaison conceptuelle. Nous suivrons une progression classique qui consiste à aller des expériences de décision lexicale avec manipulation des mots-contexte, des mots-cible et de la durée de l'ISI à l'enregistrement des mouvements oculaires, particulièrement important dans l'étude fine du sens de l'interprétation et à l'enregistrement des potentiels évoqués cognitifs. Enfin, à l'aide de l'Analyse de la Sémantique Latente (corpora adultes et enfants) et du modèle de compréhension KISS, nous tenterons de modéliser et de simuler les résultats obtenus. Les mêmes outils seront utilisés dans le troisième volet consacré à l'étude de la compréhension et de l'acquisition de connaissances à partir de textes en fonction des connaissances et croyances initiales.

# **Première partie : Compréhension de textes, organisation en mémoire et développement**

## **Introduction**

Envisagée du point de vue de la psychologie cognitive, l'étude expérimentale de la compréhension de textes peut faire l'objet d'approches différentes (voir Denhière, 1984 ; Denhière & Rossi, 1991) selon l'intérêt que les chercheurs accordent à des facteurs tels que la reconnaissance du langage (Gineste et Le Ny, 2002 ; Marouby-Terriou et Denhière, 2002), l'activation automatique du lexique mental (Kintsch, 1988 ; Mullet et Denhière, 1997), la production d'inférences (Kintsch, 1993 ; McKoon & Ratcliff, 1992), les activités cognitives de construction du sens (Le Ny, 1979, 2005 ; François & Denhière, 1997), l'établissement de la cohérence locale ou globale à partir d'indices de la structure syntaxique de surface (Costermans et Fayol, 1997), les limites de la mémoire de travail à court-terme (Ehrlich, 1994), les propriétés de la mémoire permanente (Blanc et Brouillet, 2003 ; Caillies, Denhière et Kintsch, 2002), les limites de la mémoire de travail à long-terme (Ericsson et Kintsch, 1995) en rapport avec les connaissances initiales du lecteur/auditeur (Bellissens & Denhière, 2004 a,b ; Jhean-Larose, 1991 ; Kintsch, Patel & Ericsson, 1999 ; McNamara & Kintsch, 1996) et le type de structure textuelle (Caillies, Denhière et Jhean-Larose, 1999).

Ainsi, l'étude de la compréhension de textes implique une conception théorique homogène qui permette la prise en compte simultanée : (i) des propriétés structurales et fonctionnelles des registres de mémoire épisodique ou sémantique, à court ou à long terme (O'Reilly & Rudy, 2000 ; Rossi, 2005; Tiberghien, 1997), (ii) des caractéristiques micro- et macro-structurales des textes à lire, à comprendre ou à mémoriser, (iii) ainsi que des processus, non automatiques et intentionnels mis en œuvre en relation avec les buts de la lecture (Denhière & Baudet, 1992). À propos des processus, il est important de rendre compte non seulement des processus délibérés et conscients qui contribuent à l'obtention des résultats observés mais également des processus automatiques, non contrôlés, et de leur dynamique temporelle dont sont dérivés les précédents. Ainsi, si l'on suppose les lexèmes et les formes verbales reconnus et identifiés, l'étude des activités de compréhension doit prendre en compte l'activation initiale des signifiés, mono- ou polysémiques, et du cours temporel de leur activation (Mullet et Denhière, 1997). De ce point de vue, la grande majorité des recherches expérimentales ont mis en évidence l'activation automatique initiale des n acceptions d'un

terme ou d'une expression, imperméable au contexte pendant une durée brève de 100 à 150 msec., et suivie d'une sélection du sens pertinent par rapport au contexte, qu'il s'agisse d'homographes nominaux (voir Théroutane et Denhière, 2002, 2004) ou d'expressions idiomatiques (Denhière & Verstiggel, 1997 ; Pariollaud, Denhière et Verstiggel, 2003). Autrement dit, le chaos caractérise les phases initiales du traitement du flux de l'information et l'ordre émerge progressivement en fonction des contraintes imposées par les informations déjà traitées, les connaissances langagières et les connaissances du domaine abordé par le texte : la signification est alors conçue comme une structure émergente des données traitées et non comme une structure élaborée en fonction de règles formelles pré-établies (Denhière & Tapiero, 1996 ; Kintsch, 1998).

Les considérations qui précèdent organisent le plan de l'exposé de cette première partie. Un premier chapitre sera consacré à la présentation des unités micro- et macrostructurales de la mémoire dont nous considérons indispensable la prise en compte : individu, état et propriété, événement et action pour les premières, système d'état relationnel, système transformationnel et système téléologique pour les secondes. Par hypothèse, nous considérons que ces unités sont organisées au sein d'un mémoire associative du type de celle proposée par Kintsch (1998) et qui peut être simulée à l'aide de l'Analyse de la Sémantique Latente (Landauer et Dumais, 1997, Landauer, McNamara, Dennis et Kintsch, 2007). Nous décrirons plus en détail l'espace sémantique "TextEnfant" simulant la mémoire sémantique des enfants de 7 à 11 ans que nous avons contribué à élaborer et à tester (Denhière, Lemaire, Bellissens et Jhean-Larose, 2007).

Cette description des structures mnésiques, de leur fonctionnement et de leur simulation permet de passer à la présentation des principaux modèles de compréhension de textes exposés au chapitre 2, à savoir le modèle fondateur du domaine proposé par Kintsch et van Dijk (1978) et le modèle de construction-intégration proposé par Kintsch (1988). Nous nous sommes limitée à ces deux modèles car, d'une part ils ont directement inspiré nos recherches, et d'autre part, il est raisonnable de considérer les modèles ultérieurement proposés comme le "modèle paysager" proposé par van den Broek, Risdén, Fletcher, Thurlow (1996) ou le modèle de résonance formulé par Myers et O'Brien (1998) comme des variantes

à portée plus limitée<sup>1</sup>. Une originalité de notre travail consiste dans l'attelage automatique d'une mémoire simulée sous LSA, l'espace "TextEnfant" par exemple, et un modèle automatisé de compréhension, dérivé du modèle de construction-intégration, dénommé KISS et développé par Lemaire, Denhière, Bellissens et Jhean-Larose (2006).

Le chapitre 3 est consacré aux diverses expérimentations réalisées et en cours de réalisation. On notera que le fait de disposer d'un modèle de compréhension informatisé dont on manipule les paramètres (nombre de voisins associés, taille de la mémoire de travail, etc.) et que l'on peut associer à différentes mémoires sous LSA supposées représenter différents niveaux de connaissances initiales permet de "revisiter" la compréhension de textes et de considérer la construction de textes, narratifs et explicatifs notamment, comme des "expérimentations conceptuelles". Ainsi, des expérimentations se sont attachées à étudier les rôles respectifs de trois types d'énoncés insérés dans des textes narratifs et explicatifs : des énoncés noyaux exprimant le "chemin causal", des énoncés expansions dénotant des états et des propriétés et des énoncés expansions décrivant des changements d'état sous forme d'événements et d'actions. D'autres expérimentations ont également porté sur le rôle des unités macrostructurales. L'hypothèse formulée ici consiste à supposer que l'accroissement de l'expertise consiste non seulement dans l'augmentation du nombre d'unités microstructurales en mémoire mais également par une restructuration d'une organisation temporo-causale en une structure téléologique (Baudet, Jhean-Larose et Legros, 1994). Cette hypothèse a été mise à l'épreuve avec des enfants, des adolescents et des adultes et a fait l'objet de plusieurs publications (Caillies, Denhière et Jhean-Larose, 1999 ; Jovet, Jhean-Larose et Martins, 2002 ; Martins, Kigiel et Jhean-Larose, 2006 ; Soubiale, Carpentier et Jhean-Larose, 2003).

### **Chapitre 1. Structure, organisation et simulation de l'information en mémoire**

Le processus de construction de la représentation du discours dépend fortement des connaissances, ce qui oblige à décrire la manière dont sont organisées les informations en mémoire. Traditionnellement, les chercheurs ont proposé des structures de connaissances rendant possibles des processus intelligents : réseaux sémantiques, cadres, scripts et schémas. Or, comme nous le verrons plus bas, des structures fixes de ce type ne sont pas suffisamment flexibles pour pouvoir s'adapter rapidement aux exigences imposées par les contextes

---

<sup>1</sup> Pour une présentation des modèles de compréhension de textes (à l'exception du modèle principes de Kintsch et van Dijk (1978), on peut se reporter à Blanc et Brouillet (2003).

continuellement changeants de l'environnement (voir Denhière et Baudet, 1992 ; Kintsch, 1998 ; Rossi, 2005).

## **1. Structure de la représentation en mémoire**

### **1.1. Microstructure de la représentation : individu, état, propriété, événement et action**

L'hypothèse fondamentale qui guide l'ensemble de notre travail consiste à supposer que les catégories sémantiques du langage sont des traces des catégories cognitives qui structurent les éléments de signification évoqués par notre environnement et sa représentation (Baudet et Denhière, 1991, Denhière et Baudet, 1992). Ces catégories sémantiques sont déterminées par les caractéristiques du système cognitif au sens où leurs propriétés expriment les invariants cognitifs utilisés pour représenter le monde. Pour conceptualiser les notions d'état, d'événement, d'action et de causation en tenant compte à la fois des contraintes du système cognitif et du système linguistique, il faut établir l'existence d'invariants cognitifs ; confronter ces invariants aux constituants sémantiques fondamentaux des prédications d'état, d'événement, d'action et de causation que des linguistes tentent de dégager par l'analyse des prédications élémentaires ; valider la conceptualisation proposée en cherchant à déterminer expérimentalement ce qui, dans les prédications, permet à l'individu de se construire un modèle mental (Verstiggel et Denhière, 1990 ; François et Denhière, 1992).

#### **1.1.1. Représentation d'état**

Un état du monde est généralement conçu comme une collection d'individus caractérisés par une attribution stable dans le temps de propriétés, collection qui est affectée de la définition d'une ou plusieurs relations statives entre ces individus (Baudet, 1992). La constance est un invariant cognitif qui tend à préserver l'information et le système cognitif qui a pour fonction de construire une représentation du monde, un modèle mental, ne retient comme changement au moment  $t_j$  que celui qui affecte la représentation du monde déjà construite : l'état de la conjoncture. Il faut donc poser l'existence, dans la représentation de l'état, d'un trait de signification "persistance" ou de non-changement dans une durée. Cependant, la notion d'un état-instantané du monde possède une réalité cognitive. Ainsi, par exemple, pour comprendre le fonctionnement d'un moteur, l'apprenant peut et doit se représenter l'état du moteur à des moments ponctuels de son fonctionnement, c'est-à-dire être capable d'évoquer mentalement la position relative des individus composants du moteur et les valeurs de leurs attributs. L'existence, dans la représentation de l'état, d'un trait de signification "persistance" conduit à admettre qu'il existe des états dynamiques. Une prédication ayant le trait "Dynamique" comme "la terre tourne autour du soleil", qui

représente un mouvement persistant dans un intervalle temporel sera, dès lors, catégorisée comme représentation d'état.

## **1.1.2. Représentation d'événement**

### **1.1.2.1. Définition**

Un événement est décrit comme quelque chose qui se produit : il s'agit généralement de l'occurrence à un moment donné d'un changement d'état du monde. Les changements sont localisés spatialement et temporellement, et le procès peut être télique ou non. Cette notion de changement est considérée comme une primitive du système cognitif car elle renvoie à un invariant du système perceptif : les seuls événements qui existent pour le système perceptif sont ceux qui sont identifiés comme se produisant à un certain endroit durant une brève période de temps. L'extension spatiale ou temporelle de l'événement, un processus, n'est pas de nature perceptive mais conceptuelle. Cette notion de changement, qui est à la base de la définition de l'événement, est cependant insuffisante. Une fois l'état du monde conceptuellement établi en un modèle mental, le système perceptif se contente de rapporter les informations requises pour le mettre à jour. Cette mise à jour du modèle mental met en œuvre des connaissances sur l'état de la conjoncture des choses car, ce qui est perçu comme événement, c'est une modification de cet état naturel des choses. Une modification qui consiste en un non-changement, c'est-à-dire un état qui ne change pas alors que, dans l'état de la conjoncture, il aurait dû changer, sera représentée comme un événement, un événement préservateur. Les traits définitoires d'un événement sont les modifications d'état que cet événement amène et, pour les événements non préservateurs, la différence établie entre l'état initial et l'état final et, pour les événements préservateurs, la différence entre l'état initial et l'état final attendu. Toutefois, une description en termes de différences entre deux états ne suffit pas. De nombreux événements ne peuvent pas être décrits par un changement d'un état initial en un état final ; il en va ainsi des événements caractérisés par un retour à l'état initial : « sursauter », « augmenter », etc.

### **1.1.2.2. Les catégories d'événements**

Dans la lignée des travaux de Talmy (1988), qui propose d'organiser les prédications à partir du concept de dynamique de forces, nous conceptualisons les différents types d'événements en quatre catégories :

- **un processus**, par exemple: "*la forêt brûle*", c'est-à-dire un événement atélique et non momentané, est l'occurrence d'une façon particulière de devenir différent, façon qui sera spécifiée par le contenu sémantique de la prédication exprimant le processus ;

- **Un événement proprement dit**, par exemple: "*la branche casse*", ayant comme caractéristique d'être télique, est l'occurrence d'une façon particulière de devenir différent à laquelle s'ajoute une différence dans l'état des choses : une différence entre l'état initial et l'état final ;

- **Un événement qui consiste en un retour à l'état initial**, par exemple: "*Jacques sursaute*", est une paire ordonnée d'occurrences de façons particulières de devenir différent à laquelle s'ajoute une non différence dans l'état des choses: l'absence de différence entre l'état initial et l'état final ;

- **Un processus ou un événement préservateur**, c'est-à-dire un état qui ne change pas alors que dans le cours naturel des choses il aurait dû changer, par exemple: "*Le barrage retient des millions de m<sup>3</sup> d'eau*" est une paire antagoniste d'occurrences de façons particulières de devenir différent à laquelle s'ajoute une non différence dans l'état des affaires.

### **1.1.2.3. Les relations entre événements : la causalité**

A la base de la conceptualisation de la causalité et du schéma causal utilisé pour construire les relations entre événements se trouvent les considérations suivantes. Le concept de causation présuppose celui d'intervention sur "le cours naturel des choses" (von Wright, 1971) qui permet à un état du monde soit de subsister, soit de changer. La notion de condition est donc une composante essentielle du concept de causalité et la causation est relative à un certain contexte ou circonstances ; c'est une modification introduite dans le cours naturel des choses ou, en d'autres termes, l'établissement d'une condition anormale (Hart & Honoré, 1959). La conception "naïve" de la causalité appliquée à la succession des événements dans le monde utilise des informations qui proviennent de deux sources : la mémoire et l'environnement de l'individu, c'est-à-dire le monde ou une représentation matérielle d'un monde possible évoquée par un texte par exemple (Hilton et Slugoski, 1986). Les relations causales sont établies par rapport à un contexte déterminé : les circonstances, et les propositions qui les représentent sont construites par rapport à une représentation de ce contexte ("l'arrière-plan cognitif" chez Mackie, 1974) : les connaissances sur le cours naturel des choses. Certaines de ces connaissances représentent le terrain causal, c'est-à-dire l'ensemble des événements et états qui n'apparaissent pas comme des modifications du cours naturel des choses mais que le raisonnement contrafactuel établit comme conditions à

l'apparition de l'effet. La cause et l'effet représentent des modifications introduites dans le cours naturel des choses. La cause est une INUS condition : partie non suffisante mais nécessaire d'une condition non nécessaire mais suffisante, une modification introduite dans le terrain causal qui, en l'absence d'une autre modification, est nécessaire à l'apparition de l'effet (Mackie, 1974). Les événements ou états qui appartiennent au terrain causal ne sont pas interprétés comme étant des causes ou des effets, ils ont le statut de "condition en plus" dans la causation.

### **1.1.3. Représentation de l'action**

#### **1.1.3.1. Définition**

L'action, comme les catégories d'individu, d'état, d'événement, est une unité du monde de la cognition, un concept intensionnel, résultat de l'interprétation de l'activité humaine, une abstraction d'une séquence d'événements mentaux et d'événements du monde. En plus de la composante physique, il existe une composante mentale intrinsèque à l'action : l'intention comme représentation de la composante physique. La notion d'agent contrôlant le procès ne présuppose pas seulement l'existence d'une représentation mentale de ce procès mais aussi l'existence d'une relation causale entre cette représentation mentale et la composante physique, une relation causale intrinsèque à l'action : l'intention cause et représente le faire et ses conséquences dans le monde. La causalité intentionnelle, qui structure l'action et l'explique, est un type particulier de causalité pour laquelle la cause représente et en même temps provoque l'effet. Un procès est une action non seulement si le but représenté par l'intention est atteint, mais aussi s'il est atteint dans le "droit chemin", c'est-à-dire conformément au contenu représentationnel de l'intention qui établit des relations "au moyen de" entre les événements constitutifs de l'action (pour plus de détails, voir Baudet et Cordier, 1992).

#### **1.1.3.2. Analyse de l'action**

**L'action simple** est la plus petite unité comportementale à laquelle on puisse associer une intention. Elle est décrite par : (1) l'existence d'une intention, (2) un Faire, c'est-à-dire un mouvement du corps (par extension, un mouvement mental), (3) une relation causale sui-référentielle (cause<sub>i</sub>) : (1) cause<sub>i</sub> (2). **L'action** est décrite par un chemin causal reliant une intention à un résultat voulu : le but de l'action.

Ce **chemin causal** est **téléologique**. Dans l'intervalle  $t : i, j$ , un état initial (défini par les individus initialement présents, leurs relations et les valeurs initiales de leurs attributs) est



modifié de façon à atteindre une configuration déterminée (état terminal) dont l'occurrence constitue le but fixé au système. Chaque modification intervenant dans l'intervalle  $t : i, j$ , fonctionne comme un moyen pour atteindre ce but, c'est-à-dire crée les conditions nécessaires, dans les circonstances, à l'atteinte de ce but.

**La description téléologique** de l'action peut être exprimée par la formule : I a C dans E parce que C dans E conduit à B (Mackie, 1974), dans laquelle : I désigne un individu ou une collection d'individus, C désigne un comportement du système (I + individus du monde affectés par l'intervention de I). C est décrit par une séquence d'événements et d'états, E désigne un environnement ou des circonstances, B désigne le but du système.

### 1.1.3.3. Les relations causales et l'action

Les relations causales jouent un rôle essentiel dans cette conceptualisation de l'action. L'importance accordée à la notion de **condition** présuppose une conception interventionniste de la causalité compatible avec la distinction introduite dans l'action entre les aspects d'intervention (les intentions et les raisons) et d'événement (von Wright, 1971). L'aspect téléologique de la causalité intentionnelle est dû au fait que l'intention non seulement cause l'effet, la part physique de l'action, c'est-à-dire le Faire et les événements qui en sont les conséquences voulues : le résultat intentionnel ou but, mais aussi qu'elle le représente. Deux autres relations de causalité intentionnelle doivent être introduites.

La relation **But** est une relation téléologique "moyen en vue d'une fin". Elle est établie entre deux actions et est telle que le résultat intentionnel de la première action est une condition nécessaire dans les circonstances à l'occurrence du résultat intentionnel de la seconde action.

La relation **Déclencheur d'action** : relation entre un événement ou un état mental ou physique (A) et une action (B) telle que A est une raison pour B en ce sens que A cause l'événement mental qu'est l'intention composante de l'action B. Ici aussi, les raisons ne peuvent être des conditions suffisantes pour des intentions. Elles peuvent être des causes pour autant que l'on prenne l'agent rationnel comme terrain causal.

## 1.2. Macrostructure de la représentation : la notion de système

Fournir une description des catégories conceptuelles qui structurent les représentations mentales et linguistiques en état, événement et action ne suffit pas. Au moins deux niveaux d'organisation de la représentation cognitive doivent être envisagés: la microstructure et la macrostructure. Ces deux niveaux de structuration organisent également la structure

sémantique du texte. Pour satisfaire à la fois aux contraintes du système linguistique et à celles du système cognitif, la sémantique cognitive doit proposer des descriptions à ces deux niveaux de structuration.

Pour modéliser des unités de haut niveau de structuration à partir des catégories fondamentales d'état, d'événement, d'action et de causalité, nous avons adopté la formalisation en termes de systèmes capable de décrire des réseaux complexes d'unités sémantiques en interrelation proposée par Denhière et Baudet (1989, 1992). Cette formalisation, inspirée des concepts développés par la philosophie de l'action (von Wright, 1967; Mackie, 1974), tient compte des connaissances acquises sur le fonctionnement cognitif des individus humains. Selon ce modèle, l'individu catégorise la signification de chaque prédication de façon à construire pas à pas la microstructure de sa représentation, c'est-à-dire construire les représentations des états, événements et actions complexes du monde représenté par le texte, ainsi que les relations de cohérence locale, particulièrement les relations temporelles et causales (voir Le Ny, 2005). La construction de la macrostructure consiste en une restructuration de la microstructure en une structure hiérarchique définie par le type de système jugé par l'individu comme le plus caractéristique du domaine auquel réfère le texte. Cette conceptualisation envisage les trois types suivants de systèmes : système d'état relationnel, système transformationnel, et système téléologique.

### 1.2.1. Les types de système

Le **système d'état relationnel** représente des situations statives complexes : les états dans lesquels se trouvent des individus ou objets d'un monde possible. Des relations méréologiques de type partie-tout définissent une hiérarchie dans la structure du système d'état relationnel. Les structures anatomiques et les topographies sont des exemplaires du système d'état relationnel.

Le **système transformationnel** représente des événements complexes définis comme des séquences de modification des situations statives. Un **système transformationnel** est **causal** si l'ensemble des représentations des modifications est causalement déterminé. Un **système transformationnel** est **temporel** si les représentations des modifications sont reliées uniquement par des relations temporelles. Des relations méréologiques entre événements et macro-événements définissent une hiérarchie dans la structure du système transformationnel. Une chaîne événementielle conduisant à un accident est un exemplaire du système transformationnel.

Le **système téléologique** représente les structures et les comportements d'organismes définis comme des ensembles d'unités fonctionnelles en interrelation. Lorsque les unités fonctionnelles : êtres humains et, par extension, animaux, sont dotées d'intentionnalité, nous les désignons comme des **systèmes intentionnels** ; lorsqu'elles sont des composantes d'un dispositif technique ou biologique, nous les désignons comme des **systèmes fonctionnels**. Les objets techniques complexes tels que les machines, les moteurs, les systèmes de traitement de l'information, les systèmes de production comme les hauts fourneaux, les laminoirs, etc., sont des exemplaires du système fonctionnel. La structure hiérarchique d'un système téléologique est définie par des relations téléologiques et conditionnelles organisées en un arbre de but/sous-buts ou en un arbre d'intentions.

### **1.2.2. Les relations causales dans les systèmes fonctionnels**

Les caractéristiques dynamiques du système fonctionnel contraignent la description des entités concernées par la relation causale, celles qui constituent le terrain causal, l'INUS condition et l'effet. Le choix du terrain causal est déterminé par les connaissances du descripteur sur "le cours naturel des choses" et la description du terrain causal est fonction du but assigné à cette description. Ainsi, si on vise à former des experts du moteur à combustion interne, la sélection des éléments du terrain causal et leur niveau de description seront fonction du type d'expertise souhaitée. Si l'objectif est de former des réparateurs, les éléments du terrain causal à décrire seront sélectionnés en fonction de leur probabilité de modification accidentelle (panne) et leur niveau de description sera fonction des possibilités d'intervention du réparateur (pièces qu'il est apte à réparer versus pièces qu'il ne peut que remplacer). Si l'objectif est de former des concepteurs de moteurs, d'autres critères de sélection des éléments et d'autres niveaux de description de ces éléments seront requis. La conceptualisation adoptée permet des descriptions adaptées aux besoins de représentation.

Les relations causales entre les événements du système fonctionnel appartiennent fondamentalement au domaine de la causalité du monde physique, causalité qui doit être différenciée de la causalité intentionnelle à l'oeuvre dans les transformations apportées par des agents. Cependant, la description de ces deux types de causalité est de nature téléologique : elle explique la cause par l'effet et, dans la description d'un système fonctionnel, les événements revêtent la fonction de moyen pour atteindre le but assigné au système.

### **1.2.3. Décomposition d'un système en sous-systèmes**

La description d'un système fonctionnel peut être simple ou complexe. Le degré de complexité est défini par le nombre d'individus retenus comme éléments du système ainsi que par le nombre de branchements et par la longueur du chemin causal. La complexité de la description est tributaire de la complexité du système mais, plus fondamentalement, elle est déterminée par le niveau d'analyse du réel adopté par le descripteur. Ce niveau est fonction, d'une part, de l'unité qu'il définit comme individu du système, c'est-à-dire l'objet matériel produit de la découpe du réel retenu : l'atelier, la machine, l'organe de la machine, l'atome, etc. et, d'autre part, du nombre d'événements reliés causalement qu'il identifie dans sa description.

Dans le cas d'une description complexe, il est nécessaire de décomposer un système en sous-systèmes dont la description est plus simple. Cette décomposition reflète la structure du réel : un système fonctionnel est la trace matérielle de l'activité de résolution de problème mise en œuvre par le concepteur. Chaque sous-système forme, au même titre que le système, une unité fonctionnelle qui se caractérise par son rôle dans le fonctionnement général du système : l'état final du sous-système a fonction de sous-but dans le système. L'événement terminal conduisant à cet état final est la cause, la condition nécessaire dans les circonstances, d'une modification du (sous-)système adjacent qui est immédiatement surordonné ou voisin à un même niveau de la hiérarchie. Un système est ainsi analysé en un ensemble d'unités fonctionnelles organisées hiérarchiquement et entretenant entre elles des relations temporelles, causales et méréologiques.

La hiérarchie est définie par l'organisation en but/sous-buts et cette structure arborescente assure la cohérence globale de la représentation du système. Le noeud surordonné représente le but principal du système et les noeuds subordonnés, les macro-événements, représentent les sous-buts dont l'atteinte conditionne la réalisation du but principal. L'occurrence de ces macro-événements est elle-même conditionnée par l'occurrence des événements représentés par les noeuds immédiatement subordonnés et les arcs qui relient entre eux les noeuds représentent les relations conditionnelles et méréologiques. A un niveau d'analyse donné, une fois les modifications du système identifiées et le chemin causal reliant l'état initial à l'état final établi, la séquence des transformations qui forment un branchement direct sur le chemin qui va de l'état initial à l'état final sera considérée comme caractérisant le comportement d'un sous-système directement subordonné (sous-système de niveau 1) ; la séquence qui forme un branchement sur ce branchement sera considérée comme

caractéristique du comportement d'un sous-système (sous-système de niveau 2) subordonné au précédent, etc.

## **2. Organisation et simulation de la mémoire**

### **2.1. La mémoire associative**

Les éléments qui précèdent : individu, état, événement, action, etc., sont représentés par un réseau associatif dont les noeuds sont des concepts ou des propositions (voir Kintsch, 1988, 1998). Les noeuds de ce réseau sont interconnectés et la valeur de la force de connexion peut être positive, nulle, ou négative. La signification des concepts est construite à partir de leur position dans le réseau : ce sont les associés immédiats et les voisins sémantiques d'un noeud qui constituent le noyau de sa signification. La signification complète correspondant à un noeud ne peut être obtenue qu'en explorant les relations de ce noeud avec tous les autres noeuds du réseau. La signification doit être créée. Le premier niveau de la signification correspond à toutes les propositions dans le réseau qui sont directement reliées à un noeud. C'est seulement ensuite que toutes les propositions directement reliées aux propositions du premier niveau pourront être ajoutées pour former un second niveau, et ainsi de suite, jusqu'à ce que la totalité du réseau de connaissances soit impliquée. En d'autres termes, la signification d'un concept est toujours dépendante d'une situation et d'un contexte particuliers. Cette signification est nécessairement incomplète et instable : des noeuds supplémentaires peuvent toujours être ajoutés au sous-réseau activé qui constitue la signification temporaire d'un concept, et cela au prix de la perte de certains noeuds déjà activés.

Les connaissances sur les mots, sur la syntaxe, sur les relations spatiales, sur le monde, en bref, les connaissances générales, rendent possibles et contraignent, à tous les niveaux, la construction des représentations du discours. Ces dernières années, l'utilisation des connaissances dans la compréhension du discours comme dans la résolution de problèmes ont été dominées par les notions d'effets descendants ("top-down") et de traitements dirigés par les attentes. Les connaissances sont supposées fournir une partie du contexte à partir duquel un discours est interprété et le contexte est considéré comme une sorte de filtre à travers lequel les gens perçoivent le monde. Au niveau de la reconnaissance des mots et de l'analyse syntaxique, le contexte ne laisse passer que la signification appropriée d'un mot polysémique ou d'un syntagme ambigu et supprime l'acception non pertinente. Les scripts, les cadres, et les schémas contraignent la production d'inférences (Schank & Abelson, 1977) aux seules inférences valides, pertinentes et non redondantes. Les individus humains sont supposés comprendre correctement car ils effectuent un tri parmi leurs attentes. C'est la position

affirmée par Schank (1972) pour qui « une règle simple est suivie dans la compréhension du langage naturel. L'analyse procède de manière descendante et prédictive. La compréhension est guidée par les attentes. C'est seulement quand les attentes sont inutiles ou erronées qu'un traitement ascendant est déclenché » (p. 94).

Sur le plan empirique, cette position est discutable : les mesures de fixation oculaire indiquent que même les meilleurs lecteurs échantillonnent un grand nombre de mots du texte et que le traitement ascendant est la règle plutôt que l'exception (Just & Carpenter, 1980 ; Baccino et Colé, 1995 ; Baccino, 2002, 2004). Sur le plan computationnel, cette conception n'est pas facile à mettre en œuvre. Il est difficile de construire un système suffisamment souple et efficace pour qu'il soit à la fois capable de prendre les bonnes décisions et suffisamment flexible pour fonctionner correctement dans une grande variété de situations. Les individus humains comprennent correctement dans des contextes toujours changeants et s'adaptent facilement à des situations nouvelles, jamais rencontrées auparavant. Pour atteindre cet objectif, il faut donc des règles de construction robustes et générales. Les scripts et les cadres, tels qu'ils ont été conçus à l'origine, sont inutilisables : s'ils sont suffisamment puissants, ils sont trop rigides et s'ils sont suffisamment généraux, ils sont incapables d'exécuter des tâches précises. Ce dilemme est reconnu depuis longtemps (voir Schank, 1982; van Dijk & Kintsch, 1983) et des efforts ont été faits pour rendre les processus dirigés par les attentes suffisamment flexibles (voir les paquets d'information organisée en mémoire ou les MOPs de Schank). Une solution alternative à ce problème est proposée par Kintsch (1988).

Kintsch (1988, 1998) propose donc un système de connaissances organisé de façon minimale dont la structure n'est pas pré-stockée mais produite dans le contexte de la tâche pour laquelle il est requis. Un réseau associatif comportant des interconnexions positives et négatives remplit cet objectif. Les connaissances sont représentées sous la forme d'un réseau associatif dont les noeuds sont des concepts ou des propositions. Les noeuds de ce réseau sont interconnectés et les connexions entre les noeuds possèdent une force dont la valeur peut être positive, nulle, ou négative, allant de 1 à -1. Les noeuds comportent une tête et un certain nombre de mortaises ("slots") pour les arguments. Les noeuds du réseau de connaissance sont donc formellement équivalents aux propositions utilisées pour représenter un texte (Kintsch, 1974). Une mortaise spécifie la nature de la relation entre la tête et l'argument, elle peut représenter des attributs, des parties-de, des cas de verbes, ou des arguments de fonctions et il n'est pas nécessaire qu'un mot existe pour les nommer. Les arguments d'une proposition sont

des concepts ou d'autres propositions. Le nombre d'arguments dans une proposition peut aller de un à quelques uns. Les éléments à partir desquels les réseaux de connaissances et les bases de texte sont construits sont les mêmes puisque les bases de texte sont formées par sélection, modification, et réarrangement des éléments propositionnels du réseau de connaissances. Cependant, les bases de texte ne sont pas des portions du réseau de connaissance mais des structures distinctes possédant des propriétés propres.

Dans un réseau de connaissances, un concept n'est pas défini mais sa signification peut être construite à partir de sa position dans le réseau. Les associés immédiats et les voisins sémantiques d'un noeud constituent son noyau de signification. Cependant, sa signification exhaustive ne peut être obtenue que par l'exploration de ses relations avec tous les autres noeuds du réseau, la signification doit donc être créée. À tout moment, seule une infime portion du réseau peut être activée, et seules les propositions activées peuvent affecter la signification d'un concept donné. Ainsi, la signification d'un concept est toujours dépendante d'une situation spécifique et du contexte. Toute signification est nécessairement incomplète et instable : de nouveaux noeuds peuvent toujours être ajoutés à la portion de réseau activé constituant la signification transitoire d'un concept, mais cette adjonction ne peut se faire qu'au prix de la perte de certains noeuds déjà activés.<sup>2</sup>

## **2.2. La simulation de la mémoire associative : l'Analyse de la Sémantique Latente<sup>3</sup>**

L'Analyse de la Sémantique Latente (LSA) permet de simuler la mémoire associative que l'on vient de décrire. L'Analyse Sémantique Latente est une technique statistique automatique qui permet de déterminer, à partir de la variabilité contextuelle des passages du discours, la connaissance de la signification des mots (voir Manning et Schütze, 1999). Elle rend possible la définition de la signification des mots et des expressions verbales par des vecteurs dans un espace sémantique à n dimensions, cet espace sémantique à n dimensions étant construit à partir d'un vaste corpus de textes écrits (voir Bellissens, Théroutte et Denhière, 2005). Cette technique n'utilise pas de dictionnaires construits par l'homme, de bases de connaissances, de réseaux sémantiques, de grammaires, d'analyseurs syntaxiques, de

---

<sup>2</sup> Comme pour *proposition*, l'usage qui est fait ici du terme "signification" n'est pas standard. Le mot signification résume l'activation sémantique transitoire, propre à un sujet, spécifique à une situation, ainsi qu'à l'activation du contexte dans lequel ce concept est rencontré.

<sup>3</sup> (04). Denhière, G., Lemaire, B., Bellissens, C. & Jhean-Larose, S. (2007). A semantic space for modeling a child semantic memory. In & T.K. Landauer, D. S. McNamara, S. Dennis & W. Kintsch (Eds), *Handbook of Latent Semantic Analysis* (pp.143-165) Mahwah : Lawrence Erlbaum Associates.

données morpho-syntaxiques, ou tout autre chose d'approchant<sup>4</sup>. L'Analyse Sémantique Latente prend en entrée uniquement un très vaste corpus de textes bruts supposés représentatifs des textes auxquels a été exposée une population donnée<sup>5</sup> (Landauer, 1998). La technique, développée à l'origine dans le contexte de la récupération de l'information (Deerwester, Dumais, Furnas, Landauer & Harshman, 1990), a été adaptée aux analyses psycholinguistiques par Landauer et ses collègues (Landauer & Dumais, 1997 ; Landauer, Foltz & Laham, 1998).

LSA peut être entraîné avec un vaste corpus de textes écrits. Les données brutes que LSA extrait du corpus sont les fréquences de co-occurrence. Une matrice est construite, les mots étant placés en colonnes et les documents en ligne. Les cellules de la matrice correspondent aux fréquences avec lesquelles chaque mot intervient dans chaque document. Il faut noter que LSA ne prend en compte que les co-occurrences, l'ordre des mots, la syntaxe ou la structure rhétorique ne sont pas pris en compte. Les fréquences de co-occurrence sont l'entrée dans LSA qui transforme ces statistiques en quelque chose de nouveau : un espace sémantique à  $n$  dimensions. LSA effectue cela au moyen de la réduction de dimensions. En effet, une partie de l'information de la matrice de co-occurrence originale est accidentelle et non essentielle. LSA élimine toutes ces informations et se focalise seulement sur l'information sémantique essentielle du corpus. Pour décider de ce qui constitue l'information essentielle de l'information destructrice, LSA utilise une technique mathématique : la décomposition en valeurs singulières, qui lui permet de sélectionner les dimensions sous-jacentes les plus importantes de la matrice originale de co-occurrences et d'éliminer les autres. La matrice est décomposée en composantes associées aux valeurs singulières qui sont ordonnées en fonction de leur importance. Les 300 à 400 composantes les plus importants définissent l'espace sémantique, le nombre de dimensions de l'espace étant choisi de manière empirique pour donner les meilleurs résultats quand on compare aux performances humaines.

LSA fait donc le pari psychologique fort que les significations des mots sont représentées par des vecteurs dans un espace sémantique de 300 à 400 dimensions. Non

---

<sup>4</sup> Voir Ploux et Victorri (1998), Gaume (2003) pour une démarche différente consistant à utiliser des dictionnaires informatisés de synonymes.

<sup>5</sup> L'utilisation de vastes corpus pour représenter la signification des mots n'est pas propre à LSA. Une autre technique, essentiellement basée sur l'analyse des co-occurrences, a été proposée par Burgess (voir Burgess et Lund, 1997 ; Burgess Livesay et Lund, 1998).



seulement les significations des mots sont représentées par des vecteurs dans cet espace, mais les documents aussi. Et des documents nouveaux : phrases, paragraphes, chapitres entiers de livres, peuvent aussi être représentés par des vecteurs dans le même espace. LSA permet donc de comparer des significations de mots, de syntagmes, de phrases ou de textes et de déterminer comment ils sont reliés ou non reliés, et quels autres mots ou phrases ou documents sont proches d'eux dans l'espace sémantique. Pour rappel, LSA ne connaît que ce qu'il a appris ! Si des mots qui n'apparaissent pas dans le corpus d'entraînement sont utilisés, ou si des mots sont utilisés dans un sens différent de celui du corpus d'entraînement, LSA, comme des individus humains, ne les reconnaîtra pas !

La mesure qui est le plus souvent utilisée pour calculer le degré de relation sémantique entre mots, syntagmes, phrases ou textes, est le cosinus entre les deux vecteurs. Le cosinus varie de -1 à +1, +1 dénotant l'identité et 0 la non relation. La plupart des cosinus entre les mots sont positifs, bien que des valeurs faiblement négatives soient courantes : le cosinus moyen pour des paires de mots choisies aléatoirement est égale à .02, avec un écart type de .03. Plus deux mots sont reliés sémantiquement et plus la valeur du cosinus est élevée. Par exemple, les formes singulier et pluriel des noms communs ont un cosinus moyen et un écart type de .66 et .15 en anglais contre .59 et .16 en français. Une seconde mesure qui est souvent utile, c'est la longueur du vecteur qui, intuitivement, indique la quantité d'information que possède LSA sur ce vecteur. Les mots que LSA connaît très bien parce qu'ils apparaissent fréquemment dans le corpus d'entraînement, dans de nombreux contextes, ont une longueur de vecteur supérieure à celle des mots que LSA connaît moins bien. Ainsi, « cheval » a une longueur de vecteur de .76, alors que « mouton », « jument », « sanglier » ont des longueurs respectivement égales à .48, .34 et .16 (dans l'espace « FrançaisTotal »). On peut comparer un vecteur à un autre. L'examen des 300 nombres qui composent un vecteur ne nous dit rien car les dimensions de l'espace sémantique ne sont pas identifiables mais nous pouvons déterminer les vecteurs mots ou phrases proches de lui. Le voisinage sémantique d'un mot donne de nombreuses indications sur ce mot et l'on peut utiliser de diverses manières les voisinages sémantiques des mots ou expressions. Par exemple, "cheval" devrait être davantage relié à « chevaux » « bride » « galop » « croupe » « cavaliers » (.66, .59, .58, .57 et .54) que de « ciel », « trottoir », « musique », « comédie », « stade » (les cosinus sont respectivement égaux à .23, .09, .08, .08 et .00 dans l'espace « FrançaisTotal »)<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Le site <http://lsa.colorado.edu> permet d'utiliser différents espaces, adultes et enfants, et de faire ses propres calculs de similarité ou de voisinage sémantiques.

LSA a prouvé qu'il était un instrument puissant dans de nombreuses applications. Ainsi, il permet de sélectionner des textes explicatifs adaptés au niveau de connaissances initiales des étudiants (Wolfe, Schreiner, Rehder, Laham, Foltz et Kintsch, 1998) ; il évalue aussi bien que des correcteurs professionnels et avec le même degré de fidélité certains types d'essais (Landauer, Laham, Rehder & Schreiner, 1997) ; il se comporte de la même manière que des étudiants qui passent le test du TOEFL (Test of English as a Foreign Language). Dans ce dernier cas, les auteurs ont utilisé un corpus de 4,5 millions de mots, constitué de 30.473 contextes comportant chacun environ 500 caractères, le nombre de dimensions étant réduit à 300. Le test de vocabulaire du TOEFL comportait 80 items dont la partie question était constituée d'un seul mot alors que quatre réponses étaient proposées, la tâche du candidat consistant à choisir le meilleur synonyme. Le pourcentage de réponses correctes de LSA est de 65 %, score qui correspond à la performance moyenne des étudiants passant ce test. La performance de LSA, comparable à celle des humains, suggère que la manière dont la signification est représentée dans LSA est fortement reliée à celle utilisée par les humains.

### **2.3. La simulation de la mémoire infantile : l'espace « TextEnfant » sous LSA<sup>7</sup>**

#### **2.3.1. Objectifs**

A la différence de la plupart des espaces sémantiques sous LSA qui utilisent des corpora consignants des connaissances relatives à un domaine particulier de connaissances : le fonctionnement du système cardio-vasculaire, la guerre du canal de Panama, la géographie des déserts, etc., la voie choisie a consisté à construire un espace supposé modéliser la mémoire sémantique des enfants fréquentant l'école primaire et âgés de 7 à 11 ans (Denhière, Lemaire, Bellissens & Jhean-Larose, 2004) de manière à rendre possible la modélisation et la simulation des processus cognitifs d'ordre supérieur comme la compréhension de textes (Lemaire, Denhière, Bellissens & Jhean-Larose, 2006). Nous possédons peu d'informations directes sur la nature et les propriétés de la mémoire sémantique des enfants de 7 à 11 ans (Howe & Courage, 2003 ; Murphy, McKone & Slee, 2003 ; Towse, Hitch & Hutton, 2002 ; De Marie & Ferron, 2003 ; Cykowicz, 2000). En l'absence d'informations précises, nous

---

<sup>7</sup> (03). Denhière, G., Bellissens, C., Jhean-Larose, S. & Lemaire, B. (2004). Psychologie cognitive et Compréhension de textes. In S. Porhiel & D. Klingler (Eds) : Regards croisés sur l'unité texte (pp. 74-95), Pleyben : Perspectives.

(19). Hoareau, V., Gandon, F., Giboin, A., Denhière, G., Jhean-Larose, S., Lehnard, W. & Baier, H. (2007). Similarity measurement applied to information research and indexing. Proceedings of the First European Workshop on Latent Semantic Analysis in Technology Enhanced Learning, 5-6.

pouvons tenter d'en construire une approximation en nous référant aux études relatives à l'acquisition du vocabulaire intervenant pendant cette période du développement de l'enfant et en élaborant un corpus correspondant aux matériels linguistiques écrits et oraux auxquels sont exposés les enfants de 7 à 11 ans (Lambert & Chesnet, 2001 ; Lété, Springer-Charolles & Colé, 2004).

Sur le plan théorique, la question : « Comment les enfants apprennent-ils la signification des mots ? », a reçu des réponses différentes. D'un côté, Bloom (2000) a développé la thèse selon laquelle l'esprit ne possède pas de module dévolu à l'acquisition du langage, et que les processus d'association et d'imitation ne suffisent pas à expliquer l'apprentissage lexical qui requiert des capacités mentales riches et de différentes natures : conceptuelle, sociale, ou linguistique qui interagissent de manière complexe. Comme Gillette, Gleitman, Gleitman & Lederer (1999) l'ont souligné, « les connaissances lexicales et syntaxiques de l'enfant, loin de se développer de manière séparée au sein d'une procédure d'acquisition, interagissent entre elles et avec le monde environnant dans une série d'interactions complexes » (p. 171). De l'autre côté, la modélisation connexionniste de l'acquisition du langage (voir Elman, 2004 ; Shultz, 2003 ; Li, Farkas, & Mac Whinney, 2004) a développé DevLex, un modèle de réseau « neuronal » auto-organisateur du développement du lexique, combinant les propriétés dynamiques des réseaux connexionnistes et celles des modèles symboliques « représentationnels » tels que HAL « Hyperspace Analog to Language » formulé par Burgess & Lund (1997) ou LSA « Latent Semantic Analysis » proposé par Landauer & Dumais (1997). Enfin, comme Louwerse & Ventura (2005) l'ont rappelé, les enfants n'apprennent pas la signification des mots en apprenant des mots isolés hors contexte, mais plutôt à travers différentes formes de discours et en les mettant en relation les uns avec les autres dans leurs contextes d'occurrence. Aussi, ces auteurs considèrent que « LSA fonctionne comme fonctionnent les enfants et que LSA peut être considéré comme un modèle de la manière dont les enfants construisent la signification des mots » (p. 302).

Quoiqu'il en soit des processus responsables de l'acquisition du langage par l'enfant, on dispose d'estimations sur les aspects quantitatifs de ce développement. Landauer & Dumais (1997) écrivent que « l'on a estimé qu'en moyenne un enfant du grade 5 (CM2) passe 15 minutes par jour à l'école et 15 autres minutes hors de l'école à lire des livres de lecture, des magazines, des récits et des BD (Anderson, Wilson, & Fielding, 1988 ; Taylor, Frye & Maruyama, 1990). Si l'on suppose un total de 30 minutes de lecture journalière pour les 150 jours de classe et 15 minutes de lecture pour le reste de l'année, on obtient une moyenne de

21 minutes de lecture journalière. Si l'on admet une vitesse moyenne de lecture de 165 mots par minute, ce qui peut être considéré comme une surestimation des cas habituels, et une longueur moyenne de 70 mots par paragraphe, ces enfants lisent en moyenne deux paragraphes et demi par minute, soit environ 50 paragraphes par jour » (p. 217).

Concernant la langue française, Ehrlich, Bramaud du Boucheron, et Florin (1978), ont procédé à l'estimation expérimentale du répertoire lexical de 2.538 enfants de quatre niveaux scolaires (CE1 au CM2) et de quatre milieux socio-économiques (cadres supérieurs, cadres moyens, employés et ouvriers) en utilisant une épreuve de jugement de connaissance des mots (échelle en 5 points allant de : "jamais entendu" à "je le connais très bien et je l'utilise très souvent") et une épreuve de définition ("écrire tout ce que le mot veut dire"). L'échantillon verbal était constitué de 13.500 mots (63 % substantifs, 17% verbes et 20% adjectifs et adverbes) supposés représentatifs d'un répertoire général moyen adulte (étudiants de première année d'université). Ces 13.500 mots étaient ensuite jugés par 150 adultes sur l'échelle de connaissance en 5 points et 2.700 mots parmi les mieux connus et les plus fréquemment utilisés étaient utilisés pour tester l'étendue du lexique des enfants en fonction de l'âge et du milieu socio-économique. Les résultats indiquent que le nombre de mots totalement inconnus diminue de 4.000 mots environ du Grade 2 (CE1) au Grade 5 (CM2), le nombre de mots très bien connus augmente de 900 mots alors que le gain porte surtout sur les mots moyennement connus : 3.000 environ. « Le vocabulaire fréquemment utilisé varie assez peu au cours de la scolarité primaire, mais les enfants apprennent beaucoup de mots nouveaux dont la plupart ne sont pas utilisés très souvent » (Ehrlich, Bramaud du Boucheron & Florin, p. 65). Le degré de connaissance des substantifs et des verbes est nettement plus élevé que celui des adjectifs et des adverbes. Enfin, les répertoires verbaux des enfants sont d'autant plus étendus qu'ils sont issus d'un milieu socio-économique favorisé (600 mots en moyenne de différence entre les milieux extrêmes) et ces différences se maintiennent au cours de la scolarité primaire. Ces résultats sont corroborés par ceux de l'épreuve de définition de mots. "Le répertoire des enfants s'enrichit de 1.000 mots par an environ à chaque niveau scolaire, quelque soit le seuil de connaissance considéré. L'accroissement du répertoire du grade 2 au grade 5 représente environ 3.000 mots" (Ehrlich, Bramaud du Boucheron & Florin, p. 85).

Plus récemment, Biemiller (2001, 2003), Biemiller & Boote (2005), Biemiller & Slonim (2001) ont présenté des résultats qui confirment l'essentiel du travail pionnier de Ehrlich and al. (1978). En résumé, Biemiller & Slonim (2001), se référant au « Living Word Vocabulary » publié par Dale and O'Rourke (1981), ont estimé que le vocabulaire moyen des enfants de Grade 2 (CE1) était de 5.200 « mots radicaux » (ou « mots racines » correspondant

aux formes non fléchies, non conjuguées des mots) et atteignait 8.400 « mots racines » au Grade 5 (CM2). Cette évolution au cours de l'école primaire reflète l'acquisition moyenne de 2,2 mots par jour de la première à la huitième année (fin du Grade 2, CE1) et 2,4 mots par jour entre 9 et 12 ans. Exprimé autrement, les enfants acquièrent en moyenne 800 à 900 mots par an, ce qui est en accord avec les résultats publiés par Anglin (1993). Autre résultat intéressant, ce vocabulaire est acquis dans le même ordre par la plupart des enfants. Biemiller and al. (2001) ont montré que si le vocabulaire était ordonné par niveaux d'acquisition successifs et non par le niveau scolaire, il est possible de clairement identifier les mots bien connus par au moins 75% des enfants, des mots acquis ou en cours d'acquisition connus par 25 à 74% des enfants et des mots peu connus, ce qui rend possible la construction d'un « curriculum » plausible d'acquisition d'un vocabulaire de 13.000 à 15.000 « mots radicaux » jusqu'au grade 12 (voir Biemiller, 2003, 2005).

### **2.3.2. Caractéristiques du corpus « TextEnfant »<sup>8</sup>**

En fonction des considérations qui précèdent, le corpus est composé d'un total de 3,2 millions de mots occurrences et 57.878 paragraphes. Il aurait été possible de collecter davantage de textes mais nous sommes concernés par la plausibilité cognitive de notre espace : nous voulons construire un espace qui reproduise le mieux possible les performances verbales des enfants de 7 à 11 ans. De plus, nous ne sommes pas seulement concernés par la structure de la mémoire mais aussi par son fonctionnement et sa mise en œuvre dans des tâches complexes telles que la compréhension de textes. Aussi, la nature de l'information et sa quantité sont des facteurs importants.

Les enfants sont exposés à différents types de matériels verbaux écrits : livres d'histoires dès leur jeune âge, bandes dessinées, mangas, livres scolaires dont les livres de lecture, dictionnaires, encyclopédies, etc. L'on sait également que les enfants sont exposés au langage (oral) longtemps avant qu'ils soient capables de lire. C'est une limitation bien connue de LSA de se limiter au langage écrit (Glenberg & Robertson, 2000) mais c'est un problème moins important que pour les corpora adultes (voir Kintsch, 2007). Nous aurions pu utiliser des corpora de langage oral enfantin mais ce type de données est peu disponible et plus difficile à traiter que le langage écrit. Nous avons pallié ce manque en incorporant des productions verbales d'enfants de cours préparatoire (« textes libres » des écoles Freinet), un

---

<sup>8</sup> (18). Denhière, G., Hoareau, V., Jhean-Larose, S., Lehnard, W. & Baier, H. (2007). Human hierarchization of semantic of information in narratives and Latent Semantic Analysis, Proceedings of the First European Workshop on Latent Semantic Analysis in Technology Enhanced Learning, 15-16.

type de langage moins formel et plus proche du langage oral que les livres scolaires et les encyclopédies. En plus, nous avons limité la place accordée aux textes scolaires et aux encyclopédies par rapport aux textes relatant des contes et des récits familiaux car ces sources d'information n'arrivent et ne modifient les représentations des enfants qu'une fois la lecture acquise. Au total, le corpus « TextEnfant » est composé de contes et de récits familiaux (52%, environ 1.6 million de mots), de productions verbales d'enfants de cours préparatoire et de cours élémentaire<sup>9</sup> (23%, environ 800.000 mots), d'extraits de manuels de lecture de cours préparatoire<sup>10</sup> (13%, environ 400.000 mots) et d'une encyclopédie électronique pour enfants "Je sais tout" (12%, environ 400.000 mots). Cette composition traduit la volonté de tendre vers la constitution d'un espace sémantique représentatif de l'ensemble des textes auxquels ont été confrontés les enfants de primaire. Afin de nous assurer expérimentalement du degré de représentativité de l'espace ainsi construit, nous avons testé l'espace « TextEnfant » en déterminant dans quelle mesure il rendait compte des normes associatives enfantines (de La Haye, 2003), des définitions lexicales, des jugements de similarité sémantique, des rappels et résumés de récits (Denhière, Lemaire, Bellissens et Jhean-Larose, 2004) et des jugements d'importance relative (Denhière, Hoareau, Jhean-Larose, Lehnard et Baier, 2007).

### **2.3.3. Plausibilité cognitive de l'espace sémantique "TextEnfant"**

#### **2.3.3.1. Normes associatives enfantines**

de La Haye (2003) a utilisé 200 mots inducteurs (144 noms, 28 verbes et 28 adjectifs) et elle a demandé à des participants enfants (9, 10 et 11 ans) et adultes de produire les mots qui leur venaient immédiatement à l'esprit à la lecture du terme inducteur. Pour chaque terme inducteur, elle a recensé les termes évoqués ainsi que la fréquence avec laquelle ils l'avaient été dans chaque groupe. Pour tester l'espace « TextEnfant », on a d'abord sélectionné les trois termes associés les plus fréquemment produits à chacun des 200 mots inducteurs ainsi que les trois derniers puis on a ensuite calculé la distance sémantique entre le mot inducteur et chacun des six associés sélectionnés en calculant le cosinus entre les vecteurs représentant les éléments de chaque couple mot inducteur-mot associé de .

---

<sup>9</sup> Ce travail de collecte de textes libres d'enfants des écoles Freinet de Louvain La Neuve a été réalisé avec Marie-Anne Schelstraete, que nous remercions ici.

<sup>10</sup> Nous remercions nos collègues Chesnet et Lambert de l'Université de Poitiers d'avoir mis à notre disposition leur corpus "Novlex" de textes de lecture du CP (voir Chesnet et Lambert, 2002).

Si « TextEnfant » s’approche de la mémoire sémantique enfantine, la hiérarchie des valeurs des cosinus obtenus doit tendre à reproduire la hiérarchie des fréquences d’évocation des associés d’un terme donné. Globalement, les deux hiérarchies sont significativement corrélées ( $r = .39$ ,  $p < .01$  pour les 200 mots inducteurs,  $r = .57$  pour les mots inducteurs les plus fréquents), la distribution des cosinus moyens entre le mot inducteur et les mots associés, présentée sur le tableau 1, indique un gradient net, toutes les comparaisons 2 à 2 entre les colonnes adjacentes du tableau étant significative ( $p < .03$ ).

Tableau 1 : Distribution des valeurs moyennes des cosinus entre le mot inducteur et les mots associés.

	1 <sup>er</sup> associé	2 <sup>ème</sup> associé	3 <sup>ième</sup> associé	3 derniers associés
Cosinus	.46	.33	.19	.11

En conclusion, l’espace sémantique « TextEnfant » subit ce premier test d’association sémantique en mémoire avec succès : il reproduit de manière significativement acceptable la hiérarchie des termes associés aux 200 mots inducteurs utilisés par de La Haye (2003).

### 2.3.3.2. Définition de termes

Un second test, plus contraignant que le précédent, consiste à déterminer dans quelle mesure « TextEnfant » est capable de reproduire les performances enfantines de définition de termes alors qu’aucun dictionnaire n’est entré dans le corpus et que les réponses proposées peuvent être des mots ou des phrases. On a donc repris les résultats d’une épreuve de définition de 120 mots (45 Noms, 55 Verbes, 9 Adjectifs, 6 Adverbes) développée par Denhière, Bourguet et Thomas (à paraître) administrée à quatre groupes d’enfants de 8 à 11 ans. Cette épreuve consistait à présenter un mot à définir et à proposer quatre définitions : correcte, proche, éloignée et sans rapport. Ainsi, par exemple, les réponses proposées pour « cigale » étaient respectivement : (1) insecte à quatre ailes qui vit dans les régions méditerranéennes (réponse correcte) ; (2) insecte proche du grillon (réponse proche) ; (3) petit animal de la même famille que la chauve-souris (réponse éloignée) et (4) chenille noire (réponse sans rapport).

Divers indicateurs de la qualité des performances de « TextEnfant » peuvent être utilisés. Une première mesure consiste à calculer le cosinus entre les vecteurs du mot à définir et les quatre mots réponse proposés. Ainsi, dans l’exemple précédent les valeurs de cosinus sont respectivement égales à : .38 (correct), .24 (proche), .16 (éloigné) et .04 (sans relation).

A partir de ces résultats, on peut calculer le pourcentage de réponses correctes de « TextEnfant », c'est-à-dire le nombre de fois où la valeur de cosinus pour la réponse correcte est plus élevée que pour les autres réponses. Ce pourcentage est égal à 53 %, ce qui situe les performances de « TextEnfant » entre celles des enfants de 9 et 10 ans. De plus, le pourcentage de réussite en fonction de la distance des réponses à la réponse correcte diminue régulièrement (Denhière et Lemaire, 2004). Une mesure plus sophistiquée mais plus satisfaisante consiste à calculer une différence normalisée  $d$  entre réponses correcte et proche versus réponses éloignée et sans rapport. Plus la valeur de  $d$  est importante, et plus « TextEnfant » discrimine correctement les définitions proposées. Enfin, de manière à déterminer dans quelle mesure l'espace sémantique « TextEnfant » reproduit l'organisation de la mémoire enfantine, on a comparé les performances de « TextEnfant » à celles de cinq espaces formés de textes pour adultes : quatre années du journal Le Monde (1993, 1995, 1997 et 1999) et le corpus « Littérature ». Les résultats sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Comparaison entre les performances de l'espace sémantique « TextEnfant » et les espaces sémantiques pour adultes.

Espaces sémantiques	Millions de mots	% réponses correctes	$d$	Corrélation
TextEnfant	<b>3,2</b>	<b>53</b>	<b>69</b>	<b>.39</b>
Littérature	14,1	38	52	.34
Le Monde 1993	19,3	44	23	.31
Le Monde 1995	20,6	37	21	.26
Le Monde 1997	24,7	40	28	.26
Le Monde 1999	24,2	34	25	.24

En dépit de la différence très significative de taille des corpora adultes comparés au corpus enfant (de 14 à 20 millions de mots versus 3 millions), les performances de l'espace sémantique « TextEnfant » sont significativement supérieures à celles des espaces adultes : quel que soit l'indicateur considéré, la corrélation entre les résultats des enfants de 8 à 11 ans et les performances de « TextEnfant » sont significativement supérieures à toutes les corrélations avec les corpus adultes ( $p < .03$ ).

### 2.3.3.3. Jugement explicite de l'importance relative des énoncés d'un texte

Les résultats d'épreuves de jugement explicite de l'importance des phrases constitutives des mêmes récits de la batterie DIAGNOS<sup>®</sup> ont été comparés aux performances du modèle. Pour cela, nous avons calculé le cosinus entre chaque phrase d'un texte et le texte



dans sa totalité puis nous avons calculé la corrélation entre les cosinus ainsi obtenus et l'importance moyenne accordée à chaque phrase. Pour 6 des 7 récits, les corrélations sont significatives ( $p < .01$ ) et varient de .41 à .60 ; pour un dernier récit, la corrélation est à la limite du seuil de signification (.32). Il est donc possible d'utiliser « TextEnfant » pour juger de l'importance relative des phrases au sein d'un récit de manière semblable à celle des enfants.

#### 2.3.3.4. Évaluation de la qualité des rappels et des résumés de récits

La capacité de « TextEnfant » à évaluer automatiquement des rappels et des résumés de récits par des enfants de 7 à 11 ans a été évaluée. Classiquement, le texte à rappeler ou à résumer est analysé en propositions de type [prédicat(argument(s))], les rappels ou les résumés produits sont analysés de la même manière de manière à déterminer quels sont les concepts et propositions les plus fréquemment présents dans les restitutions obtenues. Dans le cadre de l'analyse sémantique latente, la mesure de la quantité d'information redonnée est estimée par la valeur du cosinus entre le vecteur représentant le texte source (à rappeler ou à résumer) et le rappel ou résumé produit. La démarche suivie ici a consisté à reprendre les résultats obtenus dans six épreuves de rappel (immédiat et différé) et trois épreuves de résumé et à calculer, pour chaque texte, la corrélation entre le nombre de propositions restituées et la valeur de cosinus obtenu<sup>11</sup>. Si l'espace « TextEnfant » permet de mesurer les performances de rappel et de résumé, on obtiendra une corrélation positive et significative entre le nombre de propositions restituées et la valeur du cosinus entre le texte-source et les restitutions. Le tableau 3 présente les corrélations obtenues entre les valeurs de cosinus et le nombre de propositions redonnées pour chacune des 9 expériences réexaminées.

Tableau 3 : Corrélations entre les performances de rappel et de résumé estimées par le nombre de propositions restituées et les valeurs de cosinus entre les textes-sources et les productions de rappel et de résumé.

Récit	Tâche	Nombre de participants	Corrélation
Dragon	Résumé	56	.71
Clown	Résumé	24	.92
Géant	Résumé	105	.58
Poule	Rappel immédiat	52	.45

<sup>11</sup> Nous remercions Marianne Bourguet, Cécile Hupet et Hervé Thomas, de nous avoir donné accès aux protocoles individuels des expérimentations qu'ils avaient réalisées.

Araignée	Rappel immédiat	41	.65
Clown	Rappel immédiat	56	.67
Ourson	Rappel immédiat	44	.62
Dragon	Rappel différé	44	.55
Taureau	Rappel différé	23	.69

Comme le montre le tableau 3, les corrélations vont de .45 à .92 et sont toutes significativement différentes de zéro. Ceci signifie que l'utilisation de notre espace sémantique « TextEnfant » pour calculer le cosinus entre le texte-source à rappeler ou résumer et les productions enfantines, rappel ou résumé, fournit une bonne estimation de la quantité et de la nature de l'information restituée. Ce qu'avaient montré Foltz (1996) et Lemaire et Dessus (2001), Wolfe, Schreiner, Rehder, Laham, Foltz, Kintsch & Landauer (1998) avec des adultes est ici étendu à des enfants : un espace sémantique approprié peut être utilisé pour analyser et évaluer la compréhension et la mémorisation de texte d'une manière automatique (et donc rapide) et fortement corrélée aux résultats que donne une analyse prédicative longue et fastidieuse.

### **2.3.3.5. Conclusion : Pertinence cognitive de « TextEnfant »**

Les résultats des tests auxquels nous avons soumis l'espace «TextEnfant» nous autorisent à le considérer comme une approximation acceptable de la mémoire sémantique des enfants de 7 à 11 ans. Notre objectif pour les années à venir consiste à développer cet espace en le segmentant pour reproduire les 3 cycles de l'école élémentaire. Pour ce faire, nous utiliserons trois repères. Premièrement, nous nous référerons aux études du développement lexical menées notamment par Biemiller et ses collègues (Biemiller et Slonim, 2001 ; Biemiller et Boote, 2005) sur 32.000 enfants (État de l'Ontario) qui montrent que les enfants acquièrent en moyenne 800 à 900 mots par an et, plus important, que l'ordre dans lequel s'effectuent les acquisitions est stable. Nous viserons donc à ce que nos corpora reproduisent l'évolution des acquisitions lexicales. Deuxièmement, nous utiliserons le dispositif informatique mis au point par Jean Mesnager (2004, 2007) qui permet, pour la langue française, de tenir compte de la compréhensibilité des textes en référence aux indices traditionnels de lisibilité (fréquence d'occurrence, longueur des phrases, etc.). Enfin, nous utiliserons la batterie de textes narratifs et explicatifs que nous avons construits (voir ci-dessous) pour compléter les espaces sémantiques existants en ajoutant des informations lexicales, conceptuelles, factuelles et encyclopédiques pertinentes.

## **Chapitre 2. Compréhension de textes et mémoire**

### **Introduction**

Comme indiqué dans l'introduction de cette partie, nous nous limitons ici à l'exposé des modèles qui ont durablement marqué le domaine de la compréhension de textes et qui ont directement inspiré notre travail. Nous commencerons par rappeler les traits essentiels du modèle "princeps" de compréhension de textes proposé par Kintsch et van Dijk (1978), puis du modèle bottom-up de Construction-Intégration de Kintsch (1988), après quoi nous présenterons brièvement le système de mémoire permanente couplé au modèle de compréhension : l'Analyse Sémantique Latente (Landauer et Dumais, 1997 ; Landauer, 2002), pour terminer par l'adaptation que nous avons faite de ces deux modèles et un exemple d'application.

### **1. Un modèle symbolique de traitement haut-bas : Kintsch et Van Dijk (1978)**

Dans leur article de référence, Kintsch & van Dijk (1978) décrivent deux ensembles essentiels d'opérations qui interviennent dans la compréhension, le rappel et le résumé de textes. Dans le premier, les éléments de signification du texte sont organisés en un tout cohérent, un processus qui conduit à un traitement répété de certains éléments et, en conséquence, à une rétention différentielle. Un second ensemble d'opérations condense la signification et un troisième produit de nouveaux textes, rappel ou résumé, à partir des résultats mnésiques des processus de compréhension. Le modèle travaille sur les structures sémantiques sous-jacentes, les propositions, et une de ses caractéristiques est de supposer une multiplicité de processus intervenant en parallèle ou en série.

#### **1.1. Les structures sémantiques**

La structure de surface est interprétée comme un ensemble de propositions ordonné à l'aide de diverses relations sémantiques, certaines de ces relations étant explicitement formulées dans le discours, d'autres devant être inférées. La structure sémantique est définie à deux niveaux, celui de la microstructure et celui de la macrostructure, dont l'union forme la base de texte. La microstructure correspond au niveau local du discours, c'est-à-dire à la structure des propositions individuelles et de leurs relations. La macrostructure, de niveau plus global, caractérise le discours comme une entité. Ces deux niveaux sont reliés entre eux par un ensemble de règles sémantiques de projection, les macrorègles. La cohérence et la structure de la base de texte sont assurées, au niveau de la microstructure, par la cohérence

référentielle, et, au niveau de la macrostructure par le topique du discours. Les trois macrorègles : suppression, généralisation et construction, qui prennent en entrée l'information microstructurale et donnent en sortie l'information macrostructurale, préservent à la fois la vérité et la signification et elles sont appliquées sous le contrôle d'un schéma qui spécifie le type d'information qui doit être considéré comme pertinent dans une tâche donnée.

## 1.2. Le modèle de traitement

### 1.2.1. La formation de bases de texte cohérentes

Le modèle prend comme matériel d'entrée une liste de concepts et propositions qui représente la signification d'un texte. Une proposition comporte un prédicat et un ou plusieurs arguments qui sont, soit des concepts, soit des propositions emboîtées. Les arguments remplissent différentes fonctions sémantiques telles que : agent, patient, objet et but, et les prédicats peuvent être réalisés dans la structure de surface par des verbes, des adjectifs, des adverbes ou des connecteurs. Le tableau 4 ci-dessous illustre l'analyse en concepts et propositions des deux premières phrases du récit « âne » utilisé dans certaines des expérimentations rapportées ci-après.

Tableau 4 : Analyse en concepts (Px) et propositions (P) des deux premières phrases (P1 et P2) du récit « Ane » supposées traitées en un seul cycle (c1). « *Un petit âne gris fut vendu par ses maîtres. Il se retrouva seul dans une immense prairie verdoyante* ».

- P1 c1 Px1 Ane
- P1 c1 Px2 Maîtres
- P1 c1 P01 PETIT[Px1]
- P1 c1 P02 GRIS[Px1]
- P1 c1 P03 VENDUPAR[Px1,Px2]
- I. P1 c1 P04 Inférence :POSSEDER[Px2,Px1]
- P2 c1 Px3 Prairie
- P2 c1 P05 SERETROUVERSEUL[Px1]
- P2 c1 P06 LOC:DANS[P05,Px3]
- P2 c1 P07 IMMENSE[Px3]
- P2 c1 P08 VERDOYANTE[Px3]

Une base de texte doit être cohérente, la cohérence étant définie par le chevauchement d'argument entre propositions (cohérence référentielle). Si une base de texte est jugée cohérente selon ce critère, elle est acceptée pour un traitement ultérieur ; si des liens interpropositionnels sont absents, des processus inférentiels doivent être mis en œuvre et des propositions ajoutées.

### **1.2.2. Les cycles de traitement**

L'examen de la cohérence référentielle de la base de texte et l'addition des inférences nécessaires à l'établissement de cette cohérence ne peuvent être réalisés sur la totalité de la base de texte en raison des limitations de la capacité de la mémoire de travail. Un texte est donc traité par tronçons successifs, et le nombre maximum de propositions ( $n_j$ ) pouvant être contenues dans un tronçon varie d'un individu à l'autre pour un texte donné. La valeur maximale de ( $n_j$ ) est un paramètre du modèle qui dépend à la fois des caractéristiques du texte et des connaissances du lecteur.

Une partie de la mémoire de travail est constituée d'un tampon de mémoire à court terme de taille limitée  $s$ . Quand un tronçon de ( $n_j$ ) propositions est traité,  $s$  d'entre elles sont sélectionnées et stockées dans la mémoire tampon. Seules ces  $s$  propositions, gardées dans la mémoire tampon, sont disponibles pour assurer la liaison avec le tronçon suivant. Si une relation est trouvée entre les propositions nouvelles et les propositions gardées dans la mémoire tampon, c'est-à-dire s'il existe un chevauchement d'argument entre l'ensemble d'entrée et le contenu du tampon de mémoire à court terme, le matériel d'entrée est accepté comme cohérent avec le texte antérieur. Si ce n'est pas le cas, une recherche --qui consomme des ressources cognitives et du temps-- est déclenchée au sein de toutes les propositions antérieurement traitées. Si le processus de recherche est couronné de succès, c'est-à-dire si une proposition qui partage un argument avec au moins une proposition de l'ensemble d'entrée est trouvée, cet ensemble est accepté et le traitement continue. Si ce n'est pas le cas, un processus d'inférence est mis en oeuvre pour ajouter à la base de texte une ou plusieurs propositions qui relient l'ensemble d'entrée aux propositions déjà traitées.

### **1.2.3. Les graphes de cohérence**

Le modèle parcourt le texte et construit un réseau cohérent de propositions. Ce réseau est représenté par un graphe dont les noeuds sont constitués par des propositions et les arcs par des référents partagés. Si l'on adopte une stratégie telle que la stratégie du « bord d'attaque », le graphe peut être organisé en niveaux si on sélectionne comme proposition du niveau le plus élevé la proposition qui conduit à la structure de graphe la plus simple. Le second niveau du graphe est formé de toutes les propositions reliées à la proposition du sommet ; les propositions qui sont reliées à une proposition du second niveau forment le troisième niveau, et ainsi de suite. Une base de texte cohérente est donc un graphe connexe avec des liaisons entre tous les éléments.

En résumé, Kintsch et van Dijk postulent un processus cyclique qui vérifie s'il y a chevauchement d'argument dans la liste de propositions. Ce processus est automatique, il ne requiert que peu de ressources cognitives. A chaque cycle, certaines propositions sont retenues dans un tampon de mémoire à court terme pour être reliées à l'ensemble d'entrée du cycle suivant. Si aucune liaison n'est trouvée, des opérations de recherche et d'inférence sont nécessaires et ces opérations consomment des ressources cognitives.

#### **1.2.4. Le stockage en mémoire et le rappel**

A chaque cycle de traitement, les  $n_i$  propositions impliquées plus les  $s$  propositions sont maintenues dans le tampon de mémoire à court terme. A chaque cycle, les propositions en cours de traitement peuvent être stockées en mémoire à long terme et ultérieurement reproduites avec une probabilité de reproduction  $p$ . Une proposition est reproduite avec une probabilité  $p$  chaque fois qu'elle a participé à un cycle de traitement. Puisque, à chaque cycle de traitement un sous ensemble de  $s$  propositions est sélectionné et conservé pour le cycle suivant de traitement, certaines propositions participent à plus d'un cycle de traitement et, en conséquence, ont des probabilités de reproduction plus élevées. Si une proposition est sélectionnée  $k-1$  fois pour être incluse dans le tampon de mémoire à court terme, elle a  $k$  chances d'être stockée en mémoire à long terme et, par conséquent, sa probabilité de reproduction sera égale à  $1 - (1-p)^k$ . Les propositions répétées d'un cycle au suivant dépendent de la nature du processus qui sélectionne les propositions à conserver, les propositions importantes et récentes reliées causalement par exemple. D'autres processus, comme les macro-opérations, se déroulent en même temps et le tampon doit contenir l'information sur les macropropositions, les présuppositions, les buts, etc. qui sont exigées pour établir la cohérence globale du discours.

#### **1.2.5. Le test du modèle**

Les fréquences de rappel des différentes propositions d'un texte fournissent le principal moyen de tester expérimentalement le modèle. Les valeurs des trois paramètres du modèle :  $n$ , la taille maximale du matériel d'entrée par cycle ;  $s$  la capacité du tampon de mémoire à court terme, et  $p$ , la probabilité de reproduction, peuvent être ajustées pour rendre compte des performances observées. Un certain nombre de facteurs peuvent influencer  $s$ , la capacité de mémorisation à court terme. Ainsi, les bons lecteurs sont capables de maintenir en mémoire à court terme davantage d'informations extraites d'un texte que les mauvais lecteurs alors qu'ils

ne diffèrent pas par la taille de leur empan mnémonique (Ehrlich, 1994 ; Perfetti et Goldman, 1976). La capacité du tampon de mémoire à court terme dépend également de la difficulté du texte ou, plus précisément, de la quantité et/ou de la structure des connaissances pertinentes qu'un lecteur est capable d'activer pour traiter l'information à traiter. La taille du tampon dépend des ressources cognitives qui doivent être consacrées à d'autres aspects du traitement tels que le décodage perceptif, l'analyse syntaxico-sémantique, la production d'inférences et de macro-opérations. Plus l'automatisme des processus est importante, moins le nombre d'inférences requises est élevé, et plus la taille du tampon est grande. La familiarité et la complexité syntaxique sont supposées avoir un effet prononcé sur  $n$  et  $s$ . En temps normal, la compréhension est un processus entièrement automatique qui consomme peu de ressources cognitives. La compréhension doit être évaluée de manière à prendre en compte à la fois les activités d'entrée (les temps de lecture de différents segments d'un texte, les mouvements oculaires, etc.) et les performances de sortie (reconnaissance, réponse à des questions, rappel, résumé, etc.).

#### **1.2.6. La macrostructure**

Les macro-opérateurs transforment les propositions d'une base de texte en un ensemble de macropropositions qui représentent l'essentiel du texte. Les buts du lecteur contrôlent l'application des macro-opérateurs. La représentation formelle de ces buts constitue le schéma qui détermine quelles micropropositions ou généralisations de micropropositions sont pertinentes et forment l'essentiel du texte. Des schémas canoniques bien définis peuvent être identifiés quand des textes conventionnels tels que les récits ou les comptes-rendus d'expériences, sont lus et quand des buts spécifiques de lecture sont poursuivis. Le schéma activé classe les propositions d'une base de texte en propositions pertinentes et non pertinentes. Chaque microproposition peut être supprimée ou incluse dans la macrostructure, seule ou incluse dans sa généralisation ou sa construction. Ainsi, certaines propositions peuvent être à la fois micropropositions et macropropositions, les généralisations et les constructions étant toujours des macropropositions. Les macrostructures sont hiérarchiques et les macro-opérations sont appliquées à plusieurs cycles avec des critères de pertinence de plus en plus sévères. Une macroproposition qui a été sélectionnée comme pertinente au niveau  $k$  de la hiérarchie a une probabilité de reproduction de  $1 - (1-m)^k$  qui correspond à la probabilité qu'au moins une des fois où cette proposition a été traitée conduise à sa reproduction correcte.

### **1.3. La production**

#### **1.3.1. Les transformations optionnelles**

Lors de la restitution les transformations peuvent s'appliquer à la microstructure, à la macrostructure ou à la structure schématique : réarrangement, explicitation des relations de cohérence entre les propositions, substitutions lexicales et changements de perspective.

#### **1.3.2. La reproduction**

Pour un lecteur donné, le souvenir d'un texte particulier est un épisode mnésique contenant les traces suivantes : (i) les traces laissées par les divers processus perceptifs et linguistiques impliqués dans le traitement du texte : le caractère d'imprimerie utilisé, les mots ou les syntagmes employés ; (ii) les traces relatives au contexte : les circonstances, le laboratoire, les réactions des participants, etc. et (iii) les traces laissées par les processus de compréhension : les seules traces qui sont spécifiées en détail par le modèle, probabilité  $p$  de reproduction d'une micro-proposition qui est fonction du nombre de cycles de traitement auxquelles elle a participé et probabilité  $m$  de reproduction d'une macro-proposition.

#### **1.3.3. La reconstruction**

Quand une micro-information ou une macro-information n'est plus disponible en mémoire, le lecteur essaie de reconstruire l'information manquante en appliquant des règles d'inférence à l'information dont il dispose encore. Le modèle prévoit trois opérateurs de reconstruction qui correspondent à l'application inverse des macro-opérateurs avec l'aide des connaissances du monde et qui obéissent au schéma : (i) addition de détails plausibles et de propriétés normales, (ii) particularisation, et (iii) spécification de conditions, de composants ou de conséquences normales des événements. Ces macro-opérateurs opèrent sous le contrôle du schéma, exactement de la même manière que les macro-opérateurs. Seules les reconstructions qui sont permises par le schéma de contrôle sont produites.

### **1.4. La simulation du traitement**

Le modèle ne démarre pas avec le texte mais avec sa représentation sémantique, une liste de propositions, proche de la surface et non exempte d'ambiguïtés, car, selon les auteurs : "si l'on désire développer un modèle psychologique du processus de compréhension, on doit partir d'une représentation sémantique non élaborée, proche de la structure de surface" (p. 112). C'est ensuite la tâche du modèle de traiter d'élaborer, étape par étape, cette représentation, de la même façon qu'un lecteur démarre avec une analyse conceptuelle directement issue de la structure de surface pour ensuite construire des interprétations plus élaborées. Ces processus modifient la représentation sémantique initiale, en spécifiant des



relations de cohérence, en ajoutant des inférences nécessaires, en construisant une macrostructure, pour aboutir à une structure moins dépendante de la surface.

#### **1.4.1. Le traitement par cycles**

Le modèle commence par organiser les propositions d'entrée en un graphe cohérent, un cycle de traitement étant supposé correspondre généralement à une phrase, et la capacité de la mémoire à court terme est fixée à  $s = 4$ . La stratégie de sélection des propositions maintenues dans le tampon de mémoire à court terme d'un cycle de traitement au suivant est la stratégie du "bord d'attaque", stratégie qui consiste à sélectionner (i) les propositions situées sur le bord d'attaque du graphe puis (ii) les plus récentes. Quand les propositions de la phrase en cours de traitement ne partagent pas d'argument en commun avec l'une des propositions du tampon de mémoire à court terme, une recherche en mémoire à long terme est engagée qui aboutit ou non à la réinsertion de propositions antérieurement traitées. Au terme du traitement de toutes les phrases, le nombre de cycles de traitement auxquels ont participé les différentes propositions détermine la probabilité de reproduction de chaque proposition.

#### **1.4.2. Le schéma et les macro-opérations**

Lors de la formation de la macrostructure, des micropropositions sont soit supprimées, soit généralisées, soit remplacées par une construction, soit encore restent inchangées. Les propositions qui ne sont pas généralisées sont supprimées si elles ne sont pas pertinentes ; si elles sont pertinentes, elles peuvent devenir des macropropositions. Les propositions généralisées deviennent des macropropositions en fonction de la pertinence de leur généralisation : celles qui sont pertinentes sont incluses dans la macrostructure avec une probabilité supérieure à celles dont la généralisation n'est pas pertinente. Ainsi, la première macro-opération consiste à effectuer toutes les généralisations des macropropositions. L'application du schéma à la base de texte (le schéma « compte rendu d'article », par exemple) permet de déterminer quelles propositions sont pertinentes et lesquelles ne le sont pas. La macrostructure obtenue est hiérarchique, la probabilité de rappel augmentant avec la hauteur dans la hiérarchie.

Trois types d'opération de stockage sont distinguées. L'opération *S* est appliquée chaque fois qu'une microproposition participe à un cycle de traitement. Différents opérateurs s'appliquent aux macropropositions selon qu'elles sont pertinentes ou non. Si une macroproposition est pertinente, l'opérateur *M* est appliqué ; si elle est non pertinente, c'est l'opérateur *G*. La probabilité de reproduction d'une proposition est directement déterminée par

les paramètres  $p$ ,  $g$  et  $m$  qui sont les probabilités que chaque application de S, G et M conduise à une reproduction réussie de cette proposition. Les protocoles de rappel sont simulés en reproduisant les propositions ainsi que les probabilités qui leur étaient affectées.

### **1.4.3. Conclusion**

En résumé, une base de texte cohérente est construite par un processus opérant par cycles et dont le fonctionnement est contraint par les limitations de la mémoire de travail ; des macroprocessus condensent l'information de la base de texte à l'aide de processus de suppression, généralisation et construction qui sont sous le contrôle du but poursuivi par le lecteur et qui est formalisé sous la forme d'un schéma. Les macroprocessus ne sont prédictibles que si le schéma de contrôle est explicite. La production, lors du rappel ou du résumé, se compose d'un processus de reproduction de l'information du texte stocké en mémoire, dont la macrostructure, et d'un processus de construction : des inférences plausibles peuvent être produites au moyen de l'application inverse des macro-opérateurs.

La signification et la référence sont assignées aux phrases non seulement sur la base des constituants mais aussi en fonction des autres phrase du texte, du co-texte, du contexte et des connaissances de l'individu. Ce processus est modélisé en termes de réseau propositionnel cohérent, l'identité référentielle des concepts étant prise comme base des relations de cohérence entre les propositions de la base de texte. Les propositions ne sont reliées entre elles que sur la base de leur référence et non de leur signification, mais de telles relations référentielles ne sont pas suffisantes et, parfois, non nécessaires. Il est essentiel que les faits auxquels participent un individu soient eux-mêmes reliés. L'intention des auteurs d'étendre leur modèle en introduisant la notion de « faits » reliés entre eux par des relations temporelles ou de présupposition pour former des unités plus complexes d'information n'a jamais vu le jour et a été remplacé par la notion de « modèle de situation » (van Dijk et Kintsch, 1983).

## **2. Un modèle hybride « bas haut » : le modèle de Construction-intégration (Kintsch, 1988)**

### **2.1. Limites des modèles « haut-bas »**

Les modèles de compréhension qui ont été proposés ultérieurement sont tous du type « haut-bas » (voir Brouillet et Blanc, 2003 ; Golder et Gaonac'h, 2004 ; Gineste et Le Ny, 2002 ; Le Ny, 2005) postulent d'une part, différents niveaux de représentation de structures linguistiques et conceptuelles qui se contraignent mutuellement et, d'autre part, un niveau de

représentation dans lequel le texte, en tant que tel, a perdu son individualité et dans lequel son contenu informationnel est intégré à une structure plus large. Or, il convient de noter la complexité de telles opérations. De nombreux processus sont impliqués dans la construction de ces représentations : l'identification des mots polysémiques (« *palais* », « *iris* », par exemple) ; l'analyse syntaxique qui transforme des syntagmes comme "*les femmes et les hommes âgés*" en propositions telles que *ET(âgées(femmes),âgés(hommes))* ; la production d'inférences telles que « *les promeneurs ont eu peur* » à la lecture de la phrase "*les promeneurs ont vu un ours*" ; les macro-opérations qui extraient l'essentiel d'un passage ; la génération de l'imagerie spatiale à partir de la description verbale d'un endroit.

Comment traiter l'ambiguïté qui caractérise le langage. Comment faire pour être certain d'accéder à l'acception "*château*" de *palais*, et non à l'acception "*partie de la bouche*" ? Pourquoi avoir analysé *les femmes et les hommes âgés* de cette manière alors que le femmes ne sont peut être pas âgées ? Pourquoi avoir inféré que "*les promeneurs ont eu peur*" et non pas "*qu'ils ont ouvert grand les yeux*" ? Parmi les applications possibles des macro-opérateurs, comment sélectionner la bonne pour réussir à extraire l'essentiel du texte sans faire de généralisations incorrectes ? Le nombre d'alternatives est incroyablement élevé dans la construction des représentations du discours et, s'il n'est pas fortement contraint, un modèle calculatoire ne peut pas fonctionner longtemps de façon correcte.

En réaction aux limites de ces conceptions «top-down» basées sur les attentes et les prédictions du lecteur, Kintsch (1988) a développé un modèle de la compréhension du discours dans lequel le traitement initial du matériel linguistique est strictement dirigé de « bas en haut » par les connaissances du lecteur/auditeur. L'approche qu'il adopte consiste à construire un système de règles de production d'une puissance juste suffisante pour que l'élément correct appartienne probablement aux éléments produits, même si d'autres éléments, non pertinents ou inappropriés, sont également produits. Des significations lexicales sont activées, des propositions sont construites, des inférences et des élaborations sont produites, et ceci indépendamment du contexte discursif. Cependant, le réseau d'items interreliés ainsi créé est intégré à une structure cohérente à l'aide d'un processus de diffusion de l'activation et de relaxation permettant la désactivation des éléments non pertinents. Ce processus d'intégration, sensible au contexte, est utilisé pour renforcer les éléments contextuellement appropriés et inhiber les éléments non reliés ou inappropriés. La phase d'intégration constitue le prix à payer pour que la phase de construction possède la flexibilité requise. Kintsch a qualifié ce modèle de construction-intégration car il combine deux processus : un processus de construction dans lequel une base de texte est construite à partir de l'entrée linguistique et

des connaissances du lecteur, et un processus d'intégration par lequel cette base de texte est intégrée aux connaissances conceptualisées sous la forme d'un réseau associatif. Le processus de construction, modélisé par un système de règles de production lâches, délivre une sortie incohérente, potentiellement contradictoire qui se présente elle aussi sous la forme d'un réseau associatif, lequel peut être transformé en une base de texte cohérente par des procédures de relaxation de type connexionniste (Rumelhart & McClelland, 1987)<sup>12</sup>.

## **2.2. Le processus de construction**

Les étapes dans la construction de la base de texte selon le modèle de construction-intégration implique : (a) la formation des concepts et des propositions correspondant directement à l'entrée linguistique ; (b) l'élaboration de chacun de ces éléments par la sélection d'un petit nombre de voisins associés du réseau de connaissances ; (c) l'inférence de certaines propositions supplémentaires ; et (d) l'assignation des forces de connexion à toutes les paires d'éléments qui ont été créées. Le résultat est une base de texte initiale riche, incohérente et contradictoire, qui est alors soumise à un processus d'intégration permettant la formation d'une structure cohérente.

### **2.2.1. Formation des concepts et des propositions**

Lors de la formation des concepts et des propositions, une représentation propositionnelle du texte est construite à partir de l'entrée linguistique syntaxiquement analysée et du réseau de connaissances. Les règles d'élaboration permettent la formation en ligne de propositions incomplètes ou fausses car l'information pertinente pour l'élaboration des propositions n'est pas toujours disponible.

### **2.2.2. Sélection des voisins associés**

L'étape suivante consiste dans la sélection de voisins associés à la proposition construite. Dans cette étape, chaque concept ou proposition élaboré précédemment sert d'indice pour la récupération de noeuds associés dans le réseau de connaissances. Ce processus de récupération est lui-même modélisé d'après des théories relatives à la mémoire (voir Raaijmakers & Shiffrin, 1981). Chaque concept ou proposition de la base de texte sert d'indice de récupération et active les propositions qui lui sont étroitement associées dans le

---

<sup>12</sup> Sanjosé, Vidal-Arbaca et Padilla (2006) ont proposé une extension connexionniste du modèle de Construction-Intégration de Kintsch (1988).

réseau général de connaissances, et ceci indépendamment du contexte. Ces propositions de connaissances fonctionnent comme des inférences potentielles.

### **2.2.3. Production d'inférences spécifiques et contrôlées**

Au cours de cette étape, la production d'inférences supplémentaires est nécessaire car toutes les inférences requises pour la compréhension ne sont pas obtenues par le mécanisme aléatoire d'élaboration envisagé précédemment. Deux types d'inférences sont d'une importance particulière dans la compréhension : les inférences de liaison nécessaires quand la base de texte construite est incohérente et les macropropositions élaborées associativement comme les micropropositions (voir Kintsch, 2004).

### **2.2.4. Assignment des forces de connexion**

Les étapes décrites jusque là débouchent sur la construction d'un ensemble de propositions contenant les micropropositions directement dérivées du texte, un ensemble aléatoirement sélectionné d'associés pour chacune d'entre elles et des macropropositions ainsi que leurs associés. L'ultime étape de ce processus de construction implique la spécification des interconnexions entre tous les éléments. Les propositions du texte sont positivement interconnectées avec des pondérations proportionnelles à leur proximité dans la base de texte. Les propositions de la base de texte héritent de leurs interconnexions dans le réseau général de connaissances. Les pondérations sont additives jusqu'à un maximum de 1, dans les cas où une valeur de force héritée se combine avec une connexion déterminée par la base de texte. Quant aux inférences, elles héritent d'interconnexions positives et négatives du réseau général de connaissances. Le résultat du processus de construction est un réseau exprimable sous la forme d'une matrice de connexité, constituée par tous les noeuds lexicaux, par toutes les propositions ainsi que par toutes les inférences et les élaborations qui ont été produites au niveau local et global.

## **2.3. Le processus d'intégration**

Le réseau construit jusqu'alors est incohérent. A tous les niveaux de la représentation, les composants associés aux éléments du texte sont inclus indépendamment du contexte, et nombre d'entre eux sont inappropriés. Un processus d'intégration de type connexionniste est alors utilisé pour exclure ces éléments indésirables de la représentation du texte (Rumelhart & McClelland, 1987).

La compréhension d'un texte est supposée s'effectuer par cycles de traitement correspondant grossièrement à de courtes phrases ou à des syntagmes nominaux. A chaque cycle de traitement, un nouveau réseau incluant les propositions ou concepts fortement activés du cycle précédent est construit. Une fois le réseau correspondant à ce cycle construit, le processus d'intégration s'effectue : l'activation se diffuse dans le réseau jusqu'à sa stabilisation. Plus précisément, un vecteur d'activation représentant les valeurs d'activation initiale de tous les noeuds du réseau est multiplié à maintes reprises avec la matrice de connexité. Après chaque multiplication, les valeurs négatives sont remplacées par zéro et chacune des valeurs d'activation positives est divisée par la somme de toutes les valeurs d'activation, ceci afin que l'activation totale de chaque cycle demeure égale à une valeur de 1. Généralement, le système se stabilise assez rapidement. Le résultat du processus d'intégration est un nouveau vecteur d'activation, le vecteur final d'activation. Ce dernier indique les valeurs d'activation finale obtenues pour chacun des noeuds dans le réseau, les noeuds les plus fortement activés constituant la représentation du discours formée à chaque cycle de traitement<sup>13</sup>.

### **3. Un modèle de compréhension automatiquement couplé à une mémoire : KISS<sup>14</sup>**

#### **3.1. Caractéristiques principales**

Le modèle de compréhension que nous proposons s'inspire du modèle de construction-intégration proposé par Kintsch (1988) et il utilise la technique de l'Analyse de la Sémantique Latente de Landauer et Dumais (1997). Il est opérationnalisé sous la forme d'un programme informatique entièrement automatique dont nous allons essayer d'illustrer le fonctionnement par un exemple. Le modèle comporte actuellement 21 paramètres qui peuvent être regroupés en 4 catégories (voir le tableau 5) :

- caractéristiques des concepts (prédicats et arguments) et de leur mise en relation ;
- diffusion de l'activation parmi les concepts et propositions ;
- mémoire à long terme en distinguant la mémoire sémantique et la mémoire épisodique et
- mémoire de travail, à court terme et tampon épisodique.

---

<sup>13</sup> Le modèle de Construction-Intégration est un modèle d'architecture cognitive suffisamment général pour pouvoir considérer des modèles postérieurs tels que le « modèle paysager » de van den Broek (1996) et le « modèle de résonance » de Myers et O'Brien (1998) comme des variantes à portée plus limitée.

<sup>14</sup> (14). Lemaire, B., Denhière, G., Bellissens, C. & Jhean-Larose, S. (2006). A model and a computer program for simulating text comprehension. *Behavior Research Methods*, 38(4), 628-637.

Tableau 5 : Paramètres du modèle du modèle KISS.

**Concepts et Prédications**

- 01. poids minimum concept
- 02. poids maximum concept
- 20. algorithme de prédication pour le prédicat (1) ou pour tous les arguments aussi (2)
- 17. seuil pour l'algorithme de prédication (0 si pas d'utilisation)

**Diffusion de l'activation**

- 08. similarité minimum pour ajout des mots voisins
- 09. nombre de voisins ajoutés
- 10. validation des voisins par l'utilisateur (0/1)
- 06. valeurs activation (0: somme à 1 / 1: max à 1)
- 03. seuil arrêt intégration = 0.001
- 04. pas à pas ou non (0/1)
- 21. affichage des voisins complet ou minimal

**Mémoire à long terme, Mémoire sémantique**

- 16. modèle de mémoire à long terme
- 07. chemin MLT = /home/lisa/EnfantsTotal

**Mémoire épisodique**

- 18. valeur de similarité minimale pour récupération en mémoire épisodique
- 19. valeur d'activation minimale pour récupération en mémoire épisodique
- 14. fonction de mise à jour de la mémoire épisodique ("f1 pour le moment)
- 15. sauvegarde de la mémoire épisodique dans le fichier "episodic.txt" (0/1)

**Mémoire de travail (court terme), Tampon épisodique**

- 13. affichage des poids des mots activés après épuration (0/1)
- 11. conservation de la valeur d'activation des propositions (0/1)
- 05. valeur de conservation des activés (taux ou nombre max ou quantité)
- 12. sélection des propositions (0:taux / 1:nb max / 2:quantité d'activation)

L'implantation de l'algorithme de prédication (Kintsch, 2001) dans KISS permet de résoudre de nombreux problèmes liés à la polysémie et à la production d'acceptions littérale ou figurée d'énoncés (Kintsch, 2001, Lemaire et Bianco, 2003). A titre d'illustration, si l'on n'utilise pas l'algorithme de prédication et que l'on active « VOLE », « TextEnfant » (non lemmatisé) renvoie les associés rangés par pondération décroissante. Si l'on utilise l'algorithme de prédication et que l'on donne les propositions : « VOLE, avion », « VOLE, oiseau » et « VOLE, bandit », on observe que les trois premiers associés des propositions « VOLE, avion » et « VOLE, oiseau » sont identiques mais non les deux suivants, et que « VOLE, avion » et « VOLE, oiseau » ne partagent pas d'associés avec « VOLE, bandit ». C'est ainsi que l'on arrive à simuler les effets de polysémie (Thérouanne et Denhière, 2002), l'activation initiale du sens dominant des idiomes (Laurent, Denhière, Passerieux, Iakomova et Hardy-Bayle, 2006) et les effets de contexte (Denhière et Lemaire, 2003).

### 3.2. Principes de fonctionnement de KISS

La figure 1 présente une représentation graphique de la structure des composants essentiels du système KISS.



**Étape 1 : Recherche des voisins dans la mémoire sémantique.** Cette recherche des voisins dans la mémoire sémantique, consiste dans l'activation des concepts qui forment la proposition donnée en entrée au système. Si l'on donne la proposition « fabrication/miel » et qu'on utilise l'algorithme de prédication, on active les voisins ( $n=5$ ) de « fabrication » qui sont les plus proches de « miel » ; soit fibre (0.53), récolte (0.53), distribuée (0.46), boisson (0.46), suc (0.43) ; et les 5 voisins de l'argument « miel » : Ruche (0.78), abeilles (0.77), ruches (0.73), butiner (0.67), abeille (0.65).

**Étape 2 : Construction de la matrice de connexité.** Cette deuxième étape prend en entrée les 3 éléments du texte (prédicat, argument et proposition) ainsi que les dix associés récupérés, soit 13 éléments pour construire la matrice carrée de connexité.

**Étape 3 : diffusion de l'activation jusqu'à stabilisation.** Dans la troisième étape, diffusion de l'activation jusqu'à stabilisation, l'activation est diffusée jusqu'à stabilisation du réseau. Dans l'exemple utilisé, 8 itérations sont nécessaires pour y parvenir.

**Étape 4 : Conservation en mémoire de travail des éléments les plus activés.** Dans la quatrième étape, selon les valeurs des paramètres d'activation et de mémoire choisis, 6 éléments



sont maintenus en mémoire de travail<sup>15</sup> pour traiter la phrase suivante : fabrication/miel (1.00), abeilles (.999), ruche (.992), miel (.955), ruches (.943), butiner (.923).

**Étape 5 : Stockage en mémoire épisodique.** KISS traite successivement l'ensemble des concepts et propositions des phrases du texte et construit au fur et à mesure un tableau en mémoire épisodique dans lequel les concepts et propositions, une fois traités, font l'objet, soit d'un affaiblissement s'ils ne sont pas réactivés, soit d'un renforcement s'ils font l'objet d'un retraitement. Les valeurs finales d'activation des concepts et propositions du texte sont utilisées pour prédire l'importance relative des informations, la fréquence de restitution lors d'épreuves de rappel ou de résumé, immédiat ou différé, le taux ou la rapidité de reconnaissance d'énoncés extraits du texte ou d'énoncés plus ou moins distants.

### 3.3. Illustration du fonctionnement de KISS<sup>16</sup>

Soit le texte formé des deux phrases suivantes et une analyse prédicative sommaire, actuellement effectuée manuellement :

*L'abeille aspire le nectar de la fleur. Elle transporte ensuite le nectar à la ruche pour le transformer en miel.*

*P1. ASPIRER (abeille, nectar, fleur)*

*P2. TRANSPORTER (abeille, nectar, ruche)*

*P3. TRANSFORMER (abeille, nectar, miel)*

*P4. POUR (P2, P3)*

#### 3.3.1. La mémoire de travail : construction et intégration en ligne

En plus de la mémoire permanente (la mémoire à long-terme), le processus de compréhension met en jeu une structure dénommée mémoire de travail (Ehrlich, 1994) qui comprend les éléments essentiels de la phrase précédemment traitée et les éléments de la phrase en cours de traitement. Comme indiqué plus haut, l'agent cognitif active automatiquement des éléments de sa mémoire permanente ; en conséquence la mémoire de travail comporte trois types d'éléments : des éléments précédemment traités, des éléments en cours de traitement et des concepts automatiquement activés. La nouveauté importante qu'apporte le couplage d'une structure de mémoire comme l'espace sémantique « TextEnfant » à un modèle de compréhension, c'est que l'activation des éléments de la

---

<sup>15</sup> A propos de la mémoire de travail, KISS offre 3 possibilités de conceptualisation de la mémoire de travail à court terme : taux ou quantité d'activation ou encore nombre fixé dont nous n'avons pas encore testé la pertinence relative.

<sup>16</sup> (15). Bellissens, C., Denhière, G., Jhean-Larose, S. & Lemaire, B. (à paraître) KISS : Modélisation et implantation de la dynamique d'activation des connaissances et de la compréhension de textes contrôlée par la mémoire. Actes CIL 2005, Colloque Interlabos 2005, La construction du sens en sciences du langage et en psychologie, Université Paul Valéry, Montpellier III, 9-10 juin 2005.

mémoire permanente par les éléments du texte lu ou entendu est entièrement automatique et paramétrable<sup>17</sup>. Le traitement en mémoire de travail porte donc à la fois sur les éléments du texte et les éléments activés en mémoire, ce qui est parfois qualifié de manière impropre “d’inférences” alors qu’il s’agit de connaissances automatiquement récupérées en mémoire à long-terme (voir Kintsch, 1993). La première proposition active automatiquement les éléments suivants :

*Insecte, larve, vole, ruche, miel, guêpe, bourdonnement, bouquet, violet, pétale, cueillir, bourgeon.*

Dans cette phase de construction, les similitudes sémantiques entre toutes les paires d’éléments sont calculées et un réseau sémantique comportant les propositions et concepts du texte ainsi que les éléments activés qu’ils soient pertinents ou pas. Ensuite, un mécanisme de diffusion de l’activation parcourt le réseau sémantique ainsi formé jusqu’à stabilisation des valeurs d’activation (comprises entre 0 et 1.000). Cette phase d’intégration a pour effet de sélectionner les éléments les plus pertinents, c’est-à-dire les éléments les plus reliés entre eux. Ainsi, après traitement de la première proposition, la mémoire de travail contient les éléments suivants :

*ASPIRER (abeille, nectar, fleur) : 1.000*  
*Abeille : .903 ; fleur : .852 ; ruche : .778 ; bouquet : .678 ; bourdonnement : .634 ; miel : .615 ;*  
*pétale : .607 ; cueillir : .606 ; violet : .605.*

La première proposition de la phrase 2 active :

*travailleur, ruche, miel, bourdonnement, voler*

alors que la seconde proposition active :

*prendre, minéral, signification, sucre, vivant, ruche, abeille, ours, faisan.*

Comme précédemment, un réseau est formé avec les propositions et les éléments ajoutés et le mécanisme de diffusion de l’activation est lancé jusqu’à stabilisation. Au terme du traitement de ces deux phrases, les éléments les plus activés de la mémoire de travail sont les suivants :

<i>ASPIRER (abeille, nectar, fleur) :</i>	<i>1.000</i>
<i>TRANSPORTER (abeille, nectar, ruche) :</i>	<i>.997</i>
<i>Abeille :</i>	<i>.949</i>
<i>Ruche :</i>	<i>.868</i>
<i>TRANSFORMER (abeille, nectar, miel) :</i>	<i>.813</i>
<i>Miel :</i>	<i>.805</i>
<i>Bourdonnement :</i>	<i>.612</i>

Comme la mémoire de travail possède une “capacité limitée”, seuls les éléments les plus activés y demeurent, les autres étant “transférés” dans une mémoire épisodique.

---

<sup>17</sup> En conséquence, les éléments activés varieront automatiquement selon l’espace sémantique associé et pourront reproduire le processus de compréhension d’experts ou de novices (Caillies et Denhière, 2001 ; Caillies, Denhière et Jhean-Larose, 1999).

### **3.3.2. La mémoire épisodique**

Les éléments “chassés” de la mémoire de travail et qui ne sont pas nécessaires aux traitements en ligne successifs sont transférés dans une mémoire dite “épisodique” qui garde la trace de tous les éléments traités en mémoire de travail. Une fois placés dans cette mémoire épisodique, certains éléments peuvent être replacés en mémoire de travail si nécessaire. Les éléments en mémoire épisodique sont stockés avec une valeur d’activation donnée qui diminue avec le temps à moins qu’elles ne soient réactivées par une réinsertion en mémoire de travail.

Il est à noter que, durant la phase de construction, la mémoire épisodique peut également fournir automatiquement des éléments à la mémoire de travail si ces éléments sont suffisamment proches sémantiquement des éléments (concepts ou propositions) du texte en cours de traitement (Montoya, Denhière et Baccino, 2002). Ce mécanisme est similaire au processus d’inférence décrit à propos de la mémoire à long-terme

A la fin du traitement du texte, la mémoire épisodique contient tous les concepts et propositions du texte ainsi que leur degré d’activation. Les valeurs d’activation ainsi obtenues sont comparées à la distribution des fréquences avec laquelle les concepts et propositions sont rappelés par des groupes de participants humains pour déterminer le degré d’adéquation de la simulation par rapport aux données obtenues. Il faut également noter que, chaque état de la mémoire épisodique étant stocké par le programme, il est possible de tracer le cours temporel du degré d’activation des concepts ou propositions donnés et de le comparer à des données comportementales (Jovet, Jhean-Larose, Bellissens et Denhière, 2004).

### **3.4. Conclusion**

En résumé, la démarche proposée comporte les caractéristiques principales :

- 1- prendre en entrée du système les produits des phases initiales de traitement du langage, notamment des activités automatiques de traitement lexical impliquant à la fois le lexique mental et les connaissances stockées en mémoire permanente ;
- 2- intégrer intimement traitement du langage et structures de mémoire : mémoire de travail à court-terme, mémoire épisodique et mémoire à long-terme ;
- 3- modéliser la structure de la mémoire permanente en construisant des espaces sémantiques issus de vastes corpora supposés représentatifs des textes auxquels ont été exposés des individus d’un groupe donné ;

- 4- expliciter les processus hypothétiques de traitement de façon suffisamment détaillée et explicite pour les implanter dans un logiciel permettant de paramétrer les composantes essentielles du modèle de compréhension ;
- 5- connecter automatiquement processus de compréhension et structures mnésiques de manière à simuler non seulement le produit terminal de la compréhension mais également le cours temporel des activités élémentaires impliquées dans les processus de traitement et de mise en mémoire des produits (transitoires) de ces traitements.

Le modèle de représentation de l'information en mémoire peut être modifié pour s'approcher des modèles en réseau classiques et rendre compte de l'apprentissage (Baudet, Jhean-Larose et Legros, 1994). Les premières tentatives faites dans ce sens sont encourageantes puisque le modèle en réseau ICAN développé par Lemaire et Denhière (2004) montre des performances au moins égales à celles de LSA. Le modèle de compréhension peut être également amélioré, notamment par l'implémentation du concept de mémoire de travail à long-terme qui s'est révélé nécessaire pour rendre compte des effets d'expertise et d'interruption de la lecture notamment (voir Bellissens et Denhière, 2004a et b).

## Chapitre 3. Instrumentations conceptuelles et expérimentations

### 1. La compréhension de textes revisitée

Le fait de disposer d'un système reliant automatiquement un modèle de compréhension à différentes mémoires sémantiques (différents espaces sémantiques sous LSA) conduit à penser autrement l'étude expérimentale de la production et de la compréhension de textes, du rappel et du résumé, ainsi que la réalisation de logiciels d'aide à la compréhension et au résumé de textes.

Ainsi, l'activation automatique des associés des concepts et des propositions au sein d'un espace sémantique donné, conduit à distinguer les « inférences » qui résultent de la récupération automatique d'informations en mémoire, des inférences délibérément « produites » dans le but d'établir ou d'explicitier une relation non exprimée dans la surface du texte. L'étude des effets des connaissances et des croyances initiales, de l'expertise en général, se trouve facilitée du fait que la compréhension d'un même texte peut être appréhendée en connectant au modèle de compréhension des mémoires de taille, de structure et de nature différentes. Ainsi, par exemple, le traitement du titre : « la fabrication du miel » permet à des enfants de 8 à 11 ans, en moyenne de récupérer automatiquement en mémoire épisodique le concept « abeille(s) ». A proprement parler, comme le souligne Kintsch depuis 1993, il ne s'agit pas là de la « production d'une inférence » mais de la récupération automatique, non délibérée, d'une information en mémoire, expérimentalement attestée.

Pour un niveau de développement ou un degré d'expertise donné, l'explication des différences de compréhension d'un texte particulier peut également être recherchée dans des configurations différentes de paramètres du modèle : nombre d'associés récupérés, nature et taille de la mémoire de travail, mémoire épisodique, fonction d'oubli. Un champ de recherche est ouvert. Pour un ensemble de textes donnés, il est possible de procéder à des mesures précises, non seulement du niveau du vocabulaire adapté (Mesnager, 2007), mais également du degré de relation sémantique entre les éléments constitutifs de ce texte : mots, syntagmes, propositions, phrases ou paragraphes et/ou les éléments contextuels placés à gauche ou à droite d'éléments cibles auxquels on s'intéresse, que ce soit pour prédire les mouvements oculaires, les effets de contexte ou encore les effets d'amorçage dans le cas de situations de décision lexicale ou de reconnaissance de mots ou de phrases avec amorce.

Sur le plan théorique, il est important de relever que ces mesures peuvent être effectuées de deux manières : soit avec LSA seul en calculant le cosinus de l'angle des vecteurs représentant les éléments lexicaux ou textuels auxquels on s'intéresse (par exemple, une phrase cible et deux

phrases amorce de nature différente), soit en utilisant l'attelage compréhension- mémoire/LSA-KISS. Si l'on prend par exemple une situation de reconnaissance avec amorce, dans le premier cas, on calculera le cosinus de l'angle des vecteurs représentant les phrases cible et les phrases amorce alors que dans le second cas, on simulera la compréhension du texte jusqu'à la phrase cible de manière à calculer son degré d'activation précédée de l'une ou l'autre des deux phrases amorce.

## **2. La construction de textes vue comme une « instrumentation conceptuelle »**

En fonction de ce qui précède, il est nécessaire de construire des textes de genres différents, narratifs vs explicatifs par exemple, égalisés sur des caractéristiques précises, à la fois sur le plan formel (nombre de phrases, de propositions, de mots, etc.) et sur le plan sémantique (âge d'acquisition des concepts, familiarité des thèmes et des domaines, structure de l'information), et qui permettent des prédictions quant aux jugements d'importance relative de l'information, du rappel (effet de niveau) et du résumé.

### **2.1. Construction de textes narratifs**

Concrètement, concernant les textes narratifs, nous avons repris les 16 récits calibrés de la batterie DIAGNOS® (Baudet et Denhière, 1989) et nous avons associé à chaque phrase noyau du développement deux types de phrases expansions : des expansions de type statif (propositions dénotant des propriétés ou des états) et des expansions décrivant des modifications d'état (actions ou événements), de deux niveaux de subordination par rapport au noyau. Cette dichotomie entre phrases expansions est le fruit d'un travail antérieur sur les types de prédication (Baudet, 1990 ; Verstiggel et Denhière, 1990 ; François et Denhière, 1990,1997) qui avait montré, toutes choses égales par ailleurs, des différences de rétention : les propriétés étant mieux mémorisées que les états (transitoires) pour les premières et les actions étant mieux retenues que les événements pour les secondes. Par construction, nous prédisons que les énoncés noyaux seront mieux mémorisés que les énoncés expansions, les expansions action-événement étant plus fréquemment restituées que les expansions état-propriété, et les expansions de niveau 1 mieux rappelées que les expansions de niveau 2. L'annexe 1 reproduit les versions « Noyaux », « Noyaux + Expansions États et Propriétés », « Noyaux + Expansions Événements et Actions » des 16 récits ; l'annexe 2 présente les énoncés noyaux associés à deux expansions subordonnées de même nature et le tableau 6 ci-dessous présente un extrait du récit « Ane » et des deux types d'expansions associées aux quatre premiers énoncés noyaux.

Tableau 6 : Extrait du récit «Le petit âne ». Les énoncés noyaux sont indiqués par N, les expansions décrivant des états ou propriété par E (EP) et les expansions dénotant des actions ou événements par E (AE).

### Le petit âne

#### Introduction

Un petit âne gris fut vendu par ses maîtres et se retrouva seul dans une immense prairie verdoyante.

#### Développement

Noyau 03. **Le petit âne regardait le ciel bleu, observait l'immensité de la nature et découvrait le monde.**

E03 (EP) Le petit âne n'était jamais sorti de la ferme où il était né.

E03 (AE) Le petit âne fit le tour de la prairie puis il se mit à gambader.

Noyau 04. **Alors que le soleil brillait, l'attention du petit âne fut attirée par un chant bizarre.**

E04 (EP) Le petit âne ne connaissait que le chant des oiseaux.

E04 (AE) Le petit âne s'arrêta et ses oreilles se dressèrent aussitôt sur sa tête.

Noyau 05. **Ce chant était fait de sons aigus et doux à la fois.**

E05 (EP) Par moments, le chant s'arrêtait, puis reprenait aussitôt.

E05 (AE) Les oreilles du petit âne se mirent à vibrer très fort.

Noyau 06. **Surpris, le petit âne tourna la tête dans tous les sens.**

E06 (EP) Le petit âne ne vit aucun animal dans les alentours.

E06 (AE) Le petit âne recula de quelques pas et se dirigea à gauche.

## 2.2. Construction de textes explicatifs

Un schéma du même type a été utilisé pour construire 16 textes explicatifs qui comportent chacun une introduction de trois phrases, cinq paragraphes constitués de cinq phrases et une conclusion de deux phrases. Chaque paragraphe comprend une phrase Noyau ; deux phrases Expansion de type Propriété (permanence temporelle) ou État (transitoire) décrivant les propriétés associées aux concepts énoncés dans la phrase Noyau et deux phrases Expansion de type « Modification d'état », intentionnelle (Action) ou non intentionnelle (Événement) qui explicitent l'action ou l'événement décrit dans la phrase Noyau. L'annexe 3 reproduit les 16 textes construits et nous présentons ci-dessous sur le tableau 7, le texte « Comment l'huître fabrique les perles » dans lequel les phrases noyaux sont marquées N, les phrases expansions « État-Propriété » *E1.1* et *E1.2*, et les phrases expansions « Action-Événement » *E2.1* et *E2.2*.

Tableau 7 : Texte explicatif intitulé : « **Comment l'huître fabrique les perles** ». Les énoncés noyaux sont indiqués par N, les expansions décrivant des états ou propriété par E (EP) et les expansions dénotant des actions ou événements par E (AE).

### **Comment l'huître fabrique les perles**

#### **Introduction**

C'est en Thaïlande en 1987 que fut récoltée la plus grosse perle de culture jamais obtenue (30 grammes et 40 mm de diamètre). Les premières cultures ont commencé à la fin du 18<sup>ème</sup> siècle. Les cultures s'effectuent en eau de mer et en eau douce.

#### **N1. Avant la greffe, le perliculteur prépare les huîtres en les soumettant à plusieurs jours de jeûne.**

EP.1. En opérant ainsi, les risques de rejet sont alors réduits.

EP.2 La période de jeûne réduit les risques de rejet.

AE.1 La glande sexuelle de l'huître, la gonade se vide.

AE.2 Le métabolisme de l'huître se ralentit.

#### **N2. Ensuite, les huîtres sont nettoyées par le perliculteur pour être débarrassées des parasites qui entourent les coquilles.**

EP.1. Les huîtres arrivées à maturité (2 à 3 ans d'âge) sont sorties de la station d'élevage.

EP.2 Les huîtres sont alors stockées près du local de greffe.

AE.1 Le perliculteur entrouvre les deux valves de l'huître à l'aide d'un dilatateur et y dispose une cale afin d'intervenir rapidement.

AE.2 Si l'écartement des valves de l'huître dépasse 1,5 cm, le muscle du mollusque risque de se déchirer.

#### **N3. Une perle de culture naît de l'introduction provoquée d'un petit noyau artificiel dans la gonade (glande sexuelle) de l'huître.**

EP.1. La nacre constituant la future perle est sécrétée par la membrane de la gonade collée à la coquille de l'huître.

EP.2 Le greffon, dont les cellules vont se développer autour du noyau forme le sac perlier.

AE.1 L'huître neutralise l'intrus (le noyau) en l'entourant d'un sac, le sac perlier.

AE.2 Une fois fermé, le sac perlier secrète la matière perlrière, la nacre.

#### **N4. La couche de nacre qui se dépose autour du noyau résulte du dépôt d'environ mille voiles successifs secrétés par l'huître.**

EP.1. L'épaisseur de chaque voile de nacre déposé autour du noyau est de quelques millimètres.

EP.2 Une perle de culture est composée à plus de 90% de carbonate de calcium (aragonite).

AE.1 Le perliculteur dispose les huîtres, charnière vers le haut, afin d'éviter que le noyau glisse sous l'effet de son poids.

AE.2 Si la couche de nacre s'est répartie de façon homogène pendant les 18 mois suivant la greffe, le perliculteur obtient alors une perle à peu près ronde.

#### **N5. Sur cent huîtres greffées, vingt ne résistent pas et meurent au bout de quelques mois et trente rejettent le noyau.**

EP.1. Sur les cinquante huîtres restantes, vingt perles produites sont invendables. Bilan : trente perles sont commercialisables.

EP.2 Lors de la commercialisation de perles, les caractéristiques de taille, de forme et de couleur font l'objet d'une classification sévère.

AE.1 Lorsque le noyau a été rejeté par l'huître, le greffon peut produire néanmoins sa propre sécrétion perlrière exploitable par le perliculteur.

AE.2 Au Japon, la grande technicité des perliculteurs dans le domaine de la greffe conduit en moyenne à plus de 80 % de réussite.

#### **Conclusion**

Les perles de culture sont utilisées dans la fabrication de bijoux. On fabrique des bagues, des boucles d'oreilles, des colliers et des bracelets.



### 3. Importance relative de l'information : Jugement et Rappel

#### 3.1. Jugements explicites de l'importance relative de l'information

Des jugements d'importance relative de chaque phrase ont été demandés (échelle en 5 points) à 4 groupes d'enfants de 8 à 11 ans (CE1 à CM2) et à 2 groupes de 98 et 96 élèves de 6° et de 4° (collège) pour les textes narratifs et les textes descriptifs.

Globalement, les énoncés noyaux sont jugés plus importants pour les deux types de textes, mais, alors que pour les récits, les expansions actions-événements sont jugées plus importantes que les expansion états-propriétés (Tableau 8), la distinction entre les 2 types d'expansions n'est pas faite pour les textes explicatifs, ni par les élèves de 6°, ni par les élèves de 4° (Tableau 9).

Tableau 8 : Pourcentages d'énoncés Noyaux et expansions (EP : états-propriétés ; AE : actions-événements) jugés importants (la somme en ligne est égale à 100).

	Noyau	E P1	E P2	E AE1	E AE2
<b>Textes narratifs</b>	<b>35,0</b>	<b>12,2</b>	<b>9,8</b>	<b>24,3</b>	<b>18,7</b>
<b>Textes Explicatifs</b>	<b>24,7</b>	<b>18,6</b>	<b>18</b>	<b>19,3</b>	<b>19,4</b>

Tableau 9 : Pourcentages d'énoncés Noyaux et expansions (**EP** : états-propriétés ; AE : actions-événements) jugés importants par les élèves de 6° et de 4° (la somme en ligne est égale à 100).

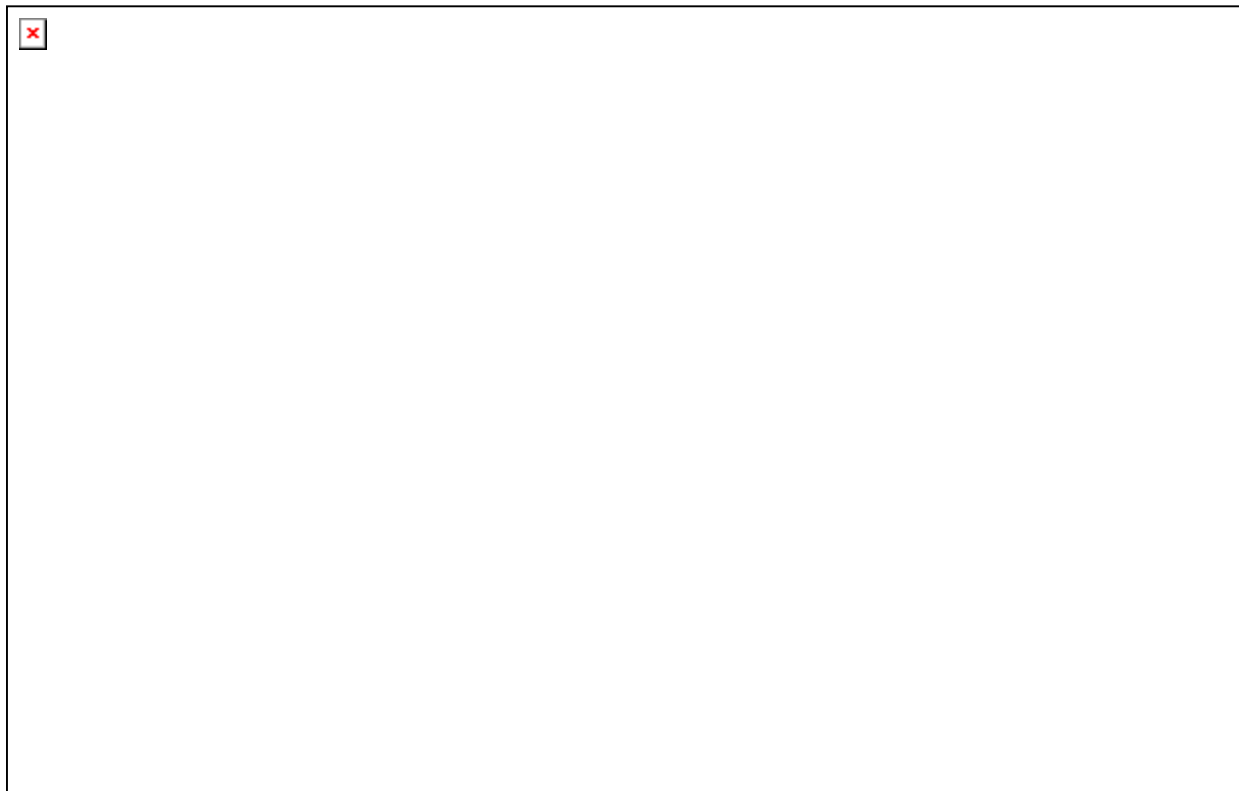
	<b>NOYAU</b>	<b>E P1</b>	<b>E P2</b>	<b>E AE1</b>	<b>E AE2</b>
<b>4<sup>ème</sup></b>	<b>24,5</b>	<b>18,5</b>	<b>18,5</b>	<b>19,5</b>	<b>19,1</b>
<b>6<sup>ème</sup></b>	<b>25</b>	<b>18,8</b>	<b>17,4</b>	<b>19</b>	<b>19,7</b>

#### 3.2. Rappel de textes narratifs

4 groupes de 25 enfants d'école primaire (CE1 à CM2) et 2 groupes de 25 enfants de collège (6° et 4°) ont participé à une expérience dans laquelle on leur lisait le récit « Ane » qu'ils devaient restituer par écrit immédiatement après la lecture et une semaine après.

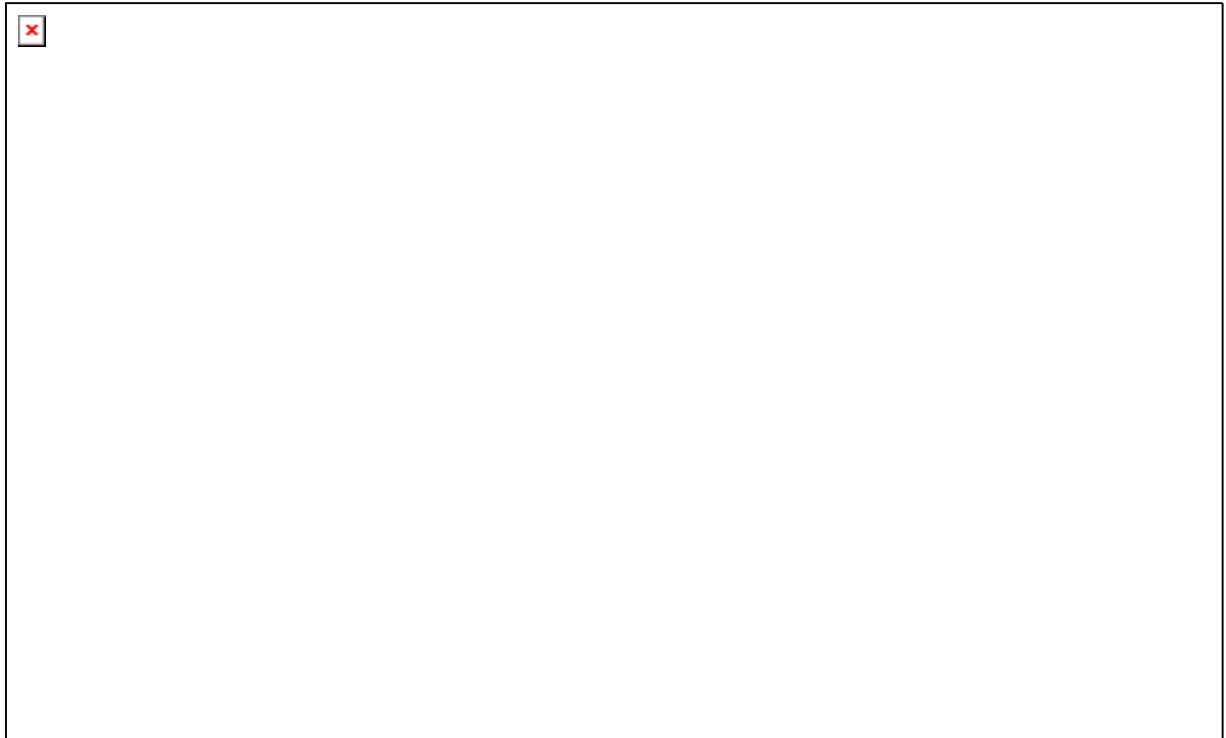
Comme le montre la figure 2 ci-dessous, le nombre moyen de propositions rappelées augmente du récit noyau aux récits expansions, les récits avec expansions actions-événements étant mieux restitués que les récits avec expansions états-propriétés, en rappel immédiat comme en rappel différé. Au delà de 10 ans (CM1), les différences tendent à s'estomper.

Figure 2 : Nombre moyen de propositions rappelées après lecture des récits Noyau (N) et expansions (EP : États et Propriétés ; AE : Actions et Événements) par les enfants de CE1, CE2 et CM1.



Comme le montre la figure 3, pour les 3 groupes d'âge considérés, les noyaux présentés seuls (récits noyaux) sont moins bien mémorisés que lorsqu'ils sont associés à des expansions « état propriété », eux-même moins bien mémorisés que lorsqu'ils sont associés à des expansions « action événement », la différence tendant à se réduire avec l'âge.

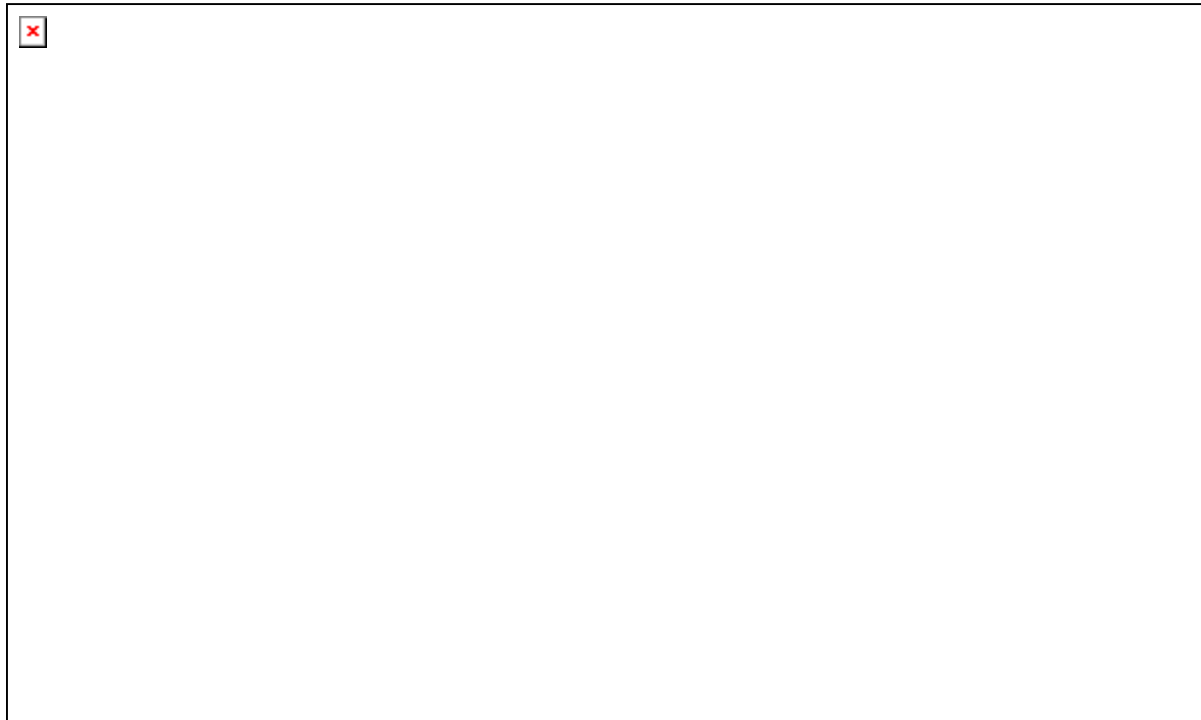
Figure 3 : Nombre moyen de propositions du Noyau rappelées après lecture des récits Noyau (N) et expansions (EP : États et Propriétés ; AE : Actions et Événements) par les enfants de CE1, CE2 et CM1.



Le traitement et la mémorisation des énoncés noyaux sont donc dépendants de la nature sémantique des informations auxquelles ils sont associés ; les expansions qui décrivent des modifications d'état (action ou événement) et qui sont rappelées plus fréquemment que les expansions statives (état et propriété), conduisent à un traitement « plus élaboré », « plus profond » du noyau.

Enfin, les expansions qui dénotent des actions et des événements (AE) sont plus fréquemment rappelées que les expansions dénotant des états et des propriétés (EP), la différence se réduisant avec l'âge (voir la figure 4).

Figure 4 : Nombre moyen de propositions des expansions (EP : États et Propriétés ; AE : Actions et Événements) rappelées par les enfants de CE1, CE2 et CM1.



Les résultats obtenus avec des groupes d'enfants de 6°, de 4°, ainsi qu'avec des adultes en situation de rappel incident, actuellement en cours de traitement, indiqueront si les phénomènes observés avec des enfants de 7 à 11 ans se maintiennent ou se résorbent.

### 3.3. Rappel de textes explicatifs<sup>18</sup>

Une expérimentation de grande échelle, consiste à soumettre des groupes d'enfants de 6°, de 4°, et des adultes à des épreuves de jugement d'importance relative et de rappel, immédiat et différé, des 16 textes construits. Pour l'instant, pour chaque texte, 12 enfants des deux niveaux scolaires ont participé aux deux épreuves et leurs résultats sont en cours de traitement. Les effectifs des groupes seront complétés cette année.

Concernant les adultes, l'expérimentation a été réalisée avec 5 textes, selon deux modalités de jugement de l'importance relative : soit par paragraphe, soit sur l'ensemble du texte et en rappel immédiat. Le tableau 10 permet deux constatations intéressantes : les

---

<sup>18</sup> Rapport final Ecole et Sciences Cognitives, Thème « La dynamique des apprentissages : des fonctions cognitives à l'élaboration des connaissances », « Le résumé de textes : de l'Analyse de la Sémantique Latente à l'élaboration d'un tuteur électronique », Responsable scientifique : Denhière Guy, Décembre 2005.

adultes, à la différence des enfants, hiérarchisent les deux types d'expansions et, comme pour les récits, jugent les expansions «Événement-Action » relativement plus importantes que les expansions «État-Propriété ». Enfants comme adultes jugent les énoncés noyaux plus importants que les énoncés expansions. Nos règles de construction du matériel sont donc corroborées par les résultats obtenus (voir tableaux 8 et 9).

Tableau 10. Jugements d'importance relative des énoncés Noyaux (N), Expansion «État-propriété » (EP) et Expansion « Événement-Action » (EA).

<b>JIR par §</b>	<b>N</b>	<b>EP</b>	<b>EA</b>
Abeille	5,9	2,1	3,3
Champagne	4,4	3,0	3,3
Eau Pétillante	4,5	3,5	2,7
Eau Potable	4,9	2,7	3,3
Eau Minérale	4,8	2,4	3,7
<b>Moyenne</b>	<b>4,9</b>	<b>2,7</b>	<b>3,3</b>
<b>JIR Global</b>	<b>N</b>	<b>EP</b>	<b>EA</b>
Abeille	5,9	2	3,5
Champagne	4,7	2,5	3,9
Eau Pétillante	5,5	3,3	2,4
Eau Potable	5,6	1,9	3,8
Eau Minérale	5,5	1,4	4,4
<b>Moyenne</b>	<b>5,44</b>	<b>2,2</b>	<b>3,6</b>

En situation de rappel, le tableau 11 indique que les énoncés noyaux sont mieux rappelés que les deux types d'expansions, et que les expansions « État-Propriété » sont mieux rappelés que les énoncés « Événement-Action ».

Tableau 11. Rappel des énoncés Noyaux (N), Expansion «État-propriété » (EP) et Expansion « Événement-Action » (EA).

	<b>N</b>	<b>EP</b>	<b>EA</b>
Abeille	49,4	31,5	27,4
Champagne	58,1	36,7	33,8
Eau Pétillante	68,6	32,9	22,9
Eau Potable	63,5	36,2	15,3
Eau Minérale	57,1	29,7	22,1
<b>Moyenne</b>	<b>59,3</b>	<b>33,4</b>	<b>24,3</b>

En conclusion, les énoncés expansion dénotant des états et des propriétés ne jouent pas le même rôle dans la compréhension des textes narratifs et explicatifs. Alors que pour les récits, les Noyaux sont jugés plus importants que les expansions « Événement-Action », elles-

mêmes jugées plus importantes que les expansions « État-Propriété », et que le rappel s'ordonne selon cette hiérarchie, ce n'est pas le cas pour les textes explicatifs. Pour ces derniers, si l'on retrouve la même hiérarchie dans les jugements d'importance, l'ordre de rappel des expansions est inversé, les expansions « État-Propriété » étant plus fréquemment rappelées que les expansions « Événement-Action ».

#### **4. Importance relative de l'information et Mouvements oculaires<sup>19</sup>**

##### **4.1. Mouvements oculaires et construction progressive du thème d'un texte**

Ce travail en collaboration avec D. Tisserand, étudiant de doctorat de T. Baccino, avait pour objectif général d'étudier le mode de construction progressif du thème textuel en analysant les mouvements oculaires du lecteur. Plus précisément, on voulait savoir si l'encodage réalisé lors de la prise d'information oculaire était modulé par l'importance relative des phrases par rapport au thème du texte. Cette importance a été manipulée en hiérarchisant sémantiquement les phrases (voir plus haut) et en organisant spatialement ces phrases de manière à définir une structure dispositionnelle qui facilite l'encodage sémantique. Ces expériences oculométriques doivent permettre de distinguer les traitements initiaux du lecteur (durées de fixation de première inspection - 1st Pass) lorsqu'il découvre une phrase, des traitements ultérieurs (durées de fixation de seconde inspection - 2nd Pass, probabilité de refixation) engagés dans les phases d'intégration (Baccino, 2002). L'analyse des 1st Pass souligne l'accès immédiat au référent alors que l'analyse des refixations indique le traitement différé et les tentatives d'accès ultérieurs.

Ainsi selon l'importance sémantique des phrases, ici évaluée par le recours à l'Analyse de la Sémantique Latente (LSA), on s'attend à des modifications dans la prise d'information initiale en lecture (durées de fixation), notamment que les durées de fixation 1st Pass augmentent avec la valeur sémantique de la phrase (i.e, sa liaison thématique est meilleure). Dans ce même cas, les opérations intégratives étant facilitées, la probabilité de refixer cette phrase sera moins importante.

---

<sup>19</sup> (17). Tisserand, D., Jhean-Larose, S. & Denhière, G. (2007). Eye movement analysis and Latent Semantic Analysis on a comprehension and recall activity, Proceedings of the First European Workshop on Latent Semantic Analysis in Technology Enhanced Learning, 13-14.

## 4.2. Expérimentation 1 : Lire pour mémoriser

### 4.2.1. Matériel

A partir des textes de 25 phrases que nous avons précédemment construits, 16 textes explicatifs de 8 phrases ont été dérivés, chacun ayant la structure suivante : 1 phrase d'introduction, 1 phrase de conclusion, 2 phrases noyaux liées directement au thème central du texte auxquelles étaient associées 2 phrases expansions de type État-Propriétés ou Modification d'état (voir l'exemple ci-dessous reproduit dans le tableau 12). Plus précisément, les expansions statives précisent le concept évoqué dans la phrase noyau (N), l'une se rapportant à l'agent de l'action décrit dans N, l'autre renvoyant au patient de l'action décrit dans N. Les expansions Modification d'état expliquent la modification d'état évoquée dans la phrase noyau (N), l'une décrivant une relation causale, l'autre dénotant une conséquence de l'action ou événement décrit dans N.

Tableau 12 : Exemple de texte utilisé dans l'expérience. Les phrases noyaux sont marquées N alors que les phrases expansions sont marquées E.

Thème : *Comment l'huître fabrique-t-elle des perles ?*

#### 1. Introduction

*Les premières cultures d'huîtres perlières ont commencé à la fin du dix-huitième siècle.*

2. **N1** : Phrase noyau liée directement au thème central du texte.

*Les huîtres sont nettoyées par le perliculteur pour être débarrassées des parasites qui entourent les coquilles.*

3. **E1.1** : Phrase de type Etat/Propriété se rapportant à l'agent de l'action décrite en N1.

*Les perliculteurs, ou greffeurs, sont pour la majorité des chinois ou des polynésiens.*

4. **E1.2** : Phrase de type Etat/Propriété se rapportant au patient de l'action décrite en N1.

*Les huîtres sorties de la station d'élevage sont stockées près du local de greffe.*

5. **N2** : Phrase noyau liée directement au thème textuel.

**Une perle de culture naît de l'introduction d'un petit noyau artificiel inséré dans la glande sexuelle de l'huître.**

6. **E2.1** : Phrase de type Action/Événement décrivant une *relation causale* avec N2.

*L'huître neutralise l'intrus, le noyau, en l'entourant du sac perlier.*

7. **E2.2** : Phrase de type Action/Événement décrivant une *conséquence* de l'action ou de l'événement décrit en N2.

*Une fois fermé, le sac perlier sécrète la matière perlière, la nacre.*

8. **Conclusion.**

*Les perles de culture sont utilisées dans la fabrication de bijoux.*

### 4.2.2. Procédure

L'expérience comportait 2 phases : une phase de lecture du texte dans laquelle le sujet avait pour consigne de lire le texte afin de le comprendre et le rappeler. A cette phase de lecture, succédait une phase de rappel dans laquelle le participant était invité à rappeler un maximum d'informations sur le contenu du texte.

### 4.2.3. Hypothèses

Par construction, il était supposé que cette classification des expansions (E) par rapport à la phrase noyau (N) détermine une hiérarchie sémantique entre les phrases et des prédictions en matière de durée de fixations (DF). On s'attendait globalement à une prise d'information oculaire modulée en fonction de cette hiérarchie sémantique avec des durées de fixations plus longues lorsque l'importance sémantique des phrases par rapport au thème était plus importante.

### 4.2.4. Principaux résultats : Mesures oculométriques

Le tableau 13 récapitule les principaux résultats moyens obtenus sur les mesures oculométriques.

Tableau 13 : Moyenne des durées de fixations des mesures oculométriques (DF1, DF2, DFTot) en fonction de la hiérarchie sémantique et l'ordre de présentation des phrases cibles.

HIERARCHIE	DFTOT	DF1	DF2	ORDRE	DFTOT	DF1	DF2
INTRO	101,2	43,3	55,4	INTRO	101,2	43,3	55,4
N1	97,9	39,2	59,0	N1	97,9	39,2	59,0
E11	94,3	35,0	58,0	Exp 1	85,1	36,3	47,6
E12	89,9	36,9	52,4	Exp 2	90,1	36,8	51,7
N2	91,8	37,3	53,6	N2	91,8	37,3	53,6
E21	84,0	38,0	44,9	Exp 3	87,9	37,4	49,4
E22	82,4	37,3	43,4	Exp 4	87,4	36,9	50,0
CONCL	65,5	36,2	29,1	CONCL	65,5	36,2	29,1

DFTot) en fonction de la hiérarchie sémantique et l'ordre de présentation des phrases cibles.

On observe un modulation significative de la prise d'information oculaire des sujets en fonction de la hiérarchie sémantique ( $p < .001$ ). La lecture est plus rapide sur les phrases Expansions (87,65 ms/caractère) que sur les phrases Noyaux (94,85 ms/caractère). La différence de temps de lecture est d'autant plus significative que les sujets relisent le texte. Les sujets passent plus de temps à encoder les phrases au contenu sémantique proche du thème général donc s'orientent vers une construction de la macrostructure pour se rappeler le texte de façon cohérente.

Au second pass les phrases Noyaux (56,3 ms/caractère) sont significativement plus fixées que les phrases de type Expansion (49,7 ms/caractère) ( $F(1,23)=19,66$   $p < .001$ ). y compris pour les phrases Noyaux N2 par rapport au phrases Expansions ( $p < .05$ ). Après une première lecture, il semble que les sujets se concentrent plus sur les phrases possédant un caractère plus important. La hiérarchie sémantique module les mouvements oculaires



des lecteurs. Au total (DF1 + DF2), les sujets fixent plus longtemps les phrases Statives qui se rapportent au Patient de la phrase noyau (88,5ms/caractère) que celles qui se rapportent à l'Agent (83,9ms/caractère) ( $p < .05$ ). L'analyse détaillée montre que cet effet ne se retrouve que sur les durées de relecture. Les phrases les plus importantes dans la hiérarchie sémantique (les phrases Noyaux) retiennent mieux l'attention du lecteur. Cet effet est cohérent avec la théorie de Van der Broek et al. (2001) selon laquelle, plus y a de relations causales, plus le texte est perçu comme cohérent et meilleur est le rappel. Comme les phrases Noyaux sont les phrases qui entretiennent le plus de relations avec les autres phrases du texte, il y a plus de fixations sur ces phrases. Cela démontre un encodage au niveau macrostructurel. Malgré les différences qui existent entre les textes narratifs et les textes expositifs (Graesser, Olde et Klettke, 2002) la hiérarchisation sémantique des phrases influe aussi sur l'encodage des textes expositifs.

Les effets obtenus sur les phrases Expansions de type Statif (E/P) vont à l'encontre de nos hypothèses sur la hiérarchisation sémantique. Il est probable que la lecture d'une phrase Expansion se rapportant au patient d'une phrase Noyau nécessite plus d'effort en raison de la composante passive de l'argument patient qui évoque moins de référents que l'action réalisée par l'agent de la phrase Noyau. L'agentivité d'un argument pouvant le rendre plus important pour le lecteur.

### **4.3. Expérimentation 2 : Lire pour comprendre**

#### **4.3.1. Matériel et procédure**

Les textes utilisés étaient identiques à ceux utilisés précédemment. L'expérience comportait deux phases : une phase de lecture du texte dans laquelle le participant avait pour consigne de lire le texte afin de le comprendre et le rappeler. Il pouvait le relire à sa guise. La lecture terminée, un questionnaire formé de trois questions auxquelles étaient associées trois réponses possibles était administré.

#### **4.3.2. Hypothèses**

La hiérarchie sémantique pouvait être également repérée spatialement en affectant une mise en forme matérielle du texte. Les noyaux et les expansions étaient introduits par un ou plusieurs retraits de paragraphe en fonction de leur hiérarchie sémantique. L'introduction et la conclusion ne comportait aucun retrait de paragraphe. On s'attendait à un bénéfice global du repérage spatial exprimé par les retraits de paragraphes reproduisant la hiérarchie sémantique et à une durée d'encodage moindre lorsque la mise en forme (MFM) est présente.

### 4.3.3. Principaux résultats : Mesures oculométriques

Le tableau 14 récapitule les principaux résultats moyens obtenus sur les mesures oculométriques.

Tableau 14 : Moyenne des durées de fixations des mesures oculométriques (DF1, DF2, DFTot, Proba) en fonction de la hiérarchie sémantique et de la MFM.

	Proba		DF1		DF2		DFTot	
	Non-MFM	MFM	Non-MFM	MFM	Non-MFM	MFM	Non-MFM	MFM
<b>Intro</b>	0,5	0,3	37,4	34,9	24,6	11,1	52,6	43,0
<b>N1</b>	0,7	0,6	27,9	21,7	33,2	23,7	51,7	42,0
<b>E1.1</b>	0,6	0,5	34,1	28,6	34,2	19,9	56,5	45,4
<b>E1.2</b>	0,7	0,6	27,1	19,4	36,1	25,8	54,3	41,8
<b>N2</b>	0,8	0,7	24,1	18,7	35,6	25,6	53,2	41,3
<b>E2.1</b>	0,7	0,5	31,1	27,0	24,7	12,4	49,4	37,9
<b>E2.2</b>	0,7	0,4	28,5	24,1	22,5	10,1	45,3	32,7
<b>Conclu</b>	0,5	0,2	30,0	23,2	18,9	5,8	40,2	26,4

On observe un bénéfice général du marquage dispositionnel de la hiérarchie sémantique des phrases par un retrait de paragraphe. La lecture est plus rapide (*DF1*, *DF2*, *DFTot*, *Proba*) lorsque la structure sémantique des textes est marquée visuellement avec respectivement ( $p < .05$ ). La mise en forme dispositionnelle des phrases facilite l'encodage sémantique grâce à la mise en évidence d'une organisation visuelle des informations dans le texte.

Globalement, la prise en compte de la hiérarchie sémantique par les lecteurs est notable sur tous les indicateurs oculaires avec des différences significatives entre l'encodage initial (*DF1*) et les relectures (*Proba*, *DF2*). Une analyse détaillée de ces durées montre que la prise d'information initiale (*DF1*) est plus rapide sur les phrases noyaux que sur les expansions ( $p < .001$ ). Inversement, lorsque l'on considère les refixations (*Proba*), ces mêmes phrases noyaux sont refixées plus fréquemment que les phrases E/P et les phrases A/E, ( $p < .05$ ) (voir la figure X, Graphe A). Cet effet de la hiérarchie sémantique est confirmé lorsque l'on compare les phrases expansions entre elles (Voir figure X Graphe B). Les phrases Agent sont lues plus longuement que les phrases Patient en fixation initiale et les phrases Cause sont lues plus longuement que les phrases Conséquence ( $p < .01$ ). Ces différents résultats montrent clairement que les lecteurs modulent leur prise d'information oculaire en fonction de la hiérarchie sémantique établie dans les textes.

La présence d'un *trade-off* entre fixations initiales et refixations permet ainsi de décrire finement le processus d'encodage sémantique de ces phrases. Le processus

d'encodage sémantique fonctionne en deux temps. Dans un premier temps, le système cognitif encode globalement le sens de la phrase sans nécessairement chercher à repérer la liaison ou la hiérarchie sémantique des phrases entre elles, c'est la raison pour laquelle la durée des fixations initiales est plus courte sur les phrases noyaux que sur les expansions. Dans les termes du modèle de Construction-Intégration de Kintsch (1988, 1998), cette étape correspond à l'établissement de la microstructure textuelle. Dans un second temps, lors de la construction de la macrostructure intégrant le sens des différentes phrases, le repérage des phrases les plus importantes par rapport au thème impliquerait un retour plus fréquent sur les phrases noyaux.

#### **4.4. Conclusion : Modulation de la prise d'information oculaire**

L'analyse des mouvements oculaires permet de conclure que la hiérarchie sémantique introduite (par construction) entre information importante exprimée par les énoncés noyaux et information subordonnée dénotée par les énoncés expansions est prise en compte dans le traitement en temps réel de l'information lors de la lecture. Dans les deux expérimentations réalisées, les phrases Expansions sont lues plus rapidement que les phrases Noyaux, la différence étant plus importante lors de la relecture du texte. Les expansions statives référant à l'agent sont lues plus longuement que les celles qui réfèrent au patient en fixation initiale. Les expansions qui dénotent des modifications d'état et qui décrivent des causes sont lues plus longuement que celles qui décrivent des conséquences. Ces résultats montrent clairement que les lecteurs modulent leur prise d'information oculaire en fonction de la hiérarchie sémantique établie dans les textes par l'expérimentateur.

### **5. Acquisition de connaissances à l'aide de textes : interaction connaissances initiales et cohérence textuelle**

#### **5.1. Influence du niveau de connaissances initiales et de la cohérence textuelle sur l'apprentissage<sup>20</sup>**

Cette recherche visait à étudier l'effet d'interaction entre l'organisation des connaissances en mémoire des apprenants et la structure sémantique des textes d'apprentissage, dans le cas d'un système fonctionnel : le système digestif. En fonction des

---

<sup>20</sup> (E4-E5) : Encadrement en co-direction avec V. Mullet (MCF Psychologie) du mémoire de Maîtrise : Bergerat & Tomassoni (1998). Influence de la cohérence textuelle sur la compréhension de texte en fonction du niveau de connaissances initiales des sujets.

objectifs dévolus à l'apprentissage et des caractéristiques de la population concernée, des enfants de fin de primaire, l'analyse du système digestif en système fonctionnel a mis en évidence 13 micro-événements et 5 macro-événements. Cette analyse en micro- et macro-événements a permis d'une part, de dériver diverses épreuves d'évaluation initiale et finale des connaissances des apprenants et, d'autre part, de dériver des textes d'apprentissage qui différaient par la nature de la cohérence sémantique reliant entre eux les événements.

141 enfants de classes de CM1 et de CM2 ont participé à cette expérimentation. Ils ont d'abord été soumis au test de lecture « La pipe et le rat » (Lefavrais, 1971) pour évaluer leur niveau de lecture. Les 111 enfants retenus ont ensuite été soumis à un pré-test comportant diverses épreuves d'évaluation de leurs connaissances initiales sur le système digestif. En fonction des résultats obtenus, deux groupes dits « novices » et « experts » ont été constitués et divisés en quatre sous-groupes aléatoirement affectés aux 4 versions du texte d'apprentissage. Chaque participant lisait le texte deux fois de suite, en temps libre, avant de participer au post-test composé des mêmes épreuves que le pré-test.

### **5.1.1. Analyse en système fonctionnel du système digestif**

L'analyse de la digestion réalisée selon les principes définis plus haut a permis d'identifier les 13 événements et les 5 macro-événements suivants.

#### **Liste des 13 événements :**

- E01 : les dents écrasent les aliments.*
- E02 : la salive humidifie les aliments.*
- E03 : les aliments commencent à se diviser en petits morceaux.*
- E04 : l'œsophage se contracte.*
- E05 : le mélange d'aliments et de salive descend dans l'œsophage jusqu'à l'estomac.*
- E06 : l'estomac brasse les aliments.*
- E07 : l'estomac mélange les aliments à un liquide : le suc gastrique.*
- E08 : une partie des aliments se transforment en d'autres substances appelées nutriments.*
- E09 : les nutriments traversent la paroi de l'intestin grêle.*
- E10 : les nutriments passent dans le sang.*
- E11 : le gros intestin stocke la partie des aliments non transformés en nutriments : les déchets.*
- E12 : les déchets deviennent trop nombreux dans le gros intestin.*
- E13 : l'anus expulse les déchets vers l'extérieur.*

#### **Liste des 5 macro-événements :**

- ME01 : Mastication,*
- ME02 : Ingestion,*
- ME03 : Brassage,*
- ME04 : Absorption (intestin grêle),*
- ME05 : Défécation (gros intestin).*

### 5.1.2. Construction des textes d'apprentissage

A partir de cette analyse en micro- et macro-événements, quatre versions d'un texte expliquant la digestion ont été construites :

- un texte T1 à cohérence locale : succession temporo-causale des événements ;
- un texte T2 à cohérence globale : causalité intentionnelle et macropropositions ;
- un texte T3 à cohérence locale et à cohérence globale ;
- un texte T4 de contrôle ne comportant que les micro-événements,

le titre et l'introduction étant identiques dans les quatre versions.

**Titre :** *Le chemin des aliments*

**Introduction :** *Pour jouer, pour travailler, nous avons besoin d'énergie. Ce sont les aliments que nous mangeons qui nous apportent cette énergie. La digestion va nous permettre de décomposer les aliments afin de rendre ces aliments utilisables par l'organisme. La digestion se déroule en plusieurs étapes.*

#### Texte T1 à cohérence locale

**Développement :** *Les dents écrasent les aliments et la salive humidifie les aliments. Par conséquent, les aliments commencent à se diviser en petits morceaux. Puis l'œsophage se contracte. Par conséquent, le mélange d'aliments et de salive descend dans l'œsophage jusqu'à l'estomac. A ce moment là, l'estomac brasse les aliments et l'estomac mélange les aliments à un liquide : le suc gastrique. Par conséquent, une partie des aliments se transforme en d'autres substances appelées nutriments. Puis les nutriments traversent la paroi de l'intestin grêle. Ce qui a pour conséquence que les nutriments passent dans le sang. Pendant ce temps là, le gros intestin stocke la partie des aliments non transformés en nutriments : les déchets. En conséquence, les déchets deviennent trop nombreux dans le gros intestin. Donc, l'anus expulse les déchets vers l'extérieur.*

#### Texte T2 à cohérence globale

**Développement :** *La première étape est la mastication. Dans la mastication, les aliments commencent à se diviser en petits morceaux. Pour cela, les dents écrasent les aliments et la salive humidifie les aliments. La deuxième étape est l'ingestion. Dans l'ingestion, le mélange d'aliments et de salive descend dans l'œsophage jusqu'à l'estomac. Pour cela, l'œsophage se contracte. La troisième étape est la digestion. Dans la digestion, une partie des aliments se transforme en d'autres substances appelées nutriments. Pour cela, l'estomac brasse les aliments et l'estomac mélange les aliments à un liquide : le suc gastrique. La quatrième étape est l'absorption. Dans l'absorption, les nutriments passent dans le sang. Pour cela, les nutriments traversent la paroi de l'intestin grêle. La cinquième étape est la défécation. Dans la défécation, le gros intestin stocke la partie des aliments non transformés en nutriments : les déchets. Puis l'anus expulse les déchets vers l'extérieur. En effet, les déchets deviennent trop nombreux dans le gros intestin.*

#### Texte T3 à cohérence locale et globale

**Développement :** *La première étape est la mastication. Dans la mastication, les dents écrasent les aliments et la salive humidifie les aliments. Par conséquent, les aliments commencent à se diviser en petits morceaux. La deuxième étape est l'ingestion. Dans l'ingestion, l'œsophage se contracte. Par conséquent, le mélange d'aliments et de salive descend dans l'œsophage jusqu'à l'estomac. La troisième étape est la digestion. Dans la digestion, l'estomac brasse les aliments et l'estomac mélange les aliments à un liquide : le suc gastrique. Par conséquent, une partie des aliments se transforme en d'autres substances*

appelées nutriments. *La quatrième étape est l'absorption. Dans l'absorption, les nutriments traversent la paroi de l'intestin grêle. Ce qui a pour conséquence que les nutriments passent dans le sang. La cinquième étape est la défécation. Dans la défécation, le gros intestin stocke la partie des aliments non transformés en nutriments : les déchets. En conséquence, les déchets deviennent trop nombreux dans le gros intestin. Donc, l'anus expulse les déchets vers l'extérieur.*

## **Texte T4 de contrôle**

**Développement** : *Les dents écrasent les aliments. La salive humidifie les aliments. Les aliments commencent à se diviser en petits morceaux. L'œsophage se contracte. Le mélange d'aliments et de salive descend dans l'œsophage jusqu'à l'estomac. L'estomac brasse les aliments. L'estomac mélange les aliments à un liquide : le suc gastrique. Une partie des aliments se transforme en d'autres substances appelées nutriments. Les nutriments traversent la paroi de l'intestin grêle. Les nutriments passent dans le sang. Le gros intestin stocke la partie des aliments non transformés en nutriments : les déchets. Les déchets deviennent trop nombreux dans le gros intestin. L'anus expulse les déchets vers l'extérieur.*

### **5.1.3. Épreuves d'évaluation des connaissances des apprenants**

Les connaissances initiales et finales des participants étaient évaluées, avant et après lecture d'un texte, à l'aide d'épreuves caractérisées par des degrés croissants de recherche en mémoire. Ces épreuves avaient pour but d'identifier le degré de maîtrise des enfants à propos (i) des individus membres du système d'état relationnel : épreuves de tri et de complètement de schéma ; (ii) des événements du système fonctionnel : Questionnaire à choix multiple, questions ouvertes de trois types : dont la réponse est contenue dans la base de texte, dont la réponse implique une inférence de liaison ou une inférence d'élaboration ; et (iii) des relations causales, conséquence et cause, au sein de ce système.

#### **Épreuve de tri**

Le matériel consistait en un jeu de 23 cartes : 15 cartes-cibles et 8 cartes distractrices. Les 15 cartes cibles dénotaient des individus et des macro-événements de la digestion : « Ingestion, salive, dents, intestin grêle, mastication, estomac, bouche, nutriments, suc gastrique, gros intestin, œsophage, défécation, digestion, absorption, sang ». Les 8 distracteurs correspondaient à des individus et à des macro-événements qui concernent le fonctionnement du corps humain mais sont étrangers au déroulement de la digestion : « Poumons, respiration, poil, cœur, olfaction, peau, cerveau, sueur ».

#### **Complètement de schéma : identifier sur le schéma**

A un dessin d'enfant s'alimentant dont on avait schématiquement représenté l'appareil digestif, on a ajouté 5 flèches numérotées renvoyant aux 5 individus du système à produire : (a) œsophage, (b) estomac, (c) intestin grêle, (d) gros intestin, en demandant à quoi ils servaient.

#### **Questionnaire à choix multiple**

1. Dans l'estomac, les aliments sont transformés en :  
(a) suc gastrique, (b) nutriment, (c) salive
2. Dans la bouche, la nourriture est :  
(a) Absorbée, (b) digérée, (c) mastiquée
3. Dans l'intestin grêle, la nourriture est :  
(a) Absorbée, (b) digérée, (c) mastiquée
4. Les aliments sont mastiqués dans :  
(a) La bouche, (b) l'œsophage, (c) l'estomac
5. Les aliments sont transformés en nutriments dans :  
(a) l'estomac, (b) l'intestin grêle, (c) le gros intestin
6. Les déchets sont stockés dans :  
(a) l'estomac, (b) l'intestin grêle, (c) le gros intestin.

### Questions ouvertes (n = 22 questions)

#### Questions dont la réponse est contenue dans la base de texte (n=4)

1. Au début de la digestion, à quoi sert la salive ?
2. Qu'écrasent les dents ?
3. Où sont stockés les aliments non digérés ?
4. En quoi sont transformés les aliments non digérés ?

#### Questions dont la réponse exige la production d'une Inférence de liaison (n=4)

5. Quel organe permet aux aliments de passer de la bouche à l'estomac ?
6. Quel liquide permet la transformation des aliments en nutriments dans l'estomac ?
7. Pourquoi l'anus expulse-t-il les déchets ?
8. Pourquoi les nutriments traversent-ils la paroi de l'intestin grêle ?

#### Questions dont la réponse exige la production d'une inférence d'élaboration (n=4)

9. Où commence l'appareil digestif ?
10. Où se termine l'appareil digestif ?
11. Où vont les nutriments une fois absorbés par le sang ?
12. Quels mouvements de l'estomac assurent le brassage des aliments ?

### Questionnaire causal et téléologique

#### Questionnaire causal : Quelle est la cause ?

1. Les aliments commencent à se diviser en petits morceaux. Que s'est-il passé juste avant pour que ce soit possible ?
2. L'anus expulse les déchets vers l'extérieur. Que s'est-il passé juste avant pour que ce soit possible ?
3. Le mélange d'aliments et de salive descend dans l'œsophage jusqu'à l'estomac. Que s'est-il passé juste avant pour que ce soit possible ?
4. Une partie des aliments se transforme en d'autres substances appelées nutriments. Que s'est-il passé juste avant pour que ce soit possible ?
5. Les nutriments passent dans le sang. Que s'est-il passé juste avant pour que ce soit possible ?

#### Questionnaire téléologique : Quelle est la conséquence ?

1. Les dents écrasent les aliments et la salive humidifie les aliments, ce qui a pour effet de ...
2. Le gros intestin stocke les déchets qui deviennent trop nombreux, ce qui a pour effet de ...
3. L'estomac brasse les aliments et les mélange à un liquide : le suc gastrique, ce qui a pour effet
4. L'œsophage se contracte, ce qui a pour effet de ...
5. Les nutriments traversent la paroi de l'intestin grêle, ce qui a pour effet de ...

### 5.1.4. Résultats

Globalement, on constate un accroissement de l'apprentissage en fonction des connaissances initiales, le groupe « expert » se montre supérieur au groupe « novice » et

l'acquisition de connaissances se traduit par une réorganisation des informations en mémoire : locale-causale chez les « novices » et en but/sous-buts chez les « experts ». Les « experts » obtiennent de meilleurs résultats que les « novices » tant au questionnement téléologique qu'au questionnement causal, ce qui semble indiquer que la structuration en réseau causal de la représentation en mémoire est moindre chez le novice que chez l'expert. Le facteur Texte, s'il n'influence pas les performances aux questions Base de texte et Inférences, exerce un effet significatif sur le nombre de réponses correctes fournies au questionnaire téléologique qui sont plus nombreuses après la lecture des textes à cohérence globale et locale + globale.

## **5.2. Interaction Connaissances initiales et structures textuelles : l'effet intermédiaire<sup>21</sup>**

Bien que l'effet des connaissances antérieures sur la compréhension de texte soit bien documenté (Chiesi, Spilich & Voss, 1979; Denhière & Mandl, 1988; Means & Voss, 1985; Voss, Vesonder & Spilich, 1980), un résultat contre-intuitif appelé "l'effet intermédiaire" a été obtenu de manière répétée par Patel & Groen (1991a,b) et Schmidt & Boshuizen (1993). Ces auteurs, qui étudient l'effet des connaissances initiales sur le rappel de cas cliniques par trois catégories d'apprenants : novices, intermédiaires et experts en médecine, constatent que le groupe « intermédiaire » rappelle davantage d'informations que les experts. Pour expliquer ces résultats, Patel & Groen (1991a,b) postulent que les experts sélectionnent et rappellent les informations pertinentes en utilisant la macrostructure alors que Schmidt & Boshuizen (1993) invoquent l'encapsulation des connaissances chez les experts.

L'interprétation que nous proposons est différente : elle consiste à supposer que cet effet intermédiaire résulte de l'interaction entre la cohérence sémantique du texte et les structures de connaissances initiales des apprenants. Nous postulons que les individus appartenant aux groupes considérés comme Experts, Intermédiaires et Novices diffèrent non seulement par la quantité de connaissances antérieures qu'ils possèdent mais également par l'organisation de ces connaissances en mémoire. Alors que les connaissances des experts sont organisées selon une structure hiérarchique de buts/sous-buts, les connaissances des intermédiaires et des novices sont organisées selon une chaîne temporo-causale.

---

<sup>21</sup> (02). Caillies, S., Denhière, G., & Jhean, S. (1999). The intermediate effect : interaction between prior knowledge and text structure. In Herre van Oostendorp & Susan Goldman (eds.), The construction of mental representation during reading, Hillsdale, N.J. : Lawrence Erlbaum Associates.



Nous avons donc comparé l'effet de deux types de cohérence sémantique textuelle, téléologique et causale, sur l'organisation de la représentation mentale construite après la lecture par trois groupes d'apprenants avec différents niveaux de connaissances initiales. Le domaine étudié relevait de la mécanique automobile et concernait le système de démarrage à commande électromagnétique (Baudet et Denhière, 1991 ; Jhean-Larose, 1991, 1994). Une première analyse décrit les unités de ce système et les relations entre ces unités en termes de chemin causal, description qui est ensuite reprise dans un système téléologique organisé en une arborescence de buts/sous-but. La première description, de nature causale, relie les actions, les événements et les états selon l'ordre chronologique du fonctionnement du système (Trabasso & Sperry, 1985). La seconde description organise ces séquences d'actions, d'événements et d'états en une structure hiérarchique de buts/sous-but.

Si, conformément à l'hypothèse formulée plus haut, la représentation du domaine par les experts est de type téléologique alors que celles des intermédiaires et novices se caractérise par un chemin causal, on peut prédire que l'organisation téléologique du texte d'apprentissage facilitera la compréhension des experts --car elle est proche de leur représentation en mémoire à long terme-- alors que l'organisation temporo-causale facilitera, toutes choses égales par ailleurs, la compréhension des intermédiaires et des débutants. Deux versions d'un texte qui explique le fonctionnement du démarreur, l'une téléologique, l'autre causale, ont été construites à partir de la même liste d'actions, d'événements et d'états (voir Jhean-Larose, 1994). Ces textes étaient lus par trois groupes de participants, caractérisés comme débutants, intermédiaires et experts à partir des résultats à des questionnaires initiaux de connaissances comportant quatre types d'épreuves différentes par leur degrés d'exigence de récupération en mémoire (reconnaissance, complètement de triades lacunaires, questionnaire causal, questionnaire téléologique). On prédisait donc (i) que les performances de rappel des experts après lecture de la version téléologique du texte seraient supérieures à celles consécutives à la lecture de la version temporo-causale alors que (ii) le rappel des intermédiaires et débutants serait supérieur après lecture de la version temporo-causale.

### **5.2.1. Construction des textes d'apprentissage**

Les deux types de textes construits avaient en commun de présenter par les mêmes expressions verbales les 14 événements et les 2 actions retenus et ils différaient par leurs marques de cohérence sémantique locale ou globale, le texte à cohérence téléologique utilisant des connecteurs exprimant des relations de causalité intentionnelle.

## **II. Texte à cohérence sémantique temporo-causale**

*L'utilisateur insère la clé de contact dans le commutateur antivol.*

*Il s'en suit que l'utilisateur met la clé de contact sur la position démarrage en la tournant.*

*Par conséquent, le courant électrique arrive dans le câble qui va du commutateur antivol aux enroulements du solénoïde.*

*De ce fait, le courant électrique circule dans les enroulements du solénoïde. C'est pourquoi, des forces électromagnétiques se créent dans le voisinage des enroulements du solénoïde.*

*Si bien que l'électroaimant du solénoïde s'aimante.*

*En conséquence, le noyau plongeur se déplace de façon rectiligne.*

*Par là même premièrement, le levier de commande positive bascule.*

*Il en découle que le système d'engrènement du pignon du démarreur se déplace de façon hélicoïdale.*

*C'est pourquoi le pignon du démarreur s'engrène dans la couronne de démarrage.*

*Par là même deuxièmement, les contacts du solénoïde se ferment.*

*Ce qui a pour conséquence que le courant électrique issu de la batterie arrive dans le câble du moteur électrique de démarrage.*

*En conséquence, le courant électrique circule dans les inducteurs du moteur électrique de démarrage.*

*Il s'ensuit qu'un champ électromagnétique se crée dans l'enroulement du moteur de démarrage.*

*De ce fait, l'arbre d'induit sur lequel est fixé le pignon du démarreur se met en rotation.*

*Par conséquent, une force mécanique s'exerce du pignon du démarreur vers la couronne de démarrage.*

### **Texte à cohérence téléologique**

*Pour lancer le volant moteur, il faut que le pignon du démarreur s'engrène dans la couronne de démarrage.*

*Pour cela, le système d'engrènement du pignon du démarreur se déplace de façon hélicoïdale.*

*Pour ce faire, le levier de commande positive bascule.*

*A cette fin, le noyau plongeur se déplace de façon rectiligne.*

*Pour cela, l'électroaimant du solénoïde s'aimante.*

*Pour ce faire, des forces électromagnétiques se créent dans le voisinage des enroulements du solénoïde.*

*A cette fin, le courant électrique circule dans les enroulements du solénoïde.*

*Cela étant dû au fait que le courant électrique arrive dans le câble qui va du commutateur antivol aux enroulements du solénoïde.*

*Pour cela, l'utilisateur met la clé de contact sur la position démarrage en la tournant.*

*Ce qui est rendu possible par l'utilisateur met la clé de contact sur la position démarrage en la tournant.*

*Pour lancer le volant moteur, il faut aussi qu'une force mécanique s'exerce du pignon du démarreur vers la couronne de démarrage.*

*Pour ce faire, l'arbre d'induit sur lequel est fixé le pignon du démarreur se met en rotation.*

*Ce qui est causé par le fait qu'un champ électromagnétique se crée dans l'enroulement du moteur de démarrage.*

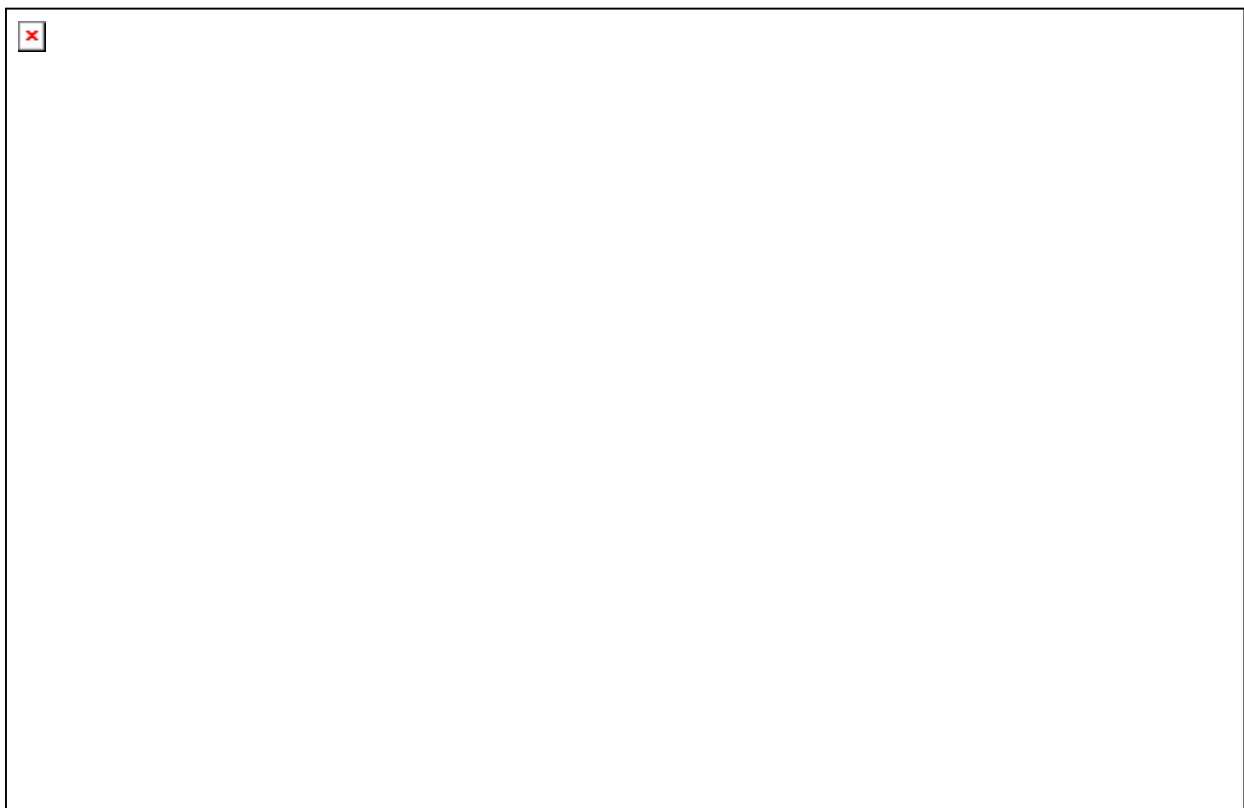
*A cette fin, le courant électrique circule dans les inducteurs du moteur électrique de démarrage.*

*Pour ce faire, le courant électrique arrive dans les inducteurs du moteur électrique de démarrage.*

### 5.2.2. Résultats

L'analyse des protocoles de rappel portait sur les 83 propositions communes aux deux versions du texte et le pourcentage de propositions rappelées constituait la variable dépendante. Le pourcentage de propositions rappelées varie avec le niveau d'expertise  $F(2,114) = 107.00$   $p < .01$ , les experts (54%) et les intermédiaires (52%) ayant des performances supérieures à celles des débutants (19%),  $F(1,114) = 170.02$   $p < .01$ . L'interaction Texte\*Expertise est également significative :  $F(2,114) = 10.88$   $p < .01$ . Pour les experts, le rappel du texte téléologique est supérieur à celui du texte causal : 58% vs. 45% respectivement. Pour les deux autres groupes, le rappel du texte causal est supérieur à celui du texte téléologique : 40% vs. 32%, respectivement (voir la figure 5).

Figure 5 : Pourcentages moyens de propositions rappelées en fonction de l'expertise (experts, intermédiaires et débutants) et du type cohérences textuelle (causale ou téléologique).



### 5.2.3. Discussion et conclusion

Le résultat le plus important concerne l'interaction Texte\*Expertise qui indique que pour les experts, le rappel après lecture du texte téléologique est supérieur au rappel après lecture du texte causal, alors que pour les intermédiaires et les novices, le rappel après lecture du texte causal est supérieur à celui obtenu après lecture du texte téléologique. Quand la cohérence sémantique d'un texte est de nature téléologique, son organisation est similaire à celle de la représentation en mémoire des apprenants avancés, ce qui facilite la construction et l'utilisation d'une macrostructure efficace qui permet une récupération en mémoire plus efficace de l'information pertinente que ne le permet un texte à structure temporo-causale. Pour les intermédiaires et les débutants, c'est au contraire une cohérence textuelle causale qui est plus proche de l'organisation en mémoire. On peut supposer que l'acquisition d'un système fonctionnel exige la construction initiale d'une représentation temporo-causale qui, sous l'effet de l'apprentissage, sera progressivement transformée en une structure hiérarchique de sous-systèmes fonctionnels autonomes liés entre eux par des relations de buts/sous-but.

Sur un plan pédagogique, il est donc nécessaire de prendre en compte les connaissances initiales des apprenants et leur mode d'organisation pour écrire des textes explicatifs du fonctionnement de systèmes fonctionnels complexes, qu'il s'agisse du corps humain pour les systèmes digestif, respiratoire, cardiovasculaire ou des objets fabriqués. De la même manière, les épreuves d'évaluation des connaissances et croyances des apprenants, avant et après lecture des textes, doivent prendre en compte les modes de structuration des connaissances (Ericsson & Kinstch, 1995) et leurs implications dans la récupération en mémoire (Baudet, Jhean et Legros, 1994).

### **5.3. Influence de l'expertise, de la cohérence textuelle et des connecteurs causaux sur la compréhension et le rappel de texte explicatif<sup>22</sup>**

L'objectif de cette étude consistait à étudier les effets de l'adjonction de connecteurs causaux et de questions sur la compréhension et la mémorisation d'un texte explicatif par des

---

<sup>22</sup> (13). Martins, D., Kigiel, D. & Jhean-Larose, S. (2005). Influence of Expertise and causal connective on comprehension and recall of an expository text. Actes SEM 05, First International Symposium on the Exploration and Modelling Meaning, Biarritz, 14-15 novembre, 123-131.

(16). Martins, D., Kigiel, D., & Jhean-Larose, S., (2006). Influence of expertise, Coherence and causal connectives on comprehension and recall of an expository text, *Current Psychology Letters*, 20, Vol.3 (en ligne. <http://cpl.revues.org/sommaire1133.html>)

(E11) : Encadrement de D.E.A. en co-direction avec D. Martins : Kigiel, D. (2002). Stratégies de compréhension de textes en lecture active et passive : cohérence textuelle et représentation mentale.

participants « novices » et « experts » en biologie. Les temps de lecture de phrases-cibles insérées dans les versions « implicite » et « explicite » d'un texte sur la biologie étaient mesurés et l'effet de l'insertion en début de phrase du connecteur causal « c'est pourquoi » et de questions était étudié.

Il était supposé que les temps de lecture de la phrase-cible seront plus longs dans les versions implicites que dans les versions explicites ; que l'adjonction de questions conduira à une augmentation des temps de lecture de la phrase-cible ; que l'adjonction du connecteur « **c'est pourquoi** » produira une augmentation des temps de lecture et une amélioration de la mémorisation en signalant la conséquence d'un événement cause. Enfin, une interaction Expertise\*Connecteur était prédite : la différence entre les performances des experts et des novices sera plus importante pour les textes avec connecteur que sans connecteur.

### 5.3.1. Construction du matériel

Le texte portait sur l'évolution des êtres vivants ; il comportait 44 phrases distribuées dans 8 paragraphes. Dans sa version explicite, chaque paragraphe contenait une phrase-cible dont le contenu était la conséquence de la phrase précédente qui exprimait une inférence causale. Le connecteur causal « **c'est pourquoi** » précédait la phrase-cible qui énonçait la conséquence. A titre d'illustration, nous reproduisons ci-dessous les paragraphes 1 et 2 du texte version explicite.

#### Paragraphe 1

1 - *L'existence de la terre est liée à la formation du système solaire au sein de notre galaxie, la Voie Lactée.*

2 - *La formation de la terre a eu lieu il y a quatre milliards et demi d'années environ, selon les estimations les plus raisonnables.*

3 - *Pendant le premier milliard d'années qui suit sa formation, la température de la terre est extraordinairement élevée.*

Phrase inférence ajoutée dans la version explicite

*1 - Puis, après son refroidissement, des conditions idéales se réunissent pour permettre l'apparition des premières cellules organiques.*

Phrase-cible précédée dans la moitié des cas par le connecteur causal « c'est pourquoi ».

4 - *(C'est pourquoi) les êtres vivants n'ont pu faire leur apparition que dans la période qu'on appelle l'ère Précambrienne.*

5 - *On appelle Précambrien cette ère qui commence avec l'apparition des premiers êtres vivants constitués par des cellules et bactéries primitives.*

#### Paragraphe 2

6 - *Ensuite, au cours des temps précambriens, des organismes photosynthétiques (par exemple des Algues bleues) apparaissent.*

7 - *Les organismes photosynthétiques qui utilisent l'énergie solaire et des molécules minérales pour se nourrir, changent complètement l'ambiance de la Planète Terre en produisant de l'oxygène et son corollaire, l'ozone.*

*1 - L'ozone des hautes couches atmosphériques forme une protection contre les radiations ultraviolettes nocives du soleil, ce qui permet à l'ensemble des êtres vivants de se développer sans dommage.*

8 - *(C'est pourquoi) la faune et la flore peuvent se développer et se diversifier très fortement.*

9 - *Dans la dernière phase du Précambrien – ou ère précambrienne - on voit apparaître les métazoaires qui sont des êtres formés d'un grand nombre de cellules.*

Chaque texte était lu quatre fois par les participants qui étaient informés qu'ils devraient répondre à 2 questions à la fin de 4 paragraphes. 4 questions portaient sur la base de texte alors que 4 autres questions faisaient appel aux connaissances relative à l'évolution des êtres vivants. Le texte s'affichait phrase par phrase sur l'écran d'un ordinateur et les temps de lecture étaient automatiquement enregistrés. Quand les participants avaient fini de lire les 8 paragraphes du texte, ils devaient répondre à 8 questions sur les 4 paragraphes pour lesquels ils n'avaient pas été interrogés lors de la lecture. Les participants n'étaient pas prévenus de l'existence de cette interrogation au terme de la lecture du texte.

### **5.3.2. Résultats principaux**

#### **Temps de lecture de la phrase-cible**

Les temps moyens de lecture de la phrase-cible sont significativement plus longs quand le connecteur « **c'est pourquoi** » est inséré, quand des questions sont ajoutées et que les paragraphes sont présentés dans leur version « implicite ». L'interaction Expertise\*Version des textes indique que, à la différence des experts, les novices prennent davantage de temps pour lire la phrase-cible dans les versions implicites que dans les versions explicites des textes : les novices lisent plus longtemps la phrase-cible dans la condition Implicite avec des questions alors que les experts ne manifestent pas de différence dans leur patron de lecture. Bien que l'interaction Expertise\*Connecteur n'atteigne pas le seuil de signification (Hypothèse 4), la supériorité des temps de lecture des experts comparés aux novices était plus importante dans les versions avec connecteur (388 ms) que dans les versions sans connecteur (159 ms). Ce résultat suggère que, face à un connecteur, les experts tendent à comprendre plus activement que les novices la relation causale impliquée par le connecteur de la phrase-cible. Enfin, les novices lisent plus longtemps les phrases avec des questions que les phrases sans question alors que les experts passent des temps équivalents pour lire les deux types de phrases.

#### **Réponses aux questions**

Globalement, les performances des experts sont supérieures à celles des novices (.67 vs .55), les questions portant sur la base de texte suscitent davantage de réponses correctes que les questions portant sur le modèle de situation (.77 vs .45) et les versions explicites des textes donnent lieu à de meilleurs résultats que les versions implicites (.70 vs .52). L'interaction Version\*Questions indique un taux de réussite équivalent pour les questions

portant sur la Base de texte dans les versions explicite et implicite des textes (.79 et .75) alors que pour les questions relatives au Modèle de Situation, les versions Explicite donnent lieu à de meilleures performances que les versions Implicite (.61 vs. 30). L'interaction Version\*Connecteur est due à une augmentation des performances avec connecteur dans les versions Explicite (.75 vs .65) et à un résultat de sens inverse dans les versions Implicite (.46 vs .59). Enfin, une corrélation positive entre temps de lecture et réussite aux questions est observée pour les experts ( $r=.47$ ) mais non pour les novices ( $r=.26$ ).

### **5.3.3. Discussion et conclusion**

Le fait de rendre le texte plus cohérent (version Explicite), s'il n'améliore pas la réussite aux questions dont la réponse peut être trouvée dans la Base de texte, conduit à une augmentation du nombre de réponses correctes aux questions portant sur le Modèle de situation : la présence de la phrase-cible Inférence facilite la compréhension de la relation causale cause-conséquence. L'adjonction de questions et du connecteur « **c'est pourquoi** » provoque un allongement des temps de lecture mais n'améliore pas significativement les performances au questionnaire post-lecture, un résultat précédemment obtenu par Millis, Graesser, & Haberlandt (1993) et Sanders & Noordman (2000). Le connecteur « **c'est pourquoi** » provoque une amélioration des performances dans le cas des versions Explicite du texte et une détérioration dans le cas des versions Implicite, ce qui laisse penser que l'effet positif du connecteur ne se manifeste que lorsque les relations causales sont clairement énoncées.

Les phrases-cibles ne sont lues plus longtemps par les novices que lorsqu'ils doivent répondre à des questions dans les versions Explicite, les temps de lecture et la réussite aux questions post-lecture n'étant significativement corrélés que chez les experts et non chez les novices. Tout se passe comme si les novices cherchaient à répondre correctement aux questions alors que les experts tentaient de comprendre le contenu du texte. L'interaction Expertise\*type de question n'est pas significative. Comparées aux versions Implicite du texte, les versions Explicite améliore les performances des novices et des experts, ce qui suggère que les étudiants de biologie, bien que considérés comme des experts du domaine, ne le sont pas vraiment ! d'où la réelle nécessité d'utiliser des tests de connaissances pour appréhender les connaissances et croyances initiales des apprenants.

## **5.4. Influence des connaissances initiales et de la structure des énoncés sur la résolution de problèmes additifs**

Les recherches réalisées relèvent de l'arithmétique cognitive qui s'intéresse à la représentation mentale des nombres et de l'arithmétique, aux informations apprises et stockées en mémoire, ainsi qu'aux processus et aux procédures qui permettent d'accéder et d'utiliser ces connaissances (Groen et Parkman, 1972 ; Ashcraft, 1992). Nous nous plaçons dans le cadre des modèles de type associatif du développement de l'arithmétique cognitive proposés par Ashcraft (1982, 1987, 1992) et par Siegler et Shrager (1984) qui partagent deux postulats fondamentaux : (i) la résolution de problèmes numériques simples dépend de l'information récupérée en Mémoire à Long Terme (M.L.T) et, (ii) cette représentation en mémoire des nombres est organisée et structurée sous forme d'un réseau associatif avec des liens pondérés en fonction de la force de connexion. Plus précisément, les modèles associatifs proposés par Ashcraft (1982, 1987) et par Siegler et Shrager (1984) s'accordent sur les principes fondamentaux suivants : 1) les faits arithmétiques sont stockés en mémoire à long terme, 2) les associations stockées diffèrent par leur force respective, 3) la récupération en mémoire joue relativement tôt un rôle essentiel sur la performance et 4) les enfants jeunes recourent préférentiellement à diverses stratégies de comptage (par exemple en utilisant leurs doigts) pour développer plus tardivement une nouvelle stratégie, dite de récupération directe en mémoire à long terme. Une différence notable entre ces modèles : alors que le modèle d'Ashcraft prévoit une récupération directe par diffusion de l'activation dans le réseau, le modèle de Siegler et Shrager (1984) intègre donc deux processus différents, l'un lié à une récupération directe de la réponse en mémoire, l'autre lié aux stratégies de soutien (« backup strategies »).

#### **5.4.1. Stratégie de résolution des problèmes additifs**

Sur le plan des stratégies de traitement, il est également admis que la plupart des problèmes additifs sont résolus, soit par la stratégie de récupération directe en mémoire, soit par l'utilisation de l'une des stratégies de soutien suivantes : 1) le comptage des doigts, 2) le comptage verbal, 3) « les doigts » et 4) la décomposition (Ashcraft et Battaglia, 1978 ; Ashcraft et Fierman, 1982 ; Baroody, 1983 ; Siegler et Shrager, 1984 ; Svenson et Sjöberg, 1983). Des recherches développementales ont montré que c'est au cours de la scolarité primaire, notamment à partir du C.E.2, que s'opère le passage progressif des « stratégies de reconstruction » (dans lesquelles domine le comptage) aux « stratégies de reproduction » utilisant la récupération d'informations stockées en mémoire à long terme organisées sous forme de réseau. Alors que dans leurs premières expériences avec le nombre (cours



préparatoire), les enfants recourent largement à des stratégies de comptage, par la suite, ils deviennent capables de procéder par récupération directe du résultat en mémoire à long terme.

#### **5.4.2. Difficulté des problèmes**

Deux facteurs essentiels sont invoqués pour expliquer la difficulté relative des problèmes. Le premier concerne la « taille des problèmes », c'est-à-dire la grandeur des chiffres utilisés dans l'énoncé : à l'exception des problèmes avec des chiffres doubles, plus les chiffres à additionner sont élevés et plus le problème est difficile à résoudre. Le second facteur concerne les caractéristiques sémantiques des problèmes qui renvoient aux connaissances relatives aux transformations, aux combinaisons et aux comparaisons d'ensembles. Globalement, les caractéristiques sémantiques des problèmes additifs peuvent être classées en deux catégories : le type de problème et la nature de l'inconnue. A propos du premier facteur, les travaux de Vergnaud (1976, 1982) ont montré que le principal facteur de difficulté ne résidait pas dans le « calcul numérique », c'est-à-dire le type d'opération : addition ou soustraction, mais dans le « calcul relationnel » qui opère sur la représentation mentale des relations entre les éléments de la situation décrite dans l'énoncé du problème. Concernant le second facteur, les problèmes dont l'inconnue porte sur l'état final sont plus facilement résolus que les problèmes portant sur la recherche d'un état initial.

#### **5.4.3. Étude développementale des stratégies de résolution**

Dans cette recherche<sup>23</sup>, nous avons étudié la performance et les stratégies mises en oeuvre par trois groupes de 24 enfants (cours préparatoire (C.P.), cours élémentaire 2e année (C.E.2), et cours moyen 1ère et 2ème année (C.M.1-2)) qui devaient résoudre 12 problèmes de difficulté variable et résultant du croisement des facteurs (i) type de problème : changement, combinaison ou comparaison, et (ii) nature de l'inconnue : état final ou état initial. Afin d'étudier les stratégies mises en place ainsi que leur évolution en fonction de l'âge, les comportements des enfants lors de la résolution étaient observés et, à la fin de chaque problème résolu, les verbalisations des enfants étaient recueillies.

---

<sup>23</sup> Encadrement du mémoire de Maîtrise (E1) : Jovet (1999). Approche développementale des stratégies mises en oeuvre dans une activité de résolution de problèmes additifs.

## Les problèmes

Les problèmes proposés étaient de structure additive : leur solution numérique ne mettait en œuvre que des additions ou des soustractions. Les problèmes de type « changement » impliquent une transformation temporelle, qui s'exprime notamment par l'utilisation de termes tels que « au début, puis, maintenant, etc. ». Ces problèmes relèvent tous de la même structure : une quantité  $a$  se voit ajouter ou soustraire une quantité  $b$  pour finalement aboutir à une quantité  $c$  (Vergnaud, 1982). Les problèmes de type « combinaison » décrivent des situations « statiques » qui relèvent d'une structure de type partie/tout. Les problèmes de type « comparaison » consistent à comparer des quantités statiques présentées à l'aide de formules du type « de plus que, de moins que », ils relèvent d'une structure de type composition de relations statiques entre mesures. Chacun des problèmes présentait une situation qui mettait en scène deux enfants, situation qui pouvait être symbolisée par la formule suivante :  $a + b = c$  où «  $a$  » désigne l'information numérique relative à Pierre ; «  $b$  » l'information relative à Marie ; et «  $c$  » le résultat portant soit sur :  $a$  (Pierre),  $b$  (Marie), ou  $a$  et  $b$  (Pierre et Marie). Pour les trois types de problèmes, l'inconnue pouvait alors concerner, soit l'état final : trouver  $c$  connaissant  $a$  et  $b$  ; soit l'état initial : trouver  $a$  ou  $b$  connaissant  $b$  ou  $a$  et  $c$ . Afin de contrôler la difficulté numérique, nous avons défini opérationnellement un niveau de difficulté a priori « facile » en utilisant trois critères : l'utilisation des nombres inférieurs à la dizaine, la somme des données numériques utilisées était inférieure à 13 et l'exclusion des doubles. La difficulté de nos problèmes résidait donc dans l'opérationnalisation des variables type de problème et nature de l'inconnue, autrement dit, dans la structure sémantique des énoncés.

Afin d'inférer les procédures de résolution utilisées par les enfants, une procédure d'observation directe était utilisée. Pour chaque problème, la réponse et les indices comportementaux observés chez l'enfant étaient notés et reportés sur une grille d'observation inspirée de celle élaborée par Siegler & Shager (1984). A partir des indices comportementaux relevés, la réponse de l'enfant était affectée à l'une des sept stratégies suivantes : a) récupération, b) décomposition, c) utilisation des doigts, d) comptage verbal, et e) comptage des doigts, f) estimation. Après chaque problème résolu, il était demandé à l'enfant de verbaliser ses actions : « explique-moi comment tu as fais pour trouver ta réponse ».

Concernant l'effet des facteurs simples manipulés, nous prédisions : (i) une augmentation du nombre moyen de résolutions correctes en fonction du niveau scolaire ; (ii) un nombre moyen de réponses correctes plus élevé pour les problèmes à états finaux inconnus comparés aux problèmes à états initiaux inconnus (Riley, Greeno et Heller , 1983) ; et (iii) un

nombre moyen de réponses correctes plus élevé pour les problèmes de type comparaison que pour les problèmes de type changement et combinaison, non différents entre eux. Pour les effets d'interaction, nous prévoyions (i) une diminution de la différence de réussite aux problèmes à états initiaux et à états finaux inconnus avec l'augmentation du niveau scolaire, (ii) une différence de réussite aux problèmes à états initiaux et à états finaux inconnus plus importante pour les problèmes de type changement et combinaison que pour les problèmes de type comparaison, (iii) une diminution de la différence de réussite aux problèmes de type changement et combinaison comparés aux problèmes de type comparaison avec l'augmentation du niveau scolaire.

#### **5.4.4. Résultats**

##### **5.4.4.1. Analyse quantitative**

La réussite moyenne augmente du C.P. (.45) au C.E.2. (.60) et au C.M.1/C.M.2 (.80) et les résultats obtenus sont en accord avec ceux obtenus par Riley, Greeno et Heller (1983). Les problèmes dont l'état initial est inconnu sont plus difficiles à résoudre que ceux pour lesquels l'inconnue porte sur l'état final : 40 % vs 18 % d'échec. Les problèmes de type comparaison sont aussi bien résolus que les problèmes de type changement et combinaison. Quel que soit le niveau scolaire considéré, les problèmes portant sur la recherche de l'état final sont mieux réussis que ceux portant sur la recherche de l'état initial. Lorsque la question porte sur l'état final, les problèmes de type changement et combinaison sont plus faciles à résoudre que les problèmes de type comparaison. La différence de réussite entre les problèmes de type comparaison et les autres ne s'observe que pour les enfants les plus jeunes (CP) ; l'effet du type de problème disparaît dès la classe de C.E.2.

##### **5.4.4.2. Analyse qualitative des stratégies**

A partir d'une analyse qualitative élaborée sur la base de l'observation des comportements et des explications fournies par les enfants, nous avons identifié sept stratégies : (1) la stratégie « des doigts » : lever un nombre de doigts correspondant à chacun des termes de l'addition mais sans les dénombrer ; (2) le comptage des doigts : lever un nombre de doigts correspondant à chacun des termes de l'addition en les dénombrant ; (3) le comptage verbal : compter à voix haute ou basse, sans support externe ; (4) le comptage mental : compter « dans sa tête » ; (5) la décomposition : obtenir la réponse en décomposant l'énoncé sur la base d'un calcul dont le sujet connaît la réponse (récupération) et à partir duquel il va être à même de reconstituer la réponse au problème inconnu ; (6) la récupération : récupérer la réponse directement en mémoire à long terme ; (7) « l'estimation » : redonner

l'un des deux termes fournis dans l'énoncé ; auxquelles était ajoutée l'incompréhension quand l'énoncé du problème n'était pas compris.

#### **5.4.4.3. Analyse des stratégies en fonction de la nature de l'inconnue, du type de problème et du niveau scolaire**

Le tableau 15 ci-dessous indique la fréquence d'utilisation des stratégies de résolution en fonction des facteurs : type de problème, nature de l'inconnue et niveau scolaire.

Tableau 15 : Fréquence d'utilisation des stratégies de résolution en fonction des facteurs Type de problème, Nature de l'inconnue et Niveau scolaire.

Stratégies	Type de problème																	
	Changement						Combinaison						Comparaison					
	Etat Final			Etat Initial			Etat Final			Etat Initial			Etat Final			Etat Initial		
	CP	CE2	CM1- CM2	CP	CE2	CM1- CM2	CP	CE2	CM1- CM2	CP	CE2	CM1- CM2	CP	CE2	CM1- CM2	CP	CE2	CM1- CM2
<b>Estimation</b>	.04	.02	.00	.44	.10	.00	.02	.02	.00	.56	.10	.08	.46	.04	.06	.56	.10	.06
<b>Récupération</b>	.19	.40	.54	.13	.35	.58	.33	.50	.73	.29	.77	.90	.38	.94	.94	.21	.50	.60
<b>Décomposition</b>	.13	.13	.17	.08	.13	.10	.02	.02	.02	.00	.00	.00	.02	.00	.00	.02	.13	.15
<b>Doigts</b>	.08	.02	.02	.10	.04	.02	.10	.00	.04	.00	.02	.00	.04	.00	.00	.04	.00	.02
<b>Comptage doigts</b>	.25	.13	.02	.08	.08	.04	.10	.06	.02	.00	.00	.00	.02	.00	.00	.06	.10	.02
<b>Comptage verbal</b>	.08	.15	.04	.08	.04	.06	.15	.23	.04	.02	.04	.00	.02	.02	.00	.04	.04	.00
<b>Comptage mental</b>	.23	.17	.21	.13	.23	.19	.25	.17	.15	.10	.06	.02	.06	.00	.00	.06	.13	.15
<b>Incompréhension</b>	.00	.00	.00	.00	.02	.00	.00	.00	.00	.02	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00

**Estimation** : redonner l'un des deux termes fournis dans l'énoncé.

**Récupération** : récupérer la réponse directement en mémoire à long terme.

**Décomposition** : obtenir la réponse en décomposant l'énoncé sur la base d'un calcul dont le sujet connaît la réponse (récupération) et à partir duquel il va être à même de reconstituer la réponse au problème inconnu.

**Doigts** : lever un nombre de doigts correspondant à chacun des termes de l'addition mais sans les dénombrer.

**Comptage des doigts** : lever un nombre de doigts correspondant à chacun des termes de l'addition en les dénombrant.

**Comptage verbal** : compter à voix haute ou basse, sans support externe (ex : les doigts).

**Comptage mental** : compter « dans sa tête ».

**Incompréhension** : l'énoncé du problème n'est pas compris par le sujet.

Face à la recherche de l'état initial, quel que soit le type de problème considéré, les enfants de C.P., utilisent majoritairement une stratégie d'estimation en redonnant l'un des termes fournis dans l'énoncé du problème, le plus souvent l'état final. Ce comportement, lié à l'incompréhension des relations qui lient les termes du problème et observé par Baroody (1983) chez des enfants d'âge pré-scolaire, persiste donc en première année de scolarité primaire. Par exemple, le problème « Pierre a 4 livres. Marie a 7 livres de plus que Pierre. Combien de livres a Marie ? » semble compris par l'enfant comme « Pierre a 4 livres et Marie a 7 livres ». La réponse donnée par l'enfant était 7, et l'une des verbalisations fréquemment associée était « ton problème il est facile ! c'est déjà marqué, je viens juste de le lire combien elle en a Marie ».

Pour la recherche de l'état final, chez les enfants de C.P., nous constatons d'une part, une diminution importante de l'estimation et, d'autre part, le recours à des stratégies plus diversifiées de comptage et de récupération. Chez les enfants de niveau scolaire supérieur (C.E.2, C.M.1-2), l'effet de la structure sémantique des problèmes est moins marqué et les réponses sont majoritairement produites à la suite d'une récupération directe en mémoire.

#### 5.4.4.4. Evolution des stratégies en fonction du niveau scolaire

Le tableau 16, ci-dessous, présente les pourcentages moyens d'utilisation des différentes stratégies en fonction du Niveau scolaire.

Tableau 16 : Évolution des stratégies recensées en fonction du niveau scolaire

Stratégies	C .P.	C.E2	CM1-CM2
<b>Estimation</b>	<b>34,72</b>	<b>6,60</b>	<b>3,47</b>
<b>Récupération</b>	<b>25,35</b>	<b>57,64</b>	<b>71,53</b>
<b>Décomposition</b>	<b>4,51</b>	<b>6,60</b>	<b>7,29</b>
<b>Doigts</b>	<b>5,56</b>	<b>1,39</b>	<b>1,74</b>
<b>Comptage des doigts</b>	<b>8,68</b>	<b>6,25</b>	<b>1,74</b>
<b>Comptage verbal</b>	<b>6,60</b>	<b>8,68</b>	<b>2,43</b>
<b>Comptage mental</b>	<b>14,24</b>	<b>12,50</b>	<b>11,81</b>
<b>Incompréhension</b>	<b>0,35</b>	<b>0,35</b>	<b>0,00</b>

L'analyse statistique des données issues de l'observation des comportements et du recueil des verbalisations des enfants montre qu'au C.P., les stratégies les plus fréquemment utilisées sont la récupération et l'estimation, les autres stratégies de comptage étant utilisées dans des proportions moindres. Concernant l'évolution de l'utilisation des stratégies en fonction du niveau scolaire, conformément à nos attentes, on observe une augmentation de la fréquence d'utilisation de la récupération, accompagnée d'une diminution d'utilisation de

l'estimation entre le C.P. et le C.E.2. L'évolution de l'utilisation des différentes stratégies semble donc pouvoir être décomposée en deux phases. Dans un premier temps, chez les enfants les plus jeunes, le mode de résolution apparaît essentiellement centré sur l'estimation. La fréquence d'utilisation de cette stratégie diminue fortement au C.E.2 pour laisser une place croissante à la récupération, qui devient alors la stratégie privilégiée des enfants. Bien que les résultats relatifs à l'évolution de la récupération aillent dans le sens de ceux observés par Ashcraft et Fierman (1982) et Svenson et Sjöberg (1982), nous n'avons pas observé d'évolution significative de l'emploi des stratégies de comptage. Il n'en reste pas moins que, comme le suppose Ashcraft (1982), le C.E.2 constitue une période charnière de l'évolution de la récupération.

En conclusion, les résultats obtenus démontrent l'effet des caractéristiques sémantiques des problèmes additifs sur la performance des enfants. En effet, selon le type de problème et la nature de l'inconnue, le nombre de réponses correctes et les stratégies mises en œuvre varient, cet effet se manifestant surtout chez les enfants les plus jeunes et s'estompant dès le C.E.2.

### **5.5. Aides à la résolution de problèmes additifs de type comparaison<sup>24</sup>**

Soucieuse d'aider les enfants à améliorer leurs performances, les résultats précédents nous ont conduit à nous intéresser à : (i) la nature des aides cognitives à apporter aux enfants confrontés à la résolution de problèmes additifs et, (ii) à l'effet du travail en dyades composée de paires d'enfants novice/novice et novice/expert. Dans la première étude, nous avons examiné, auprès d'enfants de CE2, l'influence de deux formes d'aides : aide linguistique vs aide à la résolution, lors de la résolution de problèmes additifs de type comparaison qui variaient en fonction : (i) de la formulation de l'énoncé : congruente vs non congruente, et (ii) de l'opération à effectuer : addition vs soustraction. Le but de ces aides était de faciliter l'identification des ensembles mentionnés dans le problème et de faciliter l'activation du schéma logico-mathématique propre aux problèmes additifs de comparaison.

Les résultats obtenus indiquent que les enfants ont bénéficié de la même manière des deux formes d'aide. Néanmoins, ces aides ne sont efficaces que pour les problèmes comportant le terme non marqué « de plus que », et ceci quelle que soit la formulation de

---

<sup>24</sup> (09). Jovet, C., Jhean, S. & Martins, D. (2002). Aide à la résolution de problèmes additifs de comparaison chez des enfants de CE2, *Revue de Psychologie de l'Education*, 5, 1-17.

Encadrement du mémoire de D.E.A. (E9) : Jovet, C. (2000). Aides à la résolution de problèmes additifs de type comparaison chez des enfants de CE2.

l'énoncé. Ces résultats soulignent l'importance du rôle du traitement du langage dans la résolution de problèmes à énoncé verbal.

### **5.6. Effets de la collaboration et du schéma de Soi sur la résolution de problèmes additifs<sup>25</sup>**

Dans cette seconde recherche dévolue à l'étude des effets de la collaboration entre élèves sur les performances scolaires en arithmétique (enfants de 7-8 ans), nous avons comparé deux approches de l'apprentissage : une approche cognitive (Tudge, 1992 ; Tudge & Rogoff, 1989 ; Tudge & Winterhoff, 1993 ; Tudge, Winterhoff & Hogan, 1996) et une approche psychosociale (Mugny, 1985 ; Perret-Clermont & Nicolet, 1988 ; Monteil, 1988). Nous avons étudié les effets des interactions entre élèves de 7 à 8 ans sur la performance à une tâche de résolution de 16 problèmes additifs : 3 problèmes de Type changement, 4 problèmes de Type comparaison, 3 problèmes de Type combinaison et 6 problèmes de composition de deux transformations. Deux types de dyades étaient constituées : des dyades symétriques formées de deux enfants de même niveau de compétence, « experts » ou « novices », et des dyades asymétriques constituées de deux enfants de niveaux différents : un « expert » et un « novice », placés soit en position de tuteur soit en position d'apprenant. L'hypothèse formulée consistait à supposer que l'amélioration de la performance dépendait du type de dyades : symétriques vs. asymétriques et du schéma de soi académique ou mémoire autobiographique des élèves (Monteil, 1988 ; Martinot & Monteil, 1995).

Le constat d'une plus grande amélioration des performances des élèves les moins bons lorsqu'ils sont guidés par des élèves plus compétents (dyade asymétrique formée d'un expert tuteur et d'un novice apprenant) est en accord avec les prédictions dérivées de l'hypothèse cognitiviste. Dans une proportion moindre, on note une amélioration de la performance des « novices » dans la dyade symétrique où tuteur et apprenant sont tous deux de faible compétence. Ce second résultat est en accord avec les prédictions dérivées de l'hypothèse psychosociale selon lesquelles, dans ce type de situation, un conflit d'incompétence inter-individuel induit des raisonnements plus approfondis qui, à leur tour, guident les enfants vers

---

<sup>25</sup> (10). Soubiale, N., Carpentier, K. & **Jhean, S.**(2003). Effects of kind of dyads and self-schemata on problem solving : an exploratory study, *Studia Psychologica*, 45, 2, 131-149.

Co-encadrement avec N. Soubiale (MCF Psychologie sociale) du mémoire de Maîtrise (E2) : Carpentier (1999). Effets de la nature de la dyade et du schéma de soi sur le déroulement d'une activité de résolution de problèmes.



les solutions au problème posé. Par contre, aucun effet significatif simple ou d'interaction de la variable « schéma de soi académique » n'est observé.

## **Deuxième partie**

### **Interprétation de combinaisons conceptuelles**

#### **« Nom Nom » nouvelles et Développement**

#### **Chapitre 4. Modélisation de l'interprétation des combinaisons conceptuelles**

##### **« Nom Nom » nouvelles<sup>26</sup>**

Les études sur le traitement du langage, dans son versant compréhension comme dans son versant production, occupent une place importante au sein de la psychologie cognitive (Kintsch et van Dijk, 1978 ; Miller et Kintsch, 1980 ; Anderson, 1983 ; Le Ny, 1979, 1980, 1989 ; Denhière et Baudet, 1992). La compréhension d'un texte ou d'une phrase consiste dans la construction d'une représentation sémantique cohérente du contenu de l'énoncé lu ou entendu en utilisant ses connaissances lexicales, syntaxiques et sémantiques représentées en mémoire. La production langagière consiste à combiner des mots les uns avec les autres afin de produire une phrase syntaxiquement et sémantiquement correcte. Au terme de cette activité, les concepts isolés constituant cette phrase sont combinés en une structure complexe dont l'interprétation est guidée par les règles d'usage de la syntaxe et de la sémantique. La notion de combinaison conceptuelle réfère à cette structure d'interprétation complexe. Plus précisément, une combinaison conceptuelle peut être définie comme une phrase elliptique qui comporte deux constituants ; en Anglais, le premier constituant, nom ou adjectif, désigné par le terme de modificateur (Md, dans la suite), est supposé influencer sur l'interprétation sémantique du second constituant, toujours un nom, qualifié de nom principal (NP, dans la suite) (Murphy, 2002). C'est le cas d'expressions courantes comme « opération vérité », « micro trottoir », « Paris Plage », « musicien danseur », « couple-amorce », « combinaison-cible », etc. Une combinaison conceptuelle doit être distinguée des noms composés qui sont formés de plusieurs mots (chef-lieu, arc-en-ciel, monte-charge, chauffe-plat, etc.), qui réfèrent à un objet unique, mais qui sont répertoriés dans les dictionnaires et constituent une entrée dans le lexique mental. Dans la mesure, où l'intégralité des travaux expérimentaux que nous rapportons ont été réalisés en langue anglaise, il convient de noter dès maintenant que la

---

<sup>26</sup> (11). Jhean-Larose, S. & Denhière, G. (2006). Etude des processus cognitifs d'interprétation de combinaisons conceptuelles nouvelles, *L'Année Psychologique*, Numéro 2, 265-304.

position de l'adjectif modificateur dans les couples « Adjectif Nom » correspond aux règles syntaxiques d'usage de la langue anglaise et non à celle de la langue française.

Envisagé sous l'angle de la psychologie cognitive, le problème posé par l'interprétation d'une combinaison conceptuelle réside dans l'identification des processus qui président à la construction d'une signification du concept complexe élaboré à partir de la présentation des deux constituants. Pour tenter de faciliter la résolution de ce problème, il est utile d'examiner dans quels cas la production de combinaisons conceptuelles est observée. Trois cas sont généralement distingués (Downing, 1977). Premièrement, une combinaison conceptuelle est créée pour désigner une catégorie nouvelle d'objets. « Fish Sandwich » (« sandwich au poisson ») désigne une catégorie nouvelle de sandwiches, différant des autres notamment par sa composition, son temps de préparation, son goût. En Anglais, cette différence est déterminée par le nom ou l'adjectif modificateur situé en position initiale dans la combinaison. Néanmoins, en dépit de ces nouvelles caractéristiques, le référent de la combinaison conceptuelle conserve un certain nombre de traits sémantiques communs avec le nom principal. Deuxièmement, les combinaisons conceptuelles apportent des informations concises et pertinentes, ainsi « football parking » désigne une aire où l'on peut garer sa voiture pendant la durée d'un match de football (Wisniewski, 1997). Troisièmement, les combinaisons conceptuelles sont souvent utilisées à la manière des anaphores comme référent d'un autre concept, cité antérieurement dans le discours. Ainsi, après avoir décrit le premier homme à avoir reçu un cœur artificiel, « Barney Clark », le locuteur évoquera le « Heart Man » pour apporter des informations nouvelles au sujet de cet homme (Gerrig & Murphy, 1992).

Sur le plan empirique, la manière de déterminer la signification résultant de la présentation de combinaisons conceptuelles nouvelles consiste à examiner les interprétations qui leur sont attribuées par des individus, le caractère nouveau des combinaisons étant défini par le fait que ces combinaisons ne correspondent pas à des entrées lexicales du dictionnaire et que les participants ne les ont jamais lues ou entendues auparavant (Wisniewski & Gentner, 1991; Wisniewski & Markman, 1993; Wisniewski, 1996; Markman & Wisniewski, 1997 ; Wisniewski & Love, 1998).

Nous nous proposons de passer en revue les principaux modèles explicatifs de l'interprétation de combinaisons conceptuelles « Adjectif Nom » et « Nom Nom » proposés ces dernières années. S'ils postulent tous que l'interprétation d'une combinaison conceptuelle implique l'établissement d'une relation entre les référents de ses constituants, ces modèles

peuvent être regroupés en deux catégories principales selon la nature des processus qui président à l'établissement de cette relation. La première catégorie, inspirée de la linguistique (Levi, 1978), suppose que les concepts constituants d'une combinaison sont liés par un ensemble limité de relations thématiques. Elle est représentée par le modèle CARIN (Competition Among Relations In Nominals) proposé par Gagné & Shoben (1997) et Gagné (2002). La seconde catégorie invoque la notion de schéma et ses propriétés structurales et fonctionnelles pour rendre compte de la création de la signification. Suivant une démarche qui va du spécifique au général, nous commencerons par exposer les modèles les plus spécifiques avec le modèle SMM (« Selective Modification Model ») formulé par Smith, Osherson, Rips & Keane, (1988) qui ne traite que des combinaisons « Adjectif - Nom » et le modèle CSM (« Concept Specialization Model ») de Murphy (1988, 1990) puis nous présenterons les modèles plus généraux qui tentent de rendre compte des différents types d'interprétations des combinaisons avec le modèle du « Double processus » (Dual Process) de Wisniewski (1996, 1997, 2001) et le modèle C3 de « la combinaison conceptuelle guidée par la satisfaction de contraintes » (« Constraint-Guided Conceptual Combination Model ») de Costello & Keane (2000, 2001). Nous envisagerons les avantages respectifs de ces modèles, leur portée explicative et les contraintes spécifiques liées à la langue française, comparée à la langue anglaise avant d'exposer notre programme expérimental.

## **1. Le modèle CARIN (Gagné et Shoben, 1997 ; Gagné, 2002)**

### **1.1. Caractéristiques principales du modèle CARIN**

Gagné et Shoben (1997), se référant à Gleitman & Gleitman (1970), Kay & Zimmer (1976), supposent que : (i) les rapports susceptibles d'être établis entre deux concepts nominaux peuvent être décrits par un nombre limité de relations sémantiques décrites dans la taxonomie proposée par Levi (1978) : localisation, cause, à propos de, matière, ressembler à, etc., et que (ii) les individus utilisent ces relations pour interpréter les combinaisons nouvelles proposées. Le modèle CARIN, qui accorde donc une large place au processus de sélection d'une relation entre les constituants de la combinaison conceptuelle, postule en outre que la représentation du concept modificateur (Md) qui est activée comporte l'ensemble des relations susceptibles d'impliquer ce dernier. CARIN suppose en effet que « l'histoire combinatoire » d'un nom utilisé comme Modificateur (Md), i.e. les traitements antérieurs dont ce mot a fait l'objet, influencent son interprétation dans une combinaison conceptuelle nouvelle et que les connaissances sur ce Nom jouant le rôle de Modificateur (Md) interviennent dans l'interprétation d'une combinaison nouvelle. La disponibilité en mémoire

de la relation pertinente facilite l'interprétation d'une combinaison nouvelle (Md NP). Par exemple, dans le cas où « Mountain » est posé comme modificateur dans des combinaisons comme « Mountain Stream », « Mountain Goat » ou « Mountain Cloud », la relation qui est la plus fréquemment retenue pour interpréter ces combinaisons est celle de « localisation ». La relation « à propos de », activée pour interpréter la combinaison « Mountain Magazine », est beaucoup moins fréquemment associée à « Mountain » que la relation « localisation ». Cette connaissance relative à l'utilisation pertinente d'une relation pour un concept donné, qualifiée de « distribution relationnelle » par Gagné et Shoben (1997), reflète l'expérience acquise et stockée en mémoire à propos des combinaisons conceptuelles.

Comparée à celle du Nom Modificateur (Md), l'histoire combinatoire du Nom Principal (NP) exerce une influence moindre sur l'interprétation d'une combinaison conceptuelle nouvelle. Gagné et Shoben (1997) ont expérimentalement montré que le temps mis pour juger la plausibilité d'une interprétation d'une combinaison nouvelle variait en fonction de la fréquence relative des relations thématiques associées au modificateur et non de celles du nom principal. Gagné (2001) a également montré que des combinaisons-cibles sont plus facilement interprétées quand elles sont précédées par des combinaisons-amorces dans lesquelles le modificateur et la relation Md-NP sont identiques. Ce résultat suggère que l'augmentation de la disponibilité d'une relation facilite l'interprétation d'une combinaison nouvelle et que la pré-activation d'un modificateur augmente la disponibilité d'une relation.

Gagné (2002) développe le modèle CARIN en précisant le rôle de l'information lexicale et conceptuelle dans l'interprétation des combinaisons conceptuelles nouvelles. Au préalable, elle établit une distinction entre « lexème composé » et « combinaison conceptuelle nouvelle » et elle suggère l'existence d'un continuum allant des combinaisons hautement familières : « Stop Sign », « Salad Dressing », aux combinaisons nouvelles : « Chocolate Twig », « Sand Pie » : l'expérience passée des participants exerçant un effet sur l'interprétation des combinaisons nouvelles. L'expérience acquise est supposée agir sur l'interprétation des combinaisons en exerçant un effet sur la disponibilité des items lexicaux en mémoire et, par voie de conséquence, en facilitant la sélection d'une interprétation particulière (Ferretti et Gagné, 2006 ; Gagné et Spalding, 2007). Ainsi, si l'on considère le couple : « decomposing compounds », un linguiste favorisera l'interprétation « mot composé » alors qu'un chimiste privilégiera l'interprétation « composé chimique ».

## 1.2. Validations expérimentales du modèle CARIN

Afin de déterminer la manière dont les informations lexicales et conceptuelles interviennent au cours du processus d'interprétation de combinaisons conceptuelles nouvelles, Gagné manipule expérimentalement la disponibilité lexicale et la disponibilité relationnelle en utilisant un paradigme d'amorçage (Meyer et Schvaneveldt, 1971 ; Fischler, 1977 ; Neely, 1977, 1991 ; Neely et Keefe, 1989 ; Roediger et Challis, 1992). Distinguant l'amorçage sémantique de l'amorçage relationnel, Gagné considère que l'amorçage sémantique rend compte de l'accessibilité en mémoire du modificateur et du nom principal alors que l'amorçage relationnel renvoie à la compréhension des processus de sélection d'une relation et de combinaison des concepts. Appliquée aux combinaisons conceptuelles, la procédure d'amorçage sémantique d'une combinaison-cible (Md-NP) précédée d'une combinaison-amorce (Md-NP) conduit à prédire que le temps de réaction face à une combinaison-cible variera en fonction de la force de la relation sémantique entre les deux combinaisons. L'identification de la combinaison-cible reliée sera facilitée et son temps d'interprétation (TR) sera plus court du fait de la plus grande quantité d'activation lexicale. En effet, Gagné postule que si l'entrée lexicale des mots sémantiquement reliés est activée, alors la présentation d'une combinaison-amorce contenant un mot sémantiquement relié à l'un des constituants de la combinaison-cible augmentera la disponibilité de ce même mot au niveau de la cible. Afin de tester cette hypothèse, Gagné (2002) réalise deux expérimentations dans lesquelles elle manipule la similarité sémantique entre les noms principaux des combinaisons-amorces et des combinaisons-cibles (expérience 1) ainsi qu'entre les modificateurs de ces mêmes combinaisons (expérience 2).

Dans la première expérience, le matériel se compose de 60 combinaisons extraites du corpus de Gagné & Shoben (1997). Chaque combinaison possède une interprétation littérale et la fréquence de la relation entre ses composants, envisagée dans les sens Md → NP et NP → Md, est dichotomisée en élevée ou faible. Par exemple, la relation « localisation » est catégorisée comme hautement fréquente pour le modificateur « Mountain » car, dans le corpus, la plupart des combinaisons où « Mountain » est posé comme modificateur renvoie à cette relation. Selon le principe de la distribution relationnelle évoqué plus haut, les combinaisons se répartissent en quatre catégories :

- HH (High-High frequency) : combinaison pour laquelle la relation est hautement fréquente dans les sens Md-NP et NP-Md ;

- HL (High-Low frequency) : combinaison pour laquelle la relation est hautement fréquente dans le sens Md-NP ;
- LH (Low-High frequency): pour laquelle la relation est hautement fréquente dans les sens NP-Md ;
- LL (Low-Low frequency) : pour laquelle la relation est peu fréquente dans les sens Md-NP et NP-Md.

Trois types de combinaisons-amorces ont été construites pour chaque combinaison - cible. Deux d'entre elles ont leur nom principal (NP) sémantiquement similaire au nom principal (NP) de la combinaison - cible. Pour l'une des deux, la relation qui lie les deux constituants est identique (exemple : « Surgery Remedy ») à celle qui lie les constituants de la combinaison-cible (« Oil Treatment ») alors que pour l'autre, la relation est différente (« Disease Remedy »). La similarité sémantique existant entre les noms principaux des combinaisons-amorces et des combinaisons – cibles a été évaluée dans un pré-test sur une échelle en 7 points, les valeurs moyennes s'établissant à 5,22 et 2,75 ( $p = .0001$ ) dans les conditions similitude forte et faible. Le troisième type de combinaison-amorce (« Alligator Leather ») renvoie à une condition neutre dans laquelle les deux constituants de la combinaison ne sont pas reliés sémantiquement à la cible.

L'amorçage sémantique a été testé en comparant les temps de réponse aux combinaisons conceptuelles cibles dans les deux conditions Relation à ceux obtenus pour la condition neutre. L'amorçage relationnel a été testé en comparant les temps de réponse aux combinaisons conceptuelles cibles dans la condition « même relation » à ceux obtenus dans la condition « relation différente ». Gagné (2002) prédit un amorçage sémantique qui se traduira par des temps de réponse significativement plus courts dans les deux conditions où les noms principaux des combinaisons amorces et cibles sont sémantiquement similaires comparées à la condition neutre. Cette facilitation s'explique par le fait que l'entrée lexicale du nom principal est rendue plus disponible par l'amorçage sémantique dans les deux conditions Relation. Gagné prédit également une absence d'effet d'amorçage relationnel puisque la disponibilité d'une relation n'est pas affectée par le nom principal. Les résultats de cette première expérience sont présentés dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : Temps de réponse (en ms) et pourcentage de réponses correctes pour les combinaisons cibles en fonction du type de combinaisons-amorces.

Relation entre les combinaisons-amorces et les combinaisons - cibles	Temps de réponse et écarts-types	Pourcentage de réponses correctes
Même relation	1204 (201)	90
Relation différente	1198 (240)	87
Neutre	1327 (223)	81

Deux analyses de variance confirment un résultat obtenu antérieurement (Gagné & Shoben, 1997 ; Gagné, 2001), à savoir que le type de combinaison amorce exerce un effet significatif sur l'interprétation de la cible. Un effet d'amorçage sémantique est mis en évidence : les temps de réponse pour les combinaisons-cibles sont significativement plus courts lorsque l'amorce et la cible partagent des noms principaux similaires. Le même patron de résultats est observé pour le pourcentage de réponses correctes. Aucun effet d'amorçage relationnel n'est observé.

Dans la seconde expérimentation, Gagné déplace la similarité sémantique du nom principal au modificateur des combinaisons conceptuelles amorces et cibles. Deux types de combinaisons amorces ont leur modificateur sémantiquement similaire avec celui de la combinaison - cible. Dans l'une des deux conditions, la relation qui lie les deux constituants est identique à celle qui lie les constituants de la cible alors que dans l'autre, la relation est différente. Un troisième type de combinaisons-amorces (condition neutre) dans lequel le modificateur et le nom principal ne sont pas sémantiquement reliés à ceux de la combinaison-cible est construit.

Comme pour l'expérience 1, Gagné prédit l'existence d'un amorçage sémantique du fait que l'entrée lexicale du modificateur de la combinaison-amorce facilitera davantage l'accès à la cible dans la condition modificateur similaire que dans la condition non relation entre les modificateurs amorce et cible. Mais contrairement à l'expérience précédente, l'auteur prédit un effet d'amorçage relationnel parce que les combinaisons amorces et cibles partagent des modificateurs similaires. Ainsi, dans cette seconde expérimentation, les combinaisons-amorces comprenant la même relation que les cibles faciliteront la sélection de la relation et, de ce fait, réduiront les temps de réponse à la combinaison - cible. Les résultats sont présentés dans le tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2 : Temps de réponse (en ms) et pourcentage de réponses correctes pour les combinaisons cibles en fonction du type de combinaisons-amorces.

Relation entre les combinaisons-amorces et les combinaisons - cibles	Temps de réponse et écarts-types	Pourcentage de Réponses correctes
Même relation	1107 (184)	90
Relation différente	1173 (289)	83
Neutre	1278 (280)	84

Un effet d'amorçage sémantique est mis en évidence : les temps de réponse aux cibles sont significativement plus courts lorsque les couples amorces et cibles partagent des modificateurs similaires (relation identique versus neutre et relation différente versus neutre). Le même patron de résultats est observé pour le pourcentage de réponses correctes.

A la différence de l'expérience 1, on observe ici un effet d'amorçage relationnel, les temps moyens de réponse aux couples cibles entretenant une relation identique à celle des couples amorces sont significativement inférieurs ( $d = 66$  ms,  $p < .01$ ) aux temps moyens de réponse des couples-cibles entretenant une relation différente de celles des couples-amorces.

Gagné calcule la fréquence d'occurrence des constituants des couples-amorces dans les différentes conditions expérimentales pour s'assurer que les deux expériences sont comparables. Les résultats des comparaisons indiquent une absence de différence significative permettant de conclure que les amorces utilisées dans les deux expériences ne diffèrent pas en termes de fréquence d'usage.

Les résultats des deux expériences rapportées indiquent que la disponibilité lexicale comme la disponibilité relationnelle peuvent toutes deux faciliter l'activité d'interprétation de combinaisons conceptuelles nouvelles. Dans les deux expérimentations, les combinaisons-cibles sont plus facilement interprétées lorsqu'elles sont précédées par une combinaison-amorce dans laquelle l'un des constituants est proche sémantiquement de l'un des constituants de la cible que lorsque l'amorce est non reliée à la cible. Dans l'expérience 2, l'interprétation d'une combinaison-cible est davantage facilitée lorsque le couple-amorce comprend le même modificateur et la même relation sémantique que le couple - cible que lorsqu'elle comprend le même modificateur et une relation différente. On peut en conclure que : (i) le modificateur et



le nom principal n'exercent pas les mêmes effets sur l'accès à l'information relationnelle et que (ii) la disponibilité d'une relation est sensible aux caractéristiques des utilisations antérieures du modificateur mais non du nom principal.

Comme nous l'avons signalé plus haut, la large place faite à la disponibilité des relations Md - NP pour rendre compte de l'interprétation des combinaisons conceptuelles nouvelles est une des propriétés du modèle CARIN (Gagné et Spalding, 2004 a et b ; Gagné, Spalding & Ji, 2005). Cette disponibilité est déterminée par le modificateur. Selon les auteurs du modèle, la représentation du concept modificateur inclut les connaissances relatives aux relations qui lui sont le plus fréquemment associées ; la facilité avec laquelle une combinaison est interprétée varie en fonction la disponibilité de la relation pertinente. Au cours de l'interprétation d'une combinaison conceptuelle nouvelle, plusieurs relations entrent en compétition. Plus une relation relève du modificateur concerné, plus sa disponibilité s'accroît et plus sa probabilité d'être sélectionnée augmente. Le nom principal n'est pas impliqué dans la sélection initiale d'une relation. Le modificateur en première position dans la combinaison « suggère » des relations et le choix se fait par la suite en fonction du nom principal.

### **1.3. Limites du modèle CARIN**

Si les résultats des deux expériences rapportées sont compatibles avec le modèle proposé, certaines limites demeurent. La version initiale de CARIN pose que (i) la distribution relationnelle du modificateur est le premier facteur à exercer un effet sur la sélection d'une relation et que (ii) chaque modificateur possède sa propre distribution relationnelle. Les résultats de Gagné (2002) qui indiquent qu'une combinaison amorce exerce un effet sur la sélection d'une relation dans le cas où le modificateur de la combinaison-amorce est identique à celui de la combinaison – cible sont en accord avec ces hypothèses. Cependant, comme nous le verrons plus bas, l'information relationnelle associée à un modificateur n'est pas le seul facteur à exercer un effet sur la sélection d'une relation au cours de l'interprétation d'une combinaison nouvelle. De plus, le modèle ne propose pas une définition claire des concepts de distribution relationnelle du modificateur et de similarité sémantique des modificateurs communs à différentes combinaisons. Ces deux facteurs renvoient à des sources d'information associées à deux processus différents. Le premier d'entre eux renvoie à l'accès à la distribution relationnelle du modificateur et à la sélection de la relation la plus fréquemment utilisée avec ce concept. Ce processus prend en compte la fréquence absolue de chaque relation. Le second processus consiste dans l'activation de

l'ensemble des combinaisons antérieurement rencontrées qui partagent un modificateur similaire.

Pour conclure, Gagné (2002) suggère la possibilité de l'existence de deux voies possibles de sélection d'une relation sémantique lors de l'interprétation de combinaisons conceptuelles nouvelles. Une première voie utiliserait le processus algorithmique de liaison des deux constituants de la combinaison sur la base de la distribution relationnelle du modificateur tel qu'il a été mis en évidence expérimentalement. Une seconde voie reposerait sur le recouvrement en mémoire de combinaisons conceptuelles antérieurement traitées, recouvrement qui serait rendu possible, par exemple, par une organisation des connaissances en mémoire sous forme de schémas.

Ce mode d'organisation de la mémoire sémantique est postulé par la famille des modèles d'interprétation des combinaisons conceptuelles que nous allons maintenant aborder. Nous décrivons cette classe de modèles en allant des plus spécifiques avec le modèle SMM de « Modification sélective » (« Selective Modification Model ») de Smith, Osherson, Rips & Keane (1988)<sup>27</sup> et le modèle CSM de « spécialisation conceptuelle » (« Concept Specialization Model ») de Murphy (1990) aux plus généraux avec le modèle du « Double processus » (« Dual Process ») de Wisniewski (1996, 1997, 2002) et le modèle C3 de « combinaison conceptuelle guidée par la satisfaction de contraintes » (« Constraint-Guided Conceptual Combination Model ») de Costello & Keane (2000, 2001). Dans ce cadre, un concept est envisagé comme un schéma, un cadre (« frame »), qui représente les connaissances dont nous disposons à propos d'un endroit, d'un événement ou d'un objet. Ces connaissances ont été acquises au fil de nos expériences personnelles et de nos apprentissages. Les schémas s'organisent en attributs instanciés par des valeurs typiques ou attribuées par défaut (Minsky, 1975 ; Rumelhart, 1980). Si nous prenons l'exemple du schéma « serpent », il est constitué notamment de l'attribut « manger » et une valeur associée à ce dernier sera « comestible » (Brachman, 1978).

---

<sup>27</sup> Pour une présentation détaillée du modèle SMM (Smith, Osherson, Rips & Keane, 1988) portant spécifiquement sur les combinaisons « Adjectif Nom », nous renvoyons à l'article de Jhean-Larose, S. & Denhière, G. (2006) (11).

## **2. Les modèles recourant à la notion de schéma**

### **2.1. Le modèle CSM de « Spécialisation Conceptuelle » de Murphy (1988)**

#### **2.1.1. Caractéristiques principales du modèle CSM**

Le modèle CSM de spécialisation conceptuelle postule une représentation schématique des concepts, Murphy (1988) considérant que les réseaux d'attributs capturent mieux les significations auxquelles les individus sont sensibles que les systèmes de relations générales et qu'ils permettent de rendre compte des deux activités mentales impliquées dans toute interprétation d'une combinaison conceptuelle : l'attribution d'une signification et l'imputation d'un référent. Ainsi, par exemple, il est probable que le schéma « éléphant » comprenne les attributs « couleur » et « habitat » susceptibles d'être instanciés par des valeurs fortement typiques telles que « gris » et « zoo ». Ces valeurs peuvent être plus ou moins complexes et renvoyer à d'autres schémas, et les traitements appliqués à un schéma peuvent être appliqués à ses valeurs (Rumelhart et Ortony, 1977). Cohen & Murphy (1984) supposent que le processus de combinaison conceptuelle consiste à utiliser le concept « Nom Modificateur » pour instancier les valeurs des attributs du concept « Nom principal ». Ainsi, une interprétation possible de la combinaison « Robin Snake » consiste à instancier l'attribut « manger » du schéma « snake » par le concept modificateur « robin », ce qui conduit à « un serpent qui mange des rouge-gorges ».

Dans le modèle CSM, les connaissances des individus interviennent (i) dans la sélection de l'attribut à instancier au niveau du nom principal et (ii) dans l'élaboration du nouveau concept. Selon Murphy (1988), « il est impossible de créer un concept « complet » si l'on ne connaît que les deux concepts impliqués. Il est nécessaire d'accéder à une vaste base de données, aux connaissances du monde, pour élaborer un concept complet car ces connaissances influencent le processus d'interprétation » (p.533). Murphy (1988) décrit la manière dont les connaissances sont utilisées pour élaborer une interprétation de la combinaison conceptuelle « Apartment dog » (p. 540). Une première interprétation est construite par instanciation d'un attribut du concept Nom principal « Dog » : les sujets activent en mémoire à long terme l'ensemble de leurs connaissances sur les chiens et ils utilisent ces informations pour modifier leur interprétation de la combinaison conceptuelle. Cette modification consiste à ajouter des attributs à la combinaison : par exemple, « qui aboie », « névrosé », etc. Ainsi, la notion de changement conceptuel, comprise comme la production d'un nouveau concept, ne consiste pas seulement dans l'instanciation d'un attribut du nom principal par le modificateur, elle comporte également l'ajout d'attributs au nom principal. Ceci est particulièrement important pour les

combinaisons dans lesquelles le modificateur est un nom. En effet, contrairement à certains adjectifs, un Modificateur-Nom ne spécifie pas directement la dimension à modifier au niveau du nom principal. Quelle dimension particulière est « pointée » par le concept « Dog » ? Les connaissances relatives à ce concept sont nombreuses et permettent de produire des interprétations pour les combinaisons « Dog Magazine », « Dog Food », « Dog Trainer », etc. Au cours de l'interprétation de la combinaison « Dog Magazine » par exemple, les connaissances associées au concept « chien », posé comme valeur instanciable dans la structure schématique, guideront la sélection de la dimension la plus pertinente au niveau du schéma « Magazine ».

Une fois la sélection de la dimension pertinente opérée, plusieurs interprétations co-occurentes possibles de la combinaison sont élaborées. Dans l'exemple de la combinaison « Dog Magazine », au cours de l'interprétation, des inférences sur les propriétés associées à un « magazine pour chiens » seront élaborées : ce magazine apportera probablement des informations relatives à la nourriture canine, au dressage, etc. Selon Murphy, l'étendue de la recherche de propriétés associées dépend des exigences de la tâche. Les connaissances exercent un effet sur le processus d'élaboration d'inférences via l'activation d'informations liées à l'expérience personnelle, ce que Hampton (1987) appelle le « feed-back extensionnel ». Ce dernier se produit une fois l'interprétation de la combinaison conceptuelle terminée.

### **2.1.2. Limites du modèle CSM**

Bien que le modèle CSM de « spécialisation conceptuelle » semble constituer un modèle cognitif plausible de l'interprétation de combinaisons conceptuelles, la critique principale susceptible de lui être adressée réside dans le fait qu'il n'envisage que les processus qui conduisent à des interprétations relationnelles des combinaisons conceptuelles. Or, des interprétations en termes de propriétés, du type « un zèbre est un cheval à rayures » pour la combinaison « Zèbre Cheval », ou des interprétations hybrides en termes de relation et de propriété, comme pour la combinaison « Pet Fish », sont susceptibles d'être produites. Le modèle du double processus proposé par Wisniewski (1997), que nous allons maintenant exposer, se fixe notamment pour objectif de pallier cette insuffisance.

## 2.2. Le modèle du « Double Processus » (Wisniewski, 1997)

### 2.2.1. Caractéristiques principales du modèle du « Double Processus »

Wisniewski (1997) étend le modèle CSM de « spécialisation conceptuelle » et développe le rôle des connaissances dans le processus interprétatif des combinaisons conceptuelles. Le modèle du « Double Processus » vise à rendre compte des trois types d'interprétations possibles d'une combinaison conceptuelle : établissement d'une relation entre le Modificateur (Md) et le Nom Principal (NP), transfert d'une propriété du Modificateur (Md) vers le Nom Principal (NP) et Hybride, en introduisant une phase de comparaison et une phase de construction (voir le tableau 3 ci-dessous).

Tableau 3 : Processus cognitifs supposés rendre compte des différents types d'interprétation de combinaisons conceptuelles selon les modèles de « Spécialisation conceptuelle » (Murphy, 1988) et du « Double Processus » (Wisniewski, 1997). Légende : Md = Modificateur ; NP = Nom Principal.

Types d'interprétation de combinaisons conceptuelles	Modèle de "Spécialisation Conceptuelle" (Murphy, 1988)	Modèle du "Double Processus" (Wisniewski, 1997)
<b>Établissement d'une relation entre Md et NP</b>	Instanciation de schémas Intervention des connaissances	Création de scénarios impliquant Md et NP
<b>Transfert d'une propriété de Md vers NP</b>	Instanciation de schémas Intervention des connaissances	Comparaison entre Md et NP et Construction de la signification
<b>Hybride : Établissement d'une relation entre Md et NP et Transfert d'une propriété de Md vers NP.</b>	Instanciation de schémas  Intervention des connaissances	Comparaison entre Md et NP et  Construction de la signification

Wisniewski (1997) postule l'intervention de deux processus : la création de scénarios et la comparaison / construction pour rendre compte de la formulation de différents types d'interprétations des combinaisons conceptuelles.

Les interprétations qui conduisent à l'établissement d'une relation entre les constituants de la combinaison consistent à élaborer un scénario plausible impliquant les constituants de la combinaison. Reprenant à son compte la représentation des concepts sous la forme de schémas, Wisniewski (1996, 1997) considère que les schémas contiennent des scénarios exprimés par les verbes décrivant des actions, des événements ou des états. Par exemple, le schéma conceptuel de « Savon » comprend le scénario « Laver » qui comporte des rôles sémantiques tels que « Récipient », « Agent » et « Instrument ». Selon cet auteur, l'interprétation d'une combinaison conceptuelle nouvelle s'organise souvent autour d'un

verbe, les constituants de la combinaison étant assignés aux rôles thématiques que comporte la signification du verbe pour constituer un scénario plausible (Fillmore, 1968 ; Schank, 1972 ; Gentner, 1981 ; Levin, 1993, voir François & Denhière, 1997 pour une revue). Par exemple, une interprétation plausible de « Truck Soap » peut être « un savon pour laver les camions », les constituants « Camion » et « Savon » jouant respectivement les rôles d'objet et d'instrument dans le scénario «Laver». Le modèle de Wisniewski (1997) prévoit également que le processus de création de scénarios s'applique à des associés des constituants de la combinaison conceptuelle, ce qui permet de rendre compte des interprétations en termes de relation de combinaisons telles que «Artist Collector » : « personne qui rassemble les travaux d'un artiste ».

Un second processus, le processus de comparaison / construction, différent de la création de scénarios plausibles, est postulé par Wisniewski (1996, 1997) pour rendre compte des interprétations de combinaisons conceptuelles en termes de propriétés, une propriété du Modificateur étant transférée vers le Nom Principal. Ce processus est supposé être déclenché quand une faible similarité sémantique existe entre le Modificateur et le Nom principal. Ainsi, la combinaison « Zebra Clam », interprétée comme « une praire avec des rayures », implique que les « Praires » diffèrent des « Zèbres », notamment par le fait qu'elles n'ont pas de rayures. Le processus de comparaison / construction détermine les traits communs et les différences existant entre le Modificateur et le Nom Principal, les résultats de la comparaison constituant la base de l'interprétation. Deux types de différences sont envisagés : comparables et non comparables. Les premières, les différences comparables, sont en relation avec les traits communs et appartiennent à la structure relationnelle partagée, alors que les secondes sont dites « non comparables » (Gentner & Markman, 1994). Pour la combinaison « Zebra Horse », la comparaison des concepts « Zèbre » et « Cheval » produit le trait commun « Forme du corps » et la différence comparable « Rayé ». Cette différence « Rayé » sera transférée de « Zèbre » à « Cheval » afin de produire l'interprétation de la combinaison en termes de propriété : « un Zèbre Cheval est un cheval avec des rayures ».

L'introduction de cette distinction entre deux types de différences permet de formuler l'hypothèse selon laquelle les propriétés retenues dans les interprétations en termes de propriétés renverront aux différences comparables qui existent entre le Modificateur et le Nom Principal. De plus, si le processus de comparaison met à jour un grand nombre de traits communs et de différences comparables entre les deux composants, alors l'interprétation

produite sera hybride comme dans le cas par exemple de la combinaison « Robin Canary » : « un oiseau issu du croisement d'un rouge-gorge et d'un canari ».

Une extension du modèle prévoit « où » de nouvelles connaissances seront ajoutées à la représentation du nom principal. Wisniewski et Middleton (2002) supposent que le processus d'interprétation des combinaisons conceptuelles comporte une comparaison spatiale du Modificateur et du Nom Principal. Cette comparaison aboutit à l'établissement de correspondances entre les localisations et les orientations spatiales du Modificateur et du Nom principal (« Alignement ») puis au transfert d'une propriété du premier à un endroit déterminé de la représentation du second, et ceci dans une position analogue à sa position initiale. Ainsi, un « Bucket Bowl » est interprété comme « un bol avec une anse placée au-dessus » et non comme « un bol avec une anse placée sur un de ses côtés ». Selon le même principe, un « Coffee Cup Bowl » renvoie à « un bol avec une anse sur le côté ».

Le processus de comparaison a été initialement évoqué dans les modèles traitant de la métaphore et de l'analogie (Gentner, 1983, 1989, Holyak & Thagard, 1989 ; voir Gineste et Scart-Lhomme, 1999 pour une revue ; Tijus, 2003). Étendu aux combinaisons conceptuelles, ce processus de comparaison implique une mise en correspondance des structures du Modificateur et du Nom Principal, une comparaison des traits communs aux deux constituants et une identification des différences. Décélérer des traits communs entre deux concepts conduit à faire émerger des différences (Markman & Gentner, 1993; Gentner & Markman, 1994 ; Markman & Wisniewski, 1997). Un résultat expérimental bien établi dans l'interprétation des combinaisons conceptuelles consiste à observer une meilleure performance dans la condition où les deux concepts de la combinaison sont sémantiquement similaires. Ainsi, le trait « Avoir des roues » communément produit pour « Voiture » et « Mobylette » conduit à mettre à jour la différence « Quatre roues versus Deux roues » (Markman & Gentner, 1993). De plus, le processus de comparaison suggère « l'endroit où » la propriété peut être insérée dans la combinaison conceptuelle. Une série de résultats expérimentaux tend à valider l'existence de ce processus de comparaison dans l'interprétation de combinaisons conceptuelles, la fréquence des interprétations hybrides augmentant en fonction inverse de la similarité sémantique entre les deux constituants (Wisniewski, 1997).

Pour Barsalou (1993), l'interprétation d'une combinaison conceptuelle comme « Zebra Horse » repose sur la représentation des composants perceptifs relatifs au Modificateur et au

Nom Principal. Le processus de comparaison est supposé mettre en correspondance les sommets des deux représentations puis réduire la comparaison à des aires spatiales plus réduites. Il est également possible de supposer que les sujets accèdent en mémoire à une propriété du Modificateur avant que le processus de comparaison ne soit mis en œuvre. Ainsi, un contexte linguistique particulier est susceptible d'indiquer la propriété du Modificateur pertinente pour la nouvelle combinaison conceptuelle (Gerrig & Murphy, 1992). Une autre hypothèse selon laquelle une propriété saillante du Modificateur est automatiquement activée à la lecture de ce dernier peut être envisagée (Barsalou, 1982 ; Glucksberg & Keysar, 1990). Dans ce cas, le processus de comparaison est nécessaire pour établir la localisation précise de la propriété à intégrer au nom principal. Dans l'exemple de la combinaison « Zebra Horse », il est probable que la propriété « Posséder des rayures » soit facilement accessible à la lecture de « Zèbre » ou qu'elle soit activée automatiquement.

Reste que la question de la sélection d'une différence se pose. Selon Wisniewski (1997), deux facteurs influencent ce processus de sélection : le contexte et la saillance de la propriété. D'une part, le contexte pointe la propriété pertinente à sélectionner. Ainsi, les noms peuvent renvoyer à des propriétés saillantes des concepts concernés, lesquelles sont utilisées dans la production d'une interprétation. Par exemple, les concepts « Éléphant » et « Baleine » sont souvent utilisés dans le langage pour référer à de grosses « choses » comme dans les combinaisons familières « Elephant Garlic » et « Whale Shark ». D'autre part, la saillance d'une propriété donnée, dans la mesure où elle détermine la probabilité avec laquelle un concept appartiendra à une catégorie particulière s'il possède cette propriété, exerce un effet sur la sélection de la différence, support à l'interprétation finale (Rosch, 1978).

En conclusion, l'interprétation d'une combinaison conceptuelle ne consiste pas seulement à transférer une propriété du modificateur vers le nom principal. Cette propriété constitue une source d'information à partir de laquelle une version nouvelle de cette propriété est élaborée et assignée au Nom Principal. La construction est un processus cognitif dans lequel la propriété sélectionnée est soumise à des contraintes spécifiées par le Modificateur et le Nom Principal. La nouvelle propriété doit conserver suffisamment de similarité sémantique avec sa source (le Modificateur) de sorte que la contribution du Modificateur à l'élaboration de la signification de la combinaison puisse être déterminée (Nunberg, 1979). La construction de cette nouvelle propriété ne doit pas altérer la signification du Nom Principal.



### 2.2.2. Validations expérimentales du modèle du « Double Processus »

Pour illustrer le processus de construction, voyons comment ce dernier opère parallèlement au processus de comparaison afin de produire l'interprétation de la combinaison « Fork Spoon ». Selon Wisniewski (1997), lors de l'interprétation de « Fork Spoon », les individus commencent par « aligner » les côtés d'une cuillère et ceux d'une fourchette, puis l'extrémité d'une cuillère avec celle d'une fourchette et notent alors une différence importante : la fourchette possède des dents alors que l'extrémité de la cuillère est arrondie. Le processus de comparaison identifie l'endroit où, dans la représentation de la cuillère, la propriété « avoir des dents » peut être intégrée : à l'extrémité de la cuillère. Cependant, il existe un conflit entre la représentation mentale de cette propriété au bout de la cuillère et le référent «classique» de cuillère. Les individus doivent mentalement résoudre ce conflit en «attachant les dents» à l'autre extrémité. Dans ce cas, les dents d'une « Fork Spoon » sont similaires mais non identiques à ceux d'une fourchette. Cette représentation : « dents à l'autre extrémité », préserve la fonction de la cuillère.

En résumé, selon le modèle du Double Processus de Wisniewski (1997), les combinaisons conceptuelles nouvelles sont interprétées en utilisant les processus de comparaison et de construction. Par le premier de ces processus, les propriétés du Modificateur sont comparées à celles du Nom Principal et les traits qui leur sont communs sont utilisés pour identifier une différence, différence qui sert de base à l'élaboration d'une nouvelle propriété de la combinaison conceptuelle. En plus d'identifier les similitudes entre le Modificateur et le Nom Principal, le processus de comparaison indique une localisation spatiale spécifique pour la propriété à intégrer au Nom Principal. Le processus de construction crée pour la combinaison nouvelle une propriété qui conserve suffisamment du sens de la « propriété d'origine » (Modificateur) et respecte les contraintes émanant du Nom Principal.

Reste à déterminer la nature de la relation existant entre le processus de création de scénarios d'une part, et les processus de comparaison / construction d'autre part. Wisniewski (1997) envisage le premier indépendamment des derniers et, à propos de ceux-ci, s'interroge sur leur mode d'action : opèrent-ils de manière parallèle ou séquentielle ? Entrent-ils en compétition ? Des recherches menées par Downing (1977), Wisniewski et Gentner (1991), Gagné et Shoben (1997) concourent à mettre en évidence le fait que les individus interprètent les combinaisons conceptuelles en établissant une relation thématique entre leurs constituants

; c'est seulement en cas d'impossibilité à établir une telle relation qu'ils dérivent, dans un second temps, une interprétation en termes de propriétés. Ce constat implique des processus séquentiels avec une création initiale de scénarios. Les processus de comparaison et de construction ne sont appliqués que si la création de scénarios échoue, si une interprétation plausible dans laquelle les deux constituants jouent des rôles différents au sein d'un même scénario n'a pu être élaborée. Ceci expliquerait pourquoi, dans le cas de combinaisons conceptuelles dont les constituants sont fortement similaires, rares sont les interprétations en termes de relations et fréquentes les interprétations en termes de propriétés ou les interprétations hybrides (Wisniewski & Markman, 1993 ; Wisniewski, 1996). En effet, lorsque les constituants d'une combinaison sont hautement similaires, la probabilité qu'ils jouent le même rôle thématique est élevé, ce qui réduit les possibilités d'insertion dans un scénario plausible où ils jouent des rôles différents.

Cependant, des noms fortement similaires peuvent parfois jouer des rôles différents dans un même scénario. Wisniewski et Love (1998) utilisent des combinaisons conceptuelles du type « Dancer Musician » pour tester l'hypothèse de la création initiale d'un scénario à partir d'une épreuve de jugement de plausibilité. Des paires de combinaisons nouvelles sont construites en respectant deux types de contraintes : leurs constituants sont fortement similaires et, dans les deux combinaisons, ces constituants renvoient au même scénario. Ainsi, par exemple, les constituants de « Dancer Musician » sont plus similaires que ceux de « Mourner Musician » et les deux combinaisons peuvent être interprétées à partir du même scénario : « Jouer pour ». Les résultats vont à l'encontre de l'hypothèse de la création d'un scénario initial. Ils indiquent en effet que les sujets jugent plus plausible l'interprétation « un musicien joue pour des danseurs », associée à la combinaison « Dancer Musician », que celle d'« un musicien joue pour les parents d'un défunt », associée à « Mourner Musician ». Dans une tâche d'interprétation de combinaisons nouvelles, les sujets ont tendance à produire une interprétation en termes de propriétés ou une interprétation hybride. Par exemple, « Mourner Musician » sera interprétée comme « un musicien qui joue de la musique pour les parents du défunt », « Barrel Chisel » comme « un burin utilisé pour les tonneaux » et « Fish Vulture » comme « un vautour qui prend comme proies les poissons morts » alors que les scénarios impliquant ces mêmes noms sont jugés moins plausibles que lorsqu'ils impliquent des constituants hautement similaires. Ces résultats suggèrent que le processus de création d'un scénario et les processus de comparaison et de construction entrent en compétition pour les combinaisons conceptuelles similaires. Il est plus facile de comparer des représentations ayant

une structure similaire afin de trouver leurs traits communs et leurs différences ; les processus de comparaison et de construction prennent le pas sur la création d'un scénario même si une interprétation mettant en œuvre ce dernier reste plausible.

### **2.2.3. Limites du modèle du « Double Processus »**

En proposant le modèle du Double Processus, Création de scénario et Comparaison / Construction, Wisniewski (1997) a montré que l'interprétation de combinaisons conceptuelles ne se réduisait pas au transfert d'une propriété du Modificateur vers le Nom Principal comme le supposaient les modèles SMM de « Modification sélective » (Smith, Osherson, Rips & Keane, 1988) et CSM de « Spécialisation conceptuelle » (Murphy, 1988). Le modèle qu'il propose envisage que l'intégration d'une propriété du Modificateur dans la combinaison s'effectue grâce à l'intervention des processus de comparaison et de construction. D'autres auteurs comme Costello & Keane (1997) ou Estes & Glucksberg (2000) supposent que les individus intègrent les nouvelles propriétés à la combinaison conceptuelle à partir de leurs connaissances générales. Ainsi, Costello & Keane (1997) expliquent l'interprétation d'« Angel Pig » comme « un cochon qui a des ailes » par l'effet de l'expérience du monde des sujets qui leur a permis d'acquérir un certain nombre de connaissances relatives, par exemple, à la localisation spatiale privilégiée (« dans le dos ») associée à une propriété particulière d'objets (« avoir des ailes ») de façon à intégrer celle-ci à un nouveau concept (« cochon »). Autrement dit, l'activation de connaissances spécifiques relatives au Modificateur, dans le but d'intégrer une propriété au Nom Principal, ne serait pas nécessaire et l'intervention au cours de l'interprétation d'une combinaison du processus de comparaison ne se justifie plus. Par exemple, l'interprétation de la combinaison « Rose Mushroom » en tant qu' « un champignon avec des épines sur son pied » consiste à activer les connaissances relatives aux plantes et aux végétaux, à leurs troncs, à leurs tiges et à leurs pieds qui supportent généralement des branches, des feuilles ou des épines.

Pour clore l'exposé des modèles d'interprétation de combinaisons conceptuelles invoquant un format de description schématique, nous aborderons maintenant le modèle C3 de la « Combinaison Conceptuelle Guidée par la satisfaction de Contraintes » (« Constraint-Guided Conceptual Combination Model ») proposé par Costello & Keane (2000, 2001).

## **2.3. Le modèle C3 de la « Combinaison conceptuelle guidée par la satisfaction de contraintes » (Costello & Keane, 2000)**

### **2.3.1. Caractéristiques principales du modèle C3**

Dans ce modèle, l'interprétation de combinaisons conceptuelles est décrite comme un processus de construction de représentations qui doivent satisfaire trois ordres de contraintes : la typicalité, la plausibilité et la valeur informationnelle (voir Costello, 1996 ; Costello & Keane, 1997). Les trois types d'interprétations envisagés : par établissement d'une relation, par transfert d'une propriété et hybride, résultent de la satisfaction différentielle des trois ordres de contraintes. Cette modélisation algorithmique, implémentée sur ordinateur, parvient à dégager parmi toutes les interprétations possibles, celle qui satisfait au mieux les trois types de contraintes. Ce modèle réussit en effet à produire des interprétations conjonctives, relationnelles, hybrides et en termes de propriétés selon une distribution proche de celle observée avec des humains. Comme dans le modèle du « Double Processus » (Wisniewski, 1997), cette modélisation utilise des représentations schématiques, c'est-à-dire sur des structures internes plus ou moins complexes renvoyant à des propriétés, des attributs, des rôles et des relations. Contrairement au modèle de Wisniewski (1997) pour qui le processus de combinaison conceptuelle est initialement limité à des informations typiques, Costello et Keane (2000) supposent que ce processus est susceptible de s'appliquer à un nombre important d'exemplaires des concepts combinés, à des théories générales du domaine concerné et à des événements spécifiques impliquant ces derniers.

Chacune des trois contraintes : typicalité, plausibilité et valeur informationnelle, exerce un effet particulier sur les interprétations des combinaisons produites. Ainsi, la plausibilité impose la construction d'interprétations comprenant des informations sémantiques déjà connues du sujet, co-occurentes sur la base de l'expérience antérieure, qui décrivent un objet ou une collection d'objets susceptibles d'exister. Pour sa part, la valeur informationnelle impose que l'interprétation construite apporte des informations nouvelles. Enfin, la valeur de typicalité, considérée comme la contrainte la plus importante du système, nécessite l'élaboration d'une interprétation comprenant des propriétés « diagnostiques » (« typiques ») communes au Modificateur et au Nom Principal de la combinaison. Pour un concept donné, les propriétés à valeur de typicalité élevée sont présentes dans les différents exemplaires de celui-ci et rarement dans les exemplaires renvoyant à d'autres concepts (Rosch, 1978 ; Dubois, 1983 ; Cordier, 1993). Ainsi, en fonction de la contrainte de plausibilité,

l'interprétation de la combinaison « Cactus Poisson » comme « Poisson Piquant » sera plus fréquente que celle de « Poisson Vert », du fait que, pour un cactus, la propriété « piquant » est plus typique que la propriété « vert ».

### **2.3.2. Validations expérimentales du modèle C3**

Dans le but de confronter les prédictions dérivées des modèles du « Double Processus » de Wisniewski (1997) et de la « Combinaison conceptuelle guidée par des contraintes » de Costello et Keane (2000) à propos de la sélection et du transfert d'une propriété du Modificateur vers le Nom Principal, Costello et Keane (2001) ont réalisé deux expériences, l'une de compréhension de combinaisons, l'autre de production d'interprétations.

Si les deux modélisations envisagées s'accordent sur la description du processus de sélection d'une propriété du Modificateur et de son transfert vers le Nom Principal, elles divergent quant au type de propriétés sélectionnées. Selon le modèle du « Double Processus » de Wisniewski (1997), les propriétés utilisées pour interpréter une combinaison conceptuelle nouvelle renvoient aux différences « comparables » entre le Modificateur et le Nom Principal, différences qui, nous l'avons plus haut, sont liées aux traits sémantiques communs aux deux constituants. Selon le modèle de la « Combinaison conceptuelle guidée par des contraintes » de Costello et Keane (2000, 2001), les propriétés pertinentes pour l'interprétation d'une combinaison sont les propriétés du Modificateur qui possèdent une valeur de typicalité élevée, que ces propriétés soient comparables ou non.

Le matériel expérimental élaboré par Costello et Keane (2001) était constitué de seize combinaisons « Nom - Nom », « Animal - Animal », et résultait du croisement de deux facteurs : la nature des différences (comparables ou pas) et la valeur de typicalité (faible ou élevée). On obtenait donc quatre types d'interprétations possibles en termes de propriétés comme l'indique l'exemple ci-dessous « Bourdon Phalène ».

1. Propriétés comparables et typicalité élevée : « Phalène qui est jaune et noire »
2. Propriétés comparables et typicalité faible : « Phalène qui a la taille d'un bourdon »
3. Propriétés non comparables et typicalité élevée : « Phalène qui pique »
4. Propriétés non comparables et typicalité faible : « Phalène qui fertilise les plantes ».

Dans l'expérience de compréhension, une combinaison suivie des quatre interprétations possibles était inscrite sur chaque page d'un livret et les participants devaient

juger sur une échelle en sept points le degré d'acceptabilité des quatre interprétations proposées alors que dans l'expérience de production, il était demandé aux participants d'élaborer une définition susceptible d'être comprise par des enfants pour chacune des seize combinaisons.

Pour la tâche de compréhension, le modèle du « Double Processus » de Wisniewski (1997) prédit que les participants choisiront majoritairement les interprétations qui expriment des différences comparables (conditions 1 et 2) au détriment de celles qui renvoient à des différences non comparables (conditions 3 et 4) et que, en fonction du rôle attribué à la typicalité, les interprétations de type (1) seront plus fréquentes que les interprétations de type (2). Selon le modèle de la « Combinaison conceptuelle guidée par des contraintes » de Costello et Keane (2000, 2001), les choix des participants se porteront sur les interprétations impliquant les propriétés à valeur de typicalité élevée (conditions 1 et 3) et non sur les autres (conditions 2 et 4). Des prédictions similaires sont posées pour la tâche de production d'interprétation.

Globalement, les résultats de ces deux expériences sont en accord avec les prédictions dérivées du modèle de Costello et Keane (2000) : seule la valeur de typicalité élevée d'une propriété du Modificateur et non la comparaison joue un rôle déterminant dans la sélection de la propriété à transférer du Modificateur au Nom Principal.

Dans l'épreuve de compréhension, deux résultats méritent d'être signalés. Premièrement, les interprétations impliquant des propriétés à valeur de typicalité élevée (313 interprétations) reçoivent significativement plus de jugements positifs que celles qui impliquent des propriétés à valeur de typicalité faible (146 interprétations). Deuxièmement, les jugements positifs se sont portés préférentiellement sur les interprétations impliquant des propriétés à valeur de typicalité élevée et non comparables (147 interprétations) plutôt que sur celles impliquant des propriétés comparables à valeur de typicalité faible (79 interprétations,  $p < .01$ ), ce qui remet clairement en question la prédiction dérivée du modèle du « Double Processus » selon laquelle les différences comparables déterminent la sélection d'une propriété.

Dans l'expérience de production d'interprétations, les participants ont produit au total 287 interprétations qui ont été réparties en quatre catégories : propriétés, relations, conjonctives et autres. 255 interprétations (soit 89%) correspondent à un transfert d'une

propriété du Modificateur vers le Nom Principal, 13 interprétations reposent sur l'établissement d'une relation entre le Modificateur et le Nom Principal, 10 sont conjonctives et 9 sont catégorisées comme « autres ». La majorité des interprétations en termes de transfert de propriété sont identiques à celles proposées dans l'expérience de compréhension (168 interprétations équivalentes à 66% des interprétations produites). Une première analyse indique que les participants produisent significativement plus d'interprétations impliquant des propriétés à valeur de typicalité élevée que des propriétés à valeur de typicalité faible (147 contre 21). Les productions à partir de propriétés à valeur de typicalité élevée non comparables (77 interprétations) sont significativement plus nombreuses que celles élaborées à partir de propriétés comparables à valeur de typicalité faible (21). Enfin, les auteurs rapportent une corrélation positive significative entre la fréquence des interprétations produites et la valeur de typicalité ainsi qu'une absence de corrélation entre la fréquence des interprétations produites et la comparabilité des propriétés (Wisniewski, 1997).

### **2.3.3. Limites du modèle C3**

Ces résultats confirment le rôle majeur joué par la valeur de typicalité et non par la comparabilité des propriétés dans le processus d'interprétation de combinaisons conceptuelles nouvelles. Ils sont conformes aux prédictions dérivées du modèle de la « Combinaison conceptuelle guidée par des contraintes » de Costello et Keane (2000) et ne sont pas en accord avec les prédictions dérivées du modèle du « Double Processus » de Wisniewski (1997). Cette remise en question de la théorie de Wisniewski doit être limitée aux seules interprétations en termes de transfert de propriété du Modificateur au Nom Principal. Les deux expérimentations rapportées ne s'intéressaient ni aux interprétations par établissement d'une relation sémantique entre Modificateur au Nom Principal, ni aux interprétations hybrides par transfert de propriété et établissement d'une relation.

## **3. Conclusion**

Au terme de cette revue des modèles explicatifs des combinaisons conceptuelles proposés ces vingt dernières années, trois modèles émergent. Le modèle CARIN (Gagné et Shoben, 1997) privilégie l'établissement d'une relation sémantique entre le Modificateur et le Nom Principal. Le modèle du « Double Processus » (Wisniewski, 1997) postule (i) l'établissement d'un scénario plausible impliquant les constituants de la combinaison et (ii) la comparaison du Modificateur et du Nom Principal et la construction de la signification d'un nouveau concept. Le modèle de la « Combinaison conceptuelle guidée par la satisfaction de

contraintes (Costello et Keane, 2000) envisage l'interprétation de combinaisons conceptuelles nouvelles comme un processus de construction de représentations devant satisfaire trois ordres de contraintes : la typicalité, la plausibilité et la valeur informationnelle, la satisfaction différentielle de ces trois ordres de contraintes permettant de rendre compte des interprétations en termes d'établissement de relation, de transfert de propriété ainsi que des interprétations hybrides.

Là où les deux derniers modèles envisagent plusieurs processus pour rendre compte des trois types d'interprétation : relation, propriété et hybride, le modèle CARIN se focalise exclusivement sur l'élaboration d'une relation sémantique entre le Modificateur et le Nom Principal. Les résultats expérimentaux recueillis en faveur de cette hypothèse convergent sur les deux points : l'interprétation relationnelle de combinaisons repose sur un processus de sélection d'une relation particulière parmi un nombre fini et limité de possibles et cette sélection est influencée par les traitements antérieurs des constituants (Gagné et Shoben, 1997 ; Gagné, 2000, 2001).

Un problème relatif à CARIN reste non résolu : les relations conceptuelles en question apparaissent représentées indépendamment des concepts singuliers qu'elles sont susceptibles de lier, d'où un amorçage possible en l'absence de « redondance » lexicale (Estes, 2003). Le processus interprétatif est décrit comme suit. D'une part, la relation conceptuelle la plus accessible est sélectionnée. L'accessibilité d'une relation donnée est déterminée, soit par la fréquence d'usage des deux concepts constituants (Gagné et Shoben, 1997 ; Gagné, 2000, 2001), soit par la pré-activation d'une relation particulière (Gagné, 2002 ; Estes, 2003). D'autre part, une fois la relation sélectionnée, elle est ensuite soumise à la satisfaction de contraintes associées à des rôles thématiques particuliers. Les deux concepts, modificateur et nom principal, doivent répondre plausiblement à différents rôles fonctionnels définis par la relation sélectionnée (Murphy, 1990 ; Wisniewski, 1997). Si cette contrainte est satisfaite, une interprétation est alors produite. Si ce n'est pas le cas, une autre relation est sélectionnée et soumise à l'épreuve de satisfaction de contrainte, itérativement ou simultanément.

Si, comme le suggère Wisniewski (1997, 2000), le traitement attributif par transfert d'une propriété et le traitement relationnel par établissement d'une relation opèrent en parallèle, un processus de sélection de l'interprétation pertinente doit intervenir. Or, deux cas de figures peuvent se poser :



- soit que ces deux traitements sont mis en œuvre en parallèle, auquel cas nombreuses sont les interprétations susceptibles d'être produites par ces deux voies. En effet, de multiples combinaisons conceptuelles sont polysémiques (Murphy, 1990 ; Costello et Keane, 1997) et nécessitent la mise en œuvre d'un processus de sélection de l'interprétation pertinente. L'intervention du contexte apparaît alors comme déterminante,

- soit que l'on suppose que ces deux traitements renvoient à des processus sériels, auquel cas l'interprétation sera sélectionnée dès que dans un premier temps l'objectif de l'attribution d'une propriété ou dans un second temps de l'établissement d'une relation aura été atteint.

Un recueil important de résultats empiriques dans le domaine de l'interprétation des combinaisons conceptuelles nouvelles en termes de propriétés conforte le modèle du « Double Processus » de Wisniewski (1997, 2000) selon lequel les processus de comparaison et de construction déterminent l'attribution d'une propriété du Modificateur au Nom Principal. Récemment, Wisniewski et Middleton (2002) ont apporté des arguments en faveur de l'hypothèse selon laquelle le processus d'interprétation des combinaisons par attribution de propriétés renvoie à une comparaison des deux constituants qui aboutit à un transfert d'une propriété du Modificateur vers le Nom Principal en respectant des contraintes perceptives, de localisation spatiale par exemple.

Certaines composantes de ce modèle du « Double Processus » restent à spécifier. En particulier, le modèle prédit l'existence d'une corrélation positive entre la similarité sémantique des constituants et la probabilité d'attribution d'une propriété. En effet, du fait que la similarité facilite la comparaison entre les deux constituants de la combinaison (Gentner et Markman, 1994) et que la comparaison est une condition nécessaire à l'attribution (Wisniewski, 1997, 2000), la similarité doit faciliter l'attribution de propriétés. Or, toutes les données empiriques ne confirment pas cette prédiction du modèle. Si certains résultats expérimentaux tendent à confirmer cette prédiction (Markman et Wisniewski, 1997 ; Wisniewski et Love, 1998 ; 2002 ; Wilkenfeld et Ward, 2001), d'autres données (Bock et Clifton, 2000 ; Costello et Keane, 2001 ; Estes et Glucksberg, 2000 ; Gagné, 2000) ne la vérifient pas et tendent à privilégier l'idée que, seules les propriétés à valeur de typicalité élevée du Modificateur produisent des interprétations en termes d'attribution de propriétés, au dépit de la similarité qui lie les constituants de la combinaison. La question qui se pose aujourd'hui aux recherches futures est de trancher entre un modèle, type double processus où

comparaison et construction sont posées comme conditions nécessaires à l'attribution de propriétés, et des modèles plus parcimonieux où seule la valeur de typicalité des propriétés du Modificateur entre en jeu (Estes et Glucksberg, 2000).

Le modèle de Wisniewski (1997) a jeté les bases de la réflexion à propos de la dimension attributive de l'interprétation de combinaisons conceptuelles. Dans une moindre mesure, le modèle du double processus a tenu une place fondamentale dans l'étude de la dimension relationnelle du processus d'interprétation en fixant des rôles fonctionnels différents au Modificateur et au Nom Principal au cours de l'établissement d'une relation entre les deux. Comme nous l'avons vu avec le modèle C3 de « Combinaison conceptuelle guidée par la satisfaction de contraintes » de Costello et Keane (2000), l'interprétation d'une combinaison conceptuelle est supposée résulter de la satisfaction de trois contraintes : la plausibilité, la valeur informationnelle et la valeur de typicalité. Ici, la plausibilité ne renvoie pas comme précédemment à l'idée que le modificateur et le nom principal sont assignés à des rôles thématiques différents posés par une relation fonctionnelle les unissant (Murphy, 1990) mais à la signification selon laquelle l'interprétation résultante devra être pertinente par rapport au contexte dans lequel s'inscrit la combinaison en question.

## Chapitre 5 : Expérimentations réalisées

Le programme expérimental que nous avons développé a pour premier objectif de répondre à une question centrale énoncée plus haut : le locuteur francophone comme le locuteur anglo-saxon traite-t-il les combinaisons conceptuelles « Nom Nom » dans le sens Mod → NP ou, comme nous suggèrent les études linguistiques sur le nom épithète dans le sens NP → Mod en accordant au N1 un rôle de recteur ? Afin d'apporter une réponse à cette question, nous manipulerons systématiquement l'ordre de présentation des constituants de manière à dissocier ce qui relève de la position des constituants dans la combinaison de ce qui renvoie à un statut sémantique différent. Cette préoccupation est commune aux deux volets expérimentaux entrepris.

Le premier volet, pour le moment limité à l'adulte, interroge essentiellement l'hypothèse de la fréquence relationnelle formulée par Gagné et Shoben (1997). Nous avons donc extrait des corpora de Modificateurs et de Noms Principaux construits par Gagné et Shoben (1997) une série de constituants qui se distinguent par leur fréquence relationnelle, élevée ou faible. Nous avons demandé à des participants adultes d'interpréter des combinaisons homogènes quant à la fréquence relationnelle du Nom Principal et du Modificateur : F+F+ et F-F-. En maintenant également fréquents les deux constituants, nous testerons les effets liés à la position des constituants et aux rôles sémantiques différents du Nom Principal et du Modificateur. L'analyse du sens de l'interprétation dans le sens NP → Mod ou dans le sens contraire Mod → NP fournie par des locuteurs français nous permettra de répondre à la question posée.

Le second volet expérimental, plus avancé que le premier, utilise deux types de combinaisons qui, par construction, diffèrent par la nature de la liaison la plus probable qui unit les deux constituants, soit par établissement d'une relation (Gagné et Shoben, 1997), soit par transfert d'une propriété (Wisniewski, 1997). Dans cette seconde partie, nous avons comparé les performances d'adultes à celles d'enfants de 6, 8 et 10 ans dans le but de savoir si : comme le prévoient Gagné et Shoben (1997), toutes les interprétations se font en termes d'établissement d'une relation entre les deux constituants, ou si les interprétations en termes de transfert de propriété ne sont effectuées que lorsque les interprétations en termes de relation sont difficiles, voire impossibles (Wisniewski, 1997). L'éclairage développemental apportera des arguments intéressants car nous ne disposons que de peu d'informations sur l'évolution en fonction de l'âge des deux types d'interprétation, si ce n'est que les enfants

éprouvent des difficultés à transférer des propriétés d'un constituant à l'autre (Parault, Schwanenflugel & Haverback, 2005).

### **1. Expérimentation avec des adultes : Effets de l'ordre de présentation et de la fréquence relationnelle des constituants**

Un des principaux problèmes posé par les résultats relatés plus haut est celui de leur extension à la langue française. Plus précisément, dans quelle mesure la place habituelle de l'adjectif, différente en Français et en Anglais, influence-t-elle les résultats rapportés ci-dessus, en particulier pour les combinaisons « Nom Nom ». Si l'on s'en réfère à l'actualité quotidienne, la presse donne de nombreux exemples d'une inversion de l'ordre des constituants quand on passe de la langue anglaise à la langue française : les « Hedge Funds » (définis par le journal « Le Monde » comme des « prédateurs d'entreprises au bord de la faillite »), sont traduits par l'expression « fonds vautours » et les « golden parachutes » de nos grands dirigeants d'entreprises internationales par « parachutes /en or/ dorés » ! De la même manière, traduit en français, le matériel utilisé par Gagné et Shoben (1997) et par Maguire et Cater (2005) dans leurs expériences se caractérise par une inversion de l'ordre de présentation des constituants : « Mountain Shoes », « Mountain River », « Mountain Magazine » deviennent en français « chaussures de montagne », « rivière de montagne » et « magazine à propos de la montagne ». A l'inverse, les combinaisons « Nom Nom » nouvelles fréquemment utilisées en français telles que : « Télévision Poubelle » ou « Télé Réalité » se retrouvent inversées en Anglais : « Trash TV » ou « Reality Show ». Remarquons que, si en Français, nous faisons jouer au Nom Principal (NP) le rôle dévolu au Modificateur (Md) en Anglais, cela revient à accorder à la position initiale un rôle « privilégié » dans le processus d'interprétation d'une combinaison, ce que reprend à son compte l'analyse linguistique de Noailly (1990) qui attribue au N1 un rôle recteur dans l'interprétation de la combinaison « N1 N2 ».

Sur le versant de la réception, Wisniewski (1997), Wisniewski & Love (1998) ont montré que la signification attribuée à de nombreuses combinaisons nouvelles résulte de l'établissement d'une relation entre les deux constituants, le contexte discursif ne jouant qu'un rôle limité lors de l'activité de compréhension de combinaisons nouvelles (Murphy, 1990 ; Gerrig & Bortfeld, 1999). Ainsi, à partir d'un corpus de 744 combinaisons nouvelles extraites d'articles de magazines et de journaux, Wisniewski & Clancy (2004) ont montré que le contexte discursif ne spécifie l'interprétation que pour 11% seulement des combinaisons

concernées. De plus, les interprétations produites en l'absence de contexte sont très fréquemment identiques à celles produites suite au traitement de contextes naturels. La question du « Comment les individus déterminent-ils cette relation ? » reste donc posée.

La réponse apportée par Gagné & Shoben (1997) consiste à supposer que les individus, à travers leurs expériences langagières, élaborent des connaissances portant sur les relations associées au Modificateur et que ces connaissances, qui renvoient à la fréquence d'occurrence des diverses relations associées au nom Modificateur, déterminent l'interprétation la plus probable de la combinaison. Ce principe est à la base du modèle CARIN développé par Gagné & Shoben (1997). Les résultats expérimentaux obtenus indiquent que si la fréquence des relations associées au Modificateur exerce un effet sur les temps de jugement, ce n'est pas le cas de la fréquence des relations associées au Nom Principal. Gagné & Shoben (1997, p. 83) avancent l'explication selon laquelle « le Modificateur peut avoir une influence plus importante que le Nom Principal car il est présenté en premier et, qu'en conséquence, les relations les plus fréquemment associées au Modificateur sont activées avant que ne le soient les relations fréquemment associées au Nom Principal. S'il en est ainsi, l'influence du Modificateur est simplement dûe à l'ordre de présentation des noms : en anglais, le Modificateur précède toujours le Nom Principal. Ces auteurs soulignent également qu'il est impossible d'exclure l'éventualité que le Modificateur possède certains privilèges sémantiques. Très souvent, en effet, le Modificateur particularise une sous-catégorie associée à celle du Nom Principal comme c'est le cas dans « shoebox », « lunchbox », « toolbox », etc. Ainsi, la sous-catégorie dénotée par le Modificateur (« shoe ») figure parmi l'ensemble des sous-catégories associées au Nom Principal (« box ») et sera utilisée pour interpréter la combinaison nouvelle (Estes & Glucksberg, 1999).

Un moyen de tester les effets respectifs de (i) l'ordre de présentation des constituants dans la combinaison et du (ii) privilège sémantique du Modificateur consiste à étudier l'interprétation des combinaisons « Nom Nom » dans une langue où l'ordre de présentation des constituants est contraire à celui de l'anglais, ce qu'ont fait Storms & Wisniewski (2005) avec l'indonésien et Maguire & Cater (2004) avec le français. Storms et Wisniewski (2005) réalisent deux expérimentations en indonésien, langue dans laquelle l'ordre de présentation des constituants est contraire à celui de l'anglais. Partant d'une liste de 57 combinaisons extraites du matériel utilisé par Gagné et Shoben (1997, expérience 1), les auteurs soumettent les participants indonésiens à une tâche de production d'un des deux constituants d'une

combinaison en présentant, soit le Modificateur (« Chocolate - X ? »), soit le Nom Principal (« X ? - Crisis ») et calculent la fréquence d'occurrence des relations associées à chacun des deux termes. Les fréquences des relations associées au Modificateur et au Nom Principal diffèrent de celles obtenues par Gagné et Shoben (1997) puisque seulement 25 des 57 combinaisons utilisées sont catégorisées de la même manière. Dans la seconde expérience, les participants, des étudiants de l'Université de Leuven d'origine indonésienne, doivent juger la signification de ces 57 combinaisons réparties en 4 catégories résultant du croisement des facteurs Fréquence de la relation (élevée vs faible) et Nature du constituant (Nom Principal vs Modificateur). Les auteurs cherchent à déterminer si l'effet de la fréquence relationnelle associée au Modificateur sur les temps d'interprétation observé par Gagné et Shoben (1997) dépend de l'ordre de présentation des constituants dans la combinaison ou du « privilège sémantique » associé au Modificateur. Pour l'essentiel, les résultats obtenus par Storms et Wisniewski confirment le rôle essentiel joué par le Modificateur dans le processus d'interprétation de combinaisons nouvelles, indépendamment de l'ordre de présentation ; ils sont en accord avec le modèle CARIN dans lequel la fréquence de la relation associée au Modificateur, et non au Nom Principal, exerce un effet sur les temps de réponse. Le même patron de résultats recueilli dans une langue, l'indonésien, où l'ordre de présentation des constituants est inverse à celui de l'anglais conforte l'hypothèse du « privilège sémantique » du Modificateur (Gagné & Shoben, 1997 ; Storms & Wisniewski, 2005).

Une expérience d'amorçage réalisée par Maguire & Cater (2004) utilise la langue française. Reprenant le principe d'une expérimentation réalisée par Gagné (2001), ces auteurs constatent une facilitation du temps d'identification d'une combinaison-cible (« glacier de montagne ») quand le modificateur est maintenu constant, que la relation soit similaire (« ruisseau de montagne ») ou différente (« chaussures de montagne »), et une absence d'effet quand le Nom principal est maintenu constant (« sac de sport » précédé de « sac de voyage » ou « sac de cuir »). Ces résultats, conformes à ceux rapportés par Gagné (2001), indiquent que la capacité à sélectionner une relation varie selon que les combinaisons partagent le même Modificateur ou le même Nom principal. Ces résultats, obtenus avec une langue dans laquelle l'ordre « Modificateur Nom Principal » est inversé par rapport à l'anglais, suggèrent que ces constituants gardent les mêmes rôles dans le processus d'interprétation d'une combinaison, et ceci quel que soit l'ordre de présentation » (Maguire & Cater, 2004, p. 1594). Cependant, la nature du matériel utilisé interdit de généraliser les résultats obtenus puisque les « lexies complexes » proposées (i) ne constituent pas des combinaisons conceptuelles

« nouvelles », (ii) qu'elles peuvent être trouvées comme des entrées du dictionnaire et (iii) qu'elles ne respectent pas la définition des « combinaisons conceptuelles ». Ainsi, Noailly (1990, p. 11) définit le « substantif épithète » comme « tout substantif intervenant en position de N2 dans un groupe nominal (GN) de type (Art) N1 N2 où les deux substantifs N1 et N2 se suivent directement sans préposition ni pause. Parfois un trait d'union lie l'un à l'autre. Des guillemets par ailleurs peuvent encadrer N2 (plus rarement le groupe « N1 N2 »). Une majuscule, dans certains cas, marque l'initiale de N2 ».

Les expérimentations qui viennent d'être relatées, l'une avec la langue indonésienne, l'autre avec la langue française, utilisaient toutes deux les corpora des 91 Noms Principaux, des 91 Modificateurs et des 3.239 combinaisons dotées de signification réparties dans 15 types de relation (Lévi, 1978) construits par Gagné et Shoben (1997). La généralisation des résultats obtenus à l'ensemble de ces langues ne peut être effectuée sans précaution. La procédure de construction des combinaisons suivie par Gagné et Shoben (1997) ignore la fréquence d'occurrence des relations associées aux constituants dans la langue et reflète beaucoup moins les tendances combinatoires naturelles associées au Nom Principal que celles associées au Modificateur. En effet, les Modificateurs exercent davantage d'influence dans des combinaisons construites arbitrairement parce qu'ilsinstancient un « slot », une (sous)-catégorie qui est associée à un nombre important de Nom Principaux indépendamment de leur nature sémantique. Maguire & Cater (2005) remettent en cause le principe selon lequel les relations associées au Nom Principal n'exercent pas d'effet sur l'interprétation des combinaisons conceptuelles. Pour obtenir des mesures reflétant l'utilisation naturelle de la langue, ces auteurs utilisent le « British National Corpus » de cent millions de mots. Ils constatent par exemple que le Nom Principal « soup » est modifié par une substance comestible comme « *mushroom* » dans 93% des cas alors que ce pourcentage tombe à 13% dans le corpus de Gagné et Shoben (1997). En conséquence, ils postulent que si l'on tient compte de la fréquence avec laquelle les différents types de relation sont utilisés avec les Noms Principaux, l'on mettra en évidence un effet de la fréquence relationnelle qui leur est associée. Extrayant du BNC (« British National Corpus »), des combinaisons « Nom Nom » utilisées dans la langue et fortement associées à un Nom Principal, Maguire & Cater (2005) mesurent le temps de réponse à une épreuve de jugement de la signification de combinaisons pour lesquelles le Modificateur est maintenu constant et la fréquence des relations associées au Nom Principal est manipulée. Les résultats indiquent que le type de relation associée au Nom Principal exerce un effet significatif sur le temps d'interprétation d'une combinaison.

Les combinaisons qui utilisent une relation très typique associée au Nom Principal (« Sausage Factory », « Turnip Soup ») sont interprétées plus rapidement que les combinaisons pour lesquelles la relation instanciée est moins typique (« Sausage Machine », « Turnip Field »). En conclusion, dans certaines conditions, non seulement la fréquence relationnelle associée au Modificateur, mais également la fréquence relationnelle associée au Nom Principal, exercent un effet sur l'interprétation des combinaisons conceptuelles nouvelles.

Aussi, la première expérimentation que nous avons réalisée avec des adultes, a donc pour objectif de tester l'effet de deux facteurs principaux sur l'interprétation de combinaisons conceptuelles « Nom Nom » : l'ordre de présentation des constituants et la fréquence relationnelle. Empruntant notre matériel aux corpora de « Modificateurs » et de « Noms principaux » élaborés par Gagné et Shoben (1997)<sup>28</sup>, nous avons systématiquement manipulé l'ordre de présentation des constituants et la fréquence relationnelle qui leur est associée dans le but de dissocier les effets dus à la position relative des constituants de ceux imputables au privilège sémantique de l'un ou l'autre des constituants. Dans tout ce qui suit, nous appelons « Modificateur » et « Nom Principal » tout terme extrait respectivement des corpora « Modificateur » et « Nom Principal » de Gagné et Shoben (1997), et ceci, quelle que soit sa position dans la combinaison construite. La catégorisation de la fréquence relationnelle des deux types de constituants en « Fréquence élevée » et « Fréquence faible » résulte de la sommation des trois fréquences les plus élevées associées à chaque terme ; les moyennes respectives des catégories « Fréquence élevée » et « Fréquence faible » sont respectivement égales à .80 et .30.

## **1.1. Hypothèses et prédictions**

### **H 1 : Sens de l'interprétation**

En Anglais, la confusion des effets des facteurs : nature sémantique du constituant et première position au sein d'une combinaison conceptuelle (« Fish Sandwich ») ne permet pas d'imputer de manière univoque l'interprétation la plus fréquente du Modificateur vers le Nom Principal (Mod → NP) à la nature sémantique du constituant, le Modificateur, ou à l'ordre d'apparition dans le couple « Nom Nom » (Gagné & Shoben, 1997 ; Storms & Wisniewski, 2005). En français, du fait que les habitudes linguistiques placent le Nom Principal en

---

<sup>28</sup> Nous remercions Christina Gagné de nous avoir communiqué les corpora « Modificateurs » et « Noms principaux ». Les corpora comportent pour chaque élément les fréquences d'occurrence de chacune des 15 relations de la typologie de Levi (1978), fréquences qui nous ont permis de construire le matériel utilisé dans cette expérience.



première position (« Sandwich Poisson ») dans la combinaison, il devient alors possible de dissocier les effets dus à la position de ceux imputables à la nature sémantique du constituant.

### **H 1.1. Effet exclusif de la Position initiale**

Si la position initiale du constituant détermine l'interprétation dominante postulée NP → Mod (et que la nature sémantique du constituant n'intervient pas), alors la manipulation de l'ordre de présentation des constituants s'accompagnera d'une inversion du sens de l'interprétation. Dans l'ordre de présentation NP → Mod, les interprétations NP → Mod seront les plus nombreuses, alors que dans l'ordre de présentation inverse Mod → NP, les interprétations Mod → NP seront plus nombreuses.

### **H 1.2. Effet exclusif de la Nature sémantique du constituant**

Si la nature sémantique du constituant est responsable de l'interprétation postulée NP → Mod (et que la position initiale du constituant n'exerce pas d'effet), alors l'interprétation NP → Mod sera majoritaire quel que soit l'ordre de présentation. Dans l'ordre de présentation NP → Mod comme dans l'ordre de présentation Mod → NP, les interprétations NP → Mod seront les plus nombreuses.

### **H 1.3. Effets additifs de la position initiale et de la nature sémantique du constituant.**

Si la nature sémantique du constituant est responsable de l'interprétation postulée NP → Mod et que la position initiale du constituant exerce un effet facilitateur, alors l'interprétation NP → Mod, majoritaire dans les deux ordres de présentation, sera plus marquée dans l'ordre NP – Mod que dans l'ordre inverse Mod – NP.

## **H2 : Effet de la Fréquence relationnelle des constituants sur le sens de l'interprétation**

Si l'interprétation est déterminée uniquement par la fréquence relationnelle des constituants, alors l'effet de la fréquence relationnelle sera plus marqué pour les combinaisons à fréquence relationnelle élevée comparées aux combinaisons à fréquence faible. Si, en Français, le Nom Principal joue le rôle dévolu au Modificateur en Anglais, alors les réponses NP → Mod seront plus nombreuses dans la condition F+F+ que dans la condition F-F-.

### **H3. Interaction de la fréquence relationnelle et de l'ordre de présentation**

Si le Français privilégie l'interprétation NP – Mod, l'effet de la fréquence relationnelle des constituants sera moindre pour l'ordre de présentation NP – Mod, homologue du sens de l'interprétation dominante NP → Mod, que dans l'ordre inverse de présentation Mod – NP. Exprimé autrement, l'effet de l'ordre de présentation sera moindre quand la fréquence relationnelle des constituants est élevée.

## 1.2. Méthode

### 1.2.1. Participants

Quatre vingt seize étudiants de première année de Professorat des Écoles à l' I.U.F.M. de Paris ont participé à cette expérience. Tous les participants étaient de langue maternelle française. L'expérience se déroulait collectivement.

### 1.2.2. Matériel

Le matériel était constitué de deux ensembles de 24 combinaisons dont les constituants étaient caractérisés, par construction, par une fréquence relationnelle élevée ou faible.

- Les 24 combinaisons de Fréquence relationnelle élevée, présentées dans l'ordre de présentation « Nom Principal Modificateur » étaient les suivantes :

« Comité Suspense », « Mesure Maison », « Base Plastique », « Cube Horreur », « Livre Ville », « Écorce Hiver », « Saison Aveuglement », « Récit Montagne », « Pression Été », « Album Désaccord », « Conte Bureau », « Scandale Main », « Magasine Traumatisme », « Conflit Collège », « Puissance Mer », « Traitement Papier », « Terrain Chaleur », « Sucre Papillon », « Bar Charbon », « Comédie Main », « Ressources Cheval », « Réseau Huile », « Bar Fatigue », « Soupe Grippe ».

- Les 24 combinaisons de Fréquence relationnelle faible, présentées dans le même ordre de présentation des constituants que précédemment, étaient les suivantes :

« Brise Crème », « Événement Doigt », « Tension Café », « Lumière Poisson », « Échelle Gaz », « Serrure Air », « Poussière Miel », « Huile Musique », « Instinct Chocolat », « Alcool Légume », « Membre Étoile », « Jouet Sucre », « Plante Fruit », « Lac Mère », « Nuage Serviteur », « Ville Citron », « Signal Chanson », « Roue Fleur », « Nourriture Chaleur », « Arbre Marin », « Fer Eau », « Forêt Famille », « Langage Plante », « Lampe Pluie ».

### 1.2.3. Procédure

Les 48 combinaisons étaient inscrites sur trois pages recto verso et les participants écrivaient leur interprétation en face de chaque couple. L'expérience se déroulait en temps libre. La passation débutait par une phase d'entraînement de quatre essais dans laquelle les participants étaient confrontés à deux Combinaisons conceptuelles F+F+ et deux Combinaisons Conceptuelles F-F-.

## 1.3. Résultats

Les données ont été analysées<sup>29</sup> avec le Programme d'Analyse des Comparaisons PAC (Lecoutre & Poitevineau, 2005). Le plan d'analyse comporte 2 groupes correspondant au facteur Ordre de présentation à deux modalités (NP → Mod et Mod → NP) et 48 occasions de

---

<sup>29</sup> Nous remercions vivement Bruno Lecoutre pour sa collaboration à l'analyse des données de toutes les expériences rapportées dans ce chapitre.

mesure correspondant aux 48 couples emboîtés dans le facteur Fréquence relationnelle à deux modalités (élevée vs faible). Les interprétations NP → Mod étant globalement majoritaires les analyses principales ont porté sur la proportion de ces interprétations, codées 1, les autres réponses (Mod → NP, non réponse ou réponse indéterminée) étant codées 0. Une analyse préliminaire a porté sur les réponses manquantes (non réponse ou réponse indéterminée).

Pour chaque proportion, nous indiquons un intervalle d'estimation à 95%. Celui-ci peut être interprété comme un intervalle de crédibilité *fiducio-bayésien* : sur la base des données disponibles, il y a 95% de *chances* que l'intervalle contienne la proportion parente ; il peut également être interprété comme un intervalle de confiance *fréquentiste* : si l'on répétait l'expérience un grand nombre de fois dans des conditions identiques, 95% des intervalles obtenus contiendraient la proportion parente (Lecoutre, 2006). Les comparaisons de proportions mettent chaque fois en jeu un contraste ; nous rapportons l'effet observé du contraste  $d$ , le test  $F$  usuel de l'analyse de variance qui permet s'il est significatif ( $p < 0.05$ ) de conclure à l'existence de l'effet parent du contraste  $\delta$ , et un énoncé fiducio-bayésien qui permet de préciser la grandeur de cet effet  $\delta$  (Lecoutre & Poitevineau, 2000). Tous les énoncés sont calculés pour une garantie 0.95.

### Sens de l'interprétation : Analyse des réponses NP → Mod

Le Tableau 4 donne pour les combinaisons des modalités des deux facteurs principaux, Ordre et Fréquence relationnelle, les proportions observées d'interprétations produites allant du Nom Principal vers le Modificateur, avec pour chacune un intervalle d'estimation à 95%.

Tableau 4 : pour les deux facteurs principaux, proportions observées d'interprétations Nom Principal → Modificateur et leurs estimations par intervalle à 95%.

	Ordre O1 de présentation : NP - Mod	Ordre O2 de présentation: Mod - NP	
Fréquence F+	0.595 [0.558,0.633]	0.804 [0.762,0.845]	0.700 [0.672,0.727]
Fréquence F-	0.405 [0.367,0.442]	0.700 [0.657,0.742]	0.552 [0.524,0.580]
Moyenne	0.500 [0.466,0.534]	0.752 [0.714,0.789]	0.626 [0.601,0.651]

*Hypothèse H1 : Effet de la position initiale ou effet de la nature sémantique du constituant ?*

Dans l'ordre de présentation NP - Mod, la proportion des interprétations NP - Mod est de l'ordre de 1/2, la proportion observée étant 0.500 [0.466 <  $\varphi$  < 0.534]. Dans l'ordre de

présentation inverse Mod - NP, ces interprétations sont nettement majoritaires :  $0.752 > \varphi > 0.714$ . Les interprétations NP  $\rightarrow$  Mod sont donc notablement plus nombreuses dans cet ordre, la différence étant  $d=0.252$  :  $F_{1,94}=100.7$ ,  $p \approx 0$ ,  $\delta > 0.210$ . Globalement, les résultats sont en accord avec l'hypothèse H 1.2. d'un effet exclusif de la nature sémantique du constituant NP.

*Hypothèse H2 : Effet de la Fréquence relationnelle des constituants sur le sens de l'interprétation.*

Pour les deux types de combinaisons, les interprétations NP  $\rightarrow$  Mod sont majoritaires, les proportions observées étant  $0.700$  [ $0.672 < \varphi < 0.727$ ] pour les combinaisons à fréquence relationnelle élevée et  $0.552$  [ $0.524 < \varphi < 0.580$ ] pour les combinaisons à fréquence faible. Ces interprétations sont cependant nettement plus nombreuses dans le premier cas, la différence étant  $d=0.148$  :  $F_{1,94}=136.8$ ,  $p \approx 0$ ,  $\delta > 0.127$ , ce qui est en accord avec l'hypothèse H.2.

*Effet d'interaction Ordre de présentation et Fréquence relationnelle des constituants.*

Les interprétations NP  $\rightarrow$  Mod, dont nous avons vu qu'elles sont globalement nettement plus nombreuses pour les combinaisons à fréquence relationnelle élevée, le sont également pour chacun des ordres de présentation. La différence entre les deux types de combinaisons est  $0.191$  [ $0.158 < \delta < 0.224$ ] dans l'ordre de présentation O1 : NP - Mod et  $0.104$  [ $0.065 < \delta < 0.143$ ] dans l'ordre de présentation O2 Mod - NP. La différence est cependant plus grande dans le premier cas, la différence entre les deux différences observées (effet d'interaction) étant  $d=0.087$  :  $F_{1,94}=11.8$ ,  $p=0.0009$ ,  $\delta > 0.045$ . Il apparaît en fait que les combinaisons à fréquence relationnelle faible présentées dans l'ordre NP - Mod sont la seule combinaison des deux facteurs expérimentaux principaux pour laquelle les interprétations NP  $\rightarrow$  Mod sont minoritaires (la proportion observée étant  $0.405$  [ $0.367 < \varphi < 0.442$ ] : dans ce cas les interprétations Mod  $\rightarrow$  NP sont légèrement majoritaires, leur proportion observée étant  $0.539$  [ $0.501 < \varphi < 0.577$ ]). Les résultats sont donc en accord avec l'hypothèse H.3. qui prévoit un effet moindre de l'ordre de présentation quand la fréquence des constituants est élevée.

### **Analyses complémentaires : Consistance interindividuelle et inter-items des résultats**

Il est intéressant de regarder les différences observées entre les deux types de combinaisons pour chaque participant. Dans l'ordre NP - Mod, 45 des 48 participants donnent davantage d'interprétations NP  $\rightarrow$  Mod pour les combinaisons à fréquence relationnelle

élevée, deux en donnent autant et seul un seul participant en donne moins ; dans l'ordre Mod - NP, ces nombres sont respectivement 33, 7 et 8.

Le Tableau 5 donne pour chacun des 48 couples les pourcentages observés d'interprétations produites allant du Nom Principal vers le Modificateur, pour chacun des deux ordres de présentation, ainsi qu'un énoncé fiducio-bayésien pour la différence entre l'ordre NP - Mod et l'ordre Mod - NP. Un résultat remarquable est que, dans l'ordre Mod - NP, la proportion d'interprétations NP → Mod est supérieure à 1/2 pour toutes les combinaisons, à la seule exception de la combinaison « Musique Huile » : pour celle-ci, la proportion de ces interprétations est faible dans les deux ordres (25% et 21%). Dans cet ordre, ces interprétations sont en outre pour la plupart des combinaisons, largement majoritaires, surtout pour les combinaisons à fréquence relationnelle élevée : 19 combinaisons sur 24 ont pour ceux-ci une proportion supérieure ou égale à 75% ; ce nombre est 13 sur 24 pour les combinaisons à fréquence relationnelle faible. A titre de comparaison, dans l'ordre NP - Mod, ces nombres sont respectivement seulement 3 sur 24 et 1 sur 24. On peut conclure à une différence positive entre l'ordre NP - Mod et l'ordre Mod - NP pour 18 couples sur 24 pour les combinaisons à fréquence relationnelle élevée et pour 21 sur 24 pour celles à fréquence faible.

Tableau 5 : pour chaque combinaison, pourcentages observés d'interprétations Nom Principal → Modificateur pour chacun des deux ordres de présentation, et énoncé fiducio-bayésien pour la différence entre l'ordre NP - Mod et l'ordre Mod - NP. Légende : \*Proportion supérieure à 0.75.

Fréquence élevée	NP - Mod	Mod - NP	
Suspense Comité	69%	83%*	$\square > +0.002$
Maison Mesure	42%	79%*	$\square > +0.220$
Plastique Base	52%	85%*	$\square > +0.185$
Horreur Cube	73%	79%*	$\square > -0.083$
Ville Livre	33%	81%*	$\square > +0.331$
Hiver Ecorce	58%	73%*	$\square > -0.015$
Aveuglement Saison	56%	81%*	$\square > +0.097$
Montagne Récit	73%	92%*	$\square > +0.061$
Été Pression	56%	85%*	$\square > +0.144$
Désaccord Album	77%*	71%	$\square > -0.213$
Bureau Conte	25%	75%	$\square > +0.352$
Matin Scandale	56%	65%	$\square > -0.084$
Traumatisme Magazine	83%*	90%*	$\square > -0.054$
Collège Conflit	65%	81%*	$\square > +0.017$
Mer Puissance	62%	81%*	$\square > +0.037$
Papier Traitement	56%	85%*	$\square > +0.144$
Chaleur Terrain	52%	85%*	$\square > +0.185$
Papillon Sucre	37%	65%	$\square > +0.106$
Main Comédie	67%	87%*	$\square > +0.069$
Cheval Ressources	62%	58%	$\square > +0.126$
Huile Réseau	65%	81%*	$\square > +0.017$
Fatigue Bar	69%	90%*	$\square > +0.074$
Charbon Bar	77%*	90%*	$\square > -0.0009$
Grippe Soupe	62%	85%*	$\square > +0.084$

Fréquence faible	NP - Mod	Mod - NP	
Crème Brise	15%	56%	☐>+0.269
Doigt Evénement	48%	75%*	☐>+0.111
Café Tension	15%	54%	☐>+0.248
Poisson Lumière	12%	56%	☐>+0.293
Gaz Echelle	60%	83%*	☐>+0.080
Air Serrure	42%	75%*	☐>+0.174
Miel Poussière	29%	54%	☐>+0.087
Musique Huile	25%	21%	☐>-0.186
Chocolat Instinct	48%	71%	☐>+0.066
Légume Alcool	35%	54%	☐>+0.020
Etoile Membre	65%	75%*	☐>-0.052
Sucre Jouet	52%	69%	☐>+0.002
Fruit Plante	50%	81%*	☐>+0.159
Mère Lac	40%	77%*	☐>+0.219
Serviteur Nuage	15%	56%	☐>+0.269
Citron Ville	77%*	85%*	☐>-0.050
Chanson Signal	35%	87%*	☐>+0.380
Fleur Roue	44%	79%*	☐>+0.199
Chaleur Nourriture	62%	92%*	☐>+0.157
Marin Arbre	48%	94%*	☐>+0.324
Eau Fer	25%	67%	☐>+0.262
Famille Forêt	17%	65%	☐>+0.332
Plante Langage	54%	77%*	☐>+0.071
Pluie Lampe	58%	75%*	☐>+0.008

#### 1.4. Conclusion

Le premier résultat massif qui mérite d'être relevé concerne la différence avec les résultats rapportés précédemment avec des locuteurs de langue anglaise. Dans le cas présent, bien qu'utilisant des listes de Nom Principaux et de Modificateurs extraits des corpora élaborés par Gagné et Shoben (1997), la majorité des interprétations effectuées par les participants français vont du NP → Mod, cet effet étant plus accentué dans l'ordre Mod - NP que dans l'ordre NP - Mod. Ce résultat obtenu avec des combinaisons « Nom Nom » formées arbitrairement n'est pas en accord avec la position défendue par Noailly (1990) qui, à propos de combinaisons « Nom Nom » répertoriées dans la langue française, écrit : « dans la majorité des cas, il y a une priorité évidente du premier substantif sur le second et l'ordre des mots semble donc être un critère décisif pour l'interprétation. Dans l'organisation systématique du français contemporain, le GN repose absolument sur l'ordre « Déterminé Déterminant ». L'évolution de la langue semble conduire inexorablement l'épithète (l'adjectif comme substantif) vers la postposition » (pp.26-27).

Avec les combinaisons arbitrairement formées que nous avons utilisées, nous ne sommes pas devant le cas simple de combinaisons pour lesquelles la syntaxe est déterminante. Nous nous trouvons plus probablement dans le second cas envisagé par Noailly (1990), celui

dans lequel intervient la mémoire lexicale, « le stock d'informations acquis au fil du temps par chaque usager et qui lui fournit le modèle d'emploi usuel de tel ou tel lexème nominal. Car tous les noms en majorité ne balancent pas de façon équilibrée entre l'usage substantif et l'usage adjectif. Pour beaucoup d'entre eux, l'un des deux statistiquement l'emporte. Lorsque cette domination de l'un des deux emplois sur l'autre est quasi absolue, alors c'est cette mémoire là qui décide de l'interprétation, même quand cela va contre l'ordre syntaxique. Le décodage suppose que l'on apprécie, qu'on estime, qu'on soupèse les dispositions relatives de chacun des deux N successifs. » (p.28).

Si nous suivons cette hypothèse d'un double mécanisme, syntaxique en cas d'équivalence adjectivale des deux composants nominaux (Mod et NP), lexical en cas de dominance moyenne du Nom Principal sur le Modificateur, nous sommes amenés à supposer une dominance moyenne du NP sur le Mod, plus accentuée pour les combinaisons F+F+ que pour les combinaisons F-F-, comme l'indique l'interaction significative Fréquence \* Ordre de présentation.

La prochaine expérimentation qui consistera à dissocier l'effet de la fréquence relationnelle des constituants de la combinaison en associant un Mod F+ à un NP F- et inversement, devrait nous éclairer sur les rôles respectifs des facteurs syntaxiques et lexicaux du Modificateur et du Nom Principal.



## 2. Études développementales : Production et Sélection d'une interprétation

Les quatre expériences présentées ici s'inscrivent dans la lignée de la précédente. Elles ajoutent une préoccupation liée à l'étude du développement de l'interprétation des combinaisons conceptuelles « Nom Nom » en fonction de l'âge, de la capacité à élaborer un nouveau concept en établissant une relation entre les constituants ou en transférant une propriété de l'un à l'autre. Trois types de tâches ont été retenues :

- une épreuve de production (expérience 1)
- une épreuve de sélection d'une interprétation parmi quatre choix (expérience 2)
- une épreuve de sélection d'une interprétation parmi deux choix, homologues de l'ordre de présentation (expérience 3) et non homologues (expérience 4)

Les expérimentations réalisées abordent l'étude du développement de l'interprétation de combinaisons conceptuelles de deux façons puisque d'une part, elles utilisent la langue française dans laquelle, contrairement à l'anglais, le Nom Principal précède généralement le Modificateur et, d'autre part, elles manipulent l'ordre de présentation « Nom Principal Modificateur », dans le but de dissocier les effets dus à leur position de ceux imputables au « privilège sémantique » associé au Modificateur. De plus, les principes de construction du matériel permettent d'appréhender l'évolution des capacités d'interprétation des combinaisons en fonction de l'âge, soit par l'établissement d'une relation entre les constituants, soit par transfert d'une propriété de l'un à l'autre.

En effet, nous disposons de peu de résultats expérimentaux sur le développement du processus d'interprétation de combinaisons conceptuelles nouvelles chez l'enfant alors que la combinaison de significations de mots et de concepts est impliquée dans la compréhension du langage, la lecture et la créativité linguistique (Borghgi & Caramelli, 2003 ; Caramelli & Borghgi, 2004 ; Clark, 1998 ; Ward, Smith & Vaid, 1997). Des travaux portant sur l'étude de l'interprétation de noms composés (« Tea sieve », « Puppy-dog house ») mettent en évidence l'émergence du processus dès l'âge de deux ans chez des enfants de langue maternelle anglaise alors qu'il faut attendre 5 ans pour voir apparaître ce type de traitement chez des enfants de langue maternelle française (Clark, 1995, 1998). La fréquence d'occurrence de ces noms composés dans les langues étudiées peut expliquer ce résultat. Une exception notable est constituée par l'étude de Parault, Schwanenflugel & Haverback (2005). Ces auteures ont étudié la manière dont les enfants de 6 et 9 ans, comparés à des adultes, utilisent la similarité conceptuelle au cours du processus d'interprétation de combinaisons conceptuelles « Nom Nom » nouvelles. Plus précisément, elles s'intéressent à deux types de combinaisons, les

combinaisons qui consistent en un transfert de propriété du Modificateur au Nom Principal et celles qui consistent dans l'établissement d'une relation entre les constituants au sein d'un scénario familial. Dans le premier type de combinaison, une propriété du premier mot de la combinaison est sélectionnée pour être transférée au second mot ; par exemple, avec « Elephant Garlic » (« Eléphant Ail »), la propriété « taille » inhérente au concept « éléphant » est sélectionnée pour susciter l'interprétation « ail de grande taille » par opposition à l'ail commun. Cependant, cette propriété « taille » est modifiée pour s'intégrer au contexte du Nom Principal, car l'ail, même de grande taille, n'est probablement pas aussi grand qu'un éléphant. En ce sens, les interprétations en termes de propriété sont considérées comme impliquant la construction d'une nouvelle signification (Wisniewski, 1997). Elles se différencient des interprétations par établissement d'une relation qui consistent simplement à établir une relation unique entre deux mots : par exemple un « city kid » est un « enfant de la cité ».

Si une similarité sémantique élevée entre les éléments d'une combinaison conceptuelle constitue une condition favorable à la production d'une interprétation par transfert d'une propriété du Modificateur au Nom Principal, des combinaisons formées d'éléments peu similaires comme « Elephant Garlic » peuvent également susciter des interprétations en termes de transfert de propriété, au point que certains auteurs ont mis en cause le rôle de cette similitude comme indice de dérivation de la signification d'une combinaison conceptuelle. Ainsi, Gagné et Shoben (1997) proposent que, plutôt que la similitude sémantique inter-constituants, ce soit l'histoire relationnelle entre les concepts telle qu'elle est stockée dans la mémoire des individus qui détermine l'établissement d'une relation ; on peut en effet interpréter « Elephant Garlic » comme « un type d'ail pour les éléphants » et, si l'on considère cette interprétation comme peu plausible, on peut alors recourir à l'attribution de la propriété « grande taille » à « ail ». Ce problème de l'effet de la similarité entre les constituants est au centre de l'étude de Parault et al. (2005) mentionnée plus haut. Le but principal de leur recherche consiste à « déterminer si les enfants utilisent la similarité conceptuelle pour dériver une interprétation de combinaisons conceptuelles nouvelles, et s'ils sont capables d'élaborer des interprétations en termes de propriété et de relation » (p. 70).

Les auteures utilisent 36 combinaisons conceptuelles, 16 combinaisons similaires sont empruntées à Wisniewski (1996), 16 combinaisons non similaires et 4 combinaisons ininterprétables sont reprises de Gagné et Shoben (1997). Les réponses fournies par les participants, enfants et adultes, sont codées en deux catégories : établissement d'une relation : « Milk Germ » (« germe qui est dans le lait »), « Collee Headache » (« mal de tête attrapé au

collège ») et transfert d'une propriété : « Apartment Hotel » (« hôtel où l'on peut habiter »), « Motorcycle Bicycle » (« bicyclette avec un moteur »). Les résultats indiquent que la similarité conceptuelle exerce un effet sur l'interprétation de combinaisons « Nom Nom » nouvelles chez les enfants. Comme les adultes, les enfants interprètent les combinaisons hautement similaires en termes de propriété et les combinaisons peu similaires en termes de relation. Contrairement aux adultes, les enfants éprouvent plus de difficultés à produire des interprétations pour les combinaisons similaires que pour les non similaires : les enfants sont conscients du fait que les interprétations relationnelles ne sont pas appropriées pour les combinaisons hautement similaires mais ils sont incapables de produire un autre type d'interprétation. La difficulté majeure rencontrée par ces derniers réside dans la production d'interprétations pour les combinaisons hautement similaires. Les résultats indiquent une absence de différence en termes de quantité d'informations sémantiques traitées par les enfants de 6 et 9 ans.

En référence au modèle de Wisniewski (1996, 1997), les auteures suggèrent que les enfants éprouvent des difficultés lors de l'interprétation en termes de propriété au moment du transfert. Ils sont capables d'aligner les traits relatifs aux deux constituants (étape 1) mais ils ont des difficultés lors de la sélection du trait–propriété du Modificateur à transférer et à intégrer au Nom Principal (étapes 2 et 3). Les auteures avancent que les enfants de cours élémentaire sont en phase d'acquisition des processus de sélection et d'intégration d'une propriété de l'un des constituants à l'autre et elles fixent le début de cet apprentissage vers l'âge de 5 ans.

Si comme le supposent Parault et al. (2005), les enfants éprouvent des difficultés au niveau des étapes 2 et 3, il est légitime de se demander si toutes les propriétés sont également concernées ou s'il existe une variabilité : une similarité de forme susceptible d'être impliquée dans la combinaison conceptuelle « Champignon Nuage » est-elle traitée aussi aisément que la propriété vitesse dans la combinaison « Coureur Fusée » ou la propriété piquant dans la combinaison « Epingle Boisson » ? Nous avons donc introduit dans notre expérience six types de propriétés différentes dans le but de tester l'effet de cette variabilité. De la même manière, nous avons introduit six types de relations a priori les plus fréquemment recensées dans le corpus de Gagné et Shoben (1997) de façon à pouvoir obtenir des informations sur les conditions d'établissement d'une relation entre les constituants d'une combinaison. De cette façon, nous comptons pouvoir répondre à la question « Les enfants sont-ils capables de créer des combinaisons conceptuelles « Nom Nom » nouvelles en transférant une propriété de l'un des constituants à l'autre ou en établissant une relation entre les deux ? Nous espérons

également déterminer si lors de la présentation de combinaisons supposées inductrices, soit d'un transfert de propriété, soit de l'établissement d'une relation, la nature de l'interprétation est homologue de la catégorisation a priori du matériel présenté.

## **2.1. Hypothèses et prédictions**

### **H1 : Sens de l'interprétation**

De l'expérience précédente consacrée à l'étude des effets de la fréquence relationnelle et de l'ordre de présentation, nous reprenons les alternatives de l'hypothèse H1 relative au sens de l'interprétation, à savoir :

**H 1.1. : Effet exclusif de la position initiale,**

**H 1.2. : Effet exclusif de la nature sémantique du constituant, et**

**H 1.3. : Effets additifs de la position initiale et de la nature sémantique du constituant.**

A celles-ci s'ajoutent les hypothèses relatives à la Nature de l'interprétation (H2) et à l'effet de l'Age (H3). L'ensemble des hypothèses H1, H2 et H3 s'appliquent aux quatre expériences décrites ci-dessous.

### **H2 : Nature de l'interprétation**

Après avoir examiné la question relative au sens de l'interprétation se pose le problème de la nature de l'interprétation. L'interprétation consiste-t-elle à établir une relation du type Localisation, Cause, Partie de, etc. entre les deux constituants comme le suggèrent les modèles CARIN et du Double Processus (étape 1) et à ne transférer une propriété qu'en cas d'échec (étapes 2 et 3 du modèle du Double Processus) ? Pour apporter une réponse claire à cette question, notre matériel comporte un nombre égal de combinaisons assignables à six relations sémantiques établies a priori et à six transferts de propriétés différentes. Ces deux catégories de matériel ont en commun d'entretenir une similarité sémantique faible estimée par l'Analyse Sémantique Latente, corpus « TextEnfant » : les cosinus moyens entre les deux éléments de chaque paire étant respectivement égaux à .16 pour les combinaisons « Relation » et à .06 pour les combinaisons « Propriété ».

#### **H2.1. Établissement exclusif d'une relation**

Si comme le suppose le modèle CARIN, l'interprétation d'une combinaison consiste à établir une relation, nous pouvons en déduire que, quelle que soit la nature de la combinaison, une réponse Relation sera fournie pour lier les deux composants. De plus, la nature des relations produites tendra à être homologue à celle des relations induites : partie de, localisation, pour, matière, fait de.

## **H2.2. Établissement d'une relation ou transfert de propriété**

Si comme le suppose le modèle du Double Processus, la première étape de l'interprétation d'une combinaison consiste à établir une relation au sein d'un scénario, une relation sera établie face aux combinaisons Relation. Pour les combinaisons Propriété, la difficulté ou l'échec à établir une relation conduira (étapes 2 et 3 du modèle) à transférer une propriété d'un constituant à l'autre.

### **H3 : Effet de l'Age**

#### **H3.1 : Effet de l'Age sur le sens de l'interprétation**

##### **H3.1.1. Augmentation du nombre de réponses Relation**

Si nous supposons que, contrairement à l'anglais, l'interprétation dominante se fait dans le sens NP → Mod et que la densité relationnelle du NP responsable de l'établissement d'une relation augmente avec l'âge du fait de l'expérience, alors les interprétations Relation allant du NP → Mod augmenteront avec l'âge jusqu'à l'âge adulte.

##### **H3.1.2. Augmentation du nombre de réponses Propriété**

Si nous supposons que, contrairement à l'anglais, l'interprétation dominante se fait dans le sens NP → Mod et que les difficultés à sélectionner le trait-propriété à transférer diminuent avec l'âge, alors les interprétations Propriété allant du NP → Mod augmenteront (de manière complémentaire, les interprétations Relation diminueront) avec l'âge jusqu'à l'âge adulte.

#### **H3.2 : Effet de l'Age sur la Nature de l'interprétation**

Si un transfert de propriété intervient en cas d'échec d'établissement d'une relation et si comme le suggèrent Parault et al. (2005), seuls les enfants les plus âgés seront capables de transférer une propriété du Modificateur → Nom Principal, le nombre de réponses Propriété augmentera (le nombre de réponses Relation diminuera) avec l'âge et sera maximal chez les adultes.

#### **H3.3 : Interaction Age \* Ordre de présentation des combinaisons**

Compte tenu du développement linguistique en fonction de l'âge et de l'augmentation de la différenciation des rôles sémantiques associés au Nom Principal et au Modificateur, les enfants les plus âgés seront moins sensibles que les plus jeunes à l'ordre de présentation des constituants. Les différences de performances en fonction de l'ordre de présentation diminueront avec l'âge et seront minimales chez les adultes.

## **2.2. Expérience 1. Épreuve de production : Effets de l'ordre de présentation des constituants et de leur lien sémantique sur le sens et la nature de l'interprétation**

### **2.2.1. Méthode**

#### **2.2.1.1. Participants**

Cent cinquante trois élèves d'une école élémentaire parisienne ont participé à cette expérience. Trois enfants n'ont pas répondu à la totalité des items et leurs protocoles ont été exclus de l'analyse des résultats. Les cent cinquante participants sont répartis en trois classes d'âge : cinquante élèves de CP (Cours Préparatoire : âge moyen = 6.7 ans), cinquante élèves de CE2 (Cours Élémentaire seconde année : âge moyen = 8.6 ans) et cinquante élèves de CM2 (Cours Moyen seconde année : âge moyen = 10.9 ans). Deux groupes de 65 étudiants de seconde année de Licence de psychologie de l'Université Paris XIII ont participé à cette expérience dans le cadre de leur enseignement. Tous les participants étaient de langue maternelle française, l'expérience se déroulait individuellement pour les enfants et en collectif pour les adultes.

#### **2.2.1.2. Matériel et organisation expérimentale**

**Les combinaisons conceptuelles présentées en entraînement.** Quatre combinaisons ont été présentées au cours de la phase d'entraînement : deux Combinaisons conceptuelles Relation non lexicalisées pour lesquelles l'interprétation repose a priori sur l'établissement d'une relation entre les deux constituants (« Moto Garage », « Pull Laine ») et deux Combinaisons conceptuelles Propriété pour lesquelles l'interprétation la plus probable consiste a priori dans le transfert d'une propriété d'un constituant à l'autre (« Danseuse Papillon », « Chaussettes Fromage »).

**Les combinaisons conceptuelles expérimentales.** Le matériel a été construit sur la base de deux ensembles (voir Tableaux 6 et 7): le premier composé de 12 combinaisons « Nom Nom » non lexicalisées inductrices d'une interprétation de type établissement d'une relation entre les deux constituants (Combinaisons conceptuelles Relation) et le second composé de 12 autres combinaisons « Nom Nom » non lexicalisées inductrices d'une interprétation de type transfert d'une propriété d'un constituant à l'autre (Combinaisons Conceptuelles Propriété). L'ensemble du matériel est donc constitué de 24 combinaisons. La présentation de ces combinaisons a respecté un principe d'alternance entre les deux types de

matériel (Relation et Propriété).

Les participants ont été aléatoirement affectés l'un des deux ordres de présentation : l'ordre 1 (« Nom Principal Modificateur » en référence à l'ordre usuel de présentation des constituants en français) et l'ordre 2 (« Modificateur Nom Principal ») soit 25 élèves de chaque classe d'âge et 65 étudiants.

Tableau 6 : Combinaisons Conceptuelles Relation (« NP Mod »). TR1 : Partie de ; TR2 : Localisation ; TR3 : Pour ; TR4 : Cause; TR5 : Matière ; TR6 : Fait de.

<b>Parts</b>	<b>Gâteau</b>	Partie de	TR1
<b>Morceaux</b>	<b>Chocolat</b>	Partie de	TR1
<b>Poisson</b>	<b>Mer</b>	Localisation	TR2
<b>Cheminée</b>	<b>Salon</b>	Localisation	TR2
<b>Short</b>	<b>Sport</b>	Pour	TR3
<b>Ballon</b>	<b>Football</b>	Pour	TR3
<b>Tache</b>	<b>Sauce</b>	Cause	TR4
<b>Brûlure</b>	<b>Incendie</b>	Cause	TR4
<b>Tasse</b>	<b>Plastique</b>	Matière	TR5
<b>Immeuble</b>	<b>Verre</b>	Matière	TR5
<b>Soupe</b>	<b>Légumes</b>	Fait de	TR6
<b>Parfum</b>	<b>Fleurs</b>	Fait de	TR6

Tableau 7 : Combinaisons Conceptuelles Propriété (« NP Mod »). TP1 : Douceur ; TP2 : Fluidité ; TP3 : Forme ; TP4 : Mobilité ; TP5 : Piquant ; TP6 : Obstacle.

<b>Lèvres</b>	<b>Oreiller</b>	Douceur	TP1
<b>Neige</b>	<b>Coton</b>	Douceur	TP1
<b>Encre</b>	<b>Sang</b>	Fluidité	TP2
<b>Lait</b>	<b>Sable</b>	Fluidité	TP2
<b>Nuage</b>	<b>Champignon</b>	Forme	TP3
<b>Arbre</b>	<b>Parapluie</b>	Forme	TP3
<b>Voiture</b>	<b>Tortue</b>	Mobilité	TP4
<b>Coureur</b>	<b>Fusée</b>	Mobilité	TP4
<b>Tapis</b>	<b>Cactus</b>	Piquant	TP5
<b>Boisson</b>	<b>Épingle</b>	Piquant	TP5
<b>Chambre</b>	<b>Porcherie</b>	Obstacle	TP6
<b>Brouillard</b>	<b>Mur</b>	Obstacle	TP6

### 2.2.1.3. Procédure

**Tâche de production d'une interprétation.** Pour les enfants, l'expérimentateur présentait l'une après l'autre oralement les 24 combinaisons conceptuelles. Pour chacune d'entre elles, il (elle) invitait le participant à produire une phrase reliant les deux constituants. La liaison établie entre les deux noms devait être acceptable d'un point de vue sémantique. La

production de chaque enfant était immédiatement transcrite sur ordinateur. Après chaque retranscription, une nouvelle combinaison était présentée. La passation débutait par une phase d'entraînement de quatre essais (deux Combinaisons conceptuelles Relation et deux Combinaisons Conceptuelles Propriété). Pour les adultes, les 24 combinaisons étaient inscrites sur une page recto verso et ils écrivaient leur interprétation en face de chaque couple. Pour les enfants comme pour les adultes, l'expérience se déroulait en temps libre.

### 2.2.2. Résultats

Les données ont été analysées avec le Programme d'Analyse des Comparaisons PAC (Lecoutre & Poitevineau, 2005). Le plan d'analyse comportait 8 groupes (4 âges \* 2 ordres de présentation) et 24 occasions de mesure correspondant aux 24 combinaisons : 2 \* 6 relations sémantiques et 2 \* 6 transferts de propriétés. Les analyses principales ont porté sur deux variables dichotomiques (1 vs 0) : le sens de l'interprétation obtenue en codant 1 une interprétation allant du Nom Principal vers le Modificateur, et la nature de l'interprétation obtenue en codant 1 une interprétation produite en termes d'établissement d'une relation. On a pu ainsi obtenir et comparer respectivement les proportions de réponses NP → Mod et les proportions de réponses Relation. Des analyses complémentaires ont porté sur les proportions de réponses homologues (même sens et même type que la combinaison présentée) et sur les proportions de la réponse majoritaire quand elle était différente de la réponse homologue. Les proportions globales ont été obtenues par moyennage pondéré sur les groupes.

Nous ne présentons ici qu'un résumé des principaux résultats (pour une analyse complète<sup>30</sup>, voir Jhean-Larose, Denhière & Lecoutre, soumis pour publication).

#### 2.2.2.1. Sens de l'interprétation : Analyse des réponses NP → Mod

*Hypothèse H1 : Effet de la position initiale ou effet de la nature sémantique du constituant ?*

Bien que notre matériel ait été construit à partir des corpora « Modificateurs » et « Noms Principaux » de Gagné et Shoben (1997), nous constatons que les participants de langue française, enfants et adultes, interprètent les combinaisons proposées dans un peu plus de deux tiers des cas (69%) en suivant le sens NP → Mod, contrairement au sens dominant Mod → NP obtenu avec des participants de langue anglaise. De plus, la proportion d'interprétations NP → Mod augmente de 64% à 74% quand nous passons des enfants aux

---

<sup>30</sup> (24). Jhean-Larose, S., Denhière, G. & Lecoutre, B. (soumis). Étude développementale de l'interprétation de combinaisons conceptuelles « Nom-Nom » nouvelles : Effets de l'ordre de présentation des constituants et de leur lien sémantique, *L'Année Psychologique*.



adultes (voir le tableau 8).

Tableau 8: pour les trois facteurs principaux, proportions observées de la réponse NP → Mod et leurs estimations par intervalle à 95%.

		<b>Combinaisons Relation</b>	<b>Combinaisons Propriété</b>	<i>Moyenne</i>
<b>Ordre 1</b> <b>NP - Mod</b>	<b>CP</b>	<b>0.820</b> [0.756,0.884]	<b>0.680</b> [0.607,0.753]	<b>0.741</b> [0.714,0.767]
	<b>CE2</b>	<b>0.783</b> [0.737,0.830]	<b>0.683</b> [0.623,0.744]	
	<b>CM2</b>	<b>0.750</b> [0.694,0.806]	<b>0.727</b> [0.676,0.778]	
	<b>Adultes</b>	<b>0.816</b> [0.779,0.854]	<b>0.861</b> [0.833,0.889]	<b>0.839</b> [0.811,0.866]
<b>Ordre 2</b> <b>Mod - NP</b>	<b>CP</b>	<b>0.510</b> [0.443,0.577]	<b>0.403</b> [0.312,0.494]	<b>0.541</b> [0.511,0.570]
	<b>CE2</b>	<b>0.570</b> [0.513,0.627]	<b>0.507</b> [0.451,0.563]	
	<b>CM2</b>	<b>0.653</b> [0.581,0.726]	<b>0.600</b> [0.540,0.660]	
	<b>Adultes</b>	<b>0.649</b> [0.590,0.709]	<b>0.640</b> [0.577,0.704]	<b>0.645</b> [0.589,0.701]
<i>Moyenne</i>		<b>0.707</b> [0.687,0.728]	<b>0.673</b> [0.652,0.694]	<b>0.690</b> [0.673,0.707]

L'ordre de présentation des constituants exerce un effet sur la proportion d'interprétations NP → Mod. Chez les enfants comme chez les adultes, ces interprétations sont plus nombreuses pour l'ordre de présentation NP - Mod (79%) que pour l'ordre inverse (59%), l'effet de l'ordre de présentation diminuant avec l'âge chez les enfants et s'exerçant sur les deux types de combinaisons Relation et Propriété.

Ces effets moyens s'accompagnent d'une variabilité notable à l'intérieur des deux types de combinaisons tant chez les enfants que chez les adultes. Chez les enfants, concernant les combinaisons Relation, la proportion des interprétations NP → Mod est majoritaire pour quatre des six relations (« matière », « partie de », « localisation », « fait de ») et nous observons une augmentation avec l'âge pour trois relations (« matière », « partie de », « fait de »). Pour les combinaisons Propriété, la proportion des interprétations NP → Mod est majoritaire pour trois des six propriétés (« douceur », « mobilité », « obstacle »). Cette proportion est supérieure dans l'ordre de présentation NP - Mod pour les six propriétés ; elle augmente avec l'âge pour quatre propriétés (« obstacle », « piquant », « mobilité », « douceur »).

Chez les adultes, la proportion des interprétations NP → Mod est majoritaire pour

chacune des douze combinaisons. Cette proportion est supérieure dans l'ordre de présentation NP - Mod pour cinq relations sur six (on ne peut pas conclure pour « partie de ») et pour chacune des six propriétés. Enfin, les interprétations NP → Mod sont plus nombreuses chez les adultes que chez les enfants pour quatre relations (« pour, cause, matière, fait de ») et pour quatre propriétés (« forme, mobilité, piquant, obstacle ») et elles sont moins nombreuses pour la relation « partie de ».

En résumé, les résultats obtenus sont en accord avec l'hypothèse H1.3 qui prévoit des effets additifs de la position initiale et de la nature du constituant.

### 2.2.2.2. Nature de l'interprétation : les réponses Relation

Le tableau 9 donne pour les combinaisons des facteurs principaux, les proportions observées de réponses consistant dans l'établissement d'une Relation entre les deux constituants, avec pour chacune un intervalle d'estimation.

Tableau 9 : pour les trois facteurs principaux, proportions observées de la réponse Relation et leurs estimations par intervalle à 95%.

		Combinaisons Relation	Combinaisons Propriété	Moyenne
Ordre 1 NP - Mod	CP	0.937 [0.910,0.963]	0.680 [0.597,0.763]	0.766 [0.742,0.790]
	CE2	0.903 [0.878,0.929]	0.590 [0.520,0.660]	
	CM2	0.933 [0.916,0.951]	0.553 [0.471,0.636]	
	Adultes	0.861 [0.840,0.882]	0.219 [0.170,0.267]	0.540 [0.511,0.569]
Ordre 2 Mod - NP	CP	0.893 [0.866,0.921]	0.650 [0.569,0.731]	0.761 [0.740,0.782]
	CE2	0.903 [0.887,0.920]	0.647 [0.582,0.711]	
	CM2	0.920 [0.904,0.936]	0.553 [0.496,0.610]	
	Adultes	0.831 [0.807,0.855]	0.228 [0.183,0.272]	0.529 [0.503,0.555]
	Moyenne	0.894 [0.882,0.906]	0.421 [0.389,0.454]	0.656 [0.644,0.669]

*Hypothèse H2 : Etablissement d'une relation ou transfert de propriété ?*

Globalement, les réponses Relation sont majoritaires : la proportion moyenne est 0.656 [0.644 <  $\varphi$  < 0.669].

Chez les enfants, les réponses Relation sont majoritaires pour les deux types de

combinaisons, mais elles le sont très largement pour les combinaisons Relation (0.916 [0.907< $\varphi$ <0.924]) et beaucoup moins pour les combinaisons Propriété (0.612 [0.583< $\varphi$ <0.641]). La différence entre les deux types de combinaisons est donc notable :  $d=0.303$ ,  $F_{1,144}=437.5$ ,  $p\approx 0$ ,  $\delta>0.279$ . Chez les adultes, les réponses Relation ne sont globalement que légèrement majoritaires ; de plus, si elles restent nettement majoritaires pour les combinaisons Relation (0.847 [0.831< $\varphi$ <0.862]), elles sont au contraire nettement minoritaires pour les combinaisons Propriété (0.223 [0.190< $\varphi$ <0.256]). Ces résultats sont en accord avec l'hypothèse H2.2. qui stipule que les adultes interprètent majoritairement une combinaison Relation en termes d'établissement d'une relation entre les deux constituants et transfèrent majoritairement une propriété d'un constituant à l'autre face à une combinaison Propriété. Pour les enfants, s'ils sont capables d'interpréter une combinaison Propriété en transférant une propriété d'un constituant à l'autre, ils interprètent majoritairement les deux types de combinaisons en termes de relation.

*Hypothèse H3.2 : Effet de l'Age sur la nature de l'interprétation.*

Chez les enfants, la proportion de réponses Relation diminue avec l'âge : 0.790 (CP); 0.761 (CE2); 0.740 (CM2). Si on prend en compte les âges moyens des trois groupes (6.7, 8.6, 10.9), la diminution observée est en moyenne de 0.012 (pente de la droite de régression linéaire) par an (0.017 du CP au CE2 et 0.009 du CE2 au CM2) :  $F_{1,144}=6.50$ ,  $p=0.01$ ,  $\delta>0.004$ . Ces réponses sont nettement plus nombreuses chez les enfants (en moyenne 0.764) que chez les adultes (0.535), soit une différence  $d=0.229$  :  $F_{1,274}=330.8$ ,  $p\approx 0$ ,  $\delta>0.208$ .

Chez les enfants, la différence observée entre les combinaisons Relation et Propriété est notable pour les trois groupes : 0.250 (CP), 0.285 (CE2), 0.375 (CM2). Cette différence augmente avec l'âge, l'augmentation observée étant en moyenne 0.030 par an :  $F_{1,144}=12.7$  (interaction combinaison\*composante linéaire),  $p=0.0005$ ,  $\delta>0.016$ . Cependant, le tableau 9 montre que l'on observe une diminution des réponses Relation uniquement pour les combinaisons Propriété ( $d=0.027$  par an) :  $F_{1,144}=9.82$ ,  $p=0.002$ ,  $\delta>0.013$ . Pour les combinaisons Relation, on observe au contraire une augmentation, mais très faible ( $d=0.003$  par an) dont on peut conclure qu'elle est relativement négligeable :  $F_{1,144}=1.82$ ,  $p=0.18$ ,  $|\delta|<0.008$ .

Les réponses Relation sont plus nombreuses dans chacun des groupes d'enfants que chez les adultes, ceci pour chacun des deux types de combinaisons. Cependant, cette différence est très importante pour les combinaisons Propriété :  $d=0.389$  (0.612 vs 0.223) :

$F_{1,274}=313.9$ ,  $p\approx 0$ ,  $\delta > 0.353$ . Elle est au contraire, bien que significative, relativement limitée pour les combinaisons Relation, la différence entre la proportion moyenne observée chez les enfants et la proportion observée chez les adultes est  $d=0.068$  (0.915 vs 0.847) :  $F_{1,274}=60.4$ ,  $p\approx 0$ ,  $0.051 < \delta < 0.086$ . Ces résultats sont conformes à l'hypothèse H3.2. : le nombre de réponses Relation diminue avec l'âge mais uniquement pour les combinaisons Propriété.

### *H3.3 : Effet de l'Age et Ordre de présentation des combinaisons.*

Les réponses Relation sont majoritaires dans les deux ordres de présentation, et montrent un effet négligeable de l'ordre : 0.658 pour l'ordre 1 et 0.655 pour l'ordre 2. Chez les enfants, cette différence est faible pour les trois groupes : +0.037 (CP), -0.028 (CE2), +0.008 (CM2) et diminue légèrement avec l'âge, la diminution observée de la différence étant en moyenne 0.006 par an. Le résultat établi globalement d'une différence entre les enfants et les adultes très importante pour les combinaisons Propriété et au contraire limitée pour les combinaisons Relation est obtenu pour chacun des deux ordres de présentation. Les résultats ne sont pas compatibles avec l'hypothèse H3.3 d'une interaction Age \*Ordre de présentation des combinaisons.

### **2.2.2.3. Analyses complémentaires : réponses homologues**

L'objectif principal de ces analyses vise à répondre à la question suivante : dans quelle mesure les interprétations produites face aux combinaisons Relation et Propriété sont-elles homologues des relations et des transferts de propriété induites, par hypothèse, dans le matériel expérimental construit par les expérimentateurs ? Constate-t-on, pour les 6 types de relations et de propriétés, une évolution avec l'âge constante selon la nature de la liaison ?

**Pour les combinaisons Relation**, chez les enfants, la proportion de réponses homologues de la relation induite est majoritaire dans 5 cas sur 6, pour lesquels elle varie de 83% à 96%. La proportion minoritaire pour la relation « fait de » est due à la combinaison « parfum fleur » pour laquelle la relation induite ne suscite qu'une très faible proportion de réponses homologues (moins de 2%) au profit d'une interprétation en termes de transfert de propriété du type « odeur » (79%) : « le parfum sent les fleurs ». Pour les adultes, nous retrouvons les mêmes caractéristiques, avec cependant une proportion moindre des réponses homologues pour « partie de », mais avec la même interprétation majoritaire du type « odeur » de la combinaison « parfum fleur » (86%).

**Pour les combinaisons Propriété**, chez les enfants, la proportion de réponses homologues de la propriété induite est dans tous les cas nettement minoritaire, de 1% à 20%.

Dans cinq cas sur six, l'interprétation majoritaire repose sur l'établissement d'une relation « localisation » entre les deux constituants ; seule la relation « mobilité » fait exception avec le transfert de la propriété « vitesse » d'un constituant à l'autre. Chez les adultes, dans trois cas sur six, la proportion de réponses homologues de la propriété induite est majoritaire : « douceur, forme, piquant », et dans les trois autres cas elle est remplacée par une autre propriété : « couleur » pour « fluidité », « vitesse pour mobilité », « épaisseur » pour « obstacle ».

### **2.2.3. Discussion et conclusion**

L'objectif de cette expérimentation était triple : premièrement, établir ce qui relève de la nature des constituants (Nom Principal et Modificateur) et de leur position relative dans la combinaison ; deuxièmement, définir la nature de la liaison établie lors du processus d'interprétation face à deux types de combinaisons définies a priori en termes d'établissement d'une relation et de transfert de propriété ; troisièmement, tracer l'évolution avec l'âge de l'effet des deux facteurs précédents en comparant les performances de trois groupes d'enfants respectivement âgés de 6,7 ans, 8,6 ans et 10,9 ans à celles d'adultes.

Le premier objectif consistait à dissocier les effets des facteurs Nature du constituant et Position dans la combinaison conceptuelle, le Modificateur étant toujours présenté en position initiale dans les recherches expérimentales réalisées en langue anglaise. Du fait des caractéristiques syntaxico-sémantiques d'utilisation de la langue française qui posent le Nom Principal en première position, nous envisagions un effet exclusif ou additif de ces deux facteurs sur les combinaisons Relation et Propriété et nous prédisions une évolution avec l'âge. Les résultats obtenus sont clairement en faveur de l'hypothèse d'un effet additif de la Nature du constituant Nom Principal (NP) et de l'Ordre de présentation. Nous constatons en effet que les interprétations NP → Mod sont significativement plus nombreuses que les interprétations de sens inverse, cette différence étant plus importante dans l'ordre de présentation NP → Mod, homologue de l'interprétation dominante, que dans l'ordre inverse. Il est à noter que ce résultat est majoritairement observé chez les enfants et les adultes, pour les combinaisons Relation comme pour les combinaisons Propriété. Ces résultats sont compatibles avec les hypothèses linguistiques émises par Noailly (1990) à propos de l'intervention de la syntaxe et du lexique dans l'analyse du message par le récepteur.

Le deuxième objectif résidait dans l'étude de la nature de l'interprétation de la combinaison conceptuelle présentée : consiste-t-elle à établir une relation entre les deux constituants ou à transférer une propriété de l'un à l'autre ? Troisièmement, cette

interprétation varie-t-elle en fonction de la nature de la liaison établie a priori entre les constituants par les expérimentateurs et évolue-t-elle avec l'âge ? Quel que soit l'ordre de présentation des constituants de la combinaison, les interprétations en termes d'établissement d'une relation sont majoritaires, elles sont plus nombreuses chez les enfants que chez les adultes et leur proportion diminue avec l'âge. Cependant, cette tendance moyenne cache une différence importante entre enfants et adultes : alors que chez les enfants, les réponses Relation sont majoritaires pour les combinaisons Relation et Propriété, ce n'est pas le cas chez les adultes qui, s'ils répondent majoritairement Relation face aux combinaisons Relation, répondent majoritairement par un transfert de propriété aux combinaisons Propriété, la différence entre les proportions de réponse Relation et Propriété augmentant avec l'âge. Ces résultats autorisent à conclure que, contrairement à ce que prédit le modèle CARIN (Gagné et Shoben, 1997), l'interprétation d'une combinaison « Nom Nom » ne se fait pas exclusivement en termes de Relation puisque la proportion moyenne de réponses Relation diminue avec l'âge et que, face aux combinaisons Propriété, la réponse Relation devient minoritaire à l'âge adulte. Dans des conditions de faible similarité sémantique inter-constituants supposées défavorables au transfert de propriété selon Parault et al. (2005), nous constatons à la fois une augmentation avec l'âge des réponses qui consistent en un transfert de propriété et une différence importante par rapport aux performances des adultes, ce qui témoigne d'une évolution encore loin d'être achevée à la fin de l'école primaire. Si, comme le supposent Parault et al. (2005), les enfants sont capables d'aligner les traits relatifs aux deux constituants (étape 1 du modèle du Double Processus de Wisniewski, 1997) mais éprouvent des difficultés à sélectionner le trait–propriété du Modificateur à transférer et à l'intégrer au Nom Principal (étapes 2 et 3), les résultats obtenus attestent que cette difficulté est toujours présente à la fin de l'école primaire.

#### **2.2.4. De la production à la sélection d'interprétations : disponibilité vs accessibilité**

L'expérience qui vient d'être rapportée a posé les bases des trois recherches suivantes qui, tout en gardant les mêmes objectifs ont utilisé une procédure expérimentale différente dans le but d'évaluer le degré de généralité des résultats obtenus. En effet, la tâche de production d'interprétation de combinaisons met en œuvre deux facteurs dont les effets sont inextricablement confondus quand on examine le produit terminal :

- la disponibilité en mémoire des concepts et de leurs propriétés : les enfants ont construit une représentation plus ou moins élaborée des concepts évoqués par les constituants des combinaisons et,

- l'accessibilité, c'est-à-dire l'actualisation et la mobilisation de ces concepts et de leurs propriétés dans le but d'élaborer un nouveau concept à partir des deux constituants de la combinaison.

Aussi, pour dissocier les effets des facteurs, disponibilité et accessibilité en mémoire sur l'interprétation formulée (voir Tiberghien, 1997), nous avons recensé les interprétations les plus fréquemment obtenues, à la fois dans l'ordre de présentation Modificateur-Nom Principal et dans l'ordre inverse Nom Principal-Modificateur, en distinguant les réponses « Relation » des réponses « Transfert de propriété ». En conséquence, pour chacune des 2\*12 combinaisons « Nom Nom », nous disposons de 4 réponses : la réponse « Relation » et la réponse « Transfert de propriété » émises le plus fréquemment dans l'ordre Mod-NP et dans l'ordre NP-Mod par les trois groupes d'enfants. La tâche demandée aux participants consistait à sélectionner une réponse parmi les n présentées, quatre dans l'expérience 2, deux dans l'expérience 3 (réponses homologues de l'ordre de présentation des constituants dans les combinaisons) et deux dans l'expérience 4 (réponses non homologues de l'ordre de présentation des constituants dans les combinaisons).

L'utilisation de cette procédure « en entonnoir » nous permettra, dans un premier temps, de comparer les réponses produites dans l'épreuve de Production aux réponses sélectionnées dans l'épreuve de Choix parmi 4 correspondant respectivement aux réponses Relation et Transfert de Propriété les plus fréquemment produites dans l'ordre O1 (NP-Mod) et dans l'ordre O2 (Mod-NP) par les 3 groupes d'enfants. Cette comparaison nous renseignera sur les effets respectifs de deux propriétés des concepts évoqués par les noms N1 et N2 sur la production d'une interprétation: (i) leur disponibilité et (ii) leur accessibilité en mémoire. Cette identification des contributions respectives de la disponibilité et de l'accessibilité des constituants s'avère cruciale quand on compare des adultes à des enfants et que l'on analyse l'évolution des performances en fonction de l'âge. En rendant également accessibles les 4 réponses les plus fréquemment produites par les enfants dans l'épreuve de Choix, seules les différences de disponibilité pourront être invoquées pour rendre compte des différences de performance constatées entre les épreuves de Production et de Choix.

Dans un second temps, nous comparerons les résultats des épreuves de Choix parmi 4 réponses et de Choix parmi 2 réponses : Relation et Propriété homologues de l'ordre de présentation (O1 et O2) des combinaisons (Expérience 3), Relation et Propriété non homologues de l'ordre de présentation (Expérience 4). Cette réduction du nombre de réponses proposées de 4 à 2 est nécessaire pour dissocier ce qui, dans les réponses de l'expérience 4

choix, relève de l'effet de l'ordre de présentation des combinaisons (Réponses Relation et Propriété les plus fréquemment obtenues dans l'ordre O1 et dans l'ordre O2) et de l'effet de la nature de l'interprétation (Relation ou Propriété). En l'absence d'effet de l'ordre de présentation des combinaisons sur la sélection de la réponse, les proportions de réponses Relation et Propriété dans les expériences 3 et 4 seront équivalentes à celles obtenues dans l'expérience 2 qui offrait le choix entre 4 réponses. Les différences observées renseigneront sur le poids de l'effet de l'ordre de présentation sur le choix de la réponse, Relation ou Propriété.



## **2.3. Expérience 2 : Épreuve de sélection parmi les 4 réponses Relation et Propriété les plus fréquemment produites. Influence de l'accessibilité en mémoire sur le sens et la nature de l'interprétation**

Pour rappel, l'objectif principal de cette expérimentation de sélection d'une réponse parmi quatre consiste à évaluer l'influence de la disponibilité en mémoire des concepts évoqués par les constituants N1 et N2 sur le sens et la nature de l'interprétation (Relation ou Transfert de propriété), en rendant également accessibles quatre réponses, correspondant aux deux Relations et aux deux Transferts de propriété les plus fréquemment émises dans l'ordre O1 (NP → Mod) et dans l'ordre O2 (Mod → NP) de présentation des combinaisons. Si l'accessibilité aux concepts évoqués par les constituants N1 et N2 ne joue aucun rôle dans les résultats précédemment obtenus dans l'épreuve de Production ou si elle exerce un rôle similaire chez les enfants et les adultes, on retrouvera le même patron de réponses en fonction des facteurs manipulés. Si au contraire, des différences d'accessibilité existent entre les groupes d'enfants et entre les enfants et les adultes, le patron de réponses précédemment obtenu sera modifié : la proportion d'interprétations dans le sens NP → Mod tendra à diminuer et la proportion de réponses Propriété augmentera davantage en présence des combinaisons Propriété que des combinaisons Relation, et cette augmentation sera plus importante chez les enfants jeunes que chez les enfants plus âgés et les adultes. Pour le reste, les hypothèses formulées à propos de l'expérience de production concernant : (i) le sens de l'interprétation, (ii) la nature de l'interprétation et (iii) les effets de l'âge demeurent inchangées. Plus précisément, si les patrons de résultats des expériences de production et de sélection sont semblables, on s'attend à :

1. des effets additifs de l'ordre de présentation et de la nature des constituants (H1.3.),
2. des réponses Relation plus nombreuses que les réponses Propriété tant chez les enfants que chez les adultes et moins nombreuses pour les combinaisons Propriété que pour les combinaisons Relation (H2.2.)

### **2.3.1. Méthode**

#### **2.3.1.1. Participants**

Cent cinquante cinq élèves d'une école élémentaire parisienne élémentaire ont participé à cette expérience. Cinq enfants n'ont pas répondu à la totalité des combinaisons et leurs protocoles ont été exclus de l'analyse des résultats. Les cent cinquante participants

restants sont répartis en trois classes d'âge : 50 élèves de CP (Cours Préparatoire : âge moyen = 6.8 ans), 50 élèves de CE2 (Cours Élémentaire seconde année : âge moyen = 8.7 ans) et 50 élèves de CM2 (Cours Moyen seconde année : âge moyen = 10.8 ans). Deux groupes de 28 étudiants de seconde année de Licence de psychologie de l'Université Paris XIII ont participé à cette expérience dans le cadre de leur enseignement. Tous les participants étaient de langue maternelle française, l'expérience se déroulait en collectif pour les enfants et les adultes.

### 2.3.1.2. Matériel

Composé de 24 combinaisons (2\*12), le matériel était repris de l'expérience précédente. Les phrases-réponses utilisées proviennent des résultats obtenus à l'épreuve de production d'interprétations de ces mêmes combinaisons. Pour une combinaison donnée, nous avons présenté la phrase « Établissement d'une Relation » et la phrase « Transfert de propriété » les plus fréquemment produites dans l'ordre 1 (NP Mod) et dans l'ordre 2 (Mod NP). Le tableau 10 présente les réponses associées à la combinaison Relation « Tache Sauce » et à la combinaison « Propriété » « Tapis Cactus » ainsi que la proportion d'enfants (maximum 75) qui les ont produites. On remarquera que les proportions de réponses Propriété étaient beaucoup plus faibles que les proportions de réponse Relation pour la combinaison Propriété. Dans le cas de la combinaison Relation « Tache Sauce », aucune réponse consistant dans un transfert de propriété n'a été produite par les enfants et nous avons emprunté les réponses Propriété aux réponses fournies par les adultes.

Tableau 10 : Phrases-réponse Relation et Propriété proposées pour la combinaison Relation : « Tache Sauce » et pour la combinaison Propriété « Tapis Cactus ».

#### **Combinaison Relation : « Tache Sauce » : (Ordre 1 : NP-Mod)**

Réponse « Relation » la plus fréquente, Ordre 1 : NP-Mod :

*« J'ai une tache de sauce sur mon pantalon » (56/75)*

Réponse « Propriété » la plus fréquente, Ordre 1 : NP-Mod :

*« La tache est grasse comme de la sauce »*

Réponse « Relation » la plus fréquente, Ordre 2 : Mod-NP :

*« La sauce a fait une tache sur mon pull » (52/75)*

Réponse « Propriété » la plus fréquente, Ordre 2 : Mod-NP :

*« La sauce est verte comme la tache »*

### **Combinaison Propriété : « Tapis Cactus » : (Ordre 1 : NP-Mod)**

Réponse « Relation » la plus fréquente, Ordre 1 : NP-Mod :

« *Je mets un tapis sous le cactus* » (38/75)

Réponse « Propriété » la plus fréquente, Ordre 1 : NP-Mod :

« *Le tapis pique comme un cactus* » (23/75)

Réponse « Relation » la plus fréquente, Ordre 2 : Mod-NP :

« *Le cactus est posé sur le tapis* » (37/75)

Réponse « Propriété » la plus fréquente, Ordre 2 : Mod-NP :

« *J'ai acheté un cactus plat comme un tapis* »

#### **2.3.1.3. Procédure**

Pour les enfants, l'enseignant présentait l'une après l'autre oralement les 24 combinaisons conceptuelles et lisait les réponses proposées. Pour chacune d'entre elles, il/elle invitait l'enfant à choisir parmi les 4 phrases présentées celle qui lui semblait le mieux « relier les deux mots ». L'expérimentation débutait par une phase d'entraînement de quatre essais (deux Combinaisons conceptuelles Relation et deux Combinaisons Conceptuelles Propriété), l'enseignant s'assurant que tous les élèves avaient bien compris l'épreuve. Pour les adultes, les 24 combinaisons étaient inscrites sur une page recto verso et ils cochaient la réponse sélectionnée. Pour les enfants comme pour les adultes, l'expérience se déroulait en temps libre. Pour les enfants, l'épreuve durait au total de 20 minutes à une demi-heure selon les classes.

#### **2.3.2. Résultats**

Les données ont été analysées avec le Programme d'Analyse des Comparaisons PAC (Lecoutre & Poitevineau, 2005). Le plan d'analyse comportait 8 groupes (4 âges \* 2 ordres de présentation) et 24 mesures correspondant aux 24 combinaisons : 2 \* 6 relations sémantiques et 2 \* 6 transferts de propriété. Les analyses principales ont porté sur deux variables dichotomiques (1 vs 0) : le sens de l'interprétation obtenue en codant 1 une interprétation allant du Nom Principal vers le Modificateur, et la nature de l'interprétation obtenue en codant 1 une interprétation produite en termes d'établissement d'une relation. On a pu ainsi obtenir et comparer respectivement les proportions de réponses NP → Mod et les proportions de réponses Relation. Des analyses complémentaires ont porté sur les proportions de réponses homologues (même sens et même type que la combinaison présentée) et sur les proportions de la réponse majoritaire quand elle était différente de la réponse homologue. Les proportions

globales ont été obtenues par moyennage pondéré sur les groupes. Nous ne présentons ici qu'un résumé des principaux résultats (voir Jhean-Larose, Denhière, Lecoutre & Martinez<sup>31</sup>, soumis pour publication).

### **2.3.2.1. Sens de l'interprétation : Analyse des réponses NP → Mod**

*Hypothèse H1 : Effet de la position initiale ou effet de la nature sémantique du constituant ?*

#### **Pour les combinaisons Relation**

Pour les combinaisons Relation, les réponses NP → Mod sont très faiblement majoritaires, la proportion moyenne observée étant 0.525 [0.501 <  $\varphi$  < 0.548]. Ceci est le cas chez les enfants où la proportion moyenne observée est 0.528 [0.503 <  $\varphi$  < 0.553], avec un effet non systématique de l'ordre ; en moyenne la différence observée entre l'ordre 1 (« NP Mod ») et l'ordre 2 (« Mod NP ») est limitée :  $d=0.011$  (0.533 vs 0.522),  $F_{1,144}=0.19$ ,  $p=0.66$ ,  $|\delta|<0.055$ . Cette proportion moyenne des enfants est au contraire légèrement supérieure à la proportion moyenne observée chez les adultes qui est 0.516, également faiblement majoritaire; la différence peut être tenue pour relativement négligeable ( $d=0.011$ ,  $F_{1,198}=0.18$ ,  $p=0.67$ ,  $|\delta|<0.058$ ). Mais elle reflète en fait une très forte différence entre les deux ordres de présentation ; la réponse NP → Mod est majoritaire dans l'ordre 1 (0.679 [0.605 <  $\varphi$  < 0.753]), mais est au contraire minoritaire dans l'ordre 2 (0.354 [0.266 <  $\varphi$  < 0.442]), soit une différence notable  $d=0.324$ ,  $F_{1,54}=33.6$ ,  $p=0.0000004$ ,  $\delta>0.231$ .

#### **Pour les combinaisons Propriété**

Pour les combinaisons Propriété, les réponses NP → Mod sont également très faiblement majoritaires, la proportion moyenne observée étant 0.528 [0.507 <  $\varphi$  < 0.549]. Mais ceci reflète en fait une très forte différence entre les adultes et les enfants ; la réponse NP → Mod est nettement majoritaire chez les adultes (0.729 [0.683 <  $\varphi$  < 0.776]), alors qu'elle est légèrement minoritaire chez les enfants (en moyenne 0.453 [0.427 <  $\varphi$  < 0.477]), soit une

---

<sup>31</sup> (E12) : Encadrement du mémoire de Master Recherche « Psychologie des Processus cognitifs » EPHE-PVIII en co-direction avec G. Denhière de : Martinez, F. (2007). Étude développementale de l'interprétation de combinaisons conceptuelles « Nom-Nom » : Effets de l'ordre de présentation des constituants, de la nature de la liaison sémantique et de la nature des réponses proposées.  
(21). Jhean-Larose, S., Denhière, G. & Martinez, F. (2007). A developmental approach of word order and type of relation in conceptual combination. Proceedings of the British Psychological Society 2007.  
(25). Jhean-Larose, S., Denhière, G., Lecoutre, B. & Martinez, F. (soumis). Étude développementale de l'interprétation de combinaisons conceptuelles « Nom-Nom » : Effets de l'ordre de présentation des constituants, de la nature de la liaison sémantique et de la nature des réponses proposées, *Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*.

différence observée  $d=0.276$ ,  $F_{1,198}=128.9$ ,  $p\approx 0$ ,  $\delta>0.236$ . La proportion observée chez les enfants les plus âgés (CM2) qui est 0.495 est également supérieure à la proportion moyenne des enfants (0.453), mais la différence est beaucoup moins importante :  $d=0.042$ ,  $F_{1,144}=6.10$ ,  $p=0.01$ ,  $0.008<\delta<0.076$ .

Tableau 11 : pour les trois facteurs principaux, proportions observées de la réponse NP → Mod et leurs estimations par intervalle à 95%.

		<b>Combinaisons Relation</b>	<b>Combinaisons Propriété</b>
<b>Ordre 1</b> <b>NP - Mod</b>	<b>CP</b>	<b>0.483</b> [0.441,0.526]	<b>0.380</b> [0.311,0.449]
	<b>CE2</b>	<b>0.513</b> [0.478,0.549]	<b>0.450</b> [0.398,0.502]
	<b>CM2</b>	<b>0.603</b> [0.546,0.661]	<b>0.457</b> [0.398,0.516]
	<b>Adultes</b>	<b>0.679</b> [0.617,9.740]	<b>0.839</b> [0.795,0.883]
	<b>Ensemble</b>	<b>0.573</b> [0.548,0.598]	<b>0.540</b> [0.408,0.492]
<b>Ordre 2</b> <b>Mod - NP</b>	<b>CP</b>	<b>0.507</b> [0.450,0.563]	<b>0.447</b> [0.381,0.512]
	<b>CE2</b>	<b>0.540</b> [0.475,0.605]	<b>0.450</b> [0.408,0.492]
	<b>CM2</b>	<b>0.520</b> [0.463,0.577]	<b>0.533</b> [0.460,0.607]
	<b>Adultes</b>	<b>0.354</b> [0.281,0.427]	<b>0.619</b> [0.534,0.704]
	<b>Ensemble</b>	<b>0.477</b> [0.445,0.508]	<b>0.515</b> [0.482,0.549]

Chez les adultes, la proportion de réponses NP → Mod est plus élevée dans l'ordre de présentation homologue, avec une différence notable :  $d=0.220$  (0.839 vs 0.619),  $F_{1,54}=22.5$ ,  $p=0.00002$ ,  $\delta>0.143$ . Chez les enfants, elle est au contraire plus faible dans l'ordre homologue :  $d=-0.048$  (0.429 vs 0.477),  $F_{1,144}=3.91$ ,  $p=0.05$ ,  $\delta<-0.008$ . Le résultat précédent correspond à un résultat remarquable : la proportion observée de réponses homologues, même quand elle est majoritaire, est toujours inférieure à 1/2, excepté pour une propriété avec l'ordre de présentation 1 chez les adultes où elle est 0.741 [ $0.687<\varphi<0.795$ ] (voir Tableau 11).

En conclusion, les réponses NP → Mod sont faiblement majoritaires pour l'ensemble des participants enfants et adultes. Alors que pour les adultes, les résultats sont en accord avec l'hypothèse H1.3., à savoir que les réponses NP → Mod sont majoritaires (.625) et plus nombreuses dans l'ordre O1 (.759) que dans l'ordre O2 (.487), ce n'est pas le cas chez les

enfants : les réponses NP → Mod sont faiblement minoritaires (.490) et elles sont légèrement plus nombreuses en O1 (.500) qu'en O2 (.481). La proportion de réponses NP → Mod augmente avec l'âge pour devenir majoritaire au CM2 (CP : .454 ; CE2 : 488 ; CM2 :.528) avec une supériorité en O1 (O1 : .562 vs O2 : .495). Les résultats du groupe d'enfants le plus âgé et des adultes sont conformes à l'hypothèse H1.3.

### 2.3.2.2. Nature de l'interprétation : les réponses Relation

*Hypothèse H2 : Etablissement d'une relation ou transfert de propriété ?*

Le tableau 12 donne pour les combinaisons des facteurs principaux, les proportions observées de réponses consistant dans l'établissement d'une Relation entre les deux constituants, avec pour chacune un intervalle d'estimation.

Tableau 12 : pour les trois facteurs principaux, proportions observées de la réponse Relation et leurs estimations par intervalle à 95%.

		Combinaisons Relation	Combinaisons Propriété
Ordre 1 NP - Mod	CP	0.710 [0.651,0.769]	0.423 [0.372,0.475]
	CE2	0.690 [0.630,0.750]	0.413 [0.356,0.471]
	CM2	0.730 [0.666,0.794]	0.510 [0.442,0.578]
	Adultes	0.577 [0.496,0.658]	0.158 [0.117,0.198]
	Ensemble	0.674 [0.641,0.707]	0.370 [0.344,0.396]
Ordre 2 Mod - NP	CP	0.667 [0.605,0.729]	0.460 [0.389,0.417]
	CE2	0.677 [0.606,0.748]	0.483 [0.413,0.554]
	CM2	0.697 [0.639,0.754]	0.427 [0.341,0.512]
	Adultes	0.560 [0.497,0.622]	0.185 [0.129,0.240]
	Ensemble	0.647 [0.617,0.678]	0.383 [0.349,0.417]

#### Pour les combinaisons Relation

Pour les combinaisons Relation, les réponses « Relation » sont majoritaires, la proportion moyenne observée étant 0.661 [0.638 <  $\varphi$  < 0.683]. Chez les enfants cette réponse est assez nettement majoritaire - en moyenne 0.695 [0.671 <  $\varphi$  < 0.719] - quel que soit l'ordre de présentation. Par comparaison la proportion moyenne observée chez les enfants est nettement

supérieure à celle observée chez les adultes qui est 0.568, la différence étant  $d=+0.127$  ; dans ce cas on peut conclure à une différence relativement importante :  $F_{1,144}=25.0$ ,  $p=0.000001$ ,  $\delta>+0.085$ . La proportion observée est dans chacun des quatre groupes d'âges légèrement supérieure dans l'ordre 1, la différence moyenne observée entre les deux ordres étant  $d=0.027$  (0.674 vs 0.647) ; mais on ne peut pas conclure que cette différence est positive :  $F_{1,198}=1.41$ ,  $p=0.24$ ,  $-0.018<\delta<+0.071$ .

### **Pour les combinaisons Propriété**

Pour les combinaisons Propriété, les réponses « Relation » sont minoritaires, la proportion moyenne observée étant 0.376 [ $0.355<\varphi<0.398$ ]. Chez les enfants la proportion moyenne est 0.453 [ $0.426<\varphi<0.479$ ] ; elle est légèrement inférieure à 1/2 ou de l'ordre de 1/2 selon les groupes d'âges, quel que soit l'ordre de présentation. Au contraire la proportion moyenne des enfants est très largement supérieure à la proportion moyenne observée chez les adultes qui est 0.171, nettement minoritaire [ $0.138<\varphi<0.205$ ] ; dans ce cas on peut conclure à une différence notable :  $d=+0.282$ ,  $F_{1,198}=134.5$ ,  $p\approx 0$ ,  $\delta>+0.242$ . Pour l'ensemble des quatre groupes d'âges, la différence observée entre l'ordre 2 et l'ordre 1 est limitée :  $d=0.013$  (0.383 vs 0.370),  $F_{1,198}=0.36$ ,  $p=0.55$ ,  $|\delta|<0.049$ .

En conclusion, nous obtenons un tableau contrasté de résultats pour les combinaisons Relation et Propriété. Pour les combinaisons Relation, les réponses Relation sont majoritaires (.66), davantage chez les enfants (.69) que chez les adultes (.57), l'ordre de présentation n'exerçant qu'un effet limité (O1 : .71 vs O2 : .69). Pour les combinaisons Propriété, les réponses Relation sont minoritaires, moins chez les enfants (.45) que chez les adultes (.17), l'ordre de présentation n'exerçant ici encore qu'un effet limité (O1 : .38 vs O2 : .39). Globalement, les enfants choisissent davantage de réponses Relation que les adultes (.57 vs .37), la proportion de réponses Relation évoluant peu avec l'âge tant pour les combinaisons Relation que pour les combinaisons Propriété. Les résultats corroborent donc l'hypothèse H2.1. : les enfants comme les adultes choisissent majoritairement une réponse Relation face aux combinaisons Relation et une réponse Propriété face aux combinaisons Propriété.

### **2.3.2.3. Analyses Complémentaires : Réponses homologues et majoritaires**

Le tableau 13 présente les proportions de la réponse homologue et de la réponse majoritaire si celle-ci n'est pas la réponse homologue pour les trois facteurs principaux.

Tableau 13 : pour les trois facteurs principaux, proportions de la réponse homologue et de la réponse majoritaire si celle-ci n'est pas la réponse homologue.

#### Combinaisons Relation. Ordre 1 (NP - Mod)

	Réponse homologue	Réponse majoritaire si différente
CP	0.363 [0.311,0.416]	
CE2	0.383 [0.330,0.437]	
CM2	0.497 [0.429,0.564]	
Adultes	0.408 [0.328,0.488]	
Ensemble	0.413 [0.381,0.444]	

#### Combinaisons Relation. Ordre 2 (Mod - NP)

	Réponse homologue	Réponse majoritaire si différente
CP	0.300 [0.240,0.360]	relation/ordre 1 0.367 [0.294,0.439]
CE2	0.277 [0.224,0.329]	relation/ordre 1 0.400 [0.327,0.473]
CM2	0.307 [0.256,0.357]	relation/ordre 1 0.390 [0.317,0.463]
Adultes	0.339 [0.277,0.402]	
Ensemble	0.307 [0.279,0.334]	

#### Combinaisons Propriété. Ordre 1 (NP - Mod)

	Réponse homologue	Réponse majoritaire si différente
CP	0.217 [0.163,0.270]	propriété/ordre 2 0.360 [0.310,0.410]
CE2	0.300 [0.260,0.340]	
CM2	0.233 [0.172,0.295]	relation/ordre 2 0.287 [0.239,0.334]
Adultes	0.741 [0.687,0.795]	
Ensemble	0.383 [0.358,0.409]	

#### Combinaisons Propriété. Ordre 2 (Mod - NP)

	Réponse homologue	Réponse majoritaire si différente
CP	0.290 [0.226,0.354]	
CE2	0.250 [0.198,0.302]	relation/ordre 2 0.300 [0.243,0.357]
CM2	0.220 [0.177,0.263]	propriété/ordre 1 0.353 [0.271,0.435]
Adultes	0.318 [0.246,0.391]	propriété/ordre 1 0.497 [0.420,0.574]
Ensemble	0.271 [0.242,0.300]	

Pour les combinaisons Relation, les adultes choisissent majoritairement la réponse homologue de la réponse attendue, à savoir RO1 dans l'Ordre 1 et RO2 dans l'ordre 2. Pour les enfants, leur réponse majoritaire est homologue de celle attendue dans l'ordre O1 et dans l'ordre O2, ils sélectionnent majoritairement la réponse RO1.

Pour les combinaisons Propriété, les adultes choisissent majoritairement la réponse PO1 dans l'Ordre 1 et dans l'ordre O2. Chez les enfants de CP et de CE2, il est difficile de dégager une tendance claire alors que les enfants de CM2 se comportent comme les adultes.



Le Tableau 14 donne pour chaque cas l'analyse inférentielle relative à la comparaison des adultes et des enfants pour la proportion de la réponse homologue.

Tableau 14: Analyse inférentielle des comparaisons Adultes-Enfants pour la proportion de réponse homologue.

<b>relation/ordre 1</b>	<b><i>d</i></b>	<b><i>F</i><sub>1,99</sub></b>	<b><i>p</i></b>	<b><math>\gamma = 0.95</math></b>
partie de localisation	-0.341	24.2	0.000003	$\delta < -0.226$
	+0.232	9.17	0.003	$\delta > +0.105$
pour	+0.075	1.29	0.26	$-0.055 < \delta < +0.205$
cause	+0.051	0.43	0.51	$-0.103 < \delta < +0.205$
matière	+0.109	2.37	0.13	$-0.031 < \delta < +0.249$
fait de	-0.165	5.64	0.019	$\delta < -0.050$
<b>relation/ordre 2</b>	<b><i>d</i></b>	<b><i>F</i><sub>1,99</sub></b>	<b><i>p</i></b>	<b><math>\gamma = 0.95</math></b>
partie de localisation	-0.008	0.02	0.89	$-0.118 < \delta < +0.102$
	+0.136	3.32	0.07	$\delta > +0.012$
pour	-0.137	4.54	0.04	$\delta < -0.030$
cause	+0.223	9.27	0.003	$\delta > +0.101$
matière	+0.041	0.54	0.47	$-0.070 < \delta < +0.152$
fait de	+0.014	0.05	0.82	$-0.011 < \delta < +0.140$
<b>propriété /ordre 1</b>	<b><i>d</i></b>	<b><i>F</i><sub>1,99</sub></b>	<b><i>p</i></b>	<b><math>\gamma = 0.95</math></b>
douceur	+0.227	9.15	0.003	$\delta > +0.102$
fluidité	+0.403	40.7	0.000000006	$\delta > +0.298$
forme	+0.660	124.3	$\approx 0$	$\delta > +0.561$
mobilité	+0.432	41.4	0.000000004	$\delta > +0.320$
piquant	+0.720	134.7	$\approx 0$	$\delta > +0.617$
obstacle	+0.505	76.4	$\approx 0$	$\delta > +0.409$
<b>propriété /ordre 2</b>	<b><i>d</i></b>	<b><i>F</i><sub>1,99</sub></b>	<b><i>p</i></b>	<b><math>\gamma = 0.95</math></b>
douceur	+0.162	3.79	0.05	$\delta > +0.024$
fluidité	+0.109	3.13	0.08	$\delta > +0.007$
forme	-0.070	1.39	0.24	$-0.188 < \delta < +0.048$
mobilité	+0.182	8.50	0.004	$\delta > +0.078$
piquant	+0.175	11.1	0.001	$\delta > +0.087$
obstacle	-0.166	8.56	0.004	$\delta < -0.072$

Pour les combinaisons Relation, les adultes donnent plus souvent la réponse homologue dans trois cas : « localisation/ordre 1 », « localisation/ordre 2 » et « cause/ordre 2 » ; ils donnent au contraire moins souvent la réponse homologue dans les deux cas « partie de/ordre 1 » (différence notable), « fait de/ordre 1 » et « pour/ordre 2 ».

Le résultat le plus remarquable est obtenu pour les propriétés dans l'ordre 1 ; les adultes donnent plus souvent la réponse homologue pour chacun des six types de propriétés ; ces différences sont très grandes pour cinq de ces six types, la différence étant moindre pour « douceur ». Dans l'ordre 2, les adultes donnent plus souvent la réponse homologue pour quatre propriétés (« douceur », « fluidité », « mobilité » et « piquant ») et au contraire la

donnent moins souvent pour « obstacle », mais les différences apparaissent dans chaque cas très limitées en comparaison de celles obtenues dans l'ordre 1.

#### **2.3.2.4. Comparaison Production vs Sélection**

Avant de discuter des résultats obtenus à cette expérience de sélection parmi quatre réponses, il est intéressant de les comparer à ceux précédemment enregistrés dans l'épreuve de production. Le but de cette expérience de sélection consistait en effet à évaluer l'influence de la disponibilité en mémoire des concepts évoqués par les constituants en rendant également accessibles les quatre réponses (Relation et Propriété) les plus fréquemment obtenues en production. La comparaison a porté sur les deux variables dépendantes prises en compte dans les deux expériences : la proportion de réponses NP → Mod et la proportion de réponses Relation présentées dans les tableaux 8 et 11 et dans les tableaux 9 et 12.

##### **2.3.2.4.1. Sens de l'interprétation : Analyse des réponses NP → Mod**

*Hypothèse H1 : Effet de la position initiale ou effet de la nature sémantique du constituant ?*

Globalement, les interprétations allant du Nom Principal vers le Modificateur sont nettement majoritaires dans la production : la proportion moyenne observée est 0.690 [ $0.673 < \varphi < 0.707$ ] ; elles ne sont que faiblement majoritaires dans la sélection, la proportion moyenne observée étant 0.526 [ $0.509 < \varphi < 0.544$ ]. On peut conclure que la différence est notable :  $d=0.164$ ,  $F_{1,472}=163.8$ ,  $p \approx 0$ ,  $\delta > 0.143$ .

La différence entre production et sélection existe dans chacun des deux ordres de présentation. Elle est particulièrement élevée dans l'ordre NP - Mod :  $d=0.231$ ,  $F_{1,239}=257.8$ ,  $p \approx 0$ ,  $\delta > 0.207$ ; elle l'est nettement moins dans l'ordre Mod - NP :  $d=0.092$ ,  $F_{1,233}=18.8$ ,  $p=0.00002$ ,  $0.050 < \delta < 0.134$ . On peut conclure à un effet d'interaction relativement notable :  $d=0.139$  (différence observée entre les deux différences),  $F_{1,472}=29.4$ ,  $p=0.00000009$ ,  $\delta > 0.097$ .

Globalement la différence entre production et sélection est notable à la fois pour les relations ( $d=0.182$ ,  $F_{1,472}=132.4$ ,  $p \approx 0$ ,  $\delta > 0.156$ ) et pour les propriétés ( $d=0.145$ ,  $F_{1,472}=88.0$ ,  $p \approx 0$ ,  $\delta > 0.119$ ). On peut conclure que la différence est plus grande pour les combinaisons Relation : la différence observée entre les deux différences (effet d'interaction) est  $d=0.038$  ( $F_{1,472}=4.32$ ,  $p=0.038$ ), mais cet effet apparaît relativement limité :  $0.002 < \delta < 0.073$ .

Pour les combinaisons Relation, la différence entre production et sélection est en outre notable pour chaque groupe d'âge, les différences observées étant respectivement pour CP,

CE2, CM2 et adultes : 0.170 ( $\delta > 0.118$ ), 0.150 ( $\delta > 0.102$ ), 0.140 ( $\delta > 0.084$ ), 0.220 ( $\delta > 0.165$ ). La différence observée est plus grande pour les adultes (0.220 vs 0.153 :  $d = 0.067$ ) ; on peut conclure à l'existence d'un effet d'interaction ( $F_{1,472} = 3.87$ ,  $p = 0.050$ ), mais on ne peut pas décider si cet effet est faible ou relativement notable :  $0.00009 < \delta < 0.134$ . En revanche, pour les combinaisons Propriété, la différence entre production et sélection n'est notable que pour les enfants, les différences observées étant respectivement pour CP, CE2 et CM2 : 0.128 ( $\delta > 0.068$ ), 0.145 ( $\delta > 0.102$ ), 0.168 ( $\delta > 0.119$ ) ; elle est au contraire limitée pour les adultes :  $d = 0.027$ ,  $|\delta| < 0.076$ . Dans ce cas on peut conclure à l'existence d'un effet d'interaction, la différence observée entre enfants et adultes étant  $d = 0.121$  (0.147 vs 0.027) ( $F_{1,472} = 13.2$ ,  $p = 0.0003$ ), qui apparaît en outre relativement notable :  $\delta > 0.066$ .

### 2.3.2.4.2. Nature de l'interprétation : les réponses Relation

*Hypothèse H2 : Etablissement d'une relation ou transfert de propriété ?*

Globalement, les réponses Relation sont nettement majoritaires dans la production : la proportion moyenne observée est 0.656 [ $0.644 < \varphi < 0.669$ ] ; elles ne sont que faiblement dans la sélection, la proportion moyenne observée étant 0.518 [ $0.503 < \varphi < 0.534$ ]. On peut conclure que la différence est notable :  $d = 0.138$ ,  $F_{1,472} = 195.6$ ,  $p \approx 0$ ,  $\delta > 0.122$ .

La différence entre production et sélection est en outre notable dans chacun des deux ordres de présentation : dans l'ordre NP - Mod,  $d = 0.136$ ,  $F_{1,239} = 9.8$ ,  $p \approx 0$ ,  $\delta > 0.113$  et dans l'ordre Mod - NP :  $d = 0.092$ ,  $F_{1,233} = 100.1$ ,  $p \approx 0$ ,  $\delta > 0.117$ . On peut conclure que l'effet d'interaction est relativement négligeable :  $d = 0.004$  (différence observée entre les deux différences),  $F_{1,472} = 0.05$ ,  $p = 0.82$ ,  $|\delta| < 0.040$ .

La différence entre production et sélection n'est notable que pour les combinaisons Relation :  $d = 0.222$ ,  $F_{1,472} = 417.5$ ,  $p \approx 0$ ,  $\delta > 0.204$ . Elle est beaucoup moins grande pour les combinaisons Propriété :  $d = 0.054$ ,  $F_{1,472} = 11.6$ ,  $p = 0.0003$ ,  $0.023 < \delta < 0.085$ ). On peut conclure à un effet d'interaction fort : la différence observée entre les deux différences est  $d = 0.169$  ( $F_{1,472} = 81.9$ ,  $p \approx 0$ ),  $\delta > 0.138$ .

Pour les combinaisons Relation, la différence entre production et sélection est en outre notable pour chaque groupe d'âge, les différences observées étant respectivement pour CP, CE2, CM2 et adultes : 0.227 ( $\delta > 0.189$ ), 0.220 ( $\delta > 0.181$ ), 0.213 ( $\delta > 0.177$ ), 0.278 ( $\delta > 0.245$ ). La différence observée est plus grande pour les adultes (0.245 vs 0.220 :  $d = 0.058$ ) ; on peut conclure à l'existence d'un effet d'interaction ( $F_{1,472} = 6.18$ ,  $p = 0.013$ ), mais on ne peut pas décider si cet effet est faible ou relativement notable :  $0.012 < \delta < 0.104$ .

En revanche, pour les combinaisons Propriété, la différence entre production et sélection n'est notable que pour les enfants des deux classes les plus jeunes, les différences observées étant respectivement pour CP et CE2: 0.223 ( $\delta > 0.165$ ), 0.170 ( $\delta > 0.117$ ). Cette différence diminue avec l'âge, la différence observée étant moins élevée pour le CM2 ( $d = 0.085$ ,  $0.014 < \delta < 0.156$ ) et pour les adultes ( $d = 0.052$ ,  $-0.003 < \delta < 0.106$ ). Pour les enfants si on prend en compte les âges moyens des trois groupes, la diminution observée est en moyenne  $d = 0.035$  (pente de la droite de régression linéaire) par an (0.027 du CP au CE2 et 0.042 du CE2 au CM2) :  $F_{1,192} = 7.55$ ,  $p = 0.007$ ,  $\delta > 0.014$ . On ne peut pas se prononcer sur le sens de la différence entre les enfants les plus âgés et les adultes, la différence observée étant  $d = 0.033$  (0.085 vs 0.052) ( $F_{1,280} = 0.55$ ,  $p = 0.459$ ), et on ne peut pas décider si cet effet est faible ou relativement notable :  $-0.055 < \delta < 0.122$ .

En résumé, les enseignements principaux qui se dégagent de cette comparaison des expériences de production et de sélection sont les suivants.

Concernant l'interprétation NP  $\rightarrow$  Mod, majoritaire dans les deux expériences, nous constatons une baisse notable de la production à la sélection et quatre interactions significatives qui indiquent que l'effet des facteurs manipulés : ordre de présentation (O1 : NP  $\rightarrow$  Mod et O2 : Mod  $\rightarrow$  NP) et type de combinaisons (Relation et Propriété) varie selon les tâches, l'importance des différences entre adultes et enfants variant en fonction du type de combinaisons.

Concernant la nature de l'interprétation, nous observons que la réponse majoritaire Relation baisse notablement de la production à la sélection pour les deux ordres de présentation et que cette diminution est plus importante pour les combinaisons Relation que pour les combinaisons Propriété. Particulièrement intéressantes sont les variations des différences entre enfants et adultes en fonction du type de combinaisons : alors que pour les combinaisons Relation, la baisse est plus importante chez les adultes que chez les trois groupes d'enfants, pour les combinaisons Propriété, la diminution est plus importante pour les deux groupes d'enfants les plus jeunes (CP et CE2) que pour les enfants les plus âgés (CM2) et les adultes qui ne se différencient pas.

### 2.3.3. Discussion et Conclusion

Cette expérience de sélection reprenait les hypothèses de l'expérience de production et visait à évaluer l'influence de la disponibilité en mémoire des concepts évoqués par les constituants N1N2 des combinaisons. Globalement, les résultats précédemment obtenus à la production, tant pour le sens que pour la nature de l'interprétation sont retrouvés mais avec un effet amoindri. L'hypothèse H1.3. d'un effet additif de la nature du constituant Nom Principal (NP) et de l'ordre de présentation est confirmée pour les adultes et les enfants les plus âgés (CM2) et non pour les enfants les plus jeunes (CP et CE2). L'hypothèse H2.2. d'une réponse Relation majoritaire face à une combinaison Relation et d'une réponse Propriété majoritaire face à une combinaison Propriété, si elle est confirmée, s'accompagne de différences entre enfants et adultes : pour les combinaisons Relation, les réponses Relation sont plus nombreuses pour les enfants que pour les adultes alors que pour les combinaisons Propriété, les réponses Relation sont minoritaires de manière moins marquée chez les enfants que chez les adultes.

La comparaison des résultats obtenus aux deux expériences indique que l'égalisation de l'accessibilité aux quatre réponses les plus fréquemment émises par les enfants en production s'accompagne d'effets différents des facteurs manipulés sur les performances des enfants et des adultes. En effet, l'effet des facteurs Ordre de présentation et Type de combinaisons sur les deux variables dépendantes, sens et nature de l'interprétation, varient selon les tâches et les différences enfants-adultes varient selon le type de combinaisons. Ces effets d'interaction sont difficiles à interpréter car les quatre réponses proposées à la sélection résultent du croisement des facteurs Ordre de présentation (O1 : NP → Mod et O2 : Mod → NP) et Nature de la réponse (Relation et Propriété). En conséquence, il est impossible d'imputer ce qui revient à l'un ou l'autre de ces facteurs dans la réponse sélectionnée par un participant.

Le but des deux expériences qui suivent est d'apporter une réponse à cette question. Afin d'identifier les contributions respectives des facteurs position initiale du constituant et disponibilité des interprétations Relation et Propriété en fonction de l'âge, nous avons restreint le choix des interprétations à deux réponses, Relation et Propriété, homologues (Expérience 3) ou non homologues (Expérience 4) dans leur formulation linguistique de l'ordre de présentation des constituants. Ainsi, dans l'expérience 3 sont respectivement proposées les réponses R+O1 et P+O1 face aux combinaisons présentées dans l'ordre O1 : NP

Mod, et les réponses R+O2 et P+O2 face aux combinaisons présentées dans l'ordre O2 : Mod NP. Dans l'expérience 4 sont respectivement proposées les réponses R+O2 et P+O2 face aux combinaisons présentées dans l'ordre O1 : NP Mod, et les réponses R+O1 et P+O1 face aux combinaisons présentées dans l'ordre O2 : Mod NP. De cette manière, nous serons en mesure de délimiter plus précisément les rôles respectifs des facteurs position initiale du constituant et privilège sémantique du Nom Principal sur les deux variables dépendantes considérées : les proportions de réponses O1 (NP Mod) et de réponses Relation.

## 2.4. Épreuves de sélection parmi 2 réponses

Le but principal des expériences rapportées ci-dessous consiste à dissocier les effets dus à l'ordre de présentation des combinaisons (O1 : NP → Mod, O2 : Mod → NP) de ceux imputables à la nature de la réponse (Relation ou Transfert de propriété) dans les résultats de l'expérience de Sélection entre 4 réponses qui vient d'être exposée.

Dans l'expérience 3, pour l'ordre O1 (NP → Mod) de présentation des combinaisons, le participant doit choisir entre la réponse Relation et la réponse Propriété qui ont été les plus fréquemment produites dans l'ordre O1 ; dans l'ordre O2 (Mod → NP) de présentation des combinaisons, le participant doit choisir entre la réponse Relation et la réponse Propriété qui ont été les plus fréquemment produites dans l'ordre O2. Cette expérience se caractérise par une homologie entre l'ordre de présentation des combinaisons et les réponses proposées aux participants.

Dans l'expérience 4, cette homologie entre Ordre de présentation des combinaisons et réponses proposées est brisée. Dans l'ordre O1 (NP → Mod) de présentation des combinaisons, le participant doit choisir entre la réponse Relation et la réponse Propriété qui ont été les plus fréquemment produites dans l'ordre O2 ; dans l'ordre O2 (Mod → NP) de présentation des combinaisons, le participant doit choisir entre la réponse Relation et la réponse Propriété qui ont été les plus fréquemment produites dans l'ordre O1.

Si l'ordre de présentation des constituants N1 N2 des deux types de combinaisons, Relation et Propriété, n'exerce aucun effet sur le choix de la réponse Relation ou Propriété, tant pour les enfants que pour les adultes, les patrons de réponses des expériences 3 et 4 seront semblables pour la variable nature de l'interprétation (proportion de réponses Relation). Suivant le même raisonnement, si l'ordre de présentation des constituants des combinaisons n'a exercé qu'un effet secondaire dans l'expérience 2 de Sélection entre 4 réponses, alors les patrons de réponse des 3 expériences 4 choix et 2 choix seront semblables.

A l'inverse, si l'ordre de présentation des constituants des deux types de combinaisons exerce un effet sur le choix de la réponse en fonction du type de combinaison et/ou de l'âge des participants, alors les patrons de réponses des expériences 3 et 4 seront différents. Pour le reste, les hypothèses formulées à propos de l'expérience de Sélection parmi 4 réponses concernant la nature de l'interprétation et les effets de l'âge demeurent inchangées. On s'attend à des proportions de réponses Relation majoritaires pour les combinaisons Relation et minoritaires pour les combinaisons Propriété, cette différence étant plus marquée chez les adultes que chez les enfants dont les performances évolueront avec l'âge.

## **2.4.1. Expérience 3 : Épreuve de sélection parmi 2 réponses homologues de l'ordre de présentation**

### **2.4.1.1. Méthode**

#### **2.4.1.1.1. Participants**

Cent cinquante six élèves d'une école élémentaire parisienne ont participé à cette expérience. Six enfants n'ont pas répondu à la totalité des combinaisons et leurs protocoles ont été exclus de l'analyse des résultats. Les cent cinquante participants restants sont répartis en trois classes d'âge : 50 élèves de CP (Cours Préparatoire : âge moyen = 6.4 ans), 50 élèves de CE2 (Cours Élémentaire seconde année : âge moyen = 8.7 ans) et 50 élèves de CM2 (Cours Moyen seconde année : âge moyen = 10.7 ans). Deux groupes de 25 étudiants de l'I.U.F.M. de Paris ont participé à cette expérience. Tous les participants étaient de langue maternelle française, l'expérience se déroulait individuellement pour les enfants et en collectif pour les adultes.

#### **2.4.1.1.2. Matériel**

Composé de 24 combinaisons (2\*12), le matériel était repris de l'expérience précédente. Les phrases-réponses utilisées proviennent des résultats obtenus à l'épreuve de production d'interprétations de ces mêmes combinaisons. Dans l'ordre de présentation O1 (NP → Mod), nous avons présenté la phrase « Établissement d'une Relation » et la phrase « Transfert de propriété » les plus fréquemment produites dans l'ordre 1. Dans l'ordre 2 (Mod → NP), la phrase « Établissement d'une Relation » et la phrase « Transfert de propriété » les plus fréquemment produites dans l'ordre 2 ont été proposées. Le tableau 15 présente les réponses associées à la combinaison Relation « Tache Sauce » et à la combinaison « Propriété » « Tapis Cactus ».

Tableau 15 : Phrases-réponse Relation et Propriété proposées pour la combinaison Relation : « Tache Sauce » et pour la combinaison Propriété « Tapis Cactus ».

#### **Combinaison Relation : « Tache Sauce » : (Ordre 1 : NP-Mod)**

Réponse « Relation » la plus fréquente, Ordre 1 : NP-Mod :

*« J'ai une tache de sauce sur mon pantalon » (56/75)*

Réponse « Propriété » la plus fréquente, Ordre 1 : NP-Mod :

*« La tache est grasse comme de la sauce »*



### **Combinaison Propriété : « Tapis Cactus » : (Ordre 1 : NP Mod)**

Réponse « Relation » la plus fréquente, Ordre 1 : NP Mod :

« *Je mets un tapis sous le cactus* » (38/75)

Réponse « Propriété » la plus fréquente, Ordre 1 : NP Mod :

« *Le tapis pique comme un cactus* » (23/75)

#### **2.4.1.1.3. Procédure**

Pour les enfants, l'enseignant présentait l'une après l'autre oralement les 24 combinaisons conceptuelles et lisait les réponses proposées. Pour chacune d'entre elles, il/elle invitait l'enfant à choisir parmi les 2 phrases présentées celle qui lui semblait le mieux « relier les deux mots ». L'expérimentation débutait par une phase d'entraînement de quatre essais (deux Combinaisons conceptuelles Relation et deux Combinaisons Conceptuelles Propriété), l'enseignant s'assurant que tous les élèves avaient bien compris l'épreuve. Pour les adultes, les 24 combinaisons étaient inscrites sur une page recto verso et ils cochaient la réponse sélectionnée. Pour les enfants comme pour les adultes, l'expérience se déroulait en temps libre. Pour les enfants, l'épreuve durait au total de 20 minutes à une demi-heure selon les classes.

#### **2.4.1.2. Résultats**

##### **2.4.1.2.1. Nature de l'interprétation : les réponses Relation**

Le tableau 16 présente les proportions observées de la réponse Relation pour les facteurs principaux.

Tableau 16: pour les facteurs principaux, proportions observées de la réponse Relation et leurs estimations par intervalle à 95%.

		<b>Relation</b>	<b>Propriété</b>	
<b>Ordre 1</b> <b>NP - Mod</b>	CP	0.670 [0.610,0.730]	0.457 [0.399,0.514]	
	CE2	0.733 [0.656,0.810]	0.357 [0.282,0.432]	
	CM2	0.837 [0.785,0.889]	0.403 [0.338,0.468]	
	Enfants	0.747 [0.711,0.782]	0.406 [0.369,0.442]	0.576 [0.550,0.602]
	Adultes	0.747 [0.692,0.802]	0.128 [0.092,0.164]	0.438 [0.400,0.475]
<b>Ordre 2</b> <b>Mod - NP</b>	CP	0.613 [0.549,0.678]	0.457 [0.398,0.515]	
	CE2	0.637 [0.556,0.717]	0.453 [(0.392,0.515)]	
	CM2	0.630 [0.571,0.689]	0.390 [0.343,0.437]	
	Enfants	0.627 [0.587,0.666]	0.433 [0.402,0.465]	0.530 [0.503,0.557]
	Adultes	0.637 [0.596,0.677]	0.277 [0.227,0.327]	0.457 [0.430,0.484]
	Enfants	0.687 [0.661,0.713]	0.419 [0.396,0.443]	
	Adultes	0.692 [0.658,0.725]	0.202 [0.172,0.232]	

*Pour les combinaisons Relation*

La différence entre adultes (0.692) et enfants (0.687) est faible :  $d=0.005$ ,  $F_{1,192}=0.05$ ,  $p=0.82$ ,  $|\delta|<0.048$ . Elle est en outre faible dans les deux ordres (0.0004 pour NP  $\rightarrow$  Mod et 0.010 pour Mod  $\rightarrow$  NP), soit une différence entre ces deux différences (effet d'interaction)  $d=0.010$  :  $F_{1,198}=0.04$ ,  $p=0.84$ ,  $|\delta|<0.097$ .

Toutefois, chez les enfants, dans l'ordre NP - Mod cette proportion augmente avec l'âge : 0.670 (CP); 0.733 (CE2); 0.837 (CM2). Si on prend en compte les âges moyens des trois groupes, l'augmentation observée est en moyenne  $d=0.042$  (pente de la droite de régression linéaire) par an :  $F_{1,48}=17.9$ ,  $p=0.0001$ ,  $\delta>0.025$ . Dans l'ordre Mod - NP, on n'observe qu'une augmentation faible avec l'âge, en moyenne  $d=0.004$  par an (respectivement 0.613 ; 0.637 ; 0.630), dont on ne peut conclure à l'existence mais qui est de toute façon plus faible que dans l'ordre NP - Mod :  $F_{1,48}=0.14$ ,  $p=0.71$ ,  $|\delta|<0.023$ .

Les réponses Relation sont plus nombreuses dans l'ordre NP - Mod, ceci chez les enfants et chez les adultes : respectivement  $d=0.120$  (0.747 vs 0.627),  $F_{1,144}=20.1$ ,  $p=0.00002$ ,  $\delta>0.076$  et  $d=0.110$  (0.747 vs 0.637),  $F_{1,54}=10.9$ ,  $p=0.002$ ,  $\delta>0.054$ .

#### *Pour les combinaisons Propriété*

La différence entre adultes et enfants est dans ce cas importante ; la proportion observée est environ deux fois plus élevée pour les enfants (0.419 contre 0.202), soit une différence observée 0.217 :  $F_{1,198}=98.6$ ,  $p\approx 0$ ,  $\delta>0.181$ .

Chez les enfants, cette proportion diminue avec l'âge : 0.449 (CP); 0.405 (CE2); 0.397 (CM2) pour l'ensemble des deux ordres. Si on prend en compte les âges moyens des trois groupes, la diminution observée est en moyenne  $d=0.015$  (pente de la droite de régression linéaire) par an :  $F_{1,48}=4.55$ ,  $p=0.04$ ,  $\delta>0.003$ .

Chez les adultes, les réponses Relation sont nettement plus nombreuses dans l'ordre Mod  $\rightarrow$  NP :  $d=0.149$  (0.277 vs 0.128),  $F_{1,54}=24.8$ ,  $p=0.000007$ ,  $\delta>0.099$ . Chez les enfants on observe une différence beaucoup plus faible :  $d=0.028$  (0.433 vs 0.406), dont on ne peut conclure à l'existence mais qui est de toute façon plus faible que chez les adultes :  $F_{1,144}=1.31$ ,  $p=0.22$ ,  $-0.020<\delta<0.076$ .

#### **2.4.1.2.2. Analyses Complémentaires : Réponses homologues**

##### *Pour les combinaisons Relation*

Chez les enfants, pour la majorité des combinaisons la proportion observée de réponses homologues est supérieure à 1/2, à l'exception des deux combinaisons suivantes :

- la combinaison « Parfum Fleur » de la relation « fait de » qui a une proportion observée de réponses homologues 35% [ $28\%<\varphi<43\%$ ] (29% dans l'ordre 1 et 41% dans l'ordre 2) contre 71% [ $0.644<\varphi<0.785$ ] pour l'autre combinaison de cette relation « Soupe Légumes » ;
- la combinaison « Morceaux Chocolat » de la relation « partie de » qui, dans l'ordre NP - Mod a une proportion 29% [ $19\%<\varphi<40\%$ ], alors que dans l'ordre Mod - NP elle a une proportion très élevée 92% [ $86\%<\varphi<98\%$ ].

Chez les adultes, on retrouve le cas particulier des combinaisons « Parfum Fleur » « Soupe Légumes » avec 21% [ $11\%<\varphi<32\%$ ] de réponses homologues contre 0.71% [ $61\%<\varphi<0.82\%$ ] pour la combinaison « Soupe Légumes ».

### *Pour les combinaisons Propriété*

Chez les adultes, dans l'ordre NP-Mod, la proportion observée de réponses homologues est égale à 1/2 pour la combinaison « Lèvres Oreiller » (relation « douceur ») et est supérieure ou égale à 3/4 pour toutes les autres combinaisons. Dans l'ordre Mod - NP, les combinaisons sont nettement plus hétérogènes : on observe des proportions supérieures à 3/4 pour « Neige Coton » (« douceur »), « Encre Sang » (« fluidité »), les deux combinaisons de la relation « forme » (« Nuage Champignon » et « Arbre Pluie »), « Coureur fusée » (« mobilité »), « Boisson Epingle » (« piquant ») et « Chambre Porcherie » (« obstacle ») ; à l'inverse les plus faibles proportions observées sont 36% pour « brouillard Mur » (« obstacle ») et 39% pour « Voiture Tortue » (« mobilité »). La conclusion globale d'une proportion de réponses Relation plus élevée chez les enfants, autrement dit d'une proportion de réponses homologues plus élevée chez les adultes peut être établie pour 10 combinaisons de propriétés.

#### **2.4.1.3. Discussion**

La proportion de réponses Relation est majoritaire et équivalente chez les enfants et chez les adultes pour les combinaisons Relation alors qu'elle est minoritaire pour les combinaisons Propriété à un degré moindre chez les enfants comparés aux adultes. Cette proportion de réponses Relation augmente avec l'âge des enfants pour les combinaisons Relation et diminue significativement pour les combinaisons Propriété. L'ordre de présentation exerce un effet sur la proportion de réponses Relation : pour les enfants comme pour les adultes, cette proportion diminue quand on passe de l'ordre O1 (NP- Mod) à l'ordre O2 (Mod-NP) alors que pour les combinaisons Propriété, cette proportion augmente de l'ordre O1 à l'ordre O2 pour les adultes et n'évolue pas pour les enfants. Dans leur grande majorité, les réponses choisies par les enfants et les adultes sont homologues du type de combinaisons proposées (réponse Relation pour une combinaison Relation et réponse Propriété pour une combinaison Propriété). Globalement, l'ensemble de ces résultats sont en accord avec l'hypothèse H2.2. qui stipule que les adultes et les enfants, dans une moindre mesure, établissent une relation face aux combinaisons Relation et transfèrent une propriété d'un constituant à l'autre pour les combinaisons Propriété.

## 2.4.2. Expérience 4 : Épreuve de Sélection parmi 2 réponses non homologues de l'ordre de présentation

### 2.4.2.1. Méthode

#### 2.4.2.1.1. Participants

Cent cinquante quatre élèves d'une école élémentaire parisienne ont participé à cette expérience. Quatre enfants n'ont pas répondu à la totalité des combinaisons et leurs protocoles ont été exclus de l'analyse des résultats. Les cent cinquante participants restants sont répartis en trois classes d'âge : 50 élèves de CP (Cours Préparatoire : âge moyen = 6.7 ans), 50 élèves de CE2 (Cours Élémentaire seconde année : âge moyen = 8.4 ans) et 50 élèves de CM2 (Cours Moyen seconde année : âge moyen = 10.7 ans). Deux groupes de 25 étudiants de l'I.U.F.M. de Paris ont participé à cette expérience. Tous les participants étaient de langue maternelle française, l'expérience se déroulait individuellement pour les enfants et en collectif pour les adultes.

#### 2.4.2.1.2. Matériel

Composé de 24 combinaisons (2\*12), le matériel était repris de l'expérience de sélection parmi quatre réponses. Dans l'ordre de présentation O1 (NP → Mod), nous avons présenté la phrase « Établissement d'une Relation » et la phrase « Transfert de propriété » les plus fréquemment produites dans l'ordre 2. Dans l'ordre 2 (Mod → NP), la phrase « Établissement d'une Relation » et la phrase « Transfert de propriété » les plus fréquemment produites dans l'ordre 1 ont été présentées. Le tableau 17 présente les réponses associées à la combinaison Relation « Tache Sauce » et à la combinaison « Propriété » « Tapis Cactus ».

Tableau 17 : Phrases-réponse Relation et Propriété proposées pour la combinaison Relation : « Tache Sauce » et pour la combinaison Propriété « Tapis Cactus ».

#### **Combinaison Relation : « Tache Sauce » : (Ordre 1 : NP Mod)**

Réponse « Relation » la plus fréquente, Ordre 2 : Mod –NP :

« *La sauce a fait une tache sur mon pull* » (52/75)

Réponse « Propriété » la plus fréquente, Ordre 2 : Mod –NP :

« *La sauce est verte comme la tache* »

#### **Combinaison Propriété : « Tapis Cactus » : (Ordre 1 : NP Mod)**

Réponse « Relation » la plus fréquente, Ordre 2 : Mod NP :

« *Le cactus est posé sur le tapis* » (37/75)

Réponse « Propriété » la plus fréquente, Ordre 2 : Mod NP :

« *J'ai acheté un cactus plat comme un tapis* »

### 2.4.2.1.3. Procédure

La procédure était identique à celle de l'expérience 3.

### 2.4.2.2. Résultats

#### 2.4.2.2.1. Nature de l'interprétation : les réponses Relation

Le tableau 18 présente les proportions observées de la réponse Relation pour les facteurs principaux.

Tableau 18: pour les facteurs principaux, proportions observées de la réponse Relation et leurs estimations par intervalle à 95%.

		Relation	Propriété	
<b>Ordre 1</b> <b>NP - Mod</b>	CP	0.647 [0.577,0.716]	0.430 [0.359,0.502]	
	CE2	0.607 [0.543,0.671]	0.430 [0.365,0.495]	
	CM2	0.570 [0.507,0.633]	0.463 [0.394,0.533]	
	Enfants	0.608 [0.571,0.644]	0.441 [0.403,0.479]	0.524 [0.496,0.553]
	Adultes	0.721 [0.684,0.758]	0.333 [0.276,0.390]	0.527 [0.493,0.562]
<b>Ordre 2</b> <b>Mod - NP</b>	CP	0.647 [0.580,0.713]	0.360 [0.309,0.411]	
	CE2	0.737 [0.678,0.795]	0.370 [0.305,0.435]	
	CM2	0.800 [0.730,0.870]	0.393 [0.305,0.481]	
	Enfants	0.728 [0.691,0.764]	0.374 [0.336,0.413]	0.551 [0.528,0.575]
	Adultes	0.795 [0.753,0.837]	0.199 [0.132,0.265]	0.497 [0.458,0.535]
	Enfants	0.668 [0.642,0.693]	0.408 [0.381,0.435]	
	Adultes	0.758 [0.731,0.785]	0.266 [0.223,0.309]	

#### *Pour les combinaisons Relation*

Les réponses Relation sont majoritaires pour toutes les combinaisons des facteurs principaux. Ces réponses sont majoritaires pour chacun des ordres de présentation, mais le sont plus largement dans l'ordre 2 (0.745) que dans l'ordre 1 (0.637), la différence étant  $d=0.108$  ; on peut conclure à une différence relativement importante :  $F_{1,194}=27.9$ ,  $p=0.0000003$ ,  $\delta>0.074$ .

Chez les enfants, la proportion de réponses Relation est plus grande dans l'ordre 2

(0.728) que dans l'ordre 1 (0.608), la différence observée étant  $d=0.120$  ; on peut conclure à une différence relativement importante  $F_{1,144}=21.4$ ,  $p=0.000008$ ,  $\delta>0.077$ . Toutefois, avec l'âge la proportion observée des réponses Relation diminue dans l'ordre 1, mais augmente dans l'ordre 2. Dans l'ordre 1, la proportion observée chez les enfants les plus âgés (CM2) qui est 0.570 est inférieure à la proportion moyenne des enfants (0.608), la différence (contraste de Helmert) étant  $d=-0.038$  ; mais on ne peut pas conclure que la différence parente est négative :  $F_{1,72}=2.11$ ,  $p=0.15$ ,  $-0.090<\delta<+0.014$ . Dans l'ordre 2, au contraire, la proportion observée chez les enfants les plus âgés qui est 0.800 est supérieure à la proportion moyenne des enfants (0.728); on peut conclure que la différence est positive :  $d=+0.072$ ,  $F_{1,72}=7.80$ ,  $p=0.007$ ,  $\delta>+0.020$ .

Chez les adultes, on trouve également que la proportion de réponses Relation est plus grande dans l'ordre 2 (0.795) que dans l'ordre 1 (0.721) :  $d=0.074$ ,  $F_{1,50}=7.44$ ,  $p=0.009$ ,  $\delta>+0.028$ . Cependant, la proportion observée est nettement supérieure à celle des enfants de CM2 dans l'ordre 1 ( $d=+0.151$ , 0.721 vs 0.570) alors qu'elle est du même ordre dans l'ordre 2 ( $d=-0.005$ , 0.795 vs 0.800). On peut conclure à un effet d'interaction relativement important :  $d=0.156$  (différence entre ces deux différences),  $F_{1,98}=8.80$ ,  $p=0.004$ ,  $\delta>+0.069$ .

#### *Pour les combinaisons Propriété*

Pour les combinaisons Propriété, les réponses Relation sont minoritaires pour toutes les combinaisons des facteurs principaux, la proportion moyenne observée étant 0.371 [ $0.348<\varphi<0.394$ ]. Cette réponse est minoritaire pour chacun des ordres de présentation, mais l'est moins largement dans l'ordre 1 (0.413) que dans l'ordre 2 (0.329), la différence étant  $d=0.084$  :  $F_{1,194}=13.3$ ,  $p=0.0003$ ,  $\delta>+0.046$ .

Chez les enfants, contrairement au résultat obtenu pour les combinaisons Relation, la proportion de réponses Relation est plus grande dans l'ordre 1 (0.441) que dans l'ordre 2 (0.374) :  $d=0.067$ ,  $F_{1,144}=5.92$ ,  $p=0.02$ ,  $\delta>0.021$ . Dans ce cas, la proportion observée des réponses Relation chez les enfants les plus âgés (CM2) qui est 0.428 n'est que légèrement supérieure à la proportion moyenne des enfants (0.408), la différence (contraste de Helmert) étant  $d=0.020$  ; mais on ne peut pas conclure que la différence parente est négative :  $F_{1,72}=2.11$ ,  $p=0.15$ ,  $-0.090<\delta<+0.014$ .

Chez les adultes, on trouve également que la proportion de réponses Relation est plus

grande dans l'ordre 1 (0.333) que dans l'ordre 2 (0.199) :  $d=0.135$ ,  $F_{1,50}=9.97$ ,  $0$ ,  $\delta>+0.063$ . Cependant, la proportion des réponses Relation pour les enfants de CM2 (0.162) est largement supérieure à celle chez les adultes (0.266) :  $d=0.162$ ,  $F_{1,98}=22.3$ ,  $p=0.000008$ ,  $\delta>+0.105$ . La différence observée est plus grande dans l'ordre 2 (0.195) que dans l'ordre 1 (0.130), sans que l'on puisse conclure à un effet d'interaction :  $d=0.065$  (différence entre ces deux différences),  $F_{1,98}=0.88$ ,  $p=0.35$ ,  $-0.072\delta<+0.201$ .

#### **2.4.2.2.2. Analyses Complémentaires : Réponses homologues**

##### *Pour les combinaisons Relation*

Chez les enfants, la différence entre l'ordre 2 et l'ordre 1 établie globalement se retrouve pour les relations « partie de » (88% vs 57%,  $d=0.313$ ,  $\delta>0.231$ ), « pour » (65% vs 53%,  $d=0.127$ ,  $\delta>0.030$ ), « matière » (64% vs 45%,  $d=0.187$ ,  $\delta>0.084$ ) et « fait de » (62% vs 48%,  $d=0.140$ ,  $\delta>0.056$ ). Pour ces quatre relations, la réponse homologue Relation est voisine de 1/2 dans l'ordre 1 ; pour les deux autres relations « localisation » et « cause », elle est nettement supérieure à 1/2 dans les deux ordres.

On trouve une configuration analogue chez les enfants les plus âgés (CM2), avec toutefois une proportion des réponses Relation inférieure à 1/2 dans l'ordre 1 pour les deux relations « pour » et « matière ». Chez les enfants les plus jeunes (CP), l'effet d'ordre ne peut être établi pour aucune relation ; pour ces enfants la proportion observée des réponses homologues sur l'ensemble des six relations est en fait la même :  $d=0$  (0.647 dans les deux ordres),  $|\delta|<0.094$ . Les enfants de CE2 ont une configuration intermédiaire, l'effet d'ordre pouvant être établi pour les trois relations « partie de » ( $d=0.460$ ,  $\delta>0.307$ ), « pour » ( $d=0.200$ ,  $\delta>0.022$ ) « fait de » ( $d=0.200$ ,  $p=0.006$ ,  $\delta>0.066$ ).

Chez les adultes, l'effet d'ordre également constaté globalement ne peut être établi que pour la relation « partie de » ( $d=0.500$ ,  $\delta>0.360$ ). Le fait que la proportion des réponses Relation est nettement supérieure à celle des enfants de CM2 dans l'ordre 1 est en fait essentiellement dû à la relation « matière » ( $d=0.564$ ,  $\delta>0.424$ ) et, dans une bien moindre mesure, aux deux relations « pour » ( $d=0.180$ ,  $\delta>0.010$ ) et « fait de » ( $d=0.172$ ,  $\delta>0.037$ ) ; cette proportion est au contraire inférieure pour la relation « partie de » ( $d=-0.195$ ,  $\delta<-0.012$ ).



### *Pour les combinaisons Propriété*

Globalement, nous avons établi que la réponse homologue Propriété était majoritaire pour toutes les combinaisons des facteurs principaux. Cette conclusion peut être établie pour les propriétés « douceur », « fluidité » et « forme », chez les enfants comme chez les adultes pour chacun des deux ordres de présentation.

### **2.4.2.3. Discussion**

Comme dans l'expérience précédente, la proportion de réponses Relation est majoritaire pour les combinaisons Relation mais de façon plus marquée chez les adultes que chez les enfants alors qu'elle est minoritaire pour les combinaisons Propriété à un degré moindre chez les enfants que chez les adultes.

Les effets de l'âge des enfants et de l'ordre de présentation des combinaisons diffèrent de ceux obtenus dans l'expérience 3. Pour les combinaisons Relation, l'interaction Ordre \* Age indique une évolution en fonction de l'âge qui se traduit par une diminution de la proportion de réponses Relation dans l'ordre O1 et une augmentation dans l'ordre 2. Pour les combinaisons Propriété, les performances n'évoluent que faiblement avec l'âge et la proportion de réponses Relation tant pour les enfants que pour les adultes, est plus importante dans l'ordre O1 que dans l'ordre O2. Globalement, pour les combinaisons Propriété, la réponse homologue Propriété est majoritaire pour toutes les combinaisons des facteurs principaux. Pour les combinaisons Relation, l'homologie est plus accentuée dans l'ordre O1 que dans l'ordre O2 pour quatre relations sur six alors qu'elle est du même ordre pour les deux autres. Les résultats sont donc en accord avec l'hypothèse H2.2. qui prévoit que les adultes et les enfants, dans une moindre mesure, établissent une relation face aux combinaisons Relation et transfèrent une propriété d'un constituant à l'autre pour les combinaisons Propriété.

### **2.4.3. Comparaison des expériences 3 et 4 de Sélection parmi 2 réponses**

#### *Pour les combinaisons Relation*

Pour les combinaisons Relation, les réponses Relation sont globalement majoritaires, la proportion moyenne observée étant 0.690 [ $0.675 < \varphi < 0.704$ ]. Leurs proportions observées sont remarquablement proches dans les deux expériences, respectivement 0.688 [ $0.667 < \varphi < 0.709$ ] et 0.691 [ $0.671 < \varphi < 0.711$ ], et on peut conclure que la différence est faible :  $d=0.003$ ,  $F_{1,392}=0.04$ ,  $p=0.85$ ,  $|\delta|<0.022$ .

On ne constate également qu'une différence faible entre les deux ordres de présentation (0.692 dans l'ordre NP - Mod et 0.687 dans l'ordre Mod -s NP) :  $d=0.006$ ,  $F_{1,392}=0.15$ ,  $p=0.70$ ,  $|\delta|<0.031$ . Ce résultat est obtenu chez les enfants (respectivement 0.677 et 0.677,  $d=0$ ,  $F_{1,288}=0$ ,  $p=1$ ,  $|\delta|<0.037$ ) et, dans une mesure moindre chez les adultes (respectivement 0.735 et 0.713,  $d=0.22$ ,  $F_{1,104}=0.99$ ,  $p=0.21$ ,  $|\delta|<0.058$ ).

La différence entre adultes (0.724) et enfants (0.677) est modérée :  $d=0.047$ ,  $F_{1,392}=7.64$ ,  $p=0.006$ ,  $\delta>0.019$ .

#### *Pour les combinaisons Propriété*

Pour les combinaisons Propriété, les réponses Relation sont au contraire globalement minoritaires, la proportion moyenne observée étant 0.366 [ $0.351<\varphi<0.381$ ]. Dans ce cas encore les proportions observées sont très proches dans les deux expériences, respectivement 0.360 [ $0.341<\varphi<0.380$ ] et 0.371 [ $0.348<\varphi<0.394$ ], et on peut conclure que la différence est faible :  $d=0.011$ ,  $F_{1,392}=0.52$ ,  $p=0.47$ ,  $|\delta|<0.036$ .

On ne constate également qu'une différence relativement faible entre les deux ordres de présentation (0.371 dans l'ordre 1 et 0.360 dans l'ordre 2) :  $d=0.011$ ,  $F_{1,392}=0.53$ ,  $p=0.46$ ,  $|\delta|<0.036$ . Ce résultat est obtenu chez les enfants (respectivement 0.423 et 0.404,  $d=0.019$ ,  $F_{1,288}=1.13$ ,  $p=0.29$ ,  $|\delta|<0.050$ ) et, dans une mesure moindre chez les adultes (respectivement 0.227 et 0.239,  $d=-0.012$ ,  $F_{1,104}=0.23$ ,  $p=0.63$ ,  $|\delta|<0.056$ ).

Pour les combinaisons Propriété, la proportion de réponses Relation est nettement plus importante chez les enfants (0.414) que chez les adultes (0.233) :  $d=0.181$ ,  $F_{1,392}=111.7$ ,  $p\approx 0$ ,  $\delta>0.152$ .

#### **2.4.4. Conclusion**

Pour les combinaisons Relation, les réponses Relation sont fortement majoritaires (.69 et .71 pour les expériences 3 et 4) tant pour les adultes (.69 et .76) que pour les enfants (.69 et .67) pour lesquels on note une augmentation de la proportion de réponses Relation avec l'âge. L'effet de l'ordre de présentation des constituants des combinaisons varie selon les expériences : alors que dans l'expérience 3, le passage de l'ordre O1 (NP-Mod) à l'ordre O2 (Mod-NP) s'accompagne d'une diminution de la proportion de réponses Relation, tant pour les enfants (.75 à .63) que pour les adultes (.75 à .64), dans l'expérience 4, on constate une augmentation pour les enfants (.61 à .73) et pour les adultes (.72 à .80). Autrement dit, les enfants comme les adultes préfèrent une réponse qui respecte l'ordre NP - Mod (.75) plutôt

que l'ordre Mod - NP (.65), et ceci indépendamment de l'ordre de présentation des constituants, ce qui peut être interprété en faveur de l'hypothèse du privilège sémantique du Nom Principal (NP). L'effet de l'ordre de présentation varie également en fonction de l'âge des enfants : alors que dans l'expérience 3, on enregistre une augmentation de la proportion de réponses Relation avec l'âge pour l'ordre O1 (.67 ; .73 et .84 pour les CP, CE2 et CM2), cette même augmentation est constatée pour l'ordre O2 de l'expérience 4 (.65 ; .74 et .80 pour les CP, CE2 et CM2) qui consiste dans le même ensemble de réponses. Cette augmentation traduit une élaboration progressive du statut privilégié attribué au Nom Principal lors de l'interprétation de combinaisons conceptuelles.

Pour les combinaisons Propriété, la proportion de réponses Relation est minoritaire dans les deux expériences mais à un degré moindre chez les enfants (.419 et .408 pour les expériences 3 et 4) que chez les adultes (.202 et .266). A nouveau, l'effet de l'ordre de présentation des constituants des combinaisons varie selon les expériences, mais en sens inverse de celui constaté pour les combinaisons Relation : alors que dans l'expérience 3, le passage de l'ordre O1 (NP - Mod) à l'ordre O2 (Mod - NP) s'accompagne d'une augmentation de la proportion de réponses Relation, tant pour les enfants (.40 à .43) que pour les adultes (.13 à .28), dans l'expérience 4, on constate une diminution pour les enfants (.44 à .37) et pour les adultes (.33 à .20). Ainsi, les enfants comme les adultes manifestent une préférence dans le choix de leur réponse en privilégiant l'ordre Mod - NP (.37) à l'ordre NP - Mod (.28) indépendamment de l'ordre de présentation des constituants, ce qui indique une préférence à transférer une propriété du Modificateur vers le Nom Principal. L'évolution avec l'âge se traduit par une diminution modérée de la proportion de réponses Relation (.45 ; .41 et .40 pour les CP, CE2 et CM2) dans l'expérience 3 et une stabilité dans l'expérience 4 (.40 ; .40 et .43). Même chez les enfants les plus âgés (CM2), la proportion d'interprétations par transfert d'une propriété d'un constituant à l'autre est loin d'atteindre celle observée chez les adultes (elle est de l'ordre de la moitié), et ceci alors qu'on a rendu également accessibles les réponses Relation et Propriété. Ce résultat peut donc être interprété comme l'indication d'une disponibilité moindre en mémoire de la propriété transférable et/ou d'une difficulté dans son transfert d'un constituant à l'autre (étapes 2 et 3 du modèle du Double Processus proposé par Wisniewski, 1997), difficulté signalée par Parault et al. (2005).

### 3. Conclusion générale

Le premier objectif poursuivi visait à répondre à la question portant sur le sens de l'interprétation des combinaisons conceptuelles nouvelles « Nom Nom » : le locuteur francophone traite-t-il ces combinaisons dans le même sens Mod → NP que le locuteur anglo-saxon ou dans le sens NP → Mod comme le suggèrent certaines études linguistiques (Noailly, 1990) ? La manipulation systématique de l'ordre de présentation des constituants des combinaisons nous a permis de dissocier les influences respectives de la position et de la nature sémantique des constituants. L'utilisation des corpora de Modificateurs et de Noms Principaux élaborés par Gagné et Shoben (1997) a rendu possible la manipulation de la fréquence relationnelle du Modificateur supposée déterminer le sens de l'interprétation par le modèle CARIN proposé par ces auteurs.

Le deuxième objectif concernait l'influence du type de combinaisons sur la nature de l'interprétation. Nous avons construit deux catégories de combinaisons qui diffèrent par la nature de la liaison la plus probable qui unit les deux constituants, soit par établissement d'une relation (Gagné et Shoben, 1997), soit par transfert d'une propriété (Wisniewski, 1997). Par cette manipulation, nous désirions savoir si, comme le prévoient Gagné et Shoben (1997), toutes les interprétations se font en termes d'établissement d'une relation entre les deux constituants, ou si les interprétations en termes de transfert de propriété ne sont effectuées que lorsque les interprétations en termes de relation sont difficiles, voire impossibles (Wisniewski, 1997).

Pour répondre plus précisément à cette question, nous avons adopté une démarche expérimentale qui a consisté à comparer les performances d'adultes à celles d'enfants de trois groupes d'âge (6, 8 et 10 ans) car des études antérieures ((Parault, Schwanenflugel & Haverback, 2005) ont montré que les enfants éprouvaient des difficultés à transférer des propriétés d'un constituant à l'autre. L'organisation du matériel expérimental selon six types de relation conceptuelles (« cause, fait de, localisation, matière, partie de, pour ») et six types de propriété (« douceur, fluidité, forme, mobilité, piquant, obstacle ») devait nous permettre de moduler notre réponse en fonction des caractéristiques du matériel.

Nous souhaitons également apporter une réponse qui délimite les rôles respectifs de la disponibilité et de l'accessibilité en mémoire des concepts évoqués par les constituants dans l'interprétation des combinaisons. Dans ce but, nous avons comparé les résultats obtenus dans une série de quatre expérimentations différant par le degré d'implication des processus d'accessibilité en mémoire (Production vs Sélection) et par le nombre (4 ou 2) et la nature (Relation ou Propriété) des réponses proposées.

Les résultats des trois premières expériences consacrées à la manipulation de la fréquence relationnelle des constituants (Expérience Fréquence), à la production d'une interprétation (Expérience 1) et à la sélection d'une réponse parmi quatre (Expérience 2) nous permettent de répondre clairement à la première question posée : les locuteurs français, enfants et adultes, se comportent différemment des locuteurs anglo-saxons et interprètent majoritairement les combinaisons nouvelles « Nom Nom » dans le sens NP → Mod. Du fait des caractéristiques syntaxico-sémantiques d'utilisation de la langue française qui posent le Nom épithète (le Modificateur) en seconde position et le Nom Principal en première position, nous envisageons un effet exclusif ou un effet additif de ces deux facteurs et nous prédisions une évolution avec l'âge. Les résultats obtenus dans les épreuves de Production et de Sélection entre quatre réponses sont clairement en faveur de l'hypothèse d'un effet additif de la Nature du constituant Nom Principal (NP) et de l'Ordre de présentation. Nous constatons en effet que les interprétations NP → Mod sont significativement plus nombreuses que les interprétations de sens inverse, cette différence étant plus importante dans l'ordre de présentation NP - Mod, homologue de l'interprétation dominante, que dans l'ordre inverse. Toutes les analyses utilisant la variable dépendante « Sens de l'interprétation » confirment cette conclusion, tant pour les enfants que pour les adultes, pour les combinaisons Relation comme pour les combinaisons Propriété.

A l'inverse des résultats précédents, dans l'expérience Fréquence, la supériorité des interprétations NP → Mod est plus accentuée dans l'ordre de présentation O2 (Mod - NP) que dans l'ordre O1 (NP - Mod), ce qui est en accord avec l'hypothèse d'un effet exclusif de la nature sémantique du constituant NP. Ce résultat trouve une explication dans le fait que nous avons utilisé des combinaisons arbitrairement formées, ce qui nous excluait du cas simple où la syntaxe est déterminante pour l'interprétation (Noailly, 1990). Nous nous situons probablement dans le second cas envisagé par cette auteure, celui dans lequel intervient la mémoire lexicale et où les noms, dans leur majorité, ne balancent pas de façon équilibrée entre l'usage substantif et l'usage adjectif. Cette hypothèse d'un double mécanisme, syntaxique en cas d'équivalence adjectivale des deux composants nominaux (Mod et NP), lexical en cas de dominance moyenne du Nom Principal sur le Modificateur, nous incite à dissocier dans les recherches à venir les effets de la fréquence relationnelle des deux constituants et du degré de liaison sémantique entre ces constituants afin (i) de se rapprocher d'une utilisation naturelle de la langue (Maguire et Cater, 2005) et (ii) d'étudier les rôles respectifs des facteurs syntaxiques et lexicaux du Modificateur et du Nom Principal.

Un second ensemble de résultats expérimentaux vient conforter cette hypothèse d'un effet exclusif du Nom Principal dans l'interprétation d'une combinaison conceptuelle « Nom Nom ». Ces résultats consistent dans la préférence manifestée par les participants, enfants et adultes, pour la réponse Relation allant du Nom Principal vers le Modificateur, et ceci indépendamment de l'ordre de présentation des constituants et uniquement pour les combinaisons Relation. Cette préférence qui n'est pas observée pour les combinaisons Propriété nous amène à passer à l'examen du deuxième objectif poursuivi : les interprétations de toutes les combinaisons, qu'il s'agisse de combinaisons Relation ou de combinaisons Propriété, se font-elles en termes d'établissement d'une relation entre les deux constituants comme le prédit le modèle CARIN proposé par Gagné et Shoben (1997) ?

Les résultats des expériences de Production (Expérience 1), de Sélection parmi quatre réponses (Expérience 2) et de Sélection parmi deux réponses homologues de l'ordre de présentation (Expérience 3) et non homologues (Expérience 4) nous autorisent à conclure que, face à des combinaisons Relation, la réponse majoritaire des enfants et des adultes consiste à produire ou à sélectionner une Relation, le plus souvent de même nature que la relation induite et ceci pour les six types de relation utilisées. La proportion de réponses Relation baisse notablement de la production à la sélection parmi quatre et deux réponses (Expériences 3 et 4) pour les deux ordres de présentation, ce qui témoigne d'un effet de la disponibilité en mémoire des concepts évoqués par les constituants. Cet effet de la disponibilité en mémoire se manifeste également de façon notable pour les combinaisons Propriété puisque les réponses Relation sont majoritaires dans l'épreuve de Production et minoritaires dans les trois expériences de Sélection. Si, conformément à l'hypothèse H2.2, les adultes répondent majoritairement Relation face aux combinaisons Relation et Propriété face aux combinaisons Propriété, pour les enfants, ce n'est le cas que pour les expériences de Sélection. L'évolution de la proportion de réponses Relation avec l'âge varie en fonction du type de combinaisons : stabilité relative pour les combinaisons Relation et diminution variable selon les épreuves pour les combinaisons Propriété, plus importante en Production et en Sélection de deux réponses homologues (Expérience 3).

Ces résultats attestent que, contrairement aux prédictions du modèle CARIN (Gagné et Shoben, 1997), l'interprétation d'une combinaison « Nom Nom » ne se fait pas exclusivement en termes de Relation puisque cette proportion évolue avec l'âge et que, le transfert de propriété face aux combinaisons Propriété est majoritaire à l'âge adulte. Les différences constatées entre les adultes et les enfants, notamment avec les plus âgés (CM2) indiquent que

l'évolution constatée est loin d'être achevée à la fin de l'école primaire. Si l'on suppose que les enfants sont capables d'aligner les traits relatifs aux deux constituants (étape 1 du modèle du Double Processus de Wisniewski, 1997) et éprouvent des difficultés à sélectionner la propriété du Modificateur à transférer et à intégrer au Nom Principal (étapes 2 et 3), les résultats obtenus attestent que cette difficulté est toujours présente à la fin de l'école primaire (Parault et al., 2005).

En liaison avec cette interprétation, les expérimentations de Sélection entre deux réponses (Expériences 3 et 4) apportent des éléments d'information intéressants. En effet, quand on compare les résultats de ces expériences, on constate que, l'effet de l'ordre de présentation des constituants des combinaisons varie en sens inverse pour les combinaisons Relation et pour les combinaisons Propriété : alors que dans l'expérience 3, le passage de l'ordre O1 (NP - Mod) à l'ordre O2 (Mod - NP) s'accompagne d'une augmentation de la proportion de réponses Relation, tant pour les enfants que pour les adultes, dans l'expérience 4, on constate une diminution pour les enfants et pour les adultes. Le fait d'avoir rendu également accessibles les réponses Relation et Propriété ne permet pas aux enfants, même aux plus âgés d'atteindre le niveau de performance des adultes. Comme nous l'avons signalé plus haut, ce résultat peut donc être interprété comme témoignant d'une disponibilité moindre en mémoire de la propriété transférable et/ou d'une difficulté dans son transfert d'un constituant à l'autre (étapes 2 et 3 du modèle du Double Processus proposé par Wisniewski, 1997), difficulté signalée par Parault et al. (2005).

## Troisième partie : Projets de recherche

Les projets que nous envisageons de poursuivre et de développer s'articulent autour de nos deux axes de recherche privilégiés que sont la combinaison conceptuelle et la compréhension de textes. A propos de l'étude du processus d'interprétation de combinaisons conceptuelles, notre activité de recherche s'organisera en trois temps : (i) les prolongements immédiats des recherches en cours, (ii) les extensions probables et (iii) l'étude expérimentale des processus automatiques en jeu dans l'interprétation des combinaisons.

### Chapitre 6. Combinaisons conceptuelles et compréhension de textes

#### 1. Combinaisons conceptuelles : Prolongements immédiats

##### 1.1. Expérience F+F+/F-F-

Dans une première expérimentation réalisée avec des adultes (cf.chapitre 5(1)), nous fixions comme objectif de tester l'effet de deux facteurs principaux sur l'interprétation de combinaisons conceptuelles « Nom Nom » : l'ordre de présentation des constituants et la fréquence relationnelle. A partir du matériel extrait des corpora de « Modificateurs » et de « Noms principaux » élaborés par Gagné et Shoben (1997), nous avons systématiquement manipulé l'ordre de présentation des constituants et la fréquence relationnelle qui leur est associée dans le but de dissocier les effets dus à la position relative des constituants de ceux imputables au privilège sémantique de l'un ou l'autre des constituants. La catégorisation de la fréquence relationnelle des deux types de constituants en « Fréquence élevée » et « Fréquence faible » résultait de la sommation des trois fréquences les plus élevées associées à chaque terme. Un premier résultat important indique une différence concernant le sens de l'interprétation de combinaisons conceptuelles entre locuteurs de langue anglaise et locuteurs de langue française. Dans notre étude, la majorité des interprétations effectuées par les participants français vont du NP → Mod, cet effet étant plus accentué dans l'ordre Mod - NP que dans l'ordre NP - Mod.

Reste à envisager la nature des interprétations produites afin de tester les hypothèses dérivées du modèle CARIN (Gagné et Shoben, 1997) et du modèle du Double Processus (Wisniewski, 1997) : (i) L'interprétation consiste à établir exclusivement une relation entre les deux constituants comme le suggère le modèle CARIN ou (ii) l'interprétation consiste à établir une relation entre les deux constituants (étape 1 du modèle du Double Processus) et à ne transférer une propriété qu'en cas d'échec (étapes 2 et 3). Dans le cas où l'interprétation renvoie à l'établissement d'une relation entre les deux constituants, l'homologie (ou la non



homologie) des réponses Relation produites par les participants et les relations les plus fréquentes induites (identifiées à partir des deux corpora de Gagné et Shoben, 1997) apportera des éléments de réponse intéressants à la critique faite par Maguire et Cater (2005) à propos de la dimension arbitraire de ces deux corpora où n'est pas prise en compte selon eux la fréquence d'occurrence des relations associées aux constituants dans la langue.

## **1.2. Expérience F+F-/F-F+**

Nous poursuivrons l'étude des effets de l'ordre de présentation des constituants et de leur fréquence relationnelle dans une seconde expérimentation de production d'interprétations où nous utiliserons des combinaisons arbitrairement formées extraites des mêmes corpora afin de prolonger la mise à l'épreuve des deux principaux modèles envisagés, le modèle CARIN et le modèle du Double Processus. Cette expérimentation qui sera menée avec une population d'adultes, consistera à dissocier l'effet de la fréquence relationnelle des constituants de la combinaison en associant un Mod F+ à un NP F- (et inversement) de l'effet de l'ordre de présentation (Ordre 1 : NP - Mod ; Ordre 2 : Mod - NP). Les résultats obtenus nous éclaireront sur les rôles respectifs des facteurs syntaxiques et lexicaux du Modificateur et du Nom Principal. Avec des combinaisons arbitrairement formées, nous ne nous trouvons pas devant le cas simple de combinaisons pour lesquelles la syntaxe est déterminante. Nous nous situons plus probablement dans le cas envisagé par Noailly (1990) où la mémoire lexicale intervient et peut aller à l'encontre de l'ordre syntaxique, cas où l'histoire relationnelle des concepts-constituants, en d'autres termes, la fréquence relationnelle associée au Modificateur et au Nom Principal (Gagné, 2001, 2002) détermine l'interprétation. Dans la lignée des travaux de Maguire & Cater (2005) et en accord avec les résultats obtenus dans notre première expérience d'un effet exclusif de la nature sémantique du NP, nous remettons en cause le principe selon lequel les relations associées au Nom Principal n'exercent pas d'effet sur l'interprétation des combinaisons conceptuelles. Maguire et Cater ont manipulé la fréquence des relations associées au Nom Principal dans la langue anglaise et observent que la fréquence relationnelle du Nom Principal exerce un effet sur l'interprétation de combinaisons conceptuelles nouvelles alors que les données expérimentales recueillies jusqu'alors dans la langue anglaise indiquent un effet exclusif de la fréquence relationnelle du Modificateur sur l'interprétation. Les résultats obtenus par Maguire et Cater (2005) indiquent que le type de relation associée au Nom Principal exerce un effet significatif sur le temps d'interprétation d'une combinaison. Les combinaisons qui utilisent une relation très typique associée au Nom

Principal sont interprétées plus rapidement que les combinaisons pour lesquelles la relation instanciée est moins typique. Nous déterminerons si cet effet de la fréquence relationnelle associée au Nom Principal et non plus exclusivement au Modificateur est observé dans la langue française. Les mêmes variables dépendantes que précédemment, sens et nature de l'interprétation seront utilisées. Les principales prédictions sont les suivantes : premièrement, à propos du sens, si l'interprétation est déterminée uniquement par la fréquence relationnelle du NP et si ce dernier joue le rôle dévolu au Modificateur en Anglais, alors les réponses NP → Mod seront plus nombreuses dans la condition F+F- que dans la condition F-F+. Deuxièmement, si le Français privilégie l'interprétation NP → Mod, l'effet de la fréquence relationnelle du NP sera moindre pour l'ordre de présentation NP - Mod, homologue du sens de l'interprétation dominante que dans l'ordre inverse Mod - NP. La nature de l'interprétation et l'homologie (ou la non homologie) des réponses Relation produites par les participants et les relations les plus fréquentes induites (identifiées à partir des deux corpora de Gagné et Shoben, 1997) seront étudiées afin de tirer les conclusions de notre comparaison entre le modèle CARIN et le modèle du Double Processus.

### **1.3. Sélection parmi 2 réponses : influence de l'homologie de la nature de la liaison**

Le but principal des expériences 3 et 4 rapportées ci-dessus consistait à dissocier les effets dus à l'ordre de présentation des combinaisons (O1 : NP → Mod, O2 : Mod → NP) de ceux imputables à la nature de la réponse (Relation ou Transfert de propriété) dans les résultats de l'expérience de Sélection entre 4 réponses (Expérience 2). Les expériences 5 et 6, complémentaires de précédentes, poursuivront le même objectif en manipulant l'homologie (Expérience 5) ou la non homologie (Expérience 6) de la réponse proposée et de la nature de la liaison induite dans les combinaisons (Relation ou Propriété). Le couple de réponses proposées, Relation ou Propriété, consistera toujours en deux interprétations, l'une allant du NP vers le Mod, l'autre allant du Mod vers le NP (voir tableau 19).

Tableau 19 : Type de matériel expérimental proposé dans les expériences 5 et 6.

		Expérience 5 : Homologie	Expérience 6 : Non Homologie
Ordre 1 NP - Mod	Combinaisons Relation	Réponses Relation O1 Relation O2	Réponses Propriété O1 Propriété O2
	Combinaisons Propriété	Réponses Propriété O1 Propriété O2	Réponses Relation O1 Relation O2
Ordre 2 Mod - NP	Combinaisons Relation	Réponses Relation O1 Relation O2	Réponses Propriété O1 Propriété O2
	Combinaisons Propriété	Réponses Propriété O1 Propriété O2	Réponses Relation O1 Relation O2

Dans l'expérience 5, pour les combinaisons Relation, le participant devra choisir entre la réponse Relation la plus fréquemment produite dans l'ordre O1 (NP → Mod) et la réponse Relation la plus fréquemment produite dans l'ordre O2 (Mod → NP), et ce pour les deux ordres de présentation O1 et O2. Pour les combinaisons Propriété, le participant devra choisir entre la réponse Propriété la plus fréquemment produite dans l'ordre O1 et la réponse Propriété la plus fréquemment produite dans l'ordre O2, et ce pour les deux ordres de présentation O1 et O2. Cette expérience se caractérise par une homologie entre la nature sémantique de la liaison induite et la nature des réponses proposées aux participants.

Dans l'expérience 6, cette homologie entre nature de la liaison induite et réponses proposées sera rompue. Pour les combinaisons Relation, le participant devra choisir entre la réponse Propriété la plus fréquemment produite dans l'ordre O1 et la réponse Propriété la plus fréquemment produite dans l'ordre O2, et ce pour les deux ordres de présentation O1 et O2. Pour les combinaisons Propriété, le participant devra choisir entre la réponse Relation la plus fréquemment produite dans l'ordre O2 (Mod → NP), et ce pour les deux ordres de présentation O1 et O2.

Si la nature de la liaison induite, Relation ou Propriété, n'exerce pas effet sur le choix de la réponse Relation ou Propriété, tant pour les enfants que pour les adultes, les patrons de réponses des expériences 5 et 6 seront semblables pour la variable nature de l'interprétation (proportion de réponses Relation). En conséquence, si la nature de la liaison induite n'a exercé qu'un effet secondaire dans l'expérience 2 de Sélection entre 4 réponses, alors les patrons de réponse des 3 expériences 4 choix et 2 choix seront semblables.

A l'inverse, si la nature de la liaison induite, Relation ou Propriété exerce un effet sur le choix de la réponse en fonction du type de combinaison et/ou de l'âge des participants, alors les patrons de réponses des expériences 5 et 6 seront différents. Pour le reste, les hypothèses formulées à propos de l'expérience de Sélection parmi 4 réponses concernant la nature de l'interprétation et les effets de l'âge demeurent inchangées. On s'attend à des proportions de réponses Relation majoritaires pour les combinaisons Relation et minoritaires pour les combinaisons Propriété, cette différence étant plus marquée chez les adultes que chez les enfants dont les performances évolueront avec l'âge.

## **2. Combinaisons conceptuelles : Extensions**

### **2.1. Interprétation des noms composés**

Dans le prolongement de l'étude de l'interprétation de combinaisons conceptuelles « Nom Nom » nouvelles, nous aborderons l'interprétation des noms composés qui représentent des concepts combinés dans notre système conceptuel et d'une certaine manière, fixés dans le langage. Ainsi, la représentation conceptuelle de « Boule de neige » est formée des deux concepts « Boule » et « Neige ». Envisager que les noms composés (dans le langage) sont en relation avec des concepts combinés (dans le système conceptuel) ouvre de nouvelles perspectives de recherches et pose d'importantes questions sur leur représentation et leur accessibilité en mémoire. Une hypothèse intéressante, nous l'avons vu à travers les différentes modélisations dans le domaine de la combinaison conceptuelle est d'envisager que la compréhension d'une combinaison conceptuelle (= un concept combiné) consiste à créer un nouveau concept. Ce nouveau concept recouvre beaucoup plus d'informations que la simple somme des connaissances associées à ses constituants. Par exemple, les traits sémantiques définissant une « pomme pelée » ne sont pas identiques à ceux d'une « pomme ». Le concept représenté par le Nom Principal est modifié par celui représenté par le Modificateur.

Rappelons que dans le modèle CARIN, Gagné et Shoben (1997) supposent qu'au cours du traitement de combinaisons conceptuelles nouvelles, des relations sont activées à partir du modificateur, puis entrent en compétition jusqu'à ce qu'il n'en reste qu'une, la plus fréquente. Gagné et Spalding (2005) font l'hypothèse que l'interprétation de noms composés est semblable à celle de combinaisons conceptuelles nouvelles. Ces composés lexicalisés (une seule unité) sont décomposés puis re-composés à partir d'une relation qui unit les deux constituants. Autrement dit, la dimension importante dans le traitement des noms composés familiers (lexicalisés) consiste à établir la relation sur laquelle repose la représentation de ces

derniers. Ce processus de sélection d'une relation et de construction d'une représentation unifiée est nécessaire pour l'interprétation de combinaisons nouvelles parce que le composé (concept combiné résultant) n'appartient pas au lexique mental. Gagné et Spalding supposent que ce processus est également nécessaire pour l'interprétation de composés familiers (lexicalisés) en dépit du point de vue largement accepté par la communauté scientifique selon lequel les composés lexicalisés sont stockés dans le lexique mental alors que les combinaisons nouvelles ne le sont pas. Des recherches dans le domaine de l'étude de l'aphasie (Jarema, 2005) confortent l'hypothèse de Gagné et Spalding (2005) : une absence d'inhibition des représentations conceptuelles au cours du traitement de composés lexicalisés est observée chez des sujets aphasiques. Ainsi, le nom composé « Blueprint » (projet) est interprété comme « une empreinte qui est bleue ». Dans ce cas, le composé lexicalisé est traité comme un composé nouveau (une combinaison conceptuelle nouvelle) et la relation « Nom Principal EST modificateur » est hautement fréquente pour le modificateur « bleu ». Gagné et Spalding supposent que ce processus sera observé chez des sujets non aphasiques. D'autres résultats expérimentaux récents (Gagné, Spalding et Gorrie, sous presse) sont en accord avec l'hypothèse de Gagné et Spalding. Un des objectifs de la recherche de Gagné et al. (sous presse) est de déterminer si l'exposition récente à une signification nouvelle exerce un effet sur l'interprétation de composés familiers (« bug spray »). Les auteurs indiquaient aux participants que la définition proposée n'était pas la meilleure que l'on puisse trouver et ils devaient juger de sa plausibilité. Le résultat essentiel porte sur l'effet de la présentation d'un composé amorce sur les jugements de plausibilité. Quand la phrase définissant le composé renvoie au sens conventionnel, « classique », celle-ci est jugée plausible dans 89% des cas. Dans le cas où la définition renvoie à un sens nouveau, « non classique », celle-ci n'est plus jugée plausible que dans 64% des cas. Ces résultats suggèrent que le sens « classique » (dominant ?) entre en compétition avec le sens nouveau ce qui réduit d'autant la disponibilité du premier.

Ainsi, un certain nombre de résultats expérimentaux nous permettent de faire l'hypothèse que le processus d'interprétation de combinaisons nouvelles décrit par CARIN est également à l'œuvre dans l'identification et l'interprétation des noms composés familiers. Si les composés lexicalisés sont recouverts comme des entités unitaires stockées comme telles dans le lexique mental, alors il n'est pas nécessaire d'invoquer la sélection d'une relation pour construire une représentation unifiée. Aucun effet de la disponibilité de la relation ne devrait être mis en évidence. Cependant, si les composés lexicalisés familiers sont traités comme les combinaisons nouvelles, comme le suggère le modèle CARIN, alors la disponibilité d'une

relation devrait faciliter l'accès au composé familier. Notre matériel expérimental sera constitué de noms composés pour lesquels nous manipulerons la disponibilité de la relation entre les deux constituants en présentant à des participants des combinaisons amorces et cibles contenant le même modificateur. Deux types de relations (Identique vs Différente) liant les deux constituants des composés lexicalisés amorce et cible seront manipulées :

Exemple de matériel: Relation identique entre le nom composé-amorce et le nom composé-

cible : « *Bonhomme de neige* » / « *Boule de neige* »

Relation différente entre le nom composé-amorce et le nom composé-

cible : « *Bonhomme de neige* » / « *Pelle à neige* »

La tâche demandée aux participants consistera en une tâche d'interprétation avec enregistrement des temps de réponse. Nous prédisons des temps de réponse plus courts dans la condition où le composé cible et amorce partagent la même relation liant leurs deux constituants que dans la condition où la relation entre les deux est différente. Si cette prédiction était confirmée, une interprétation possible serait que les composés lexicalisés sont stockés dans le lexique mental selon des principes organisationnels reposant sur des classes de relations de base relatives au premier constituant du composé et non comme des entités en tant que telles dans le système conceptuel (Libben, 1998, Zwitserlood, 1994). Ainsi, la récupération du composé amorce active d'autres composés partageant la même relation, activation qui facilite le traitement du composé cible lorsque amorce et cible partagent la même relation, ce qui n'est pas le cas si amorce et cible ne partagent pas la même relation.

## **2.2. Etude des facteurs influençant le transfert de propriété**

Dans nos travaux relatés ci-dessus auprès de populations d'adultes et d'enfants, nous avons mis en évidence que l'interprétation de combinaisons conceptuelles nouvelles consiste sous certaines conditions en un transfert de propriété de l'un des constituants à l'autre. Nous poursuivrons l'étude de ce type particulier d'interprétation en investiguant plus en détails les facteurs susceptibles d'exercer un effet sur le transfert de propriété. Nous nous concentrerons essentiellement sur la diagnosticité des propriétés et sur la plausibilité, renvoyant l'une et l'autre à deux des trois contraintes évoquées par le modèle C3 de Costello et Keane (2000), la valeur informationnelle (troisième contrainte) nous paraissant jouer un rôle relativement secondaire dans l'interprétation. Rappelons que dans ce modèle, l'interprétation de combinaisons conceptuelles est décrite comme un processus de construction de

représentations qui doivent satisfaire trois ordres de contraintes : la typicalité, la plausibilité et la valeur informationnelle (Costello & Keane, 1997). Chacune des trois contraintes : plausibilité, valeur informationnelle et typicalité, exerce un effet particulier sur la production des interprétations de combinaisons. Ainsi, la plausibilité impose la construction d'interprétations comprenant des informations sémantiques déjà connues du participant, cooccurrentes sur la base de l'expérience antérieure, qui décrivent un objet ou une collection d'objets susceptibles d'exister. Pour sa part, la valeur informationnelle impose que l'interprétation construite apporte des informations nouvelles. Enfin, la valeur de typicalité, considérée comme la contrainte la plus importante du système, nécessite l'élaboration d'une interprétation comprenant des propriétés « diagnostiques » (« typiques ») communes au Modificateur et au Nom Principal de la combinaison. Pour un concept donné, les propriétés à valeur de typicalité élevée sont présentes dans les différents exemplaires de celui-ci et rarement dans les exemplaires renvoyant à d'autres concepts (Rosch, 1978).

A propos de la diagnosticité des propriétés, nous confronterons les prédictions dérivées des modèles du « Double Processus » de Wisniewski (1997) et de la « Combinaison conceptuelle guidée par des contraintes » de Costello et Keane (2000) à propos de la sélection et du transfert d'une propriété du Modificateur vers le Nom Principal (résultats observés chez les enfants et les adultes dans notre expérience 4) à partir de deux expériences, l'une de compréhension de combinaisons, l'autre de production d'interprétations. Si les deux modélisations envisagées s'accordent sur la description du processus de sélection d'une propriété du Modificateur et de son transfert vers le Nom Principal, elles divergent quant au type de propriétés sélectionnées. Selon le modèle du « Double Processus » de Wisniewski (1997), les propriétés utilisées pour interpréter une combinaison conceptuelle nouvelle renvoient aux différences « comparables » entre le Modificateur et le Nom Principal, différences qui, nous l'avons vu plus haut sont liées aux traits sémantiques communs aux deux constituants. Selon le modèle de la « Combinaison conceptuelle guidée par des contraintes » (Costello et Keane, 2000, 2001), les propriétés pertinentes pour l'interprétation d'une combinaison sont les propriétés du Modificateur qui possèdent une valeur de typicalité élevée, que ces propriétés soient comparables ou non. Dans notre matériel expérimental, la diagnosticité des propriétés aura été établie au préalable à partir d'une pré-expérience d'évocation des propriétés les plus saillantes associées aux différents concepts constituants des combinaisons conceptuelles expérimentales.

Le matériel expérimental résultera du croisement des facteurs: Nature des différences

(comparables ou pas) et Valeur de typicalité (faible ou élevée), ce qui permettra quatre types d'interprétations en termes de propriétés selon les principes des expériences de Costello et Keane (2001). Nous manipulerons un troisième facteur : l'ordre de présentation des constituants dans la combinaison. Dans l'expérience de compréhension, les participants jugeront le degré d'acceptabilité des quatre interprétations proposées. Dans l'expérience de production, ils élaboreront une définition susceptible d'être comprise par des enfants pour chacune des combinaisons. Pour la tâche de compréhension, selon le modèle du « Double Processus » de Wisniewski (1997), nous prédisons que les participants choisiront majoritairement les interprétations qui expriment des différences comparables et que, en fonction du rôle attribué à la typicalité, les interprétations impliquant des propriétés fortement typiques seront les plus fréquentes. Selon le modèle C3 de Costello et Keane (2000, 2001), les choix des participants se porteront sur les interprétations impliquant les propriétés à valeur de typicalité élevée. Des prédictions similaires seront posées pour la tâche de production d'interprétations.

A propos de la plausibilité, nous envisagerons d'orienter nos recherches sur le rôle joué par le Nom Principal dans le processus d'évaluation de la pertinence de la propriété sélectionnée. De la même façon que Gagné et Shoben (1997) supposent que le Nom Principal permet de juger de la plausibilité de la relation sélectionnée grâce au modificateur, nous formulons l'hypothèse que cette fonction cognitive relève du Nom Principal au terme de l'interprétation de combinaisons conceptuelles par transfert de propriété. En effet, le nom principal et le modificateur jouent des rôles différents dans l'interprétation. En général, en Français, le nom principal renvoie à une catégorie ( « tasse ») alors que le modificateur renvoie à une sous-catégorie (« ex : « tasse à thé »). Nous supposons que le rôle du modificateur est très important dans la première phase du processus d'interprétation lors de la sélection de la relation ou de la propriété qui liera les deux constituants. Le nom principal permet d'évaluer la plausibilité de l'interprétation produite en référence à nos connaissances du monde. Une expérience de jugement de plausibilité d'interprétations, plus ou moins plausibles par rapport au nom principal constituant de la combinaison , sera réalisée.

### **2.3. Extension du nombre et des catégories de combinaisons conceptuelles**

D'un point de vue méthodologique, nous envisagerons d'étendre le matériel utilisé dans nos expériences avec les enfants et les adultes tant pour les combinaisons « Relation » que pour les combinaisons « Propriété » en multipliant le nombre d'exemplaires par catégorie de



« Relation » et de « Propriété » et en augmentant le nombre de « relations » et de « propriétés » de 6 à 12, voire à 16 si nécessaire.

L'extension du matériel expérimental se fera selon deux axes : intra-catégorie et inter-catégories. L'extension intra-catégorie consistera à proposer quatre combinaisons (au lieu de deux) par type de relation et de propriété comme l'indiquent les exemples ci-dessous.

#### **combinaison « relation »**

Ordre 1 : « *sauce tache* » ; « *incendie brûlure* » ; « *tempête destruction* » ; « *microbe maladie* »

Ordre 2 : « *tache sauce* » ; « *brûlure incendie* » ; « *destruction tempête* » ; « *maladie microbe* »

#### **combinaison « propriété »**

Ordre 1 : « *voiture tortue* » ; « *coureur fusée* » ; « *convoi escargot* » ; « *réussite éclair* »

Ordre 2 : « *tortue voiture* » ; « *fusée coureur* » ; « *escargot convoi* » ; « *éclair réussite* »

L'extension inter-catégories consistera à doubler (au minimum) le nombre de relations et de propriétés différentes utilisées. Aux six relations précédemment utilisées (« cause, fait de, localisation, matière, partie de, but ») seront ajoutées, en référence à la typologie de Gagné et Shoben (1997) inspirée de Levi (1978), des relations telles que : « conséquence, ressemble à, à propos de, etc. ». Aux six propriétés antérieurement employées, seront adjointes des caractéristiques telles que « durée » (« leçon fleuve »), « absorption » (« mémoire éponge ») ; « luminosité » (« volets paupières »), « porosité » (examen passoire »), etc. Dans tous les cas, le choix définitif des combinaisons relevant des catégories « Relation » et « Propriété » se fera après des (pré-)expérimentations auprès d'échantillons représentatifs d'enfants des âges retenus et une hiérarchie de difficulté des relations et des propriétés sera établie.

## **2.4. Détermination de la fréquence associative, « Relation » et « Propriété »**

Les pré-expérimentations précédentes auront également pour but de déterminer la fréquence relative des relations et propriétés évoquées par chacun des deux constituants de chaque combinaison. Cette évaluation est nécessaire d'un double point de vue : (i) pour tester directement l'hypothèse de Gagné (2001, 2002) selon laquelle « l'histoire relationnelle du Modificateur » et, elle seule, détermine l'interprétation de la combinaison (i.e. la relation qui est établie entre le Modificateur et le Nom principal) et le temps de réponse dans une épreuve de décision lexicale et (ii) tenter de falsifier cette même hypothèse en confrontant les prédictions dérivées de l'activation automatique des relations et/ou propriétés les plus

fréquemment associées aux deux constituants d'une combinaison (Wisniewski, 1997 ; Wisniewski et Love, 1998).

## 2.5. Détermination des mots-contexte et cible, « Relation » et « Propriété »

Plus précisément, pour chacune des catégories de « relation » et de « propriété » retenue, il conviendra de construire des triplets de mots formés (i) d'un mot-contexte et des deux constituants d'une combinaison, et (ii) des deux constituants d'une combinaison et d'un mot-cible, ces mots-contexte et ces mots-cible devant correspondre à l'expression d'une relation ou d'une propriété de fréquence variable, comme le montrent les exemples ci-dessous. Les caractéristiques formelles des termes sélectionnés seront déterminées à l'aide de la base « Brulex » et la proximité sémantique entre les termes des triplets (pris deux à deux) sera évaluée à l'aide de l'Analyse de la Sémantique Latente afin de s'assurer de l'équivalence sémantique des triplets.

### combinaison « Relation »

Combinaison « *sauce tâche* »

mots-contexte et/ou mots-cible :

Relation : *chemise*

Propriété : *saleté*

### Combinaison « *incendie brûlure* »

mots-contexte et/ou mots-cible :

Relation : *cigarette*

Propriété : *douleur*

### combinaison « Propriété »

Combinaison « *voiture tortue* »

mots-contexte et/ou mots-cible :

Relation : *transport*

Propriété : *lenteur*

Combinaison « *lèvres oreiller* »

mots-contexte et/ou mots-cible :

Relation : *sommeil*

Propriété : *douceur*

## 3. Combinaisons conceptuelles : Étude des processus automatiques d'interprétation

Après avoir étudié l'activité de compréhension des combinaisons conceptuelles nouvelles Nom-Nom susceptibles d'être interprétées par l'établissement d'une relation (« immeuble verre ») ou par le transfert d'une propriété (« épingle boisson ») (dont l'ordre de présentation des constituants était manipulé) avec des enfants âgés de 6, 8 et 10 ans, les

processus automatiques à l'œuvre dans les activités d'interprétation seront étudiés à l'aide d'épreuves de décision lexicale avec ou sans contexte inducteur, d'enregistrement des mouvements oculaires et des potentiels évoqués cognitifs. Enfin une modélisation et une simulation de ces processus automatiques et délibérés seront réalisées dans le cadre de l'analyse sémantique latente (LSA) avec des espaces sémantiques représentatifs des différents niveaux de développement des enfants et des adultes.

### 3.1. Décision lexicale

Sur le modèle des expérimentations réalisées avec les expressions idiomatiques ou métaphoriques (« baisser bras », « attendre tournant », « travail prison », etc.) (Pariollaud, Denhière et Verstiggel, 2000), l'ISI et/ou le SOA (i.e. la durée de présentation des mots, variable selon l'âge des enfants, et l'intervalle temporel entre les mots contexte-amorce-cible) feront l'objet de manipulation systémantique, les intervalles interstimulus standard (ISIs avec masquage) étant généralement égaux à 100, 350 et 700 msec. Par construction, le matériel expérimental (Ordre 1 et Ordre 2) sera mélangé à 1/2 ou 3/4 de matériel de remplissage de manière à éviter les biais de réponse observés chez les enfants. Les temps de réponse seront toujours mesurés sur le même mot précédé de mots-contexte différents de manière à procéder à des mesures intra-cible et éviter toute variabilité parasite comme le montre le tableau 20 ci-dessous.

Tableau 20 : Exemple de matériel expérimental (Mots-contexte, Mots-amorce et Mots-cible)

<b>Mot-contexte</b>	<b>Mot-amorce (N1 de la combinaison)</b>	<b>Mot-cible (N2 de la combinaison)</b>
Relation : <i>chemise</i>	<i>sauce</i>	<i>tache</i>
Propriété : <i>saleté</i>	<i>sauce</i>	<i>tache</i>
Relation : <i>cigarette</i>	<i>incendie</i>	<i>brûlure</i>
Propriété : <i>douleur</i>	<i>incendie</i>	<i>brûlure</i>
Relation : <i>transport</i>	<i>voiture</i>	<i>tortue</i>
Propriété : <i>lenteur</i>	<i>voiture</i>	<i>tortue</i>
Relation : <i>sommeil</i>	<i>lèvres</i>	<i>oreiller</i>
Propriété : <i>douceur</i>	<i>lèvres</i>	<i>oreiller</i>

### 3.2. Enregistrement des mouvements oculaires

Les résultats précédemment obtenus ont permis de conclure à un effet significatif de l'ordre de présentation des constituants (Nom Principal et Modificateur) sur l'interprétation d'une combinaison, cet effet s'exerçant dans l'ordre inverse de celui observé en anglais. Comme l'écrit la linguiste M. Noailly, en français, « le substantif intervenant en position de

N2 dans un groupe nominal (GN) de type : (Art) N1 N2 où les deux substantifs N1 et N2 se suivent directement sans préposition ni pause, remplit le rôle de substantif épithète » (p. 11) alors qu'en anglais le N1 joue le rôle de Modificateur. L'enregistrement et l'analyse des mouvements oculaires face à une combinaison Nom-Nom, présentée dans l'ordre N1-N2 versus N2-N1 et précédée ou non d'un mot-contexte « relation » ou « propriété » se révèlent donc riches de signification ; ils devraient permettre de répondre à deux questions centrales de la thèse :

- (i) en l'absence de contexte, le regard se porte-t-il préférentiellement sur le Nom présenté en position initiale (indépendamment de son contenu relationnel) ou sur le nom qui joue le rôle de Nom Principal, recteur de l'interprétation selon les critères linguistiques ?
- (ii) la présentation d'un mot-contexte modifie-t-il la prise d'information et le patron des mouvements oculaires observés sans contexte gauche ?

### **3.3. Potentiels évoqués cognitifs**

Dans le prolongement des expériences précédentes, et comme il a été précédemment fait avec les métaphores (Pynte et Besson, 1998) et les idiomes (Laurent, Denhière, Passerieux, Iakimova et Hardy-Baylé, 2006) les mêmes triplets (mot-contexte, N1-N2 versus N2-N1) seront utilisés pour enregistrer les Potentiels Cognitifs Évoqués (PEC) et évaluer les effets du contexte inducteur, « relation » versus « propriété », et les effets de l'ordre de présentation des constituants des combinaisons.

### **3.4. Modélisation et Simulations**

En relation avec les travaux théoriques et expérimentaux réalisés par S. Jhean-Larose sur les combinaisons conceptuelles d'une part, et les travaux sur la constitution d'espaces sémantiques représentatifs de la mémoire sémantique d'enfants de différents âges et d'adultes et la simulation des effets de ces mémoires sur la compréhension du langage (voir Denhière et al., 2004, 2007) d'autre part, une modélisation et une simulation des résultats obtenus seront réalisés à l'aide de l'Analyse de la Sémantique Latente. Il est en effet possible de rechercher les voisins sémantiques exprimant des relations et des propriétés des deux constituants d'une combinaison et d'en rechercher l'intersection de manière à reconstituer les pas inférentiels permettant différentes interprétations. Il est également possible de coupler le modèle de compréhension du langage dénommé KISS (« Knowledge Integration Software System »,

Lemaire, Denhière, Bellissens et Jhean-Larose, 2006) aux espaces sémantiques sous LSA et d'appliquer l'algorithme de prédication proposé par Kintsch (2001) pour tenter de rendre compte de l'évolution des interprétations en fonction de l'âge. Il devrait être possible de parvenir à un modèle « développemental » de l'interprétation des combinaisons conceptuelles N-N à l'aide des espaces sémantiques cumulatifs d'âge en âge sous LSA et non pas seulement à un modèle « terminal » s'appliquant exclusivement aux adultes.

## **4. Compréhension de textes**

### **4.1. Prolongements immédiats**

Tant pour les 16 récits que pour les 16 textes explicatifs, notre première tâche consiste à poursuivre les expérimentations de jugement et de rappel actuellement en cours avec des enfants d'école élémentaire, de collège 6<sup>o</sup> et 4<sup>o</sup>, et avec des adultes. Comme précédemment, nous vérifierons la capacité d'évaluer les résultats obtenus, jugements d'importance et rappels, à l'aide de l'espace « TextEnfant » sous LSA. En collaboration avec G. Denhière et J. Mesnager (2007), nous contribuerons à la stratification du corpus « TextEnfant » en fonction du niveau scolaire en tentant de respecter les données sur le développement lexical de l'enfant (Biemiller, 2005) de manière à pouvoir simuler plus finement l'intervention de la mémoire sémantique dans la compréhension.

### **4.2. Extensions**

L'étape suivante de notre travail consistera à utiliser KISS pour simuler les résultats obtenus tant pour les jugements d'importance que pour les rappels. En effet, comme indiqué dans le corps de notre présentation, les jugements d'importance peuvent être considérés comme une épreuve de type « métacognitif » qui consiste à raisonner sur un produit fini, le résultat des activités de compréhension, ce dont permet de rendre compte LSA. Par contre, si l'on veut s'attaquer au processus d'élaboration de l'importance relative des informations en temps réel, lors de la lecture, il nous faut recourir à KISS qui simule la compréhension pas à pas.

### **4.3. Contribution à l'élaboration d'un logiciel d'aide à l'apprentissage**

Au sein du pôle de compétitivité « Infom@gic », avec G. Denhière et C. Tijus, nous collaborons avec des informaticiens du LIP6 à l'élaboration d'un système d'aide à l'apprentissage qui utilise (i) les principes d'analyse des domaines en termes de systèmes d'état relationnel, fonctionnel et téléologique ; (ii) les principes d'évaluation des connaissances initiales et de questionnement des apprenants ; (iii) l'Analyse de la

Sémantique Latente pour évaluer les réponses aux questions ouvertes ; (iv) les questionnaires à choix multiple qui utilisent la théorie des fonctions de croyance pour permettre aux apprenants de répondre en qualifiant l'état de leurs connaissances, ainsi que celui de leur ignorance (Diaz, Rifqi et Bouchon-Meunier, 2007) et (v) le système d'enregistrement des traces développé au LIP6 de manière à suivre les progrès de l'apprenant.

## Bibliographie

- AHAT M., LENHARD W., BAIER H., HOAREAU V., JHEAN-LAROSE S., DENHIERE G. - (2007). Le concours DEFT'07 envisagé du point de vue de l'Analyse de la Sémantique Latente (LSA), Association Française d'Intelligence Artificielle, Actes du 3<sup>ème</sup> défi Fouille de Textes, Grenoble, 3 juillet, 135-143. (en ligne : <http://deft07.limsi.fr/actes.php>).
- ANDERSON J.R. - (1983) The architecture of cognition, Cambridge (MA), Harvard University Press.
- ANDERSON R.C., WILSON P.T. & FIELDING, L.G. - (1988) Growth in reading and how children spend their time outside of school, Reading Research Quarterly, 23, 285-303.
- ANGLIN J.M. - (1993). Vocabulary development: A morphological analysis. Monographs of the Society for Research in Child Development, 58 (10, Serial N° 238).
- ASHCRAFT, M.H. - (1982) The development of cognitive arithmetic: A chronometric approach, Developmental Review, 2, 213-236.
- ASHCRAFT, M.H. - (1987) Children's knowledge of simple arithmetic: A developmental model and simulation. In J. Bisanz, C. J. Brainerd, & R. Kali (Eds.), Formal methods in developmental psychology: Progress in cognitive development research, New York, NY: Springer.
- ASHCRAFT, M.H. - (1992) Cognitive arithmetic : a review of data and theory, Cognition, 44, 75-106.
- ASHCRAFT, M.H., BATTAGLIA, J. - (1978) Cognitive arithmetic: Evidence for retrieval and decision processes in mental addition, Journal of Experimental Psychology: Human Learning & Memory, 4, 527-538.
- ASHCRAFT, M.H., FIERMAN, B.A. - (1982) Mental addition in third, fourth, and sixth graders, Journal of Experimental Child Psychology, 33, 255-284.
- BACCINO T., COLE P. - (1995) La lecture experte, Que sais-je ?, N°3005, Presses Universitaires de France.
- BACCINO T - (2002) Oculométrie cognitive. In G. Tiberghien (Ed.), Dictionnaire des Sciences cognitives, 100-101, Paris : Armand Colin.
- BACCINO T - (2004) La lecture électronique. Presses Universitaires de Grenoble, Collection Sciences et Technologies de la Connaissance.
- BAGGETT, P. - (1989) Knowledge acquisition from text and picture, Elsevier Science, North Holland.

- BAROODY, A.J. - (1983) The development of procedural knowledge: an alternative explanation for chronometric trends of mental arithmetic, Developmental Review, 3, 225-230.
- BAROODY, A.J. - (1985) Mastery of basic number combinations: internalization of relationships or facts?, Journal for Research in Mathematics Education, 16 (2), 83-98.
- BAROODY, A.J. - (1987) The development of counting strategies for single digit addition, Journal for Research in Mathematics Education, 18 (2), 141-157.
- BARSALOU L.W. - (1982) Context-independent and context-dependent information in concepts, Memory and Cognition, 10, 82-93.
- BARSALOU L.W. - (1993) Flexibility, structure and linguistic vagary in concepts: Manifestations of a compositional system of perceptual symbols, in A. C. COLLINS, S.E. GATHERCOLE, M.A. CONWAY & P.E.M. MORRIS (Edit.), Theories of memory, Hillsdale, N.J: Erlbaum, 29-101.
- BARSALOU L.W., HALE C.R. - (1992) Components of conceptual representation : From feature lists to recursive frames, in I. Van MECHELEN, J. HAMPTON, R. MICHALSKI & P. THEUNS (Edit.), Categories and concepts: Theoretical views and inductive data analysis, San Diego: Academic Press, 97-144.
- BAUDET S. - (1990) Représentation d'état, d'événement et d'action. In J. François & G. Denhière (Eds.), Langages: Cognition et Langage, 100, 45-64.
- BAUDET S., DENHIERE, G. (Eds) - (1989).Le diagnostoc du fonctionnement cognitif dans la compréhension et la production de textes. La batterie DIAGNOS. Questions de Logopédie, Numéro spécial, 21.
- BAUDET S., DENHIERE, G. - (1991). Mental models and acquisition of knowledge from text: representation and acquisition of functional system. In G. Denhière & J.P. Rossi (Eds), Text and Text Processing, Amsterdam: North-Holland.
- BAUDET S., JHEAN S. & LEGROS, D. - (1994). Coherence and Truth : a cognitive model of propositional truth attribution. International Journal of Psychology, 29 (3), 319-350.
- BELLISSENS, C., & DENHIERE, G. - (2004a). Retrieval from Long-term Working Memory : A Skilled Use of Semantic Memory. Issues in Psycholinguistics, 185-210.
- BELLISSENS, C., & DENHIERE, G. - (2004b). Retrieval structure construction during reading : Experimentation and simulation. In Proceedings of the 26<sup>th</sup> Annual Meeting of the Cognitive Science Society, Chicago.
- BELLISSENS, C., THEROUANNE P., DENHIERE, G. - (2005).Deux modèles vectoriels de la mémoire sémantique : Description, Théorie et Perspectives, Le langage et l'Homme, 1, 185-210.



BESTGEN Y., VONG W. – (2000) Temporal adverbials as segmentation markers in discourse

Comprehension, Journal of Memory and Language, 42, 74-87.

BIEMILLER A. - (2001) Teaching vocabulary : Early, direct and sequential, Perspectives, 26, 15-26.

BIEMILLER A. - (2003) Vocabulary: Needed if more children are to read well, Reading Psychology, 24, 323-335.

BIEMILLER A., BOOTE C. - (2005) Selecting useful word meanings for instruction in the primary grades, Paper presented at the annual meeting of the A.E.R.A.

BIEMILLER A., SLONIM N. - (2001) Estimating root word vocabulary growth in normative and advantaged populations: Evidence for a common sequence of vocabulary acquisition, Journal of Educational Psychology, 93, 3, 498-520.

BLANC N., BROUILLET D. - (2003) Mémoire et Compréhension, In Press Editions.

BLOOM P. - (2000) How Children learn the meanings of words, Cambridge, MA : The MIT Press.

BOCK J.S., CLIFTON C. - (2000) The role of salience in conceptual combination, Memory & Cognition, 28, 1378-1386.

BORGHI, A., CARAMELLI N. - (2003) Situation bounded conceptual organization in children : from action to spatial relations, Cognitive Development, 18, 49-60.

BRACHMAN R.J. - (1978) A structural paradigm for representing knowledge, Cambridge, MA: Bolt, Beranck & Newman.

BURGESS C., LUND, K. - (1997) Modeling parsing constraints with high-dimensional context space, Language and Cognitive Processes, 12, 177-210.

BURGESS C., LIVESAY K., LUND, K. - (1998) Explorations in context space : Word, sentence, discourse, Discourse Processes, 25, 211-257.

CARAMELLI N., BORGHI A. - (2004) The role of Head Nouns in conceptual combination, in J. Dervillon, J. Vivier & A. Salinas (Eds), Psycholinguistics : A multidisciplinary science, in Proceedings of the VIth ISALP International congress, Caen, June 28<sup>th</sup>- July 1<sup>st</sup> 2000, France, 87-92.

CARON J., MICKO H.C., THURING M. - (1988). Conjunctions and recall of composite sentences, Journal of Memory and Language, 27, 309-323.

CLARK, E.V. - (1998) Lexical creativity in French-speaking children, Current Psychology of Cognition, 17 (2), 513-530.

- CAILLIES, S., DENHIÈRE, G., JHEAN, S. - (1999). The intermediate effect : Interaction between prior knowledge and text structure. In H. van Oostendorp & S. Goldman (Eds), The construction of mental representation during reading, Hillsdale, N. J. : Lawrence Erlbaum Associates.
- CAILLIES S., DENHIÈRE G., KINTSCH, S. - (2002). The effect of prior knowledge on understanding from text : Evidence from primed recognition, European Journal of Cognitive Psychology, 14, 267-286.
- CARPENTER T.P., MOSER J.M. - (1982) The development of addition and subtraction problem-solving skills, In T. P. Carpenter, J. M. Moser, & T. A. Romberg (Eds.), Addition and subtraction: A cognitive perspective, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- CHIESI, H. L., SPILICH, G. J., VOSS, J. F. (1979). Acquisition of domain related information in relation to high and low domain knowledge, Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 18, 257-273.
- COHEN B., MURPHY G.L. - (1984) Models of concepts, Cognitive Science, 8, 27-58.
- COLOMBI T., CLOSSON B., STRAHM M., BACCINO T. - (2006) Apports de l'oculométrie cognitive à l'étude de la lecture électronique. In A. Piolat (Ed.) Lire, Ecrire, Communiquer et Apprendre avec Internet, Marseille: Solal.
- COOLEN R., van JAARSVELD H.J., SCHREUDER R. - (1991) The interpretation of isolated novel nominal compounds, Memory & Cognition, 19, 341-352.
- CORDIER F - (1993) Les représentations cognitives privilégiées. Typicalité et niveau de base. Lille : Presses Universitaires de Lille.
- CORDIER F, JHEAN S. - (1997) L'organisation des procédures par l'objet ou par l'action : structuration des représentations et analyse des productions verbales, Recherches Linguistiques, 20, 97-114.
- CORSON Y. – (1990) The structure of scripts and their constituent elements, Cahiers de Psychologie Cognitive, 2, 157-183.
- COSTELLO F.J., KEANE M.T - (1997) Polysemy in conceptual combination: Testing the constraint theory of conceptual combination, in Proceedings of the Nineteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- COSTELLO F.J., KEANE M.T - (2000) Efficient creativity : Constraint-Guided Conceptual Combination, Cognitive Science, 24 (2), 299-349.
- COSTELLO F.J., KEANE M.T - (2001) Testing two theories of conceptual combination : Alignment vs diagnosticity in the comprehension and production of combined concepts, Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory & Cognition, 27(1), 255-271.

- CYCOWICZ Y.M. - (2000) Memory development and event-related brain potential in children, Biological Psychology, 54, 145-174.
- DALE E., O'ROURKE, J. - (1981). The living word vocabulary, Chicago : World Book/Childcraft International.
- DAVEY B.T., Mc BRIDE S. - (1986). Effects of question-generation training on reading comprehension, Journal of Educational Psychology, 78, 256-262.
- DE LA HAYE F. - (2003) Normes d'association verbale chez des enfants de 9, 10 et 11 ans et des adultes, L'Année Psychologique, 103, 109-130.
- DeMARIE D., FERRON J. – (2003) Capacities, strategies and metamemory : Tests of the three-factor model of memory development, Journal of Experimental Child Psychology, 84, 167-193.
- DENHIÈRE, G.- (1984). Il était une fois..., Presses Universitaires de Lille.
- DENHIÈRE G., BAUDET S. - (1992) Lecture, compréhension de textes et science cognitive, Paris, Presses Universitaires de France.
- DENHIÈRE G., LEMAIRE B. - (2003). Modélisation des effets contextuels par l'analyse de la sémantique latente. In J.M.C. Bastien (Ed.), Actes des Deuxièmes Journées d'Étude en Psychologie Ergonomique – EPIQUE 2003,. 289-294. Rocquencourt : Inria.
- DENHIÈRE, G., ROSSI, J.P. (Eds.) - (1991) Text and text processing, Amsterdam : Elsevier Science Publishers, North-Holland.
- DENHIÈRE, G., TAPIERO I. - (1996) La signification comme structure émergente : de l'accès au lexique à la compréhension de textes, In V. Rialle & D. Payette (Eds), Penser l'esprit : des Sciences de la cognition à une philosophie cognitive, Grenoble, Presses Universitaires de Grenoble, 307-336.
- DENHIÈRE G., BELLISSENS C., JHEAN-LAROSE S. & LEMAIRE B. (2004). Psychologie cognitive et Compréhension de textes. In S. Porhiel & D. Klingler (Eds) : Regards croisés sur l'unité texte, 74-95, Pleyben : Perspectives.
- DENHIÈRE G., HOAREAU V., JHEAN-LAROSE S., LEHNARD W., BAIER H. - (2007). Human hierarchization of semantic of information in narratives and Latent Semantic Analysis, Proceedings of the First European Workshop on Latent Semantic Analysis in Technology Enhanced Learning, 15-16.
- DENHIÈRE G., LEMAIRE B., BELLISSENS C., & JHEAN-LAROSE S. - (2006). A computational model for simulating text comprehension. Behavior Research Methods, 38(4), 628-637.

- DENHIERE G., LEMAIRE B, BELLISSENS C., JHEAN-LAROSE S. - (2007) A semantic space for modeling a child semantic memory. In & T.K. Landauer, D. S. McNamara, S. Dennis & W. Kintsch (Eds), Handbook of Latent Semantic Analysis, 143-165, Mahwah : Lawrence Erlbaum Associates.
- DENHIERE G., MANDL, H. (Eds.) - (1988). Acquisition of knowledge from text and picture. European Journal of Psychology of Education, 3, 2.
- DENHIERE G., ROSSI, J.P.(Eds.) - (1991). Text and text processing. Amsterdam, North Holland, Vol. 79.
- DIAZ J., RIFQI M., BOUCHON-MEUNIER B. - (2007) QCM évidentiels pour le diagnostic des apprenants, Colloque Logique floue et application, Nîmes, Novembre 2007.
- DOWNING P. - (1977) On the creation and use of English compound nouns, Language, 53, 810-842.
- DUBOIS, D - (1983) Analyse de 22 catégories sémantiques du français. Organisation catégorielle, lexicale et représentation, L'Année Psychologique, 83, 465 – 489.
- EHRlich S., BRAMAUD DU BOUCHERON G. & FLORIN A. - (1978) Le développement des connaissances lexicales à l'école primaire, Paris : Presses Universitaires de France.
- EHRlich M.F. - (1994). Mémoire et compréhension du langage, Lille : Presses Universitaires de Lille.
- ELMAN J. - (2004) An alternative view of the mental lexicon, Trends in Cognitive Science, 8, 301-306.
- ERICSSON, K. A., KINTSCH, W. - (1995). Long term working memory. Psychological Review, 102, 2, 211-245.
- ESTES Z.- (2003) Attributive and relational processes in nominal combination, Journal of Memory and Language, 48, 304-319.
- ESTES Z., GLUCKSBERG S. - (1999) Relevance and feature accessibility in combined concepts, in Proceedings of the Cognitive Science Society, 149-154.
- ESTES Z., GLUCKSBERG S. - (2000) Interactive property attribution in concept combination, Memory & Cognition, 28, 28-34.
- FALKENHAINER B., FORBUS K.D., GENTNER D. - (1989) The structure mapping engine: Algorithm and examples, Artificial Intelligence, 41, 1-63.
- FERRETTI, T.R., GAGNE C.L.- (2006) The recovery of thematic role structure during noun-noun interpretation, Psychonomic Bulletin & Review, 13 (3), 423-428.
- FILLMORE C.J. - (1968) The case for case, in E. BACH & R.T. HARMS (Edit.), Unconstrained in linguistic theory, New York: Holt, Rinehart & Winston, 1-88.

FISCHLER I. - (1977) Semantic facilitation without association in a lexical decision task, Memory and Cognition, 5, 335-339.

FOLTZ P.W. - (1996) Latent Semantic Analysis for text-based research. Behavior Research methods, Instruments and Computers, 28-2, 197-202.

FRANCOIS J., DENHIÈRE G. (Eds) - (1990) Cognition et Langage, Langages, 100.

FRANCOIS J., DENHIÈRE G. - (1997) Sémantique Linguistique et Psychologie Cognitive, Aspects théoriques et expérimentaux. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.

GAGNE C.L. - (2000) Relation-based combinations versus property-based combinations : A test of the CARIN theory and dual- process theory of conceptual combination, Journal of Memory and Language, 42, 365-389.

GAGNE C.L. - (2001) Relation and lexical priming during the interpretation of Noun-Noun combinations, Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory & Cognition, 27, 1, 236-254.

GAGNE C.L. - (2002) Lexical and relational influences on the processing of novel compounds, Brain and Language, 81, 723-735.

GAGNE C.L., SHOBN E.J. - (1997) Influence of thematic relations on the comprehension of modifier-noun combinations, Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory & Cognition, 23, 71-87.

GENTNER D. - (1981) Verb semantic structures in memory for sentences: Evidence for componential representation, Cognitive Psychology, 13, 56-83.

GAGNE C.L., SPALDING T.L. - (2004a) Effect of relation availability on the interpretation and access of familiar noun-noun compounds, Brain and Language, 90, 478-486.

GAGNE C.L., SPALDING T.L. - (2004b) Effect of discourse context and modifier relation frequency on conceptual combination, Journal of Memory and Language, 50, 444-455.

GAGNE C.L., SPALDING T.L. & Ji, H. - (2005) Re-examining evidence for the use of independent relational representations during conceptual combination, Journal of Memory and Language, 53, 445-455.

GAGNE C.L., SPALDING T.L. - (2007) The availability of noun properties during the interpretation of novel noun phrases, The mental Lexicon, 2, 239-258.

GENTNER D. - (1983) Structure-mapping: A theoretical framework for analogy, Cognitive Science, 7, 155-170.

GENTNER D. - (1989) The mechanisms of analogical learning, in S. VOSNIADOU & A. ORTONY (Edit.), Similarity, analogy and thought, Cambridge: Cambridge University Press, 199-241.

- GERRIG R.J., BORTFELD, H. - (1999) Sense creation in and out of discourse context, Journal of Memory and Language, 41, 457-468.
- GENTNER D., MARKMAN A.B. - (1994) Structural alignment in comparison: No difference without similarity, Psychological Science, 5, 152-158.
- GERRIG R.J., MURPHY G.L. - (1992) Contextual influences on the comprehension of complex concepts, Language & cognitive Processes, 7, 205-230.
- GILLETTE J., GLEITMAN H., GLEITMAN L., & LEDERER, A. - (1999) Human simulations of vocabulary learning, Cognition, 73, 135-176.
- GINESTE MD. SCART-LHOMME V. – (1999) Comment comprendre des métaphores ? L'Année Psychologique, 99, 447 – 492.
- GINESTE M.D., LE NY J.F. - (2002) Psychologie cognitive du Langage, Dunod, Paris.
- GLEITMAN L.R., GLEITMAN R. - (1970) Phrase and paraphrase, New York: Academic Press.
- GLENBERG A.M., ROBERTSON D.A. - (2000) Symbol grounding and meaning: a comparison of high-dimensional and embodied theories of meaning, Journal of Memory and Language, 43, 379-401.
- GLUCKSBERG S., KEYSAR B. - (1990) Understanding metaphorical comparisons: Beyond similarity, Psychological Review, 97, 3-18.
- GLUCKSBERG S., MANFREDI D., McGLONE M.S. - (1997) How metaphors create new categories, in T.B. WARD, S.M. SMITH & J. VAID (Edit.), Creative thought: An investigation of conceptual structures and processes, Washington, DC: American Psychological Association, 327-350.
- GOLDER C., GAONAC'H D. - (2004) Lire et Comprendre, Hachette Education, Paris.
- GROEN, G.J., PARKMAN, J.R. - (1972) A chronometric analysis of simple addition. Psychological Review, 79(4), 329-343.
- HAMPTON J.A. - (1987) Inheritance of attributes in natural concept conjunctions, Memory & Cognition, 15, 55-71.
- HAMPTON J.A. - (1997) Conjunction and negation of natural concepts, Memory and Cognition, 25, 888-909.
- HEIT E., BARSALOU L.W. - (1996) The instantiation principle in natural categories, Memory, 4, 413-451.
- HOAREAU V., GANDON F., GIBOIN A., DENHIÈRE G., **JHEAN-LAROSE S**, LEHNARD W., BAIER H. - (2007). Similarity measurement applied to information research

and indexing. Proceedings of the First European Workshop on Latent Semantic Analysis in Technology Enhanced Learning, 5-6.

HOLYAK K.J., THAGARD P. - (1989) Analogical mapping by constraint satisfaction, Cognitive Science, 13, 295-355.

HOWE M.L., COURAGE M.L. - (2003) Demystifying the beginnings of memory, Developmental Review, 3, 17-21.

HUMMEL J.E., HOLYAK K.J. - (1996) LISA: A computational model of analogical inference and schema induction, in Proceedings of the Eighteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society, Hillsdale, NJ: Erlbaum.

JAGOT L. - (2002) Catégories et Scripts, Catégorisation et Langage, 145-159, Paris, Hermès, Science.

JHEAN-LAROSE S. - (1991) L'apprentissage d'un système fonctionnel complexe. Psychologie Française , 36 (2), 167-177.

JHEAN-LAROSE, S. - (1994) L'acquisition de connaissances à partir de textes en fonction des structures de connaissances et de croyances initiales des apprenants. Thèse de doctorat nouveau régime, Université de Paris 8.

JHEAN-LAROSE, S. - (1999). Pertinence d'une approche psychologique de la vérité propositionnelle, In Cognito, Revue Internationale Francophone en Sciences cognitives, 14, 1-17.

JHEAN-LAROSE S., DENHIÈRE G. - (2006) Etude des processus cognitifs d'interprétation de combinaisons conceptuelles nouvelles, L'Année Psychologique , Numéro 2, 265-304.

JHEAN-LAROSE S., DENHIÈRE G. - (2007) Word order type of relation effects in conceptual combination during the early school years. Proceedings of Eurocogsci07 (Eds S. Vosniadou, D. Kayser & A. Protopapas), The European Cognitive Science conference 2007, Delphes, 919.

JHEAN-LAROSE S., DENHIÈRE G., MARTINEZ F. - (2007) A developmental approach of word order and type of relation in conceptual combination. Proceedings of the British Psychological Society 2007.

JOHNSON-LAIRD P.N. - (1993) La théorie des Modèles mentaux. In M.F. Ehrlich, H. Tardieu & M.Cavazza (Eds.), Les Modèles mentaux: Approche cognitive des représentations, Paris, Masson, 1-22.

JOVET C., JHEAN-LAROSE S., MARTINS D - (2002). Aide à la résolution de problèmes additifs de comparaison chez des enfants de CE2, Revue de Psychologie de l'Éducation, 5, 1-17.

- JOVET C., JHEAN-LAROSE S., BELLISSENS C., DENHIÈRE G. - (2004) The accessibility of goal during reading : The role of repetition of subgoal related information, Proceedings of the 14th annual Meeting of the Society for Text and Discourse, 24, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- JOVET C., LEGAL J.B., JHEAN-LAROSE S., DENHIÈRE G. - (à paraître) Resonance, contextual overlap and goal reactivation : the case of subgoal-related contextual cues, Current Psychology Letters.
- KING A. - (1992) Facilitating elaborative learning through guided student-generate questioning, Educational Psychologist, 27, 111-126.
- KINTSCH W., van DIJK T.A. - (1978) Toward a model of text comprehension and production, Psychological Review, 85 (5), 363-394.
- KINTSCH W. - (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A construction integration model. Psychological Review, 95, 163-182.
- KINTSCH W. - (1993) Information accretion and reduction in text processing : Inferences. Discourse Processes, 16, 193-202.
- KINTSCH W. - (1994). Text comprehension, memory and learning. American Psychologist, 49 (4), 294-303.
- KINTSCH W. - (2000) Metaphor comprehension : A computational theory, Psychonomic Bulletin and Review, 7, 257-266.
- KINTSCH W. - (2001) Predication, Cognitive Science, 25, 173-202.
- KINTSCH W. - (2007) Meaning in context, In & T.K. Landauer, D. S. McNamara, S. Dennis & W. Kintsch (Eds), Handbook of Latent Semantic Analysis, 89-105, Mahwah : Lawrence Erlbaum Associates.
- KINTSCH W., FRANZLE M. - (1995). The role of prior knowledge in the recall of a new story. Sources of Coherence in Reading. In R.F. Lorch et E.J. O'Brien (Eds.). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- LAMBERT E., CHESNET D.- (2001). NOVLEX : Une base de données lexicales pour les élèves du primaire, L'Année Psychologique, 101, 277-288.
- LANDAUER T.K. & DUMAIS, S.T. - (1997). A solution to Plato's problem: the Latent Semantic Analysis Theory of the Acquisition, Induction and Representation of Knowledge, Psychological Review, 104, 211-240.
- LANDAUER T.K., FOLTZ P. & LAHAM, D - (1998). An introduction to Latent Semantic Analysis, Discourse Processes, 25, 259-284.
- LAURENT J.P., DENHIÈRE G., PASSERIEUX C., IAKIMOVA G., HARDY-BAYLE M. -



- (2006) On understanding idiomatic language : The salience hypothesis assessed by ERPs, Journal of Brain Research, 1068, 151-160.
- LECOUTRE B. - (2006) Training students and researchers in Bayesian methods for experimental data analysis, Journal of Data Science, 4, 207-232.
- LECOUTRE B., POITEVINEAU, J. - (2000) Aller au delà des tests de signification traditionnels: Vers de nouvelles normes de publication, L'Année Psychologique, 100, 683-713.
- LECOUTRE B., POITEVINEAU, J. - (2005) Le logiciel « LePAC », La Revue de Modulad, 33.
- LI P., FARKAS, I. & MAC WHINNEY, B. - (2004) Early lexical development in a self-organizing neural network, Neural Networks, 17, 1345-1362.
- KAY P., ZIMMER K. - (1976) On the semantics of compounds and genitives in English, Sixth California Linguistics Association Proceedings, San Diego, CA: Campile Press.
- LEGER L., TIJUS C., BACCINO T. - (2006) Disposition spatiale et détection des mots, Le Travail Humain, 69 (4), 349-377.
- LEMAIRE B., BIANCO M. - (2003) Contextual effects on Metaphor comprehension: Experiment and simulation, Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Conference on Cognitive Modeling, 153-158.
- LEMAIRE B., DENHIÈRE G. - (2004) Incremental construction of an associative network from a corpus, In K. Forbus, D. Gentner & T. Regier (Eds), Proceedings of the 26<sup>th</sup> Annual Meeting of the Cognitive Science Society, Chicago, 825-830.
- LEMAIRE B., DESSUS P. - (2001) A system to assess the semantic content of student essays, Journal of Educational Computing Research, 24(3), 305-320.
- LEMAIRE B., DENHIÈRE G., BELLISSENS C., JHEAN-LAROSE S. - (2006). A model and a computer program for simulating text comprehension, Behavior Research Methods, 38(4), 628-637.
- LE NY J.F. - (1979) La sémantique psychologique, Paris, Presses Universitaires de France.
- LE NY J.F. - (1980) Selective activities and elective forgetting in the process of understanding and recall of semantic contents, in F. KLIX et J. HOFFMANN (Edit.), Cognition and Memory, Berlin, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 76-81.
- LE NY J.F. - (1989) Science cognitive et compréhension du langage, Paris, Presses Universitaires de France.
- LE NY J.F. - (2005) Comment l'esprit produit du sens, Paris, Odile Jacob (Eds).

- LETE B., SPRENGER-CHAROLLES L., COLE P. - (2004) MANULEX : a grade-level lexical database from French elementary-school readers, Behavior Research Methods, Instrument & Computers, 36, 156-166.
- LEVI J.N. - (1978) The syntax and semantics of complex nominals, New York: Academic Press.
- LEVIN B. - (1993) English verb classes and alterations: A preliminary investigation, Chicago: University of Chicago Press.
- LOGAN G.D. - (1990) Repetition priming and automaticity: Common underlying mechanisms?, Cognitive Psychology, 22, 1-35.
- LOUWERSE M.M., VENTURA M. - (2005) How children learn the meaning of words and how LSA does it (too), Journal of the Learning Sciences, 14, 2, 301-309.
- MACKIE J.L. - (1974) The cement of universe : A study of causation. Oxford : Clarendon Press.
- MAGUIRE, P., CATER, A. - (2004) Word Order Effects in Conceptual Combination. In Proceedings of the Twenty-Sixth Annual Conference of the Cognitive Science Society. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- MAGUIRE, P., CATER, A. - (2005) Turnip Soup: Head Noun Influence on the Comprehension of Noun-Noun Combinations. In Proceedings of the Twenty-Seventh Annual Conference of the Cognitive Science Society, Stresa, Italy. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- MANNING C.D., SCHÜTZE H. - (1999) Foundations of statistical natural language processing. Cambridge, MA, The MIT Press.
- MARKMAN A.B., GENTNER D. - (1993a) Splitting the differences: A structural alignment view of similarity, Journal of Memory & Language, 32, 517-535.
- MARKMAN A.B., GENTNER D. - (1993b) Structural alignment during similarity comparisons, Cognitive psychology, 23, 431-467.
- MARKMAN A.B., WISNIEWSKI E.J. - (1997) Similar and different: The differentiation of basic level categories, Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 23, 54-70.
- MAROUBY-TERRIOU G., DENHIÈRE G. - (2002) Identifier l'écrit: Influence des connaissances infra-lexicales, Enfance, 54(4), 381-407.
- MARR D. - (1982) Vision, San Francisco, W.H. Freeman.
- MARTIN J.D., BILLMAN D.O. - (1994) Acquiring and combining overlapping concepts, Machine Learning, 16, 121-155.

- MARTINOT D., MONTEIL, J.M. - (1995) Academic self-schema: toward an experimental illustration, Learning and Instruction, 5, 63-76.
- MARTINS D. - (1993) Les facteurs affectifs dans la compréhension et la mémorisation de textes, Paris: Presses Universitaires de France.
- MARTINS D., KIGIEL D., JHEAN-LAROSE S. - (2005). Influence of Expertise and causal connective on comprehension and recall of an expository text, Actes SEM 05, First International Symposium on the Exploration and Modelling Meaning, Biarritz, 14-15 novembre, 123-131.
- MARTINS D., KIGIEL D., JHEAN-LAROSE S - (2006). Influence of expertise, Coherence and causal connectives on comprehension and recall of an expository text, Current Psychology Letters, 20, Vol.3 (en ligne. <http://cpl.revues.org/sommaire1133.html>)
- MAURY P., TEISSERENC A. - (2005) The role of connectives in science text comprehension and memory, Language and Cognitive Processes, 20(3), 489-512.
- McNAMARA, D., KINTSCH, E., BUTLER-SONGER, N., KINTSCH, W. - (1996) Are good texts always better? Interaction of text coherence, prior knowledge and levels of understanding in learning from text, Cognition and Instruction, 14, 1-43.
- MEANS M. L., VOSS J. F. - (1985). Star Wars: A developmental study of expert and novice knowledge structures. Journal of Memory and Language, 24, 746-757.
- MEDIN D.L., SHOBEN, E.J. - (1988) Context and structure in conceptual combination, Cognitive Psychology, 20, 158-190.
- MESNAGER J. - (2002) Pour une étude de la difficulté des textes, la lisibilité revisitée, Le Français aujourd'hui, 137, 185-202.
- MESNAGER J. - (2007) La lisibilité des textes. Paris, Nathan, Collection Atelier de Lecture.
- MEYER D.E., SCHVANEVELDT R.W. - (1971) Facilitation in recognizing pairs of words: Evidence of a dependence between retrieval operation, Journal of Experimental Psychology, 90, 227-234.
- MILLER J.R., KINTSCH W. - (1980) Readability and recall of short prose passage: A theoretical analysis, Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 6, 335-354.
- MILLIS K., GRAESSER A.C., HABERLANDT K. - (1993). The impact of connectives on the memory for expository texts, Applied Cognitive Psychology, 7, 317-339.
- MONTEIL J.M. - (1988) Comparaison sociale, Stratégies individuelles et médiations socio-cognitives : Un effet de différenciation comportementale dans le champ scolaire, European Journal of Psychology of Education, 3, 3-18.

- MONTOYA S., DENHIÈRE G., BACCINO, T. - (2002) Resolving pronominal ambiguity: Role of contextual constraints, Current Psychology Letters, 8, 7-21.
- MOUCHON S., EHRLICH M.F., LORIDAN C. - (1999). Effets immédiats et différés du connecteur « Parce que" dans la compréhension de phrases, L'Année Psychologique, 99, 239-269.
- MUGNY, G. – (1985) Psychologie sociale du développement cognitif, Berne, Peter Lang.
- MULLET, V., DENHIÈRE, G. - (1997) Accès au lexique et ambiguïtés lexicales nominales: Effets de la polarité des homographes et de la nature du contexte, In J. François & G. Denhière (Eds), Sémantique linguistique et Psychologie cognitive: Aspects théoriques et expérimentaux, Presses Universitaires de Grenoble.
- MURPHY G.L. - (1988) Comprehending complex concepts, Cognitive Science, 12, 529-562.
- MURPHY G.L. - (1990) Noun phrase interpretation and conceptual combination, Journal of Memory & Language, 29, 259-288.
- MURPHY G.L. - (2002) The big book of concepts, Cambridge, MIT Press.
- MURPHY K., McKONE E., SLEE J. - (2003) Dissociations between implicit and explicit memory in children: The role of strategic processing and the knowledge base, Journal of Experimental Child Psychology, 84, 124-165.
- MYERS J.L., O'BRIEN E.J. - (1998) Accessing discourse representation during reading, Discourse Processes, 26, 131-157.
- NEELY J.H. - (1977) Semantic Priming and retrieval from lexical memory: Roles of inhibitionless spreading activation and limited-capacity attention, Journal of Experimental Psychology: General, 3, 226-254.
- NEELY J.H. - (1991) Semantic priming effects in visual word recognition: A selective review of current findings and theories, in BESNER D. & HUMPHREYS G.W. (Edit.), Basic processes in reading: Visual word recognition, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 264-336.
- NEELY J.H., KEEFE D.E. - (1989) Semantic context effects on visual word processing: A hybrid prospective/retrospective processing theory, in BOWER G.H. (Edit.), The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory, Vol.24, San Diego: Academic Press, 207-248.
- NOAILLY M. (1990) Le substantif épithète. Presses Universitaires de France, Paris.
- NOORDMAN L.G.M., VONK W. - (1992). Reader's knowledge and the control of inferences in reading, Language and Cognitive Processes, 7, 373-391.
- NUNBERG G. - (1979) The non-uniqueness of semantic solutions: Polysemy, Linguistics and Philosophy, 3, 143-184.

- OLERON P. - (1995) Un examen critique des modèles mentaux de Johnson-Laird, L'Année Psychologique, 4, 693-706.
- O'REILLY R.C., RUDY J.W. – (2000) Computational principles of learning in the neocortex and the hippocampus, Hippocampus, 10, 389-397.
- PARAULT S.J., SCHWANENFLUGEL P.J. & HAVERBACK H.R. - (2005) The development of interpretations for novel noun-noun conceptual combinations during the early school years, Journal of Experimental Psychology, 91, 67-87.
- PATEL V.L. GROEN, G.J. - (1991a). The general and specific nature of medical expertise: A critical look (pp. 93-125). In K.A. Ericsson & J. Smith (Eds.), Toward a general theory of expertise. New York: Cambridge University Press.
- PATEL V.L. GROEN, G.J. - (1991b) Developmental accounts of the transition from medical student to doctor: Some problems and suggestions , Medical Education, 25, 527-535.
- PELLETIER, F.J. - (2003) Context dependence and compositionality, Mind & Language, 18, 148-161.
- PERFETTI C.A., GOLDMAN S.R. - (1976) Discourse memory and reading comprehension skill, Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 15, 33-42.
- PERRET-CLERMONT, A.N., NICOLET, M. - (1988) Interagir et connaître: enjeux et régulations sociales dans le développement cognitif, Cousset: DelVal.
- PLOUX S., VICTORRI B. – (1998) Construction d'espaces sémantiques à l'aide de dictionnaires informatisés des synonymes, TAL, 39, 14-36.
- RAAIJMAKERS J.G.W., SHIFFRIN R.M. - (1981) Search of associative memory. Psychological Review, 88, 93-134.
- RILEY, M.S., GREENO, J.G. & HELLER, J.I. - (1983) Development of children's problem solving ability in arithmetic. In H.P. Ginsburg (Ed.), The development of mathematical thinking , New York: Academic Press.
- ROEDIGER H.L., CHALLIS B.H. - (1992) Effects of exact repetition and coceptual repetition on free recall and primed word fragment completion, Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 18, 3-14.
- ROSCH E. - (1978) Principles of categorization, in E. ROSCH & B.B. LLOYD (Edit.), Cognition and Categorization, Hillsdale, NJ: Erlbaum, 27-48.
- ROSCH E., MERVIS C.B. - (1975) Family resemblance: Studies in the internal structure of categories, Cognitive Psychology, 7, 573-605.

- RUMELHART D.E., ORTONY A. - (1977) The representation of knowledge in memory, in R.C. ANDERSON, R. SPIRO & W.E. MONTAGUE (Edit.), Schooling and the acquisition of knowledge, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- RUMELHART D.E., Mc CLELLAND J. - (1987) Learning the past tenses of english verbs : implicit rules or parallel distributed processes ?. In B. Mc Whinney (Eds), *Mechanisms of language acquisition*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum.
- SANJOSE V., VIDAL-ABARCA E., PADILLA M. - (2006) A connectionist extension to Kintsch's Construction-Integration Model, Discourse Processes, 42(1), 1-36.
- SANDERS T.J.M., NOORDMAN L.G.M. - (2000) The role of coherence relations and their linguistic markers in text processing, Discourse Processes, 29 (1), 37-60.
- SCHANK R. - (1972) Conceptual information processing, New York: Elsevier.
- SCHANK R, ABELSON R.P. - (1977) Scripts, plans, goals and understanding, Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- SCHMIDT, H.G., BOSHUIZEN, H.P.A. - (1993) On the origin of intermediate effects in clinical case recall. Memory and Cognition, 21 (3), 338-351.
- SHULTZ T. - (2003). Computational developmental psychology, Cambridge, MA : The MIT Press.
- SHOBEN E.J. - (1993) Comprehending non predicating conceptual combinations, in G. NAKAMURA R., TATABAN & D. MEDIN (Edit.), The psychology of learning and motivation (Vol 20), San Diego: Academic Press, 391-401.
- SIEGLER, R.S., SHRAGER, J. - (1984) Strategy choices in addition and subtraction: How do children know what to do? In C. Sophian (Ed.), Origins of cognitive skills, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey.
- SMITH E.E., OSHERSON D.N. - (1984) Conceptual combination with prototype concepts, Cognitive Science, 8, 337-361.
- SMITH E.E., OSHERSON D.N., RIPS L.J, KEANE M; - (1988) Combining prototypes: A modification model, Cognitive Science, 12, 485-527.
- SOUBIALE N., CARPENTIER K.,JHEAN-LAROSE S.- (2003). Effects of kind of dyads and self-schemata on problem solving : an exploratory study, Studia Psychologica, 45, 2, 131-149.
- SPALDING T.L., GAGNE C.L. - (2007) Semantic property activation during the interpretation of combined concepts, The mental Lexicon, 2(1), 25-47.

- STORMS G., WISNIEWSKI E. J. - (2005) Does the order of Head Noun and Modifier explain response times in Conceptual Combination ?, Memory & Cognition, Vol 33 (5), 852-861.
- SVENSON O., SJOBERG K. - (1983), Evolution of cognitive processes for solving simple additions during the first three school years, Scandinavian Journal of Psychology, 24, 117-124.
- TAFT M., FORSTER K.I. - (1976) Lexical storage and retrieval of polymorphemic and polysyllabic words, Journal of verbal learning and verbal behavior, 15, 607-620.
- TALMY L. - (1988) Force dynamics in language and cognition, Cognitive Science, 12, 49-100.
- TAYLOR B.M., FRYE B.J., & MARUYAMA - (1990) Time spent reading and reading growth, American Educational Research Journal, 27(2), 351-362.
- THAGARD P. - (1984) Conceptual combination and scientific discovery, in P. ASQUITH & P. KITCHER (Edit.), PSA: Proceedings (Vol.1), East Lansing, MI: Philosophy of science association.
- TIJUS C. - (2003) Métaphore et Analogie, Traité des Sciences Cognitives, Paris, Hermès.
- TILL R.E., MROSS E.F., KINTSCH W. – (1988) Time course of priming associates and inference words in a discourse context, Memory and Cognition, 16, 283-298.
- TISSERAND D., JHEAN-LAROSE S., DENHIÈRE G. - (2007). Eye movement analysis and Latent Semantic Analysis on a comprehension and recall activity, Proceedings of the First European Workshop on Latent Semantic Analysis in Technology Enhanced Learning, 13-14.
- TOWSE J.N., HITCH G.J. & HUTTON U.- (2002) On the nature of the relationship between processing activity and item retention in children, Journal of Experimental Child Psychology, 82, 156-184.
- TRABASSO T., SPERRY L.L. - (1985). Causal relatedness and importance of story events. Journal of Memory and Language, 24, 595-611.
- TUDGE, J.R.H. - (1992) Processes and consequences of peer collaboration : A Vygostkian analysis, Child Development, 63, 1364-1379.
- TUDGE, J.R.H., ROGOFF, B. - (1989) Peer influences on cognitive development: Piagetian and Vygotskian perspectives. In M.H. Bornstein, & J.S. Bruner (Eds), Interaction in human development, Hillsdale, NJ:Erlbaum.
- TUDGE, J.R.H., WINTERHOFF, P.A. - (1993) Can young children benefit from collaborative problem solving? Tracing the effects of partner competence and feedback, Social Development, 2, 242-259.

- TUDGE, J.R.H., WINTERHOFF, P.A., HOGAN, D.M. - (1996) The cognitive consequences of collaborative problem solving with and without feedback. Child Development, *67*, 2892-2909.
- van den BROEK P. - (1990). Causal inference and the comprehension of narrative texts. In A. C. Graesser, & G. H. Bower (Eds.), Psychology of learning and motivation, Inferences and text comprehension, Vol. 25, San Diego: Academic Press.
- van den BROEK P, RISDEN K., FLETCHER R., THURLOW R. - (1996). A « landscape view of reading » : Fluctuating patterns of activation and the construction of memory representation, In Britton B.K., Graesser A.C. (Eds), Models of understanding text, Mahwah : Lawrence Erlbaum Associates, 165-187.
- van den BROEK P, TZENG Y., RISDEN K., TRABASSO T., BASCHE P. - (2001). Inferential Questioning: Effects on Comprehension of Narrative Texts as a Function of Grade and Timing, Journal of Educational Psychology, *93* (3), 521-529.
- Van DIJK T.A., KINTSCH W. (1983) Strategies of discourse comprehension, San Diego, C.A., Academic Press.
- VERGNAUD G - (1976) Different level homomorphisms and representation, in Psychology of Human Learning and Problem Solving, Psychodiagnostics, Bratislava, 320-325.
- VERGNAUD G - (1982) Cognitive and Developmental Psychology and Research in Mathematics Education: some theoretical and methodological issues, For the learning of Mathematics, *3*(2), 31-41.
- VERSTIGGEL J.C, DENHIÈRE G. - (1990) Représentation cognitive et Typologie combinatoire des procès: étude expérimentale des activités de catégorisation, In J. François et G. Denhière (Eds), Langages, Cognition et Langage, *100*, 33-44.
- VOSS J.F. VESONDER G.T. SPILICH G.J. - (1980). Text generation and recall by high-knowledge and low-knowledge individuals, Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, *19*, 651-667.
- WILKENFELD M.J., WARD T.B. - (2001) Similarity and emergence in conceptual combination, Journal of Memory and Language, *45*, 21-38.
- WISNIEWSKI E.J. - (1994) Interpretations of novel noun-noun combinations (Technical report). Northwestern University, Department of Psychology.
- WISNIEWSKI E.J. - (1996) Construal and similarity in conceptual combination, Journal of Memory & Language, *35*, 434-453.
- WISNIEWSKI E.J. - (1997) When concepts combine, Psychonomic Bulletin & Review, *4* (2), 167-183.



- WISNIEWSKI E.J. - (1998) Property instantiation in conceptual combination, Memory & Cognition, 26, 1330-1347.
- WISNIEWSKI E.J. - (2000) Similarity, alignment and conceptual combination: Comments on Estes and Glucksberg, Memory & Cognition, 28, 35-38.
- WISNIEWSKI E.J. - (2001) On the necessity of Alignment : reply to Costello and Keane (2001), Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory & Cognition, 27, 272-277.
- WISNIEWSKI E.J., CLANCY, E.J. - (2004) You don't need a weatherman to know which way the wind blows: The role of discourse context in conceptual combination. Unpublished Manuscript.
- WISNIEWSKI E.J., GENTNER D. - (1991) On the combinatorial semantics of noun pairs: Minor and major adjustments to meaning, in G.B. SIMPSON (Edit.), Understanding word and sentence, Amsterdam: North Holland, 241-284.
- WISNIEWSKI E.J., LOVE B.L. - (1998) Properties versus relations in conceptual combination, Journal of Memory and Language, 38, 177-202.
- WISNIEWSKI E.J., LOVE B.L. - (2002) Relations versus Properties in conceptual combination, Journal of Memory and Language, 38, 177-202.
- WISNIEWSKI E.J., MARKMAN A.B. - (1993) The role of structural alignment in conceptual combination, in Proceedings of the Fifteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society, Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1083-1086.
- WISNIEWSKI E.J., MEDIN D.L. - (1994) On the interaction of theory and data in concept learning, Cognitive Science, 18, 221-282.
- WISNIEWSKI E.J., MIDDLETON E.L. - (2002) Of bucket bowls and coffee cup bowls : spatial alignment in Conceptual Combination, Journal of Memory and Language, 46 1-23.
- WOLFE, M.B.W., SCHREINER, M.E., REHDER, B., LAHAM, D., FOLTZ, P., KINTSCH, W. & LANDAUER, T.K. - (1998). Learning from text : Matching Readers and Texts by Latent Semantic Analysis, Discourse Processes, 25, 309-336.
- WRIGHT G.H. (von) - (1967) The Logic of Action : A sketch. In N. Rescher (Ed.), The Logic of decision and action, Pittsburgh, University of Pittsburgh Press.
- ZWAAN R.A. - (1996) Processing narrative time shifts, Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 22, 1196- 1220.

# ANNEXES

## **Annexe 1:**

### **Récits dans leurs formes Noyaux et Expansions, État-Propriété et Action-Événement**

#### **Le petit âne : Version Noyau**

##### **01. Un petit âne gris fut vendu par ses maîtres.**

02. Le petit âne se retrouva seul dans une immense prairie verdoyante.

##### **03. Le petit âne regardait le ciel bleu, observait l'immensité de la nature et découvrait le monde.**

04. Alors que le soleil brillait, l'attention du petit âne fut attirée par un chant bizarre.

05. Ce chant était fait de sons aigus et doux à la fois.

06. Surpris, le petit âne tourna la tête dans tous les sens.

07. Le petit âne voulait savoir qui produisait ce chant.

08. Le petit âne aperçut enfin les auteurs de ce chant: des cigales.

09. Les cigales étaient dissimulées dans les grandes herbes sèches.

10. Le petit âne décida de réussir à chanter comme les cigales.

11. Le petit âne demanda aux cigales ce qu'elles mangeaient pour chanter aussi bien.

12. Les cigales répondirent au petit âne qu'elles ne se nourrissaient que de rosée.

13. Le petit âne se coucha et attendit que la rosée le nourrisse.

14. En même temps, le petit âne essayait d'imiter le chant des cigales.

15. Le petit âne était partagé entre deux désirs et il ne savait que choisir.

16. D'une part, le petit âne voulait chanter comme les cigales.

17. D'autre part, le petit âne avait peur de mourir de faim.

18. Le petit âne hésitait tellement qu'il serait mort si ses maîtres n'étaient pas venus le chercher.

#### **Le petit âne: Expansions État-Propriété**

01. Un petit âne gris fut vendu par ses maîtres.

02. Le petit âne se retrouva seul dans une immense prairie verdoyante.

##### **03. Le petit âne regardait le ciel bleu, observait l'immensité de la nature et découvrait le monde.**

Le petit âne n'était jamais sorti de la ferme où il était né.

04. Alors que le soleil brillait, l'attention du petit âne fut attirée par un chant bizarre.

Le petit âne ne connaissait que le chant des oiseaux.

05. Ce chant était fait de sons aigus et doux à la fois.

Par moments, le chant s'arrêtait, puis reprenait aussitôt.

06. Surpris, le petit âne tourna la tête dans tous les sens.

Le petit âne ne vit aucun animal dans les alentours.

07. Le petit âne voulait savoir qui produisait ce chant.

Ce chant bien rythmé devenait de plus en plus fort.

08. Le petit âne aperçut enfin les auteurs de ce chant: des cigales.

Trois cigales se trouvaient près de ces pattes de devant.

09. Les cigales étaient dissimulées dans les grandes herbes sèches.

Ces grandes herbes poussaient un peu partout dans cette prairie.

10. Le petit âne décida de réussir à chanter comme les cigales.

Le petit âne pensait qu'il apprendrait facilement à chanter.

11. Le petit âne demanda aux cigales ce qu'elles mangeaient pour chanter aussi bien.

Le petit âne était prêt à manger autre chose que de l'herbe.

12. Les cigales répondirent au petit âne qu'elles ne se nourrissaient que de rosée.

Cette rosée apparaissait souvent le matin, dès le lever du soleil.

13. Le petit âne se coucha et attendit que la rosée le nourrisse.

Le petit âne resta sans bouger durant de longues heures.

14. En même temps, le petit âne essayait d'imiter le chant des cigales.

Son chant était parfois très aigu mais ce n'était jamais celui des cigales.

15. Le petit âne était partagé entre deux désirs et il ne savait que choisir.

Pour le petit âne, c'était un problème qu'il n'arrivait pas à résoudre.

16. D'une part, le petit âne voulait chanter comme les cigales.

Et comme le petit âne était têtu, il ne voulait pas changer d'idée.

17. D'autre part, le petit âne avait peur de mourir de faim.

- Le petit âne se sentait si faible qu'il n'avait plus envie de bouger.
18. Le petit âne hésitait tellement qu'il serait mort si ses maîtres n'étaient pas venus le chercher.

### **Le petit âne : Expansions Action-Événement**

01. Un petit âne gris fut vendu par ses maîtres.
02. Le petit âne se retrouva seul dans une immense prairie verdoyante.
- 03. Le petit âne regardait le ciel bleu, observait l'immensité de la nature et découvrait le monde.**
- Le petit âne fit le tour de la prairie puis il se mit à gambader de-ci de-là.
04. Alors que le soleil brillait, l'attention du petit âne fut attirée par un chant bizarre.  
Le petit âne s'arrêta et ses oreilles se dressèrent aussitôt sur sa tête.
05. Ce chant était fait de sons aigus et doux à la fois.  
Les oreilles du petit âne se mirent à vibrer très fort.
06. Surpris, le petit âne tourna la tête dans tous les sens.  
Le petit âne recula de quelques pas et se dirigea à gauche.
07. Le petit âne voulait savoir qui produisait ce chant.  
Le petit âne baissa la tête et examina le sol.
08. Le petit âne aperçut enfin les auteurs de ce chant : des cigales.  
Les cigales cessèrent un instant de chanter, puis elles recommencèrent.
09. Les cigales étaient dissimulées dans les grandes herbes sèches.  
Ces grandes herbes se courbaient à chaque coup de vent, puis elles se redressaient.
10. Le petit âne décida de réussir à chanter comme les cigales.  
Le petit âne fit un premier essai, mais aucun son ne sortit de sa bouche.
11. Le petit âne demanda aux cigales ce qu'elles mangeaient pour chanter aussi bien.  
Les cigales se rapprochaient lentement des grandes oreilles du petit âne.
12. Les cigales répondirent au petit âne qu'elles ne se nourrissaient que de rosée.  
Le petit âne remercia les cigales et décida de suivre leur conseil.
13. Le petit âne se coucha et attendit que la rosée le nourrisse.  
Le petit âne ne put avaler que quelques gouttes de rosée.
14. En même temps, le petit âne essayait d'imiter le chant des cigales.  
Le petit âne produisit des sons étranges, mais aucun ne ressemblait à celui des cigales.
15. Le petit âne était partagé entre deux désirs et il ne savait que choisir.  
Ce choix si difficile à faire lui donnait très mal à la tête.
16. D'une part, le petit âne voulait chanter comme les cigales.  
Le petit âne faisait de nombreux essais sans jamais y réussir.
17. D'autre part, le petit âne avait peur de mourir de faim.  
Le petit âne affamé avait des crampes à l'estomac.
- 18. Le petit âne hésitait tellement qu'il serait mort si ses maîtres n'étaient pas venus le chercher.**

### Les chamois : Version Noyau

01. Les chamois étaient poursuivis par des chasseurs.
02. Les chamois grimpaient rapidement une pente raide, recouverte de cailloux.
03. Les chamois avaient du mal à garder leur équilibre sur ces cailloux.
04. Épuisés, les chamois s'arrêtèrent.
05. Les chamois s'abritèrent derrière un gros rocher.
06. Les chasseurs, bien équipés, se rapprochaient dangereusement des chamois.
07. Les chamois grattèrent alors vigoureusement le sol avec leurs sabots.
08. Aussitôt une multitude de cailloux se détachèrent.
09. Les cailloux se mirent à rouler et à dévaler la pente de plus en plus vite.
10. Effrayés, les chasseurs couraient dans tous les sens pour trouver un abri.
11. Les chasseurs se réfugièrent derrière les rochers qu'ils trouvèrent.
12. Les cailloux descendaient droit vers les chasseurs.
- 13. Dès qu'un chasseur sortait la tête, les chamois frappaient le sol de leurs sabots.**
14. Les cailloux descendaient alors en avalanche vers les chasseurs.
15. Les chasseurs étaient obligés de rester accroupis derrière les rochers.
16. Les chasseurs avaient mal au dos.
17. Les chasseurs étaient furieux d'être pris au piège par leur gibier.
18. Les chamois, eux, s'amusaient follement.

### Les chamois : Expansions État-Propriété

01. Les chamois étaient poursuivis par des chasseurs.
02. Les chamois grimpaient rapidement une pente raide, recouverte de cailloux.
03. Les chamois avaient du mal à garder leur équilibre sur ces cailloux.  
Ces cailloux, entassés les uns sur les autres, étaient très glissants.
04. Épuisés, les chamois s'arrêtèrent.  
Les chamois avaient besoin de reprendre leur souffle.
05. Les chamois s'abritèrent derrière un gros rocher.  
Ce rocher se trouvait au milieu de la pente.
06. Les chasseurs, bien équipés, se rapprochaient dangereusement des chamois.  
Ces chasseurs portaient de gros souliers à crampons comme ceux des alpinistes.
07. Les chamois grattèrent alors vigoureusement le sol avec leurs sabots.  
Se sentant en danger, les chamois retrouvaient toutes leurs forces.
08. Aussitôt une multitude de cailloux se détachèrent.  
Des cailloux de plus en plus gros furent arrachés du sol.
09. Les cailloux se mirent à rouler et à dévaler la pente de plus en plus vite.  
En roulant, les cailloux faisaient un bruit assourdissant.
10. Effrayés, les chasseurs couraient dans tous les sens pour trouver un abri.  
Il n'y avait aucun arbre qui soit suffisamment gros pour protéger les chasseurs.
11. Les chasseurs se réfugièrent derrière les rochers qu'ils trouvèrent.  
Les rochers n'étaient pas très larges et ils n'étaient pas bien hauts.
12. Les cailloux descendaient droit vers les chasseurs.  
Les chasseurs se trouvaient à quelques mètres au-dessus des chamois.
13. Dès qu'un chasseur sortait la tête, les chamois frappaient le sol de leurs sabots.  
La réaction des chamois, à la fois violente et rapide, surprenait les chasseurs.
14. Les cailloux descendaient alors en avalanche vers les chasseurs.  
Les chasseurs n'osaient plus sortir de leur abri.
15. Les chasseurs étaient obligés de rester accroupis derrière les rochers.  
Cette position n'était pas bien confortable et ils étaient gênés par leur lourd équipement.
16. Les chasseurs avaient mal au dos.  
Les chasseurs en avaient assez d'être immobiles.
17. Les chasseurs étaient furieux d'être pris au piège par leur gibier.  
Ces chasseurs étaient dégoûtés de la chasse pour toujours.
18. Les chamois, eux, s'amusaient follement.

### Les chamois : Expansions Action-Événement

01. Les chamois étaient poursuivis par des chasseurs.

02. Les chamois grimpaient rapidement une pente raide, recouverte de cailloux.
03. Les chamois avaient du mal à garder leur équilibre sur ces cailloux.  
A chaque pas, de nombreux cailloux glissaient en bas de la pente.
04. Épuisés, les chamois s'arrêtèrent.  
Les chamois se regroupèrent.
05. Les chamois s'abritèrent derrière un gros rocher.  
Les chamois attendirent sans faire de bruit.
06. Les chasseurs, bien équipés, se rapprochaient dangereusement des chamois.  
Les chasseurs s'encordèrent pour parvenir sous le rocher où étaient les chamois.
07. Les chamois grattèrent alors vigoureusement le sol avec leurs sabots.  
Le bruit des sabots résonna comme un coup de tonnerre dans toute la montagne.
08. Aussitôt une multitude de cailloux se détachèrent.  
Tous ces cailloux roulèrent plus bas dans la pente.
09. Les cailloux se mirent à rouler et à dévaler la pente de plus en plus vite.  
Les chasseurs purent éviter les premiers cailloux qui arrivèrent sur eux.
10. Effrayés, les chasseurs couraient dans tous les sens pour trouver un abri.  
Les chasseurs trébuchaient sur les cailloux et certains tombèrent lourdement sur le sol.
11. Les chasseurs se réfugièrent derrière les rochers qu'ils trouvèrent.  
Les chasseurs se serrèrent les uns contre les autres et baissèrent la tête.
12. Les cailloux descendaient droit vers les chasseurs.  
De gros cailloux butaient contre les rochers qui protégeaient les chasseurs.
13. Dès qu'un chasseur sortait la tête, les chamois frappaient le sol de leurs sabots.  
Les cailloux décrochés en emportaient d'autres sur leur passage.
14. Les cailloux descendaient alors en avalanche vers les chasseurs.  
Des cailloux de plus en plus gros passaient tout près des chasseurs.
15. Les chasseurs étaient obligés de rester accroupis derrière les rochers.  
Quelques chasseurs s'assirent pour appuyer leur tête contre les rochers.
16. Les chasseurs avaient mal au dos.  
Les chasseurs faisaient des grimaces de douleur.
17. Les chasseurs étaient furieux d'être pris au piège par leur gibier.  
Pour manifester leur colère, les chasseurs insultèrent les chamois.
18. Les chamois, eux, s'amusaient follement.

### **Les clowns : version Noyau**

01. Les trapézistes, qui avaient terminé leur numéro, quittèrent la piste illuminée du cirque.
02. Sept clowns firent leur entrée sur la piste.
03. Le premier clown était déguisé en clochard.
04. Le deuxième clown était habillé en paysan.
05. Le deuxième clown tirait une drôle de vache.
06. Un clown portait une tête avec des cornes en carton.
07. Un autre clown, accroché à lui, remuait la queue.
08. Un cinquième clown, enfermé dans une carcasse en bois, ressemblait à un tonneau.
09. Ce cinquième clown roulait à toute vitesse sur la piste.
10. Le sixième et le septième clowns transportaient une grande échelle.
11. Le sixième clown mit l'échelle debout pendant que le septième clown montait dessus.
12. Le septième clown arriva en haut de l'échelle.
13. Le sixième clown qui tenait l'échelle s'éloigna.
14. L'échelle balançait dangereusement.
15. Le septième clown réussit à redescendre.
16. Une fois à terre, le sixième clown lâcha l'échelle.
17. En tombant, l'échelle assomma le clochard, la vache, le paysan et le tonneau.
18. Le clown qui avait eu peur en haut de l'échelle, rit à son tour.

### **Les clowns : Expansions État-Propriété**

01. Les trapézistes, qui avaient terminé leur numéro, quittèrent la piste illuminée du cirque.
02. Sept clowns firent leur entrée sur la piste.
03. Le premier clown était déguisé en clochard.  
Ce premier clown portait une veste à carreaux toute trouée.
04. Le deuxième clown était habillé en paysan.  
Ce deuxième clown portait des gros sabots en bois.
05. Le deuxième clown tirait une drôle de vache.  
Cette vache n'arrêtait pas de bouger sur la piste.
06. Un clown portait une tête avec des cornes en carton.  
Ces cornes recourbées étaient noires et pointues.
07. Un autre clown, accroché à lui, remuait la queue.  
Cette queue se terminait par une grosse touffe de poils.
08. Un cinquième clown, enfermé dans une carcasse en bois, ressemblait à un tonneau.  
Sur sa tête qui dépassait, il y avait un gros entonnoir en métal qui lui servait de casque.
09. Ce cinquième clown roulait à toute vitesse sur la piste.  
Les autres clowns se tenaient à l'écart de son passage.
10. Le sixième et le septième clowns transportaient une grande échelle.  
C'était une vieille échelle de bois à laquelle manquaient plusieurs barreaux.
11. Le sixième clown mit l'échelle debout pendant que le septième clown montait dessus.  
Durant toute la montée, ce septième clown fut éclairé par un gros projecteur.
12. Le septième clown arriva en haut de l'échelle.  
Ce septième clown touchait presque le sommet du chapiteau.
13. Le sixième clown qui tenait l'échelle s'éloigna.  
Un grand silence se fit sous le chapiteau.
14. L'échelle balançait dangereusement.  
On entendait des craquements sinistres.
15. Le septième clown réussit à redescendre.  
Cette descente acrobatique était un véritable exploit.
16. Une fois à terre, le sixième clown lâcha l'échelle.  
La chute de l'échelle fut à la fois brutale et rapide.
17. En tombant, l'échelle assomma le clochard, la vache, le paysan et le tonneau.  
Le clochard était aplati sous le tonneau et le paysan était couché sur sa vache.
18. Le clown qui avait eu peur en haut de l'échelle, rit à son tour.

### **Les clowns : Expansions Action-Événement**

01. Les trapézistes, qui avaient terminé leur numéro, quittèrent la piste illuminée du cirque.

02. Sept clowns firent leur entrée sur la piste.
03. Le premier clown était déguisé en clochard.  
Ce premier clown fit un tour de piste en zigzaguant.
04. Le deuxième clown était habillé en paysan.  
Ce deuxième clown se rendit sans se presser au centre de la piste et salua.
05. Le deuxième clown tirait une drôle de vache.  
La vache alla se ranger près du deuxième clown en se dandinant.
06. Un clown portait une tête avec des cornes en carton.  
Ce clown balançait sa tête de droite à gauche comme le balancier d'une horloge.
07. Un autre clown, accroché à lui, remuait la queue.  
Cet autre clown avançait en se tortillant au rythme de la musique.
08. Un cinquième clown, enfermé dans une carcasse en bois, ressemblait à un tonneau.  
Ce cinquième clown tournait sans arrêt, tantôt pour avancer, tantôt pour reculer.
09. Ce cinquième clown roulait à toute vitesse sur la piste.  
La vache fit un bond en avant pour éviter le tonneau.
10. Le sixième et le septième clowns transportaient une grande échelle.  
Ces deux clowns se disputèrent longtemps car chacun voulait aller dans une direction différente.
11. Le sixième clown mit l'échelle debout pendant que le septième clown montait dessus.  
Au cours de la montée, le septième clown manqua un barreau de l'échelle et faillit tomber.
12. Le septième clown arriva en haut de l'échelle.  
Le septième clown salua longuement le public.
13. Le sixième clown qui tenait l'échelle s'éloigna.  
Le sixième clown partit en faisant trois pirouettes.
14. L'échelle balançait dangereusement.  
Les autres clowns riaient aux éclats pendant que le septième clown commençait à descendre.
15. Le septième clown réussit à redescendre.  
Le septième clown poussa un grand cri de joie.
16. Une fois à terre, le sixième clown lâcha l'échelle.  
Le septième clown s'enfuit à toute vitesse à l'autre bout de la piste.
17. En tombant, l'échelle assomma le clochard, la vache, le paysan et le tonneau.  
Tous ces clowns tombèrent lourdement les uns sur les autres.
18. Le clown qui avait eu peur en haut de l'échelle, rit à son tour.



### **Les dauphins : Version Noyau**

01. Les enfants arrivèrent près du bassin.
02. Les dauphins allaient commencer leur numéro.
03. Les dauphins nageaient à toute vitesse dans le bassin.
04. Le dresseur arriva et s'installa en haut d'un plongeur surplombant le bassin.
05. Les dauphins s'amusèrent alors à sauter sur le plongeur.
06. Le dresseur récompensait les dauphins en leur jetant des poissons.
07. Les dauphins attrapaient les poissons avant qu'ils ne tombent dans l'eau.
08. Le dresseur prit ensuite un grand cerceau.
09. Les dauphins traversaient le cerceau avant de retomber dans l'eau.
10. Ensuite le dresseur saisit un gros ballon qu'il jeta dans l'eau.
11. Les dauphins s'amusèrent alors à se lancer le ballon avec leur long museau avant de le ramener au dresseur.
12. Le dresseur donna les derniers poissons qui lui restaient aux dauphins.
13. Le dresseur demanda alors à un spectateur de venir le remplacer sur le plongeur.
14. Un jeune garçon intrépide rejoignit le dresseur et les dauphins recommencèrent leur numéro.
15. Les dauphins attendaient leur récompense mais le dresseur leur fit comprendre qu'il n'avait plus de poisson et s'éloigna.
16. Les dauphins sautèrent alors sur le plongeur.
17. Les dauphins poussèrent le jeune garçon à l'eau.
18. Les dauphins ramenèrent le jeune garçon sain et sauf sur la rive sous les applaudissements des enfants.

### **Dauphins : Expansions Etats & Propriétés**

01. Les enfants arrivèrent près du bassin.
02. Les dauphins allaient commencer leur numéro.
03. Les dauphins nageaient à toute vitesse dans le bassin.  
Les dauphins étaient au nombre de six, ils étaient gris et leur peau brillait au soleil.
04. Le dresseur arriva et s'installa en haut d'un plongeur surplombant le bassin.  
Le dresseur aimait beaucoup les animaux ; il s'occupait des dauphins comme si c'était ses enfants.
05. Les dauphins s'amusèrent alors à sauter sur le plongeur.  
Les dauphins adoraient faire des pirouettes en l'air.
06. Le dresseur récompensait les dauphins en leur jetant des poissons.  
Le dresseur savait que les poissons étaient la nourriture favorite des dauphins.
07. Les dauphins attrapaient les poissons avant qu'ils ne tombent dans l'eau.  
Les dauphins étaient très agiles, ils pouvaient même attraper le poisson, délicatement, dans la main du dresseur.
08. Le dresseur prit ensuite un grand cerceau.  
Le cerceau était en plastique, très grand et rouge.
09. Les dauphins traversaient le cerceau avant de retomber dans l'eau.  
Les dauphins étaient si bien dressés qu'ils ne touchaient même pas le cerceau.
10. Ensuite le dresseur saisit un gros ballon qu'il jeta dans l'eau.  
Le gros ballon était très léger et il était de toutes les couleurs.
11. Les dauphins s'amusèrent alors à se lancer le ballon avec leur long museau avant de le ramener au dresseur.  
Le dresseur était très fier de ses dauphins qui étaient capables de faire des choses exceptionnelles.
12. Le dresseur donna les derniers poissons qui lui restaient aux dauphins.  
Les dauphins étaient très gourmands et ils ne voulaient plus rien faire s'ils n'avaient pas de poisson.
13. Le dresseur demanda alors à un spectateur de venir le remplacer sur le plongeur.  
Tout à coup, très silencieux, les spectateurs attendaient avec impatience la suite des événements.
14. Un jeune garçon intrépide rejoignit le dresseur et les dauphins recommencèrent leur numéro.  
Le jeune garçon avait neuf ans, il était petit pour son âge et il avait une grande passion pour les dauphins.
15. Les dauphins attendaient leur récompense mais le dresseur leur fit comprendre qu'il n'avait plus de poisson et s'éloigna.  
Les dauphins étaient dos au jeune garçon, le museau en l'air et fermé, ils étaient très mécontents.
16. Les dauphins sautèrent alors sur le plongeur.  
Dressés sur leur queue, les dauphins étaient très impressionnants.
17. Les dauphins poussèrent le jeune garçon à l'eau.  
Le jeune garçon était mouillé de la tête au pied.
18. Les dauphins ramenèrent le jeune garçon sain et sauf sur la rive sous les applaudissements des enfants.

### **Les dauphins : Expansions Action-Événement**

01. Les enfants arrivèrent près du bassin.
02. Les dauphins allaient commencer leur numéro.
03. Les dauphins nageaient à toute vitesse dans le bassin.  
Les dauphins se suivaient, et, à tour de rôle, ils faisaient des pirouettes en l'air.
04. Le dresseur arriva et s'installa en haut d'un plongeur surplombant le bassin.  
Le dresseur fit claquer ses doigts; il leva le bras droit puis frappa dans ses mains
05. Les dauphins s'amusèrent alors à sauter sur le plongeur.  
Les dauphins firent de petits sauts, et plongèrent dans l'eau un par un.
06. Le dresseur récompensait les dauphins en leur jetant des poissons.  
Les dauphins sautaient en loir et ouvraient grand la bouche.
07. Les dauphins attrapaient les poissons avant qu'ils ne tombent dans l'eau.  
Les dauphins recommencèrent leur numéro, disparaissaient sous l'eau et, bondissaient hors de l'eau.
08. Le dresseur prit ensuite un grand cerceau.  
Le dresseur tendit le cerceau de la main droite et fit un signe de la main gauche.
09. Les dauphins traversaient le cerceau avant de retomber dans l'eau.  
Les dauphins faisaient le tour de la piscine et ressautaient à travers le cerceau.
10. Ensuite le dresseur saisit un gros ballon qu'il jeta dans l'eau.  
Le dresseur leva le nez en l'air et fit des petits mouvements avec la tête.
11. Les dauphins s'amusèrent alors à se lancer le ballon avec leur museau avant de le rapporter au dresseur.  
Les dauphins regardaient le dresseur rattraper le ballon au vol et ils attendaient leur récompense.
12. Le dresseur donna les derniers poissons qui lui restaient au dauphins.  
Les dauphins avalèrent les poissons en une seconde et firent quelques tours du bassin.
13. Le dresseur demanda alors à un spectateur de venir le remplacer sur le plongeur.  
Le dresseur descendit du plongeur et attendit qu'un spectateur se présente.
14. Un jeune garçon intrépide rejoignit le dresseur et les dauphins recommencèrent leur numéro.  
Le jeune garçon imita le dresseur : il fit claquer ses doigts, leva le bras droit et frappa dans ses mains.
15. *Les dauphins attendaient leur récompense mais le dresseur leur fit comprendre qu'il n'avait plus de poisson et s'éloigna.*  
Les dauphins tournèrent le dos au jeune garçon et agitèrent leur queue.
16. Les dauphins sautèrent alors sur le plongeur.  
Les dauphins se rapprochaient petit à petit du jeune garçon.
17. Les dauphins poussèrent le jeune garçon à l'eau.  
Les enfants riaient en voyant le garçon nager au milieu des dauphins.
18. Les dauphins ramenèrent le jeune garçon sain et sauf sur la rive sous les applaudissements des enfants.

### **Le dragon : Version Noyau**

01. Il était une fois un vieux dragon qui crachait de longues flammes.
02. Le dragon effrayait les gens du village.
03. Le dragon n'avait qu'un seul ami, un jeune garçon nommé Tino.
04. Tino aimait beaucoup le dragon.
05. Le jeune garçon voulait empêcher le dragon de faire peur aux villageois.
06. Tino emmena le dragon se baigner dans un grand lac.
07. Le dragon plongea dans le lac, nagea et but beaucoup d'eau.
08. Quand le dragon sortit de l'eau, il ne crachait plus de flammes.
09. Aussi, Tino invita le dragon au restaurant pour fêter son anniversaire.
10. Le dragon mangea de la viande très épicée.
11. La viande était accompagnée de sauces très piquantes.
12. La viande était accompagnée de piments rouges très forts.
13. Le repas se terminait.
14. Le dragon souffla les bougies de son gâteau d'anniversaire.
15. Aussitôt, de longues flammes sortirent de la bouche du dragon.
16. Le dragon fut pris de panique.
17. Le dragon quitta brusquement le restaurant.
18. Le dragon se précipita dans le lac.

### **Le dragon : Expansions État-Propriété**

01. Il était une fois un vieux dragon qui crachait de longues flammes.
02. Le dragon effrayait les gens du village.
03. Le dragon n'avait qu'un seul ami, un jeune garçon nommé Tino.  
Tino, âgé de dix ans, connaissait le dragon depuis qu'il était bébé.
04. Tino aimait beaucoup le dragon.  
Tino avait l'habitude d'apporter à manger au dragon.
05. Le jeune garçon voulait empêcher le dragon de faire peur aux villageois.  
Tino ne connaissait qu'un seul moyen pour que le dragon n'effraie pas les villageois.
06. Tino emmena le dragon se baigner dans un grand lac.  
Le lac était peu fréquenté car il était loin du village.
07. Le dragon plongea dans le lac, nagea et but beaucoup d'eau.  
Le dragon aimait beaucoup se déplacer dans l'eau : il avait l'impression de flotter.
08. Quand le dragon sortit de l'eau, il ne crachait plus de flammes.  
Le dragon était heureux car, maintenant, il ne ferait plus peur aux villageois.
09. Aussi, Tino invita le dragon au restaurant pour fêter son anniversaire.  
Le dragon était inquiet, il n'était jamais allé au restaurant.
10. Le dragon mangea de la viande très épicée.  
Sans épices ajoutées, la viande n'avait pas de goût pour le dragon.
11. La viande était accompagnée de sauces très piquantes.  
Les sauces rouge et verte étaient les sauces préférées du dragon
12. La viande était accompagnée de piments rouges très forts.  
Les piments, qui venaient d'Afrique, étaient très vieux..
13. Le repas se terminait.  
Le dragon avait fini tous les plats.
14. Le dragon souffla les bougies de son gâteau d'anniversaire.  
C'était un énorme gâteau au chocolat recouvert de crème..
15. Aussitôt, de longues flammes sortirent de la bouche du dragon.  
Les flammes avaient frôlé la grande table en bois et le mur de la cuisine.
16. Le dragon fut pris de panique.  
Le dragon était triste, de grosses larmes coulaient le long de ses joues.
17. Le dragon quitta brusquement le restaurant.  
Le dragon s'en voulait que son repas d'anniversaire se terminât ainsi.
18. Le dragon se précipita dans le lac.

### **Le dragon : Expansions Action-Événement**

01. Il était une fois un vieux dragon qui crachait de longues flammes.
02. Le dragon effrayait les gens du village.
03. Le dragon n'avait qu'un seul ami, un jeune garçon nommé Tino.  
Tino discutait, jouait, riait aux éclats avec le dragon.
04. Tino aimait beaucoup le dragon.  
Le dragon raconta une histoire drôle.
05. Le jeune garçon voulait empêcher le dragon de faire peur aux villageois.  
Le garçon tournait en rond, se grattait la tête à la recherche d'une idée.
06. Tino emmena le dragon se baigner dans un grand lac.  
Tino entra dans l'eau et demanda au dragon de venir le rejoindre.
07. Le dragon plongea dans le lac, nagea et but beaucoup d'eau.  
Le dragon s'amusait avec Tino, il prenait Tino sur ses épaules et le faisait plonger.
08. Quand le dragon sortit de l'eau, il ne crachait plus de flammes.  
Le dragon sautait de joie, il prit Tino dans ses bras et l'embrassa.
09. Aussi, Tino invita le dragon au restaurant pour fêter son anniversaire.  
Tino lut le menu et le dragon passa la commande au serveur du restaurant.
10. Le dragon mangea de la viande très épicée.  
Le dragon écoutait les conseils de Tino pour manger proprement.
11. La viande était accompagnée de sauces très piquantes.  
Le dragon coupa délicatement sa viande avec son couteau.
12. La viande était accompagnée de piments rouges très forts.  
Le dragon s'arrêta de manger, se lécha les babines et but un verre d'eau.
13. Le repas se terminait.  
Tino demanda le dessert.
14. Le dragon souffla les bougies de son gâteau d'anniversaire.  
Tino chantait joyeux anniversaire et applaudissait le dragon.
15. Aussitôt, de longues flammes sortirent de la bouche du dragon.  
Le dragon ferma sa bouche et mit ses pattes devant pour ne plus cracher de flammes.
16. Le dragon fut pris de panique.  
Le dragon courut dans tous les sens.
17. Le dragon quitta brusquement le restaurant.  
Dehors, le dragon ouvrit la bouche, il crachait toujours du feu.
18. Le dragon se précipita dans le lac.

### **Géant : Version Noyau**

01. Il y a bien longtemps, vivait un géant nommé Gargantua.
02. Le géant était bon et il aimait rendre service aux pauvres gens.
03. Le géant se promenait dans une magnifique forêt qui s'étendait à perte de vue.
04. Le géant vit une vieille dame qui, pliée en deux, ramassait du bois mort.
05. Le géant décida d'aider la vieille dame.
06. Le géant arracha cinq beaux chênes.
07. Le géant attacha les chênes avec une corde.
08. Le géant posa les chênes sur son épaule.
09. En un instant, l'arrachage des chênes fut terminé.
10. Le géant accompagna la vieille dame jusque chez elle.
11. Le géant marchait le plus lentement possible.
12. La route était longue pour arriver chez la vieille dame.
13. Le géant déposa les chênes contre la maison de la vieille dame.
14. Comme les chênes étaient lourds, le géant fut content de les poser.
15. La maison de la vieille dame s'écroula sous le poids des chênes.
16. Quand la maison s'écroula, on entendit un craquement terrible.
17. La vieille dame avait maintenant du bois pour faire du feu.
18. La vieille dame n'avait plus de maison pour s'abriter.

### **Géant : Expansions État-Propriété**

01. Il y a bien longtemps, vivait un géant nommé Gargantua.
02. Le géant était bon et il aimait rendre service aux pauvres gens.
03. Le géant se promenait dans une magnifique forêt qui s'étendait à perte de vue.  
Des arbres de toutes sortes mêlaient leur feuillage multicolore en ce début d'automne.
04. Le géant vit une vieille dame qui, pliée en deux, ramassait du bois mort.  
La vieille dame portait une robe noire très usée et un foulard de laine couvrait ses épaules.
05. Le géant décida d'aider la vieille dame.  
Le géant avait beaucoup de pitié pour les personnes âgées.
06. Le géant arracha cinq beaux chênes.  
Ces chênes centenaires étaient parmi les plus beaux arbres de la forêt.
07. Le géant attacha les chênes avec une corde.  
La corde était tout juste assez longue pour être nouée autour des troncs.
08. Le géant posa les chênes sur son épaule.  
L'épaule chargée semblait plus basse que l'autre.
09. En un instant, l'arrachage des chênes fut terminé.  
A la place de chaque chêne, il y avait un grand trou.
10. Le géant accompagna la vieille dame jusque chez elle.  
Le chemin qui conduisait chez la vieille dame était large et descendait légèrement.
11. Le géant marchait le plus lentement possible.  
Le géant ne voulait pas fatiguer la vieille dame.
12. La route était longue pour arriver chez la vieille dame.  
La route suivait la rivière qui traversait la forêt.
13. Le géant déposa les chênes contre la maison de la vieille dame.  
Les chênes étaient plus hauts que le toit de la maison.
14. Comme les chênes étaient lourds, le géant fut content de les poser.  
L'épaule qui avait soutenu les chênes était douloureuse.
15. La maison de la vieille dame s'écroula sous le poids des chênes.  
Un nuage de poussière s'étendait au dessus de la maison en ruine.
16. Quand la maison s'écroula, on entendit un craquement terrible.  
Ce bruit provenait des vieilles poutres en train de se tordre.
17. La vieille dame avait maintenant du bois pour faire du feu.  
La vieille dame pensait qu'elle en aurait suffisamment jusqu'à la fin de sa vie.
18. La vieille dame n'avait plus de maison pour s'abriter.

### **Géant : Expansions Action-Événement**

01. Il y a bien longtemps, vivait un géant nommé Gargantua.

02. Le géant était bon et il aimait rendre service aux pauvres gens.
03. Le géant se promenait dans une magnifique forêt qui s'étendait à perte de vue.  
Le géant marchait tranquillement, profitant de la douceur de l'automne.
04. Le géant vit une vieille dame qui, pliée en deux, ramassait du bois mort.  
La vieille dame posa son fagot et se tourna vers le géant.
05. Le géant décida d'aider la vieille dame.  
Le géant se pencha vers la vieille dame pour la saluer.
06. Le géant arracha cinq beaux chênes.  
Le géant posa les chênes les uns au-dessus des autres.
07. Le géant attacha les chênes avec une corde.  
Le géant fit un noeud bien serré après avoir enroulé trois fois la corde autour des troncs.
08. Le géant posa les chênes sur son épaule.  
Le géant enroula son bras autour des troncs.
09. En un instant, l'arrachage des chênes fut terminé.  
La vieille dame ramassa son petit fagot et le mit sous son bras.
10. Le géant accompagna la vieille dame jusque chez elle.  
La vieille dame passa devant et montra le chemin au géant.
11. Le géant marchait le plus lentement possible.  
A chaque pas, les racines des troncs laissaient tomber un peu de terre.
12. La route était longue pour arriver chez la vieille dame.  
Le géant s'arrêta de temps en temps pour changer les chênes d'épaule.
13. Le géant déposa les chênes contre la maison de la vieille dame.  
Le géant dénoua alors la corde qui tenait les chênes.
14. Comme les chênes étaient lourds, le géant fut content de les poser.  
Le géant essuya la sueur qui coulait de son front et de son cou.
15. La maison de la vieille dame s'écroula sous le poids des chênes.  
Les chênes basculèrent sur le toit, puis tombèrent sur le côté et se mirent à rouler sur le sol.
16. Quand la maison s'écroula, on entendit un craquement terrible.  
Les poutres du toit se brisèrent d'un seul coup.
17. La vieille dame avait maintenant du bois pour faire du feu.  
La vieille dame fit un faible sourire.
18. La vieille dame n'avait plus de maison pour s'abriter.

### **Le lion : Version Noyau**

01. Un vieux lion s'était blessé à la patte en poursuivant des antilopes.
02. La patte blessée qui avait beaucoup enflé gênait le vieux lion pour marcher.
03. Le lion s'approcha d'un village.
04. Les habitants du village s'enfuirent dès qu'ils virent le lion.
05. Le lion s'éloigna du village.
06. Le lion vit un jeune garçon qui gardait ses moutons.
07. Lorsque le jeune garçon aperçut le lion, il prit peur et rassembla ses moutons.
08. Le lion avait de plus en plus mal.
09. Le lion ne chercha pas à attraper les moutons.
10. Lentement, le lion s'approcha du garçon.
11. Le lion s'assit près du garçon, la patte blessée étendue.
12. Le garçon prit son couteau et, avec précaution, il ouvrit la patte enflée du lion.
13. Le jeune garçon fit sortir le pus.
14. Le jeune garçon nettoya la plaie avec de l'eau claire.
15. Le lion resta allongé plusieurs jours.
16. Une fois guéri, le lion reprit sa route.
17. Le jeune garçon ne revit jamais le lion.
18. Cependant, le jeune garçon pense souvent au lion car il n'eut plus jamais de mouton dévoré pendant la nuit.

### **Le lion : Expansions État-Propriété**

01. Un vieux lion s'était blessé à la patte en poursuivant des antilopes.
02. La patte blessée qui avait beaucoup enflé gênait le vieux lion pour marcher.
03. Le lion s'approcha d'un village.  
C'était un tout petit village fait de huttes en terre rouge.
04. Les habitants du village s'enfuirent dès qu'ils virent le lion.  
Pour les habitants du village, le lion était un redoutable ennemi.
05. Le lion s'éloigna du village.  
Le lion se sentait très seul en cheminant sur la route caillouteuse.
06. Le lion vit un jeune garçon qui gardait ses moutons.  
Le lion espérait ne pas effrayer le jeune garçon.
07. Lorsque le jeune garçon aperçut le lion, il prit peur et rassembla ses moutons.  
Le jeune garçon craignait que le lion lui mange ses moutons.
08. Le lion avait de plus en plus mal.  
La douleur devenait insupportable quand il posait la patte par terre.
09. Le lion ne chercha pas à attraper les moutons.  
Le lion était si faible qu'il ne pouvait pas courir.
10. Lentement, le lion s'approcha du garçon.  
Le garçon vit alors que le lion était blessé.
11. Le lion s'assit près du garçon, la patte blessée étendue.  
Du sang avait séché tout autour de la blessure.
12. Le garçon prit son couteau et, avec précaution, il ouvrit la patte enflée du lion.  
Le garçon avait l'habitude de le faire quand un mouton était blessé.
13. Le jeune garçon fit sortir le pus.  
Le lion souffrait mais ne bougeait pas.
14. Le jeune garçon nettoya la plaie avec de l'eau claire.  
La fraîcheur de l'eau apaisait un peu la douleur du lion.
15. Le lion resta allongé plusieurs jours.  
Petit à petit, la blessure se referma.
16. Une fois guéri, le lion reprit sa route.  
Le lion avait à nouveau envie de chasser.
17. Le jeune garçon ne revit jamais le lion.  
Le jeune garçon ne sut jamais ce qu'il était devenu.
18. Cependant, le jeune garçon pense souvent au lion car il n'eut plus jamais de mouton dévoré pendant la nuit.

### **Le lion : Expansions Action-Événement**

01. Un vieux lion s'était blessé à la patte en poursuivant des antilopes.

02. La patte blessée qui avait beaucoup enflé gênait le vieux lion pour marcher.
03. Le lion s'approcha d'un village.  
Le lion avançait lentement car il boitait.
04. Les habitants du village s'enfuirent dès qu'ils virent le lion.  
Les habitants se cachèrent dans les arbres qui entouraient le village.
05. Le lion s'éloigna du village.  
Le lion se dirigea vers une grande prairie.
06. Le lion vit un jeune garçon qui gardait ses moutons.  
Le lion s'arrêta immédiatement et attendit sans bouger.
07. Lorsque le jeune garçon aperçut le lion, il prit peur et rassembla ses moutons.  
De jeunes moutons affolés vinrent rapidement se blottir contre leur mère.
08. Le lion avait de plus en plus mal.  
Le lion lécha doucement sa patte blessée.
09. Le lion ne chercha pas à attraper les moutons.  
Les moutons se remirent à brouter tranquillement.
10. Lentement, le lion s'approcha du garçon.  
Le garçon recula de quelques pas.
11. Le lion s'assit près du garçon, la patte blessée étendue.  
Le garçon prit doucement la patte et examina la blessure.
12. Le garçon prit son couteau et, avec précaution, il ouvrit la patte enflée du lion.  
Sous l'effet de la douleur, le lion rugit mais ne bougea pas.
13. Le jeune garçon fit sortir le pus.  
Le pus coula sur le pelage du lion.
14. Le jeune garçon nettoya la plaie avec de l'eau claire.  
Puis, le garçon referma la plaie et l'entoura de feuilles.
15. Le lion resta allongé plusieurs jours.  
Le garçon lui apporta régulièrement à manger et à boire.
16. Une fois guéri, le lion reprit sa route.  
Peu après, le lion retrouva son territoire.
17. Le jeune garçon ne revit jamais le lion.  
Le jeune garçon essaya en vain de le retrouver.
18. Cependant, le jeune garçon pense souvent au lion car il n'eut plus jamais de mouton dévoré pendant la nuit.



### **Ourson : Version Noyau**

01. Depuis le matin, Winnie l'ourson se promenait dans la forêt pour trouver de la nourriture.
02. Fatigué, l'ourson s'assit sous un grand chêne.
03. L'ourson s'endormit.
04. L'ourson rêva à du miel doré.
05. Le miel tombait goutte à goutte dans la bouche de l'ourson.
06. Soudain, un bourdonnement réveilla l'ourson.
07. L'ourson se prit la tête entre les pattes et réfléchit.
08. L'ourson se dit que le bourdonnement provenait des abeilles.
09. L'ourson se dit que s'il y avait des abeilles, il y avait du miel.
10. L'ourson se mit à grimper à l'arbre.
11. L'ourson s'arrêta de grimper pour souffler.
12. L'ourson recommença à monter à l'arbre.
13. L'ourson était presque arrivé.
14. Soudain, la branche sur laquelle était l'ourson, se cassa sous son poids.
15. L'ourson tomba au milieu d'un buisson d'épines.
16. L'ourson était à moitié assommé.
17. L'ourson s'assit à nouveau sous le grand chêne.
18. L'ourson s'endormit et recommença à rêver.

### **Ourson : Expansions État-Propriété**

01. Depuis le matin, Winnie l'ourson se promenait dans la forêt pour trouver de la nourriture.
02. Fatigué, l'ourson s'assit sous un grand chêne.
03. L'ourson s'endormit.  
Autour de l'ourson, tout était silencieux.
04. L'ourson rêva à du miel doré.  
Dans son rêve, ce miel sentait la lavande.
05. Le miel tombait goutte à goutte dans la bouche de l'ourson.  
L'ourson n'avait jamais mangé un miel aussi délicieux.
06. Soudain, un bourdonnement réveilla l'ourson.  
Ce bourdonnement excita beaucoup la curiosité de l'ourson.
07. L'ourson se prit la tête entre les pattes et réfléchit.  
L'ourson savait qu'il valait mieux réfléchir avant d'agir.
08. L'ourson se dit que le bourdonnement provenait des abeilles.  
L'ourson se rappela tout ce qu'il avait appris sur les abeilles.
09. L'ourson se dit que s'il y avait des abeilles, il y avait du miel.  
Ce miel ne devait pas être bien loin de là, il suffisait de suivre les abeilles.
10. L'ourson se mit à grimper à l'arbre.  
L'ourson était impatient de trouver le miel.
11. L'ourson s'arrêta de grimper pour souffler.  
L'ourson se reposa durant un long moment.
12. L'ourson recommença à monter à l'arbre.  
L'escalade devenait de plus en plus difficile.
13. L'ourson était presque arrivé.  
Le miel se trouvait juste au dessus de lui.
14. Soudain, la branche sur laquelle était l'ourson, se cassa sous son poids.  
La branche était trop petite pour supporter le poids de l'ourson.
15. L'ourson tomba au milieu d'un buisson d'épines.  
Le dos de l'ourson fut tout égratigné.
16. L'ourson était à moitié assommé.  
L'ourson ne comprenait pas ce qui lui était arrivé
17. L'ourson s'assit à nouveau sous le grand chêne.  
L'ourson se sentait tout-à-coup très fatigué.
18. L'ourson s'endormit et recommença à rêver.

### **Ourson : Version Action-Événement**

01. Depuis le matin, Winnie l'ourson se promenait dans la forêt pour trouver de la nourriture.

02. Fatigué, l'ourson s'assit sous un grand chêne.
03. L'ourson s'endormit.  
L'ourson pencha sa tête sur le côté.
04. L'ourson rêva à du miel doré.  
L'ourson ouvrit légèrement la bouche.
05. Le miel tombait goutte à goutte dans la bouche de l'ourson.  
Tout en dormant, l'ourson faisait claquer sa langue au fond du gosier.
06. Soudain, un bourdonnement réveilla l'ourson.  
Ce bourdonnement se rapprocha de ses oreilles.
07. L'ourson se prit la tête entre les pattes et réfléchit.  
L'ourson cherchait à se rappeler tout ce qu'il savait sur le bourdonnement.
08. L'ourson se dit que le bourdonnement provenait des abeilles.  
L'ourson écouta plus attentivement pour savoir où étaient les abeilles.
09. L'ourson se dit que s'il y avait des abeilles, il y avait du miel.  
A cette idée, l'ourson bondit de joie et commença à chercher le miel.
10. L'ourson se mit à grimper à l'arbre.  
Ses griffes s'agrippèrent au tronc.
11. L'ourson s'arrêta de grimper pour souffler.  
Le coeur de l'ourson battait très fort dans sa poitrine.
12. L'ourson recommença à monter à l'arbre.  
L'ourson commençait à sentir l'odeur du miel.
13. L'ourson était presque arrivé.  
L'ourson se pencha légèrement en avant.
14. Soudain, la branche sur laquelle était l'ourson, se cassa sous son poids.  
L'ourson glissa et ne put se rattraper aux autres branches.
15. L'ourson tomba au milieu d'un buisson d'épines.  
Plusieurs branches du buisson se cassèrent sous la violence du choc.
16. L'ourson était à moitié assommé.  
L'ourson se frotta la tête.
17. L'ourson s'assit à nouveau sous le grand chêne.  
L'ourson s'appuya contre le tronc et ferma les yeux.
18. L'ourson s'endormit et recommença à rêver.

### **Pièces d'or : Version Noyau**

01. Un matin d'hiver, la terre était couverte d'une épaisse couche de neige.
02. Une famille de pauvres paysans vivait dans une vieille cabane de bois.
03. La famille se mourait de froid.
04. Un jeune garçon sortit de la cabane pour aller chercher du bois mort.
05. Le jeune garçon ramassa toutes les branches cassées qu'il trouva et en fit un fagot.
06. Le jeune garçon était fatigué et transi de froid.
07. Le jeune garçon voulait se réchauffer avant de rentrer chez lui.
08. Le jeune garçon se dirigea vers un gros arbre.
09. L'arbre était à l'abri du vent.
10. Le jeune garçon enleva la neige.
11. Le jeune garçon gratta le sol pour faire un feu.
12. Soudain, le jeune garçon aperçut une grosse clé blanche.
13. La grosse clé brillait sous le soleil.
14. Le jeune garçon se mit à creuser le sol avec une grosse branche.
15. Après des heures d'effort, le jeune garçon trouva une petite boîte
16. La boîte était pleine de pièces d'or.
17. Oubliant le fagot, le jeune garçon prit la boîte et courut jusqu'à la vieille cabane
18. Le jeune garçon annonça la bonne nouvelle à sa famille.

### **Pièces d'or : Expansions État-Propriété**

01. Un matin d'hiver, la terre était couverte d'une épaisse couche de neige.
02. Une famille de pauvres paysans vivait dans une vieille cabane de bois.
03. La famille se mourait de froid.  
Les huit enfants et les parents vivaient dans une seule pièce.
04. Un jeune garçon sortit de la cabane pour aller chercher du bois mort.  
Le jeune garçon, âgé de neuf ans, était le plus vieux des enfants
05. Le jeune garçon ramassa toutes les branches cassées qu'il trouva et en fit un fagot.  
Le fagot était lourd, le jeune garçon avait du mal à le porter sur son dos.
06. Le jeune garçon était fatigué et transi de froid.  
Le jeune garçon n'avait ni vêtements chauds ni gants.
07. Le jeune garçon voulait se réchauffer avant de rentrer chez lui.  
Le jeune garçon ne sentait plus ses mains et ses pieds.
08. Le jeune garçon se dirigea vers un gros arbre.  
Le gros arbre avait gardé son feuillage.
09. L'arbre était à l'abri du vent.  
Le gros arbre protégeait le jeune garçon.
10. Le jeune garçon enleva la neige.  
Le jeune garçon voulait s'asseoir par terre.
11. Le jeune garçon gratta le sol pour faire un feu.  
Le sol était très difficile à creuser car il était gelé.
12. Soudain, le jeune garçon aperçut une grosse clé blanche.  
C'était une longue clé, très lourde et très ancienne.
13. La longue clé blanche brillait sous le soleil.  
La rouille n'avait pas encore attaqué le métal.
14. Le jeune garçon se mit à creuser le sol avec une grosse branche.  
La terre gelée sous la neige n'était pas facile à remuer.
15. Après des heures d'effort, le jeune garçon trouva une grande boîte.  
La grande boîte, de couleur grise, était très lourde.
16. La grande boîte était pleine de pièces d'or.  
Bien rangées, les pièces étaient disposées en rangs serrés.
17. Oubliant le fagot, le jeune garçon prit la boîte et courut jusqu'à la vieille cabane.  
Tout heureux, le jeune garçon oubliait le froid, la neige et le poids de la boîte.
18. Le jeune garçon annonça la bonne nouvelle à sa famille qui n'osait y croire.

### **Pièces d'or : Expansions Action-Événement**

01. Un matin d'hiver, la terre était couverte d'une épaisse couche de neige.

02. Une famille de pauvres paysans vivait dans une vieille cabane de bois.
03. La famille se mourait de froid.  
Des animaux rôdaient autour de la maison.
04. Un jeune garçon sortit de la cabane pour aller chercher du bois mort.  
Le jeune garçon s'enfonça dans la forêt et marcha longtemps.
05. Le jeune garçon ramassa toutes les branches cassées qu'il trouva et en fit un fagot.  
Le jeune garçon se dépêchait car il voulait rentrer le plus vite possible chez lui.
06. Le jeune garçon était fatigué et transi de froid.  
Le jeune garçon grelottait et claquait des dents.
07. Le jeune garçon voulait se réchauffer avant de rentrer chez lui.  
Le garçon se frottait très fort les bras et le corps.
08. Le jeune garçon se dirigea vers un gros arbre.  
Le jeune garçon décida de s'installer derrière le gros arbre.
09. L'arbre était à l'abri du vent.  
Le jeune garçon s'assit au pied du gros arbre.
10. Le jeune garçon enleva la neige.  
Le jeune garçon jeta la neige derrière lui.
11. Le jeune garçon gratta le sol pour faire un feu.  
Le jeune garçon creusait le sol qui était de plus en plus dur.
12. Soudain, le jeune garçon aperçut une grosse clé blanche.  
Le jeune garçon essuya la clé en la frotta contre sa chemise.
13. La grosse clé brillait sous le soleil.  
Le jeune garçon chercha à savoir ce que la clé pouvait ouvrir.
14. Le jeune garçon se mit à creuser le sol avec une grosse branche.  
La branche se cassa et le jeune garçon continua avec ses mains.
15. Après des heures d'effort, le jeune garçon trouva une petite boîte.  
Le jeune garçon ouvrit la petite boîte avec la grosse clé blanche.
16. La boîte était pleine de pièces d'or.  
Le jeune garçon poussa un cri de joie.
17. Oubliant le fagot, le jeune garçon prit la boîte et courut jusqu'à la vieille cabane.  
Sur le chemin du retour, le jeune garçon courait, sautait, dansait.
18. Le jeune garçon annonça la bonne nouvelle à sa famille.

### La poule : Version Noyau

01. Il était une fois une poule nommée Sidonie.
02. Sidonie pondait des oeufs magnifiques.
03. Un jour, le fermier apprit à Sidonie que, en Amérique, les poules poussaient des oeufs carrés.
04. Le fermier expliqua à Sidonie les avantages des oeufs carrés.
05. Les oeufs carrés ne roulent pas et ils tiennent debout tout seuls.
06. Convaincue, Sidonie décida de pondre des oeufs carrés.
07. Aussi, Sidonie changea-t-elle sa manière de pondre.
08. Sidonie s'allongea sur le dos et se tourna dans tous les sens.
09. Sidonie pondait toujours des oeufs de forme ovale.
10. Sidonie changea alors de nourriture.
11. Sidonie pondait toujours des oeufs de forme ovale.
12. Sidonie acheta alors un livre qui expliquait la manière de construire des cubes.
13. Sidonie avala le livre.
14. Le résultat fut que Sidonie tomba malade et ne pondit plus un seul oeuf.
15. Sidonie pensa alors aux inconvénients des oeufs carrés.
16. Les pâtisseries devraient changer leurs moules pour fabriquer des oeufs de Pâques, et les poussins auraient la forme carrée.
17. Sidonie se dit alors que les oeufs qu'elle pondait étaient beaux.
18. Sidonie se dit qu'il était inutile de se rendre malade pour pondre des oeufs carrés.

### La poule : Expansions État-Propriété

01. Il était une fois une poule nommée Sidonie.
02. Sidonie pondait des oeufs magnifiques.
03. Un jour, le fermier apprit à Sidonie qu'en Amérique, les poules poussaient des oeufs carrés.

*Le fermier était un vieil homme qui avait beaucoup voyagé et qui aimait tenter de nouvelles expériences.*

04. Le fermier expliqua à Sidonie les avantages des oeufs carrés.  
Sidonie écoutait avec attention tout ce que son maître lui disait.
05. Les oeufs carrés ne roulent pas et ils tiennent debout tout seul.  
Si les oeufs carrés ne roulent pas, ils ne tomberont pas du nid.
06. Convaincue, Sidonie décida de pondre des oeufs carrés.  
Sidonie aimait beaucoup faire plaisir à son maître.
07. Aussi, Sidonie changea sa manière de pondre.  
Après avoir hésité, Sidonie décida d'être originale.
08. Sidonie s'allongea sur le dos et se tourna dans tous les sens.  
Sidonie avait la tête qui tournait et elle était fatiguée.
09. Sidonie pondait toujours des oeufs de forme ovale.  
Sidonie faisait de gros oeufs jaunes magnifiques.
10. Sidonie changea alors de nourriture.  
Sidonie cessa de manger du grain.
11. Sidonie pondait toujours des oeufs de forme ovale.  
Nullement découragée, Sidonie cherchait un autre moyen.
12. Sidonie acheta alors un livre qui expliquait la manière de construire des cubes.  
Le livre comportait de très beaux dessins, en noir et blanc et en couleur.
13. Sidonie avala le livre en quelques jours.  
Sidonie regardait chaque dessin avant de le manger.
14. Le résultat fut que Sidonie tomba malade et ne pondit plus un seul oeuf.  
Couchée sur la paille, Sidonie avait très mal au ventre et elle avait perdu l'appétit.
15. Sidonie pensa alors aux inconvénients des oeufs carrés.  
La douleur incitait Sidonie à revoir sa décision.
16. Les pâtisseries devraient changer leurs moules pour fabriquer des oeufs de Pâques et les poussins qui naîtraient auraient la forme carrée.  
Les enfants seraient déçus, ils ne trouveraient pas les oeufs dans les jardins.
17. Sidonie se dit alors que les oeufs qu'elle pondait étaient beaux.  
Sidonie ne pourrait pas les abriter sous son aile.

18. Sidonie se dit qu'il était inutile de se rendre malade pour pondre des oeufs carrés.

### **La poule : Expansions Action-Événement**

01. Il était une fois une poule nommée Sidonie.
02. Sidonie pondait des oeufs magnifiques.
03. Un jour, le fermier apprit à Sidonie qu'en Amérique, les poules poussaient des oeufs carrés.  
Sidonie se mit à rire et demanda à son maître à quoi pouvait bien servir des oeufs carrés.
04. Le fermier expliqua à Sidonie les avantages des oeufs carrés.  
Sidonie écouta avec intérêt tout ce que lui disait son maître.
05. Les oeufs carrés ne roulent pas et ils tiennent debout tout seul.  
Sidonie fit un signe de la tête pour dire à son maître qu'il avait raison.
06. Convaincue, Sidonie décida de pondre des oeufs carrés.  
Elle alla de ce pas dans son poulailler pour pondre des oeufs carrés.
07. Aussi, Sidonie changea sa manière de pondre.  
Sidonie imagina toutes les façons possibles de pondre.
08. Sidonie s'allongea sur le dos et se tourna dans tous les sens.  
Sidonie se mit la tête au sol et les pattes en l'air, puis debout sur une patte.
09. Sidonie pondait toujours des oeufs de forme ovale.  
Sidonie tournait en rond en se grattant la tête.
10. Sidonie changea alors de nourriture.  
Sidonie se mit à manger seulement les aliments de forme carrée.
11. Sidonie pondait toujours des oeufs de forme ovale.  
De rage, Sidonie s'arracha les plumes de la tête.
12. Sidonie acheta alors un livre qui expliquait la manière de construire des cubes.  
Sidonie lut le livre entièrement, à l'endroit, puis à l'envers, de gauche à droite et de droite à gauche.
13. Sidonie avala le livre.  
Sidonie fit un rot et tapota sur son énorme ventre.
14. Le résultat fut que Sidonie tomba malade et ne pondit plus un seul oeuf.  
Sidonie se mit à pleurer, ses larmes mouillaient toute la paille.
15. Sidonie pensa alors aux inconvénients des oeufs carrés.  
Sidonie trouvait de bonnes raisons de faire des oeufs ovales et elle allait de mieux en mieux.
16. Les pâtisseries devraient changer leurs moules pour fabriquer des oeufs de pâque, et les poussins auraient la forme carrée.  
Sidonie pondit un oeuf, elle l'admira en le tournant dans tous les sens entre ses pattes, puis elle le fit briller en le frottant avec ses ailes.
17. Sidonie se dit que les oeufs qu'elle pondait étaient beaux.  
Toute joyeuse, Sidonie alla offrir son magnifique oeuf à son maître.
18. Sidonie se dit qu'il était inutile de se rendre malade pour pondre des oeufs carrés.

### **Les rennes : Version Noyau**

01. La bataille entre le chef du troupeau, un vieux renne nommé Grison, et un jeune renne venait de commencer.
02. Le jeune renne voulait prendre la place du vieux renne.
03. Le vieux renne rusé attaqua brusquement le jeune renne qui tomba.
04. Le jeune renne se redressa et fonça sur le vieux renne.
05. Le vieux renne attendait pour attaquer.
06. Quand le vieux renne jugea le jeune renne suffisamment fatigué, il attaqua.
07. Le vieux renne obligea le jeune renne à reculer.
08. Le jeune renne tomba à genoux.
09. Les cornes des deux rennes étaient enchevêtrées les unes dans les autres
10. Les deux rennes ne pouvaient se séparer.
11. Quand le soir arriva, les deux rennes étaient toujours à genoux.
12. Les cornes étaient toujours enchevêtrées les unes dans les autres.
13. Soudain, les deux rennes épuisés entendirent l'affreux bourdonnement des taons.
14. Les taons commencèrent à piquer les deux rennes.
15. La douleur redonna des forces aux deux rennes.
16. Les deux rennes se ruèrent l'un contre l'autre.
17. Un terrible craquement accompagna cette dernière attaque.
18. Les cornes s'étaient cassées et avaient libéré les deux rennes qui s'enfuirent aussitôt.

### **Les rennes : Expansions État-Propriété**

01. La bataille entre le chef du troupeau, un vieux renne nommé Grison, et un jeune renne venait de commencer.
02. Le jeune renne voulait prendre la place du vieux renne.
03. Le vieux renne rusé attaqua brusquement le jeune renne qui tomba.  
Le vieux renne, très âgé, était fort et s'était beaucoup battu.
04. Le jeune renne se redressa et fonça sur le vieux renne.  
Le jeune renne, courageux mais sans expérience, n'écoutait que sa fougue.
05. Le vieux renne attendait pour attaquer.  
Le vieux renne combattait pour gagner.
06. Quand le vieux renne jugea le jeune renne suffisamment fatigué il attaqua.  
Le jeune renne, très essoufflé, ne tenait que difficilement sur ses jambes.
07. Le vieux renne obligea le jeune renne à reculer.  
Le vieux renne, satisfait, menait le combat à sa guise.
08. Le jeune renne finit par tomber à genoux.  
Le jeune renne, impuissant, n'avait pu résister.
09. Les cornes des deux rennes étaient enchevêtrées les unes dans les autres.  
Chaque mouvement de l'un ou l'autre des deux rennes provoquait un bruit sinistre.
10. Les deux rennes ne pouvaient plus se séparer.  
Les deux rennes étaient prisonniers l'un de l'autre.
11. Quand le soir arriva, les deux rennes étaient toujours à genoux.  
Les deux rennes souffraient terriblement de leurs pattes de devant repliées.
12. Les cornes étaient toujours enchevêtrées les unes dans les autres.  
Les longues cornes, ramifiées et effilées, étaient solides et résistaient.
13. Soudain, les deux rennes entendirent l'affreux bourdonnement des taons.  
Les deux rennes étaient affolés car les taons étaient très nombreux.
14. Les taons commencèrent à piquer les deux rennes.  
Les deux rennes se cabraient sous l'effet des piqûres.
15. La douleur redonna des forces aux deux rennes.  
Les muscles des deux rennes étaient tendus par l'effort.
- 16 : Les deux rennes se ruèrent une dernière fois l'un contre l'autre.  
Les deux rennes avaient rassemblé toute l'énergie qui leur restait.
17. Un terrible craquement accompagna cette dernière attaque.  
Le craquement surprit les deux rennes.
18. Les cornes s'étaient cassées et avaient libéré les deux rennes qui s'enfuirent aussitôt.

### **Les rennes : Expansions Action-Événement**

01. La bataille entre le chef du troupeau, un vieux renne nommé Grison, et un jeune renne venait de commencer.
02. Le jeune renne voulait prendre la place du vieux renne.

03. Le vieux renne rusé attaqua brusquement le jeune renne qui tomba.  
Le jeune renne roula au sol et se tapa la tête contre une pierre.
04. Le jeune renne se redressa et fonça sur le vieux renne.  
Le jeune renne courait vite et se dirigeait droit sur le vieux renne.
05. Le vieux renne attendait pour attaquer.  
Le vieux renne regardait attentivement le jeune renne arriver sur lui.
06. Quand le vieux renne jugea le jeune renne suffisamment fatigué il attaqua.  
Le vieux renne frappa avec ses cornes contre celles du jeune renne et le poussa.
07. Le vieux renne obligea le jeune renne à reculer.  
Le jeune renne résistait mais il glissait sur le sol.
08. Le jeune renne tomba à genoux.  
Le jeune renne tenta de se relever
09. Les cornes des deux rennes étaient enchevêtrées les unes dans les autres.  
Les deux rennes bougeaient leur tête dans un sens puis dans l'autre pour libérer leurs cornes.
10. Les deux rennes ne pouvaient se séparer.  
Les deux rennes réessayèrent plusieurs fois .
11. Quand le soir arriva, les deux rennes étaient toujours à genoux.  
Le jeune renne gémissait car ses genoux le faisaient souffrir.
12. Les cornes étaient toujours enchevêtrées les unes dans les autres.  
Les deux rennes tentaient de sortir de la situation dans laquelle ils se trouvaient.
13. Soudain, les deux rennes entendirent l'affreux bourdonnement des taons.  
Les deux rennes se regardèrent dans les yeux et tentèrent à nouveau de démêler leurs cornes.
14. Les taons commencèrent à les piquer.  
Les taons arrivaient de plus en plus nombreux.
15. La douleur redonna des forces aux deux rennes.  
Les deux rennes se relevèrent et unirent leurs forces.
16. Les deux rennes se ruèrent l'un contre l'autre.  
Les deux rennes tapèrent leur tête l'une contre l'autre.
17. Un terrible craquement accompagna cette dernière attaque.  
Les cornes se fissurèrent et continuèrent à craquer.
18. Les cornes s'étaient cassés et avaient libéré les deux rennes qui s'enfuirent aussitôt.



### **Singes : Version Noyau**

01. Des dizaines de singes étaient rassemblés dans une clairière.
02. La clairière était entourée de hautes plantes sauvages.
03. Certains singes dormaient pendant d'autres jouaient.
04. D'autres singes encore mangeaient des noix ou cueillaient des fruits.
05. Un peu plus loin, une gazelle broutait.
06. Soudain, la gazelle redressa la tête et s'enfuit.
07. En un instant, tous les singes se sauvèrent.
08. Les singes se mirent à courir dans la même direction.
09. Les singes arrivèrent près des grands arbres.
10. Les singes saisirent des lianes.
11. Les singes se réfugièrent au sommet des arbres.
12. Seul un très petit singe était encore au sol, désespéré.
13. Ses petites pattes avaient du mal à le porter et il avançait lentement.
14. Le tigre, qui s'était arrêté pour boire, arrivait à toute vitesse.
15. La mère du petit singe encore au sol descendait le long d'une liane alors que le tigre s'approchait.
16. Soudain, on entendit un terrible rugissement.
17. Le tigre venait de se faire prendre dans un filet tendu par les chasseurs.
18. Prudemment, les singes redescendirent un à un et repartirent jouer dans la clairière.

### **Les singes : Expansions État-Propriété**

01. Des dizaines de singes étaient rassemblés dans une clairière.
02. La clairière était entourée de hautes plantes sauvages.
03. Certains singes dormaient pendant que d'autres jouaient.  
Les singes étaient heureux et ils aimaient cette clairière.
04. D'autres singes encore mangeaient des noix ou cueillaient des fruits.  
Les singes trouvaient facilement à manger sur les grands arbres.
05. Un peu plus loin, une gazelle broutait.  
La gazelle était la meilleure amie des singes.
06. Soudain, la gazelle redressa la tête et s'enfuit.  
Le départ de la gazelle annonçait un danger.
07. En un instant, tous les singes se sauvèrent.  
Les jeunes avaient suivi les singes plus âgés.
08. Les singes se mirent à courir dans la même direction.  
Les singes formaient une longue file ininterrompue et bruyante.
09. Les singes arrivèrent près des grands arbres.  
Les grands arbres servaient souvent de refuge.
10. Les singes saisirent des lianes et grimpèrent.  
Les branches pliaient sous le poids des singes.
11. Les singes se réfugièrent au sommet des arbres.  
A présent, la forêt avait retrouvé son calme.
12. Seul un très petit singe était encore au sol, désespéré.  
Le bébé singe n'avait pas la force de bouger.
13. Ses petites pattes avaient du mal à le porter et il avançait lentement.  
Le petit singe, épuisé, avait la langue qui pendait et il était très essoufflé.
14. Un tigre, qui s'était arrêté pour boire, arrivait à toute vitesse.  
A chaque bond, la gueule du tigre dépassait des hautes herbes .
15. La mère du petit singe encore au sol descendait le long d'une liane alors que le tigre s'approchait.  
La maman singe, qui avait compris le danger que courait son petit, ne pouvait l'abandonner ainsi.
16. Soudain, on entendit un terrible rugissement.  
Tous les jeunes singes tremblaient de peur.
17. Le tigre venait de se faire prendre dans un filet tendu par les chasseurs.  
Le tigre n'avait pas vu le filet qui était dissimulé par des branchages.
18. Prudemment, les singes redescendirent un à un et repartirent jouer dans la clairière.

### **Les singes : Expansions Action-Événement**

01. Des dizaines de singes étaient rassemblés dans une clairière.

02. La clairière était entourée de hautes plantes sauvages.
03. Certains singes dormaient pendant que d'autres jouaient.  
Les singes sautaient, se balançaient de liane en liane.
04. D'autres singes encore mangeaient des noix ou cueillaient des fruits.  
Les singes grimpaient aux arbres et secouaient les branches pour faire tomber des fruits.
05. Un peu plus loin, une gazelle broutait.  
Les oreilles de la gazelle bougeaient sans cesse.
06. Soudain, la gazelle redressa la tête et s'enfuit.  
La gazelle courait en faisant des bonds de deux mètres.
07. En un instant, tous les singes se sauvèrent.  
Les singes hurlaient en s'enfuyant.
08. Les singes se mirent à courir dans la même direction.  
Les singes cherchaient un endroit pour se mettre à l'abri.
09. Les singes arrivèrent près des grands arbres.  
Certains singes montèrent dans les grands arbres.
10. Les singes saisirent des lianes.  
Les singes grimpèrent le long des lianes.
11. Les singes se réfugièrent au sommet des arbres.  
Les singes soufflèrent de soulagement, ils n'avaient plus peur.
12. Seul un très petit singe était encore au sol, désespéré  
Le petit singe regardait tous les singes en haut des arbres.
13. Ses petites pattes avaient du mal à le porter et il avançait lentement.  
Le petit singe pleurait et criait, appelant sa mère désespérément.
14. Un tigre, qui s'était arrêté pour boire, arrivait à toute vitesse.  
Tous les singes se mirent à hurler en voyant le tigre se rapprocher.
15. La mère du petit singe encore au sol descendait le long d'une liane alors que le tigre s'approchait.  
La mère appelait son petit singe et tendait ses bras pour l'attraper.
16. Soudain, on entendit un terrible rugissement.  
Les singes tremblèrent en entendant ce terrible bruit.
17. Le tigre venait de se faire prendre dans un filet tendu par les chasseurs.  
Le tigre se débattait et essayait de couper les cordes du filet avec ses crocs et ses griffes.
18. Prudemment, les singes redescendirent un à un et repartirent jouer dans la clairière.

### Le taureau : Version Noyau

01. Le jeune Robert était en vacances à la campagne.
02. Robert décida d'aller voir l'étang où pêchaient les petits paysans.
03. Soudain, Robert entendit un terrible mugissement derrière lui.
04. Surpris, Robert se retourna brusquement.
05. Robert aperçut un grand taureau noir.
06. Immobile, le taureau regardait Robert.
07. Le taureau fonça aussitôt sur Robert.
08. Robert courut se cacher derrière un gros peuplier.
09. Robert ne pouvait rester derrière le peuplier.
10. Le peuplier n'était pas un abri sûr pour Robert.
11. La tête baissée, le taureau préparait une nouvelle attaque.
12. Robert quitta brusquement son abri et courut vers l'étang.
13. Le taureau poursuivait Robert.
14. Robert arriva à l'étang et plongea tout habillé.
15. Robert était gêné par ses vêtements pour nager.
16. Robert réussit à atteindre l'autre rive de l'étang.
17. Épuisé, Robert se retourna et vit le taureau.
18. Couché dans l'herbe, le taureau ruminait tranquillement.

### Le taureau : Expansions État-Propriété

01. Le jeune Robert était en vacances à la campagne.
02. Robert décida d'aller voir l'étang où pêchaient les petits paysans.
03. Soudain, Robert entendit un terrible mugissement derrière lui.  
Robert se demandait d'où venait ce terrible mugissement.
- 04. Robert se retourna brusquement.**  
Robert avait les yeux grands ouverts.
05. Robert aperçut un grand taureau noir.  
Robert était admiratif devant ce taureau.
06. Immobile, le taureau regardait Robert.  
Le taureau avait un regard menaçant.
07. Le taureau fonça aussitôt sur Robert.  
Le taureau était gros mais très rapide.
08. Robert courut se cacher derrière un gros chêne.  
Robert avait le coeur qui battait très fort.
09. Robert ne pouvait rester derrière le chêne.  
Robert était effrayé et ne savait plus quoi faire.
10. Le chêne n'était pas un abri sûr pour Robert.  
Le chêne avait des branches trop hautes pour Robert.
11. La tête baissée, le taureau préparait une nouvelle attaque.  
Le taureau avait des cornes blanches très pointues.
12. Robert quitta brusquement son abri et courut vers l'étang.  
Robert courait vite avec ses baskets malgré ses petites jambes.
13. Le taureau poursuivait Robert.  
Le taureau avait les yeux rouges.
14. Robert arriva à l'étang et plongea tout habillé.  
Robert était tout essoufflé et avait toujours peur.
15. Robert était gêné par ses vêtements pour nager.  
Robert avait appris à nager à la piscine de son école.
16. Robert réussit à atteindre l'autre rive de l'étang.  
Robert était soulagé, à présent il était hors de danger.
17. Épuisé, Robert se retourna et vit le taureau.  
Robert était très étonné par ce qu'il voyait.
18. Couché dans l'herbe, le taureau ruminait tranquillement.

**Annexe 2 : Textes narratifs**  
**Récits avec deux expansions subordonnées**

**Le dragon**

01. Il était une fois un vieux dragon qui crachait de longues flammes.
02. Le dragon effrayait les gens du village.
03. Le dragon n'avait qu'un seul ami, un jeune garçon nommé Tino.
04. Le dragon aimait beaucoup Tino.  
Tino avait l'habitude d'apporter à manger au dragon.  
Le dragon était reconnaissant.
05. Le jeune garçon voulait empêcher le dragon de faire peur aux villageois.  
Le dragon commençait à être un danger pour les villageois.  
Les villageois étaient en colère contre le dragon.
06. Tino emmena le dragon se baigner dans un grand lac.  
Les villageois ne fréquentaient pas ce lac.  
Le grand lac était loin du village.
07. Le dragon plongea dans le lac, nagea et but beaucoup d'eau.  
Le dragon aimait beaucoup se déplacer dans l'eau.  
Dans l'eau, le dragon avait l'impression de flotter.
08. Quand le dragon sortit de l'eau, il ne crachait plus de flammes.  
L'eau ne permettait plus au dragon de cracher des flammes.  
Sans flamme à cracher, le dragon était inoffensif.
09. Aussi, Tino invita le dragon au restaurant pour son anniversaire  
Devenu gentil, le dragon pouvait rentrer dans le restaurant.  
Le restaurant était très grand et très accueillant.
10. Le dragon mangea de la viande grillée au goût très épicée.  
La viande sans épices n'avait pas de goût pour le dragon.  
Le dragon adorait tout ce qui était très brûlant.
11. La viande était accompagnée de sauces rouges et vertes très piquantes.  
Les sauces préférées du dragon étaient les sauces rouges et vertes.  
Les sauces rouges et vertes étaient les plus épicées.
12. Le dragon finit tous les plats en quelques bouchées et le repas se terminait.  
Le dragon était un mangeur très rapide.  
Cette rapidité prouvait qu'il n'était pas vraiment un gourmet.
13. Alors, on apporta à table le gâteau d'anniversaire du dragon.  
C'était le moment du dessert.  
Le dessert était constitué du gâteau d'anniversaire.
14. Le dragon souffla les bougies de son gâteau d'anniversaire.  
Le dragon connaissait cette tradition.  
Cette tradition l'amusait beaucoup.
15. Aussitôt, des flammes sortirent de la bouche du dragon  
Le dragon avait beaucoup trop mangé de piments.  
Le dragon avait la gorge et l'estomac en feu.
16. Le gentil dragon, en état de panique, quitta brusquement le restaurant.
17. Le dragon s'envola et se précipita dans le lac.

18. Le dragon ne parviendrait donc jamais à éteindre ses flammes.

### **Le lion**

01. Un vieux lion s'était blessé à la patte en poursuivant des antilopes.
02. La patte blessée qui avait beaucoup enflé gênait le vieux lion pour marcher.
03. Le lion s'approcha d'un village.
04. Les habitants du village s'enfuirent dès qu'ils virent le lion.  
Le lion était un ennemi redoutable pour les habitants.  
Les habitants étaient pauvres et n'avaient pas d'armes.
05. Le lion s'éloigna du village.  
Le lion ne pouvait pas rester dans le village.  
Le village n'était pas une protection pour le lion.
06. Le lion vit un jeune garçon qui gardait ses moutons.  
Le jeune garçon gardait ses moutons loin du village.  
Loin du village, l'herbe était meilleure.
07. Lorsque le jeune garçon aperçut le lion, il prit peur et rassembla ses moutons.  
Le jeune garçon craignait le lion.  
D'habitude le lion dévorait les moutons.
08. Le lion avait de plus en plus mal et stoppa sa marche.  
La douleur devenait insupportable.  
Surtout, quand le lion posait la patte par terre.
09. Le lion ne chercha pas à attraper les moutons.  
Le lion blessé était incapable de courir après les moutons.  
Les moutons étaient plus agiles que le lion affaibli.
10. Le jeune garçon resta sur ses gardes et prit son couteau.  
Le couteau était sa seule arme.  
Les armes étaient rares au village.
11. Le lion s'assit près du garçon, la patte blessée étendue.  
Le lion faisait confiance au garçon.  
Le garçon semblait inoffensif.
12. Le garçon prit son couteau et, avec précaution, il ouvrit la patte enflée du lion.  
Le garçon avait l'habitude de le faire.  
Il le faisait quand un mouton était blessé.
13. Le jeune garçon fit sortir le pus.  
Le pus empêchait la guérison de la plaie.  
La plaie était très purulente.
14. Le jeune garçon nettoya la plaie avec de l'eau claire.  
La fraîcheur de l'eau apaisait un peu la douleur du lion.  
Le lion devenait de plus en plus confiant.
15. Le lion resta allongé plusieurs jours près du garçon.  
Le lion fatigué pouvait se reposer près du garçon.  
Le garçon prenait plaisir à la compagnie du lion.
16. Une fois totalement guéri, le lion reprit sa route sans prévenir.
17. Le jeune garçon n'eut plus jamais de moutons dévorés pendant la nuit.
18. Le jeune garçon pense souvent au lion reconnaissant.

### **Le taureau**

#### **01. Le jeune Robert était en vacances dans son village à la campagne.**

02. Les amis de Robert pêchaient souvent dans l'étang.
03. Robert décida de rejoindre ses amis qui pêchaient.
04. Sur le chemin, Robert entendit un terrible mugissement et se retourna.  
Robert était impressionné par le terrible mugissement.  
Le terrible mugissement venait de derrière lui.
05. Robert aperçut un grand taureau noir.  
Le taureau était face à Robert.

Robert était très concentré.

06. Immobile, le taureau regardait Robert avec un regard menaçant.  
Le taureau n'aimait pas les jeunes gens comme Robert.  
Robert ne parvenait pas à détacher son regard.

07. Sans prévenir, le taureau se mit à foncer sur Robert.  
Le taureau faisait preuve d'une très grande dextérité.  
Le taureau était gros mais très rapide.

08. Robert voulut se cacher dans un grand chêne.  
Seul un grand chêne pouvait protéger Robert.  
Robert avait le cœur qui battait très fort.

09. Robert ne parvint pas à atteindre les branches du chêne.  
Le chêne avait des branches trop hautes pour Robert.  
Robert était trop petit pour s'agripper aux branches de l'arbre.

10. La tête baissée, le taureau se préparait à une nouvelle attaque.  
La fuite de Robert énervait le Taureau.  
Le taureau était dans une colère noire.

11. Robert quitta brusquement le chêne et courut vers l'étang.  
L'étang se trouvait alors très près de Robert.  
Robert ne savait plus du tout où fuir.

12. Le taureau poursuivait toujours Robert.  
Le taureau était toujours plus énervé.  
L'énervement donnait des forces au taureau.

13. Robert arriva à l'étang et plongea tout habillé.  
L'étang était un obstacle à la fuite de Robert.  
Dans sa fuite, Robert n'avait pas le temps d'enlever ses habits.

14. Robert était gêné par ses vêtements pour nager.  
Robert ne nageait jamais avec ses vêtements .  
Les vêtements mouillés étaient trop lourds pour la nage.

15. Robert arrêta de nager pour se reposer un peu.  
Robert était alors très essoufflé par sa nage forcée.  
Le battement du coeur de Robert était assez rapide.

16. Enfin, Robert se tourna vers la berge pour observer le taureau.

17. Le taureau se calma et repartit nonchalamment.

18. Rassuré, Robert put rejoindre ses amis qui pêchaient plus loin.

### **Le géant Gargantua**

01 Il y a bien longtemps, vivait un géant nommé Gargantua.

02. Le géant était bon et il aimait rendre service aux pauvres gens.

**03. Le géant se promenait dans une magnifique forêt qui s'étendait à perte de vue.**

Des arbres de toutes sortes mêlaient leur feuillage multicolore  
Seuls les sapins gardaient leur feuillage d'hiver.

04. Le géant vit une vieille dame qui, pliée en deux, ramassait du bois mort.  
La vieille dame portait une robe noire usée et un foulard de laine  
Le foulard couvrait ses épaules

05. Le géant décida d'aider la vieille dame.  
Le géant avait toujours eu beaucoup de pitié pour les personnes âgées.  
La vieille dame avait très peur et tremblait de tous ses membres.

06. Le géant arracha cinq beaux chênes.  
Ces chênes étaient bien centenaires  
Cent ans, c'était aussi l'âge des châtaigniers

07. En un instant, l'arrachage des chênes fut terminé.  
À la place de chaque chêne, il y avait un grand trou.  
Les trous devaient être profonds d'au moins 2 mètres.

08. Le géant attacha les chênes avec une corde.  
La corde était tout juste assez longue pour être nouée autour des troncs.  
La corde était faite avec de grosses lianes jaunes.

09. Le géant posa les chênes sur son épaule.  
L'épaule chargée semblait plus basse que l'autre.

- Heureusement le géant était musclé
10. Le géant accompagna la vieille dame jusque chez elle.  
Le chemin qui conduisait chez la vieille dame était large et descendait légèrement.  
**De gros cailloux parsemaient de temps en temps le chemin.**
  11. Le géant marchait le plus lentement possible.  
Le géant ne voulait pas fatiguer la vieille dame qui avait du mal à marcher  
La vieille dame marchait en s'appuyant sur sa canne.
  12. La route était longue pour arriver chez la vieille dame.  
La route longeait la rivière  
Dans la rivière, il y avait des truites et des saumons.
  13. Comme les chênes étaient lourds, le géant fut content d'arriver  
Le géant avait mal au bras et à l'épaule.  
La douleur faisait grimacer le géant
  14. Le géant déposa les chênes contre la maison de la vieille dame.  
Les chênes étaient plus hauts que le toit de la maison.  
La maison n'était pas grande
  15. La maison de la vieille dame s'écroula sous le poids des chênes.  
La maison n'était pas très solide.  
Un nuage de poussière s'étendait au-dessus de la maison.
  16. Quand la maison s'écroula, on entendit un craquement terrible.  
Ce bruit provenait des vieilles poutres.  
Les vieilles poutres s'entassaient les unes sur les autres.
  17. La vieille dame avait maintenant du bois pour faire du feu.  
La vieille dame pensait qu'elle en aurait jusqu'à la fin de l'hiver.  
Ce bois suffirait même si l'hiver était long
  18. La vieille dame n'avait plus de maison pour s'abriter.

### **Le petit âne**

01. Un petit âne gris fut vendu par ses maîtres.
02. Le petit âne se retrouva seul dans une immense prairie verdoyante.
03. Le petit âne regardait le ciel bleu, observait l'immensité de la nature et découvrait le monde.  
Le petit âne n'était jamais sorti de la ferme où il était né.  
Le petit âne ne savait pas que la nature était si belle
04. Alors que le soleil brillait, l'attention du petit âne fut attirée par un chant bizarre.  
Le petit âne ne connaissait que le chant des oiseaux.  
Ce chant ressemblait au bruit d'une machine.
05. Ce chant était fait de sons aigus et doux à la fois.  
Par moments, le chant s'arrêtait quelques instants.  
Puis le chant reprenait sur le même rythme.
06. Surpris, le petit âne tourna la tête dans tous les sens.  
Le petit âne ne vit aucun animal dans les alentours  
Ses oreilles étaient dressées sur sa tête
07. Le petit âne voulait savoir qui produisait ce chant.  
C'était un grand mystère pour le petit âne.  
Le petit âne aimait vraiment beaucoup les mystères.
08. Le petit âne aperçut enfin les auteurs de ce chant : des cigales.  
Trois cigales se trouvaient près de ses pattes de devant.  
L'une d'elles était plus petite que les deux autres.
09. Les cigales étaient dissimulées dans les grandes herbes sèches.  
Ces grandes herbes poussaient un peu partout dans cette prairie  
Au bord de la prairie, il y avait entre autres quelques noisetiers
10. Le petit âne décida de réussir à chanter comme les cigales.  
Le petit âne n'avait jamais appris à chanter dans son enfance  
C'étaient les cigales qui lui avaient donné cette envie avec leur chant si mélodieux.
11. Le petit âne demanda aux cigales ce qu'elles mangeaient pour chanter aussi bien.  
Le petit âne était prêt à manger autre chose que de l'herbe.  
Il ne savait pas trop ce que les cigales mangeaient d'habitude
12. Les cigales répondirent au petit âne qu'elles ne se nourrissaient que de rosée.  
Cette rosée apparaissait souvent le matin, au lever du soleil

- Il suffisait donc d'attendre en ouvrant la bouche.
13. Le petit âne se coucha et attendit que la rosée le nourrisse.  
Le petit âne resta sans bouger durant des heures  
Le petit âne n'était pas vraiment mouillé.
  14. En même temps, le petit âne essayait d'imiter le chant des cigales.  
Son chant était parfois aigu, mais ce n'était jamais celui des cigales.  
Son chant ressemblait plutôt à celui des grillons.
  15. Le petit âne était partagé entre deux désirs et il ne savait que choisir.  
Le petit âne était vraiment très ennuyé.  
Le choix lui semblait vraiment impossible.
  16. D'une part, le petit âne voulait chanter comme les cigales.  
C'était son plus grand désir  
Le petit âne était têtu
  17. D'autre part, le petit âne avait peur de mourir de faim.  
Le petit âne se sentait si faible qu'il n'avait plus envie de bouger  
Le petit âne avait de plus en plus faim
  18. Le petit âne hésitait tellement qu'il serait mort si ses maîtres n'étaient pas venus le chercher.



## Les chamois

01. Les chamois étaient poursuivis par des chasseurs.
02. Les chamois grimpaient rapidement une pente raide, recouverte de cailloux.
03. Les chamois avaient du mal à garder leur équilibre sur ces cailloux.  
Ces cailloux, entassés les uns sur les autres, étaient très glissants.  
Les chamois ne pouvaient pas tenir dessus.
04. Épuisés, les chamois s'arrêtèrent.  
Les chamois avaient besoin de reprendre leur souffle.  
De la buée se dégageait de leurs fins naseaux.
05. Les chamois s'abritèrent derrière un gros rocher.  
Ce rocher se trouvait au bord de la montagne.  
Cette montagne était un ancien volcan.
06. Les chasseurs, bien équipés, se rapprochaient dangereusement des chamois.  
Ces chasseurs portaient de gros souliers à crampons comme ceux des alpinistes.  
Ces chaussures ne glissaient pas sur les cailloux.
07. Les chamois grattèrent alors vigoureusement le sol avec leurs sabots.  
Se sentant en danger, les chamois retrouvaient toutes leurs forces.  
On aurait dit une machine qui se mettait en route.
08. Aussitôt une multitude de cailloux se détachèrent.  
Des cailloux de plus en plus gros furent arrachés du sol.  
Les plus volumineux provenaient d'un glacier.
09. Les cailloux se mirent à rouler et à dévaler la pente de plus en plus vite.  
En roulant, les cailloux faisaient un bruit assourdissant.  
Ce bruit était fort semblable aux grondements du tonnerre.
10. Effrayés, les chasseurs couraient dans tous les sens pour trouver un abri.  
Il n'y avait aucun arbre qui soit suffisamment gros pour protéger les chasseurs.  
Les arbres ne poussaient en général qu'en bas de la montagne, dans la plaine
11. Les chasseurs se réfugièrent derrière les rochers qu'ils trouvèrent.  
Les rochers n'étaient pas très larges et ils n'étaient pas bien hauts.  
Ces rochers ne pouvaient abriter que quelques chasseurs.
12. Les cailloux descendaient droit vers les chasseurs.  
Les chasseurs se trouvaient à quelques mètres au-dessus des chamois.  
Les chamois pouvaient les viser assez facilement.
13. Dès qu'un chasseur sortait la tête, les chamois frappaient le sol de leurs sabots.  
La réaction des chamois, à la fois violente et rapide, surprenait les chasseurs.  
Les chasseurs n'auraient jamais imaginé que les chamois étaient agressifs
14. Les cailloux descendaient alors en avalanche vers les chasseurs.  
Les chasseurs n'osaient plus sortir de leur abri.  
Les chasseurs redoutaient une nouvelle avalanche.
15. Les chasseurs étaient obligés de rester accroupis derrière les rochers.  
Cette position n'était pas bien confortable et ils étaient gênés par leur lourd équipement.  
Ça devenait fatigant.
16. Les chasseurs avaient mal au dos.  
Les chasseurs en avaient assez d'être immobiles.  
Leurs jambes commençaient aussi à être douloureuses.
17. Les chasseurs étaient furieux d'être pris au piège par leur gibier.  
Ces chasseurs étaient dégoûtés de la chasse pour toujours.  
D'autres chasseurs étaient en colère.
18. Les chamois, eux, s'amusaient follement.

## Les clowns

01. Les trapézistes, qui avaient terminé leur numéro, quittèrent la piste illuminée du cirque.
  02. Sept clowns firent leur entrée sur la piste.
  03. Le premier clown était déguisé en clochard.  
Ce premier clown portait une veste à carreaux toute trouée.
- III.      *Ce clown tenait dans sa main une bouteille de vin à moitié vide***
04. Le deuxième clown était habillé en paysan.  
Ce deuxième clown portait des gros sabots en bois blanc.

- Ces sabots étaient bien trop grands pour lui.
05. Le deuxième clown tirait une drôle de vache.  
 Cette vache ne voulait vraiment pas avancer  
 Le deuxième clown était obligé de la pousser avec son pied.
06. Un clown portait une tête avec des cornes en carton.  
 Ces cornes recourbées étaient noires et pointues.  
 On aurait dit des cornes de taureau.
07. Un autre clown, accroché à lui, remuait la queue.  
 Cette queue se terminait par une grosse touffe de poils.  
 Cette queue était trop longue et touchait le sol
08. Un cinquième clown, enfermé dans une carcasse en bois, ressemblait à un tonneau.  
 Sur sa tête qui dépassait, il y avait un gros entonnoir qui lui servait de casque  
 Ce casque brillait de mille feux sous les projecteurs.
09. Ce cinquième clown roulait à toute vitesse sur la piste.  
 Les autres clowns se tenaient à l'écart de son passage.  
 Seul le clochard essayait en vain de le rattraper.
10. Le sixième et le septième clowns transportaient une grande échelle.  
 Ils étaient habillés comme de vrais maçons  
 Ils portaient une salopette et une casquette.
11. Le sixième clown mit l'échelle debout pendant que le septième clown montait dessus.  
 Durant toute la montée, ce septième clown fut éclairé par un gros projecteur.  
 Ce clown était un vrai acrobate
12. Le septième clown arriva en haut de l'échelle.  
 Ce septième clown toucha presque le sommet du chapiteau.  
 Le chapiteau était pourtant assez haut.
13. Le sixième clown qui tenait l'échelle s'éloigna.  
 Un grand silence se fit sous le chapiteau  
 Les spectateurs, bouche bée, regardaient attentivement en l'air
14. L'échelle balançait dangereusement.  
 Le septième clown faisait croire qu'il avait peur.  
 Le public riait de plus en plus fort
15. Le septième clown réussit à redescendre.  
 Cette descente acrobatique était un véritable exploit.  
 Le clown était aussi agile qu'un singe.
16. Une fois à terre, le sixième clown lâcha l'échelle.  
 La chute de l'échelle fut à la fois brutale et rapide.  
 Le public, debout, était complètement stupéfait.
17. En tombant, l'échelle assomma le clochard, la vache, le paysan et le tonneau.  
 Le clochard était complètement aplati sous le tonneau et  
 Le paysan était couché sur sa vache qui avait les pattes en l'air.
18. Le clown qui avait eu peur en haut de l'échelle, rit à son tour.

### **L'ourson**

01. Depuis le matin, Winnie l'ourson se promenait dans la forêt pour trouver de la nourriture.
02. Fatigué, l'ourson s'assit sous un grand chêne.
03. L'ourson s'endormit.  
 Autour de l'ourson, tout était silencieux.  
 On entendait seulement le chant des oiseaux.
04. L'ourson rêva à du miel doré.  
 Dans son rêve, ce miel sentait les fleurs de châtaigniers  
 Dans la forêt, il y avait beaucoup de châtaigniers
05. Le miel tombait goutte-à-goutte dans la bouche de l'ourson.  
 L'ourson n'avait jamais mangé un miel aussi délicieux.  
 C'était un vrai régal
06. Soudain, un bourdonnement réveilla l'ourson.  
 Ce bourdonnement ressemblait à un bruit d'avion.  
 Mais il n'y avait aucun avion dans le ciel
07. L'ourson se prit la tête entre les pattes et réfléchit.  
 Son père lui avait appris à réfléchir  
 Son père était un grand savant

08. L'ourson se dit que le bourdonnement provenait des abeilles.  
Les abeilles bourdonnaient en agitant constamment leurs ailes  
Leurs ailes brillaient dans la lumière du soleil
09. L'ourson se dit que s'il y avait des abeilles, il y avait du miel.  
Ce miel ne devait pas être bien loin de là, il suffisait de suivre les abeilles.  
Ce miel se trouvait peut-être sur le chêne juste à côté de lui
10. L'ourson se mit à grimper à l'arbre.  
L'arbre avait de nombreuses branches pleines de feuilles  
Les dernières branches étaient très hautes.
11. L'ourson s'arrêta de grimper pour souffler.  
L'ourson se reposa durant un long moment sur une branche  
L'ourson était très fatigué
12. L'ourson recommença à monter à l'arbre.  
L'escalade devenait de plus en plus difficile.  
L'ourson avait le vertige quand il regardait en bas.
13. L'ourson était presque arrivé.  
Le miel se trouvait juste au-dessus de lui.  
Pour se servir, il suffisait de tendre le bras.
14. Soudain, la branche sur laquelle était l'ourson, se cassa sous son poids.  
L'ourson était trop lourd pour la petite branche.  
L'ourson pesait au moins 100 kg
15. L'ourson tomba au milieu d'un buisson d'épines.  
C'était un énorme églantier couvert de fleurs blanches  
Sa fourrure était pleine d'épines.
16. L'ourson était à moitié assommé.  
L'ourson avait mal à la tête et au dos  
L'ourson avait la tête qui tournait.
17. L'ourson s'assit à nouveau sous le grand chêne.  
L'ourson se sentait tout à coup très fatigué.  
Ses membres étaient tout étourdis
18. L'ourson s'endormit et recommença à rêver.

### **Le camion**

- 01.. Le chauffeur du vieux camion était content d'avoir réussi à atteindre la piste.
- 02.. La piste menait au village de la brousse.
- 03.. Soudain, quelque chose apparut sur la piste : c'était un lion.  
Ce lion avait un pelage fauve et une grande crinière noire.  
Le lion était un jeune mâle âgé d'environ deux ans
- 04.. Le lion, couché au milieu de la piste, se reposait à l'abri du soleil.  
Le lion était assommé par la chaleur et il appréciait la fraîcheur de l'ombre.  
Le lion était installé sous les rares arbustes des alentours
05. Immobile, le lion regardait le camion s'approcher de lui.  
Le camion était couvert d'une épaisse couche de poussière rouge.  
Le chauffeur ne voyait pas bien
06. Le chauffeur hésita puis freina et arrêta le camion à quelques mètres du lion.  
Le chauffeur portait un grand chapeau marron et une veste de safari.  
La tenue du chauffeur ressemblait vraiment à celle d'un aventurier
07. Le chauffeur attendait que le lion bouge.  
Le chauffeur tentait de rester calme.  
Le chauffeur n'était pas à l'aise, il avait même peur.
- 08.. Les secondes qui passaient semblaient des heures.  
Le lion était comme une statue dressée au milieu de la piste.  
Le lion ne semblait pas du tout pressé.
09. Enfin, le lion se leva et se dirigea lentement vers le camion.  
La lourde démarche du lion laissait paraître des muscles puissants.  
Sa queue balançait doucement au rythme de ses pas.
10. Le chauffeur avait les mains crispées sur le volant.  
Dans sa cabine fermée, le chauffeur transpirait beaucoup.  
La sueur coulait le long de ses joues
11. Le chauffeur démarra aussitôt.

- Le pied du chauffeur était collé à l'accélérateur.  
Le démarrage fut vraiment très brusque.
12. Le lion s'écarta et se mit à courir à côté du camion.  
.La longue queue du lion semblait flotter derrière lui.  
La tête du lion se trouvait à la hauteur des roues avant.
13. Le chauffeur accélérait au maximum.  
Le camion n'avait jamais roulé aussi vite.  
Le chargement était terriblement secoué.
14. Le lion s'arrêta brusquement.  
Ses pattes de devant étaient fléchies.  
Son regard était perçant
15. Le lion tourna le dos au camion.  
La crinière du lion se souleva en tournant.  
La crinière était imposante
16. Le lion s'allongea majestueusement.  
Un gros arbre abritait complètement le lion du soleil.  
Le lion pouvait à présent dormir en paix
- 17.N. Le chauffeur se retourna.  
Le chauffeur fut étonné de voir le lion si loin.  
Dans son rétroviseur, le lion était maintenant tout petit.
- 18.N. Le chauffeur, rassuré, comprit que le danger était passé.

### **Annexe 3 : Textes explicatifs (n =16)**

**Légende :** N = Noyaux, E1.1. et E1.2 : Expansions État-Propriété, E2.1 et E2.2 : Expansions Action-Événement

#### **Comment l'huître fabrique les perles**

C'est en Thaïlande en 1987 que fut récoltée la plus grosse perle de culture jamais obtenue (30 grammes et 40 mm de diamètre). Les premières cultures ont commencé à la fin du 18<sup>ème</sup> siècle. s'effectuent en eau de mer et en eau douce.

#### **N1. Avant la greffe, le perliculteur prépare les huîtres en les soumettant à plusieurs jours de jeûne.**

E1.1. En opérant ainsi, les risques de rejet sont alors réduits.

E1.2 La période de jeûne réduit les risques de rejet.

E2.1 La glande sexuelle de l'huître, la gonade se vide.

E2.2 Le métabolisme de l'huître se ralentit.

#### **N2. Ensuite, les huîtres sont nettoyées par le perliculteur pour être débarrassées des parasites qui entourent les coquilles.**

E1.1. Les huîtres arrivées à maturité (2 à 3 ans d'âge) sont sorties de la station d'élevage.

E1.2. Les huîtres sont alors stockées près du local de greffe.

E2.1 Le perliculteur entrouvre les deux valves de l'huître à l'aide d'un dilatateur et y dispose une cale afin d'intervenir rapidement.

E2.2 Si l'écartement des valves de l'huître dépasse 1,5 cm, le muscle du mollusque risque de se déchirer.

#### **N3. Une perle de culture naît de l'introduction provoquée d'un petit noyau artificiel dans la gonade (glande sexuelle) de l'huître.**

E1.1. La nacre constituant la future perle est secrétée par la membrane de la gonade collée à la coquille de l'huître.

E1.2. Le greffon, dont les cellules vont se développer autour du noyau forme le sac perlier.

E2.1 L'huître neutralise l'intrus (le noyau) en l'entourant d'un sac, le sac perlier.

E2.2 Une fois fermé, le sac perlier secrète la matière perlière, la nacre.

#### **N4. La couche de nacre qui se dépose autour du noyau résulte du dépôt d'environ mille voiles successifs secrétés par l'huître.**

E1.1. L'épaisseur de chaque voile de nacre déposé autour du noyau est de quelques millimètres.

E1.2. Une perle de culture est composée à plus de 90% de carbonate de calcium (aragonite).

E2.1. Le perliculteur dispose les huîtres, charnière vers le haut, afin d'éviter que le noyau glisse sous l'effet de son poids.

E2.2 Si la couche de nacre s'est répartie de façon homogène pendant les 18 mois suivant la greffe, le perliculteur obtient alors une perle à peu près ronde.

#### **N5. Sur cent huîtres greffées, vingt ne résistent pas et meurent au bout de quelques mois et trente rejettent le noyau.**

E1.1. Sur les cinquante huîtres restantes, vingt perles produites sont invendables. Bilan : trente perles sont commercialisables.

E1.2. Lors de la commercialisation de perles, les caractéristiques de taille, de forme et de couleur font l'objet d'une classification sévère.

E2.1. Lorsque le noyau a été rejeté par l'huître, le greffon peut produire néanmoins sa propre sécrétion perlière exploitable par le perliculteur.

E2.2. Au Japon, la grande technicité des perliculteurs dans le domaine de la greffe conduit en moyenne à plus de 80 % de réussite.

#### **Conclusion**

Les perles de culture sont utilisées dans la fabrication de bijoux.

On fabrique des bagues, des boucles d'oreilles, des colliers et des bracelets.

#### **Comment la fièvre monte dans l'organisme**

La température de l'organisme humain est relativement constante.

Une augmentation de plus de 0,8° C par rapport à la température de base de l'organisme caractérise l'apparition de la fièvre.

**N1. Une légère fièvre joue un rôle de défense naturelle : les anticorps se multiplient plus rapidement.**

E1.1. La fièvre constatée chez un individu indique un état maladif.

E1.2. La fièvre ne doit pas être combattue sans précautions préalables.

E2.1. Grâce à la fièvre, l'organisme lutte contre les infections, les attaques de microbes ou une extrême fatigue.

E2.2. Les anticorps neutralisent les virus, les bactéries et autres parasites de l'organisme.

**N2. Un virus (par exemple) active les globules blancs qui vont fabriquer des protéines appelées interleukines.**

E1.1. Un virus est un agent infectieux microscopique appartenant à notre environnement.

E1.2. Les globules blancs sont des cellules du système immunitaire de l'organisme.

E2.1. Certains types de globules blancs, macrophages et lymphocytes, secrètent des interleukines.

E2.2. Grâce aux interleukines, certains types de globules blancs agissent sur d'autres cellules du système immunitaire.

**N3. Véhiculées par le sang, ces protéines atteignent le cerveau qui produit alors des prostaglandines.**

E1.1. Les prostaglandines sont des substances présentes dans de nombreux tissus de l'organisme.

E1.2. Les prostaglandines ont des propriétés physiologiques diverses (inflammation...).

E2.1. Les prostaglandines interviennent dans de nombreux processus biologiques comme l'inflammation des tissus de l'organisme, la coagulation du sang.

E2.2. Les interleukines régulent l'activité d'autres cellules du système immunitaire.

**N4. Les prostaglandines agissent sur l'hypothalamus, véritable thermostat réglant la température de l'organisme.**

E1.1. L'hypothalamus est situé à la base du cerveau.

E1.2. L'hypothalamus est le cerveau de la faim, de la soif et de la régulation thermique.

E2.1. L'hypothalamus contrôle le système nerveux végétatif et une partie du système hormonal.

E2.2. En réponse au message de l'hypothalamus, la combustion de lipides et de glucides, moyen habituel de production de chaleur dans l'organisme augmente.

**N5. Une fois la cause de la fièvre disparue, l'hypothalamus donne l'ordre à l'organisme d'abaisser la température.**

E1.1. La température du corps de l'Homme en bonne santé est voisine de 37°C.

E1.2. Les antipyrétiques sont des médicaments qui diminuent la fièvre.

E2.1. Les vaisseaux sanguins se dilatent sous l'effet de la fièvre.

E2.2. L'individu fiévreux transpire.

**Conclusion**

Il faut être particulièrement vigilant dans les cas où la fièvre apparaît chez un bébé ou chez une personne âgée.

Il faut leur donner régulièrement à boire de l'eau afin d'éviter la déshydratation.

**Comment la caféine donne un coup de fouet**

La culture du café a été introduite par les Hollandais à Java au dix-septième siècle.

Les hommes du paléolithique buvaient déjà des breuvages contenant de la caféine.

Au dix-huitième siècle, en Arabie, le moka était utilisé comme médicament.

**N1. Transportée par le sang, la molécule de caféine agit rapidement sur les cellules nerveuses.**

E1.1. La caféine est présente dans le café, le thé, le cacao et le kola.

E1.2. La caféine est un excitant pour le système nerveux.

E2.1. La caféine augmente le niveau d'éveil.

E2.2. La caféine diminue la fatigue.

**N2. La caféine excite les neurones et accélère le débit sanguin.**

E1.1. La caféine appartient à la famille des psycho-stimulants.

E1.2. L'arrivée de la caféine au cerveau est très rapide : 5 minutes après son ingestion.

E2.1 La caféine augmente les facultés intellectuelles

E2.2. Les effets produits par la caféine durent en moyenne 5 heures.

### **N3. La caféine se loge dans les récepteurs d'adénosine.**

E1.1. La caféine ressemble beaucoup à la molécule d'adénosine présente dans le cerveau

E1.2. L'adénosine est un neurotransmetteur inhibiteur.

E2.1. L'adénosine freine normalement l'activité des cellules.

E2.2. L'adénosine ne peut plus jouer son rôle de régulateur.

### **N4. La caféine entraîne une réaction de dépendance, même à des doses relativement faibles (une tasse de café fort).**

E1.1. Deux tasses de café contiennent suffisamment de caféine pour bloquer la moitié des récepteurs d'adénosine pendant quelques heures.

E1.2. Après 5 jours de consommation quotidienne, une tolérance aux effets stimulants de la caféine est apparue.

E2.1. De nouveaux récepteurs d'adénosine se développent dans le cerveau.

E2.2. Ces nouveaux récepteurs accueillent les molécules d'adénosine délogées par la caféine.

### **N5. Si l'on n'absorbe plus de caféine, un grand nombre de récepteurs d'adénosine se retrouvent inoccupés.**

E1.1. Le syndrome de sevrage se met en place.

E1.2. Irritabilité, somnolence, maux de tête sont des signes manifestes de sevrage.

E2.1. Au-dessus de 600 mg (7 à 8 tasses) de caféine par jour, un risque non négligeable d'intoxication chronique existe.

E2.2. Une administration de caféine peut être mortelle si elle dépasse 5000 mg.

### **Conclusion**

Le café ne doit pas bouillir : son arôme disparaîtrait.

90% des Français boivent du café régulièrement.

## **Comment on fabrique le chocolat**

Le cacao a été rapporté du Mexique en Espagne par Cortez en 1519.

Il existe différents types de chocolat : en poudre pour les boissons, en tablettes.

On peut ajouter au chocolat du lait, des noisettes, des zestes d'oranges.

### **N1. La fabrication du chocolat commence par la récolte le fruit du cacaoyer, appelé cabosse.**

E1.1. Le cabosse ressemble à un petit ballon de rugby.

E1.2. Le cabosse contient une quarantaine de graines: les fèves.

E2.1. On égrappe les graines, les fèves, des cabosses.

E2.2. On laisse fermenter les graines en gros tas d'au moins 100 kg.

### **N2. Au cours de la fermentation des fèves, l'humidité, l'acidité et l'amertume s'éliminent d'elles-mêmes.**

E1.1. La fermentation des fèves est cruciale pour la formation de l'arôme.

E1.2. La fermentation des fèves dure 5 à 6 jours.

E2.1. Les fèves sèchent au soleil pendant deux semaines.

E2.2. Les fèves sont alors exportées de Côte d'Ivoire, du Brésil et de Malaisie vers les pays consommateurs.

### **N3. Les fèves sont torréfiées pendant environ une demi-heure à 140 degrés.**

E1.1. Les fèves sont préalablement triées et lavées.

E1.2. La torréfaction consiste à faire rôtir les fèves.

E2.1. La couleur des fèves s'assombrit sous l'effet de la chaleur.

E2.2. Les fèves acquièrent l'arôme chocolat.

### **N4. Les chocolatiers utilisent des fèves de différentes provenances (selon leur propre recette).**

E1.1. La qualité des chocolats dépend du choix judicieux des sortes de fèves et des mélanges.

E1.2. Généralement, deux ou trois sortes de fèves sont employées.

E2.1. Pour les qualités plus fines de chocolat, on ajoute du beurre de cacao.

E2.2. Le beurre de cacao provient de l'excédent de la fabrication de la poudre de cacao.

### **N5. Les fèves sont broyées en une poudre qu'on chauffe à 60 degrés.**

- E1.1. Cette poudre est très riche en beurre de cacao (environ 50%).
- E1.2. De grosses quantités de sucre sont ajoutées à la poudre de cacao.
- E2.1. La poudre chauffée se transforme en pâte.
- E2.2. Un long pétrissage de la pâte amalgame le sucre à la poudre de cacao.

### **Conclusion**

Au terme de toutes ces opérations, la fabrication du chocolat est terminée.  
Le chocolat est alors prêt à être consommé.

## **Comment la chenille devient papillon**

On recense environ 150000 espèces de papillons, les diurnes et nocturnes.  
Les papillons représentent presque 10% des espèces animales connues.  
Voici l'histoire des sept semaines de la métamorphose du vulcain (Vanessa A Atalanta).

### **N1 Au printemps et en été, un ou deux jours après l'accouplement, la femelle papillon pond des œufs.**

- E1.1. Au printemps et en été, les conditions climatiques sont favorables à la ponte des œufs : la température varie entre 12 à 18 degrés et les jours sont longs.
- E1.2. Si les conditions climatiques ne sont pas favorables, la ponte peut s'étaler sur quinze jours.
- E2.1. La femelle dépose une centaine d'œufs, un par un, sur les feuilles des orties.
- E2.2. Les chenilles se nourriront d'orties.

### **N2 Une semaine après la ponte, la chenille sort la tête de l'œuf en découpant la coque de l'œuf avec ses mandibules.**

- E1.1. La chenille est une larve de papillon au corps mou formé d'anneaux.
- E1.2. Les mandibules sont des pièces buccales situées en avant des mâchoires de la chenille.
- E2.1. La chenille commence par manger la coque de l'œuf avant de s'attaquer aux orties.
- E2.2. Pendant un mois, la chenille mange le plus possible et elle mue cinq fois quand sa peau devient trop étroite.

### **N3. Au bout d'un mois, la chenille se pend à une branche par ses deux « pattes » arrière et de sa sixième mue émerge la chrysalide.**

- E1.1. La chrysalide se situe entre la chenille et le papillon.
- E1.2. La chrysalide est souvent enfermée dans un cocon de soie.
- E2.1. En huit jours, les tissus de la chrysalide se liquéfient sous l'action d'hormones.
- E2.2. Les tissus se recombinaient ensuite pour former les organes du papillon.

### **N4. Une fois la métamorphose achevée, la chrysalide se fend et le papillon sort.**

- E1.1. Après vingt minutes environ, les ailes du papillon se sont durcies.
- E1.2. L'envol du papillon est alors possible.
- E2.1. Le papillon défroisse ses ailes grâce à l'air.
- E2.2. De l'hémolymphe (sang des insectes) se répand dans les nervures des ailes du papillon.

### **N5. En France, chaque année se succèdent deux générations de papillons vulcain (à la fin de juin et au début de l'automne).**

- E1.1. Le vulcain est un papillon de jour migrateur vivant sur tout le territoire, même au cœur des villes.
- E1.2. Dans le Sud de l'Europe, on rencontre quatre générations de papillons vulcains par an.
- E2.1. Les papillons vulcains vivent seulement pendant quelques semaines.
- E2.2. Les papillons vulcains nés au début de l'automne hibernent cachés dans des rochers jusqu'au printemps.

### **Conclusion**

L'histoire de la naissance et de la vie du vulcain est terminée.  
Au terme de sept semaines, le vulcain meurt.

## **Comment la planète Terre se réchauffe**

La question du réchauffement de la Terre se pose depuis quelques années.  
Les scientifiques étudient sérieusement la question.



Un certain nombre d'effets néfastes pour l'Homme ont été mis en évidence.

**N1. Chaque jour, les embouteillages s'intensifient un peu plus et favorisent l'accumulation de gaz toxiques.**

**E1.1. Les gaz d'échappement produits par les voitures contiennent des gaz toxiques tels que le monoxyde de carbone.**

E1.2. Le monoxyde de carbone est un gaz toxique incolore et inodore.

E2.1. La combustion de l'essence produit du monoxyde de carbone.

E2.2. Le monoxyde de carbone respiré en quantité provoque des symptômes tels que maux de tête, nausées, étourdissements.

**N2. Les gaz emprisonnent la chaleur au-dessus de la planète Terre, ce qui entraîne le réchauffement progressif de la Terre.**

E1.1. Selon les scientifiques, le réchauffement de la planète Terre serait plus rapide que prévu.

E1.2. Depuis 25 ans, le réchauffement accéléré de la planète Terre serait dû aux activités humaines. E2.1.

L'homme influe sur le climat en produisant des gaz toxiques : les gaz à effet de serre.

E2.1. L'homme influe sur le climat en produisant des gaz toxiques : les gaz à effet de serre.

E2.2. À long terme, ce réchauffement aura de graves répercussions sur les humains, la faune et la flore.

**N3. L'homme pollue la terre, les airs et les énormes quantités de gaz à effet de serre produites risquent de dérégler le système climatique.**

E1.1. Les gaz à effet de serre sont des composés chimiques contenus dans l'atmosphère.

E1.2. Le principal gaz à effet de serre, le dioxyde de carbone est présent naturellement en toute petite quantité dans l'atmosphère (moins de 1%).

E2.1. L'activité industrielle de l'Homme augmente la concentration des gaz à effet de serre.

E2.2. Les gaz à effet de serre emprisonnent la chaleur solaire.

**N4 Les états qui se sentent concernés par le réchauffement de la planète Terre envisagent de prendre des mesures radicales.**

E1.1. En décembre 1997, au Japon, 180 états ont signé un traité : le protocole de Kyoto.

E1.2. Le refus de signer le traité par les Etats-Unis, responsable du quart des émissions mondiales de gaz à effet de serre, est un véritable problème économique et politique.

E2.1. Trente huit pays industrialisés se sont engagés à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre.

E2.2. Les pays industrialisés vont devoir développer les énergies renouvelables (soleil, vent, rivière, marées) et l'énergie nucléaire.

**N5 Il est particulièrement inconfortable d'appliquer certaines mesures surtout à une époque basée sur le rendement.**

E1.1. Pour des raisons techniques et financières, le développement des énergies renouvelables est encore limité.

E1.2. Les énergies renouvelables constituent l'un des moyens de stabiliser les émissions de gaz à effet de serre.

E2.1. L'efficacité des énergies renouvelables s'améliore avec les progrès technologiques.

E2.2. Il est également prévu de diminuer la consommation d'essence et d'arrêter le déboisement.

**Conclusion**

Les gouvernements des différents pays de la planète se doivent de respecter ces mesures.

Le devenir de notre planète et l'avenir de l'Homme en dépendent.

**Comment on fait pétiller l'eau**

L'eau de pluie s'infiltre à de très grandes profondeurs et se charge en sels minéraux.

Le gaz carbonique qui donne son pétilllement à l'eau la fait remonter à la surface par des failles.

**N1. On va chercher l'eau à 100-200 mètres de profondeur à partir de points de captage creusés dans la roche.**

E1.1 : Une eau gazeuse qui sort de terre n'est généralement pas potable.

E1.2 : Le pompage constitue la première étape dans la production d'eau gazeuse

E2.1 : On recueille l'eau gazeuse afin de la rendre potable et consommable.

E2.2 : On fait subir à l'eau gazeuse ainsi recueillie une série de transformations.

**N2. On commence par enlever le gaz carbonique que l'on stocke dans un réservoir.**

E1.1 : Le gaz carbonique est au départ dissous dans l'eau pompée.

E1.2 : Le dégazage constitue la deuxième étape dans la production d'eau gazeuse.

E2.1 : On élimine le gaz carbonique contenu dans l'eau.

E2.2 : On sépare le gaz carbonique de l'eau par des techniques appropriées.

**N3. L'eau dégazée reçoit de l'air filtré et stérile qui par réaction chimique va oxyder le fer qu'elle contient.**

E1.1 : L'air stérile est exempt de tout microbe.

E1.2 : L'oxydation constitue la troisième étape dans la production d'eau gazeuse.

E2.1 : Le fer contenu dans l'eau va se combiner avec l'oxygène de l'air.

E2.2 : Une réaction d'oxydation du fer se produit.

**N4 : On laisse décanter puis on extrait l'oxyde de fer par filtration lente sur du sable.**

E1.1 : Le fer se trouve à l'état naturel sous forme d'oxydes, de sulfures et de carbonates.

E1.2 : La filtration constitue la quatrième étape dans la production d'eau gazeuse

E2.1 : Le fer s'oxyde facilement au contact de l'air.

E2.2 : On débarrasse ainsi l'eau de ses impuretés en les laissant se déposer dans le sable.

**N5. L'eau étant déferrisée, on réincorpore du gaz carbonique avant l'embouteillage.**

E1.1. L'embouteillage est une opération qui consiste à mettre l'eau gazeuse en bouteilles.

E1.2. Le regazage constitue la dernière étape dans la production d'eau gazeuse

E2.1. En 1937, on a découvert une eau gazeuse qui figure parmi les plus anciennes.

E2.2. Un fermier, Saturnin Badoit la mit en bouteille.

**Conclusion**

L'eau gazeuse joue un rôle important dans notre alimentation en apportant des sels minéraux.

L'eau gazeuse facilite également la digestion.

**Comment on fabrique le champagne**

Dans nos cultures, le champagne est associé à la fête.

Le champagne est un vin blanc qu'on fait mousser par deux fermentations successives.

Le champagne est élaboré à partir de 4/5 de raisin noir et de 1/5 de raisin blanc.

**N1 Fin septembre, les vendanges ont lieu et quelques heures après le ramassage, le raisin est déversé dans un pressoir afin d'être pressé.**

E1.1. Les trois différents plants de vigne, appelés cépages, qui entrent dans la constitution du champagne sont le Pinot Meunier et le Pinot noir pour le raisin noir et le Chardonnay pour le raisin blanc.

E1.2. Les cépages destinés à la fabrication du champagne sont répartis sur 30000 hectares dans les départements de la Marne, de l'Aube et de l'Aisne.

E2.1. Le viticulteur évite ainsi que les peaux noires des raisins ne colorent le jus.

E2.2. Le viticulteur recueille les premiers 2050 litres de jus qui s'écoulent afin de produire un champagne de bonne qualité.

**N2 Une fois les pépins de raisins et les dépôts de terre éliminés naturellement, le jus est tiré et filtré.**

E1.1. Le jus de raisins ainsi obtenu s'appelle le moût.

E1.2. : Le moût est alors placé en cuve pendant trois semaines.

E2.1. Le viticulteur ajoute au moût 24 grammes de sucre par litre et différentes levures.

E2.2. Au cours de la fermentation en cuve, les sucres du moût se transforment en alcool et en gaz carbonique.

**N3 Après dégustation du résultat obtenu, le viticulteur assemble différents crus de différentes années issus de différents cépages avant la production d'une seconde fermentation.**

E1.1. Pendant trois à sept semaines, les bouteilles sont placées dans des caves à 13°C.

E1.2. L'assemblage des différents crus donne son caractère au champagne.

E2.1. Le viticulteur dispose les bouteilles en oblique pour que les impuretés se déposent dans le goulot.

E2.2. Le gaz carbonique s'intègre alors au vin : les bulles sont nées.

**N4. Puis pendant cinq mois, le viticulteur tourne les bouteilles d'un quart de tour tous les jours.**

E1.1. Le champagne est alors mis au frais dans des caves de craie de 30 mètres de profondeur pour un vieillissement de deux ans.

E1.2. Les bouteilles sont stockées par milliers, le goulot dirigé vers le sol.

E2.1. Le dépôt de levures mortes formé lors des fermentations se concentre alors dans le goulot des bouteilles.

E2.2 Le viticulteur plonge ensuite le goulot des bouteilles dans un bain froid (-25°C) afin de congeler le dépôt de levures mortes.

**N5. Muni d'une pince, le viticulteur, d'un geste prompt, relève le goulot de la bouteille tout en libérant le bouchon.**

E1.1. Dans les grandes maisons de Champagne, le dégorgement ne se fait plus manuellement mais mécaniquement.

E1.2. Cette opération s'appelle le « dégorgement ».

E2.1 Aussitôt, une partie du gaz emprisonné chasse le dépôt.

E2.2 Le viticulteur sent ensuite le champagne et y ajoute un mélange de sucre de canne et de vin vieux.

**Conclusion**

La fabrication du champagne est alors terminée.

On distingue trois gammes de champagne différentes en fonction de la quantité de mélange ajouté : le Brut, l'Extra-Dry et le Sec.

**Comment expliquer les maladies héréditaires**

**L'hérédité est responsable de nombreux traits physiques.**

L'hérédité est aussi à l'origine de maladies graves.

La génétique étudie les modalités de l'hérédité.

**N1 : Sous le terme de « maladies héréditaires », on regroupe les aberrations chromosomiques, les maladies transmissibles de génération en génération et les maladies familiales où des facteurs autres que génétiques interviennent.**

E1.1. Les maladies dues à des aberrations chromosomiques sont responsables de malformations dans l'organisme.

E1.2. Dans ces maladies, la totalité d'un chromosome est anormale: plusieurs dizaines de milliers de gènes sont concernés.

E2.1. : Après prélèvement de sang, les scientifiques diagnostiquent les aberrations chromosomiques grâce à l'étude du caryotype de l'individu au microscope.

E2.2. : Afin d'établir le caryotype de l'individu, on colore avec un produit fluorescent les chromosomes et on les photographie au microscope.

**N2 : Dans le noyau de chaque cellule de l'organisme, 23 paires de chromosomes appariés portent notre patrimoine génétique grâce à l'ADN, l'Acide Désoxyribonucléique.**

E1.1. : Chaque cellule de l'organisme comporte un noyau et un cytoplasme.

**E1.2. : Les 23 paires de chromosomes sont constituées par 22 paires de chromosomes non sexuels et une paire de chromosomes sexuels : XX pour le garçon et XY pour la fille.**

E2.1. : Notre code génétique s'inscrit dans l'ADN de chaque chromosome.

E2.2. : L'ADN assure le contrôle de l'activité des cellules.

**N3 Un gène est une partie de l'ADN qui détermine par des mécanismes biochimiques particuliers la synthèse par la cellule d'une protéine ou d'une enzyme.**

E1.1. Chaque chromosome représente un alignement de nombreux gènes distincts.

E1.2. Les chromosomes ont la faculté de se reproduire (« réplication ») en même temps que les cellules.

E2.1. : Dans une paire de chromosomes, l'un provient du père et l'autre de la mère de l'individu.

E2.2. : Chaque fois qu'une cellule se reproduit dans l'organisme, son noyau et tous ses chromosomes se reproduisent.

**N4 Parfois, au cours de la reproduction cellulaire, une erreur chimique se produit et on assiste à une mutation génétique.**

- E1.1. Le gène mutant est dit « dominant » lorsqu'il supplante l'activité du gène habituel et normal.
- E1.2. Le gène mutant est dit « récessif » lorsque son activité biochimique nocive est contrecarrée avec succès par le gène habituel normal : l'individu est porteur du gène anormal, mais aucun symptôme de maladie n'est visible.
- E2.1. : Le gène mutant remplace le gène initial dans les chromosomes reproduits.
- E2.2. : Si le gène mutant est dominant, il conduit par exemple à la synthèse d'une enzyme anormale, cause d'une maladie (ex : chorée de Huntington).**

**N5 Un certain nombre de maladies dépendent de facteurs familiaux, mais ces maladies ne sont pas pour autant dues à un gène particulier.**

- E1.1 On parle alors d'affections polygéniques dont la transmission n'obéit pas aux lois de Mendel.
- E1.2. Pour ces affections, il est probable que des facteurs, autres que génétiques, interviennent en association (environnementaux par exemple).
- E2.1. En établissant l'arbre généalogique des familles et en connaissant le mode de transmission de certaines maladies, on peut chiffrer pour un couple le risque statistique d'avoir un enfant présentant telle ou telle maladie.
- E2.2. Pour ce type de maladies, le caryotype de l'individu n'apporte aucun renseignement, contrairement au cas des maladies dues à des aberrations chromosomiques.

**Conclusion**

Les médecins peuvent pratiquer une ponction du liquide amniotique à travers la paroi abdominale de la femme enceinte.  
Ainsi, d'éventuelles anomalies au niveau chromosomique peuvent être décelées.

**Comment les abeilles font du miel.**

On récolte le miel produit par les abeilles de mai à fin août.  
Les abeilles vivent en colonies.  
Le miel produit par les abeilles est récolté par un apiculteur.

**N1. L'abeille butineuse aspire le nectar de la fleur au moyen de sa trompe.**

- E1.1. Le miel est une substance sucrée et parfumée
- E1.2. La qualité du miel dépend des fleurs où ont butiné les abeilles.
- E2.1. Les abeilles butineuses vont de fleur en fleur en amassant le nectar.
- E2.2. Les meilleures abeilles butineuses peuvent parcourir jusqu'à trente kilomètres en une heure.

**N2. L'abeille butineuse stocke le liquide sucré dans son jabot.**

- E1.1. Le nectar est transformé dans le jabot.
- E1.2. Le jabot est une poche extensible de l'abdomen.
- E2.1. Chaque jour, une abeille produit cinq grammes de miel.
- E2.2. Pour produire un kilogramme de miel, les abeilles d'une colonie parcourent vingt quatre mille kilomètres.

**N3. A son retour à la ruche, l'abeille butineuse régurgite le liquide sucré à une abeille ouvrière.**

- E1.1. Chez les insectes sociaux comme les abeilles, l'abeille ouvrière est stérile.
- E1.2. L'abeille ouvrière a pour mission de construire le nid.
- E2.1. L'abeille ouvrière assure les soins aux larves.
- E2.2. L'abeille ouvrière défend la colonie.

**N4. L'abeille ouvrière va ensuite déposer le nectar dans une alvéole de la ruche.**

- E1.1. Les alvéoles sont des cavités de section hexagonale.
- E1.2. Les alvéoles ont une paroi de cire.
- E2.1. L'abeille ouvrière aspire le contenu de la cellule.
- E2.2. L'abeille ouvrière recrache le contenu de la cellule et recommence.

**N5. D'autres abeilles ouvrières battent des ailes pour faire évaporer l'eau du nectar.**

- E1.1. Avant évaporation, le nectar renferme environ soixante quinze % d'eau.
- E1.2. Après évaporation, le nectar renferme quinze à vingt-cinq % d'eau.
- E2.1. Cette transformation du nectar se réalise également dans le jabot de la butineuse .
- E2.2. Le nectar se transforme alors en miel.

## **Conclusion**

Le miel a pour caractéristique nutritive d'être immédiatement assimilable.

Le miel exerce des bienfaits au niveau de notre santé: il combat la fermentation par son action sur la flore intestinale.

## **Comment on rend l'eau potable**

Une eau potable doit être limpide, pure, incolore et inodore.

Une eau potable doit également être dépourvue de substances toxiques, de microbes et de virus. Aussi, pour être potable, une eau doit, le plus souvent subir des traitements.

### **N1 Les grosses impuretés des eaux des rivières sont arrêtées par une grille.**

E1.1 Les eaux des égouts et les eaux rejetées par les usines dans les rivières contiennent des éléments dangereux pour la santé.

E1.2 : La France possède plus de douze mille stations d'épuration.

E2.1 : On doit traiter les eaux sales avant de les rendre à la nature.

E2.2 : On construit des stations d'épuration près des grandes villes et à proximité de certaines usines.

### **N2 L'eau est stérilisée, soit par injection de chlore, soit dans des réacteurs à ozone.**

E1.1 Le chlore est un désinfectant puissant.

E1.2 L'ozone est un gaz au pouvoir stérilisant.

E2.1. Au cours de cette étape de stérilisation, on opère un prétraitement des eaux usées

E2.2. On détruit ainsi les toxines et les micro-organismes contenus dans l'eau.

### **N3. 80 % des matières en suspension tombent au fond d'un bassin et sont évacuées vers une décharge.**

E1.1. Le dépôt obtenu est constitué de boues riches en matières organiques.

E1.2. Le dépôt obtenu est quelquefois utilisé comme engrais.

E2.1. Des réactifs chimiques coagulent les matières en suspension.

E2.2. Le dépôt de matières est évacué vers une décharge.

### **N4. Les matières restantes sont lentement filtrées par un lit de sable qu'on lave régulièrement.**

E1.1. Le lit de sable est un filtre arrêtant les particules solides en suspension.

E1.2. Après filtrage, l'eau ne contient plus aucune particule solide en suspension.

E2.1. Ce filtrage par un lit de sable est souvent remplacé par un traitement chimique.

E2.2 Les. derniers virus qui subsistent sont tués par une ultime désinfection à l'ozone.

### **N5 Les goûts et les odeurs indésirables sont éliminés grâce à un filtre de charbon actif en grains.**

E1.1 Le charbon actif .en grain est un type de charbon particulier.

E1.2 Le charbon actif possède une propriété caractéristique.

E2.1 Le charbon actif absorbe les gaz donnant à l'eau des odeurs et des goûts indésirables.

E2.2 Une fois l'eau traitée, on la rejette dans les rivières.

## **Conclusion**

L'eau potable est très inégalement partagée à la surface de la terre.

Les besoins en eau par personne et par an sont très variables.

## **Comment les tornades se produisent**

Le vent est de l'air en mouvement.

On ne voit pas le vent, on sent son souffle sur notre corps.

On peut observer l'action du vent.

### **N1. Lorsqu'un orage violent ne se transforme pas en pluie abondante, l'air reste turbulent et une tornade peut apparaître.**

E1.1. Une tornade est un tourbillon de vents violents et circulaires.

E1.2. Le diamètre d'une tornade est limité à moins de deux kilomètres.

E2.1. Une tornade se déplace en moyenne à 45 kilomètres à l'heure.

E2.2.. Les vents tournants dépassent quelquefois 500 kilomètres à l'heure.

**N2** Pour les météorologues, une tornade est considérée comme une perturbation atmosphérique tourbillonnaire de grande intensité.

E1.1 Une tornade est un phénomène naturel.

E1.2 L'effet dévastateur d'une tornade est de courte durée.

E2.1 Une tornade peut dévaster tout un pays en quelques minutes.

E2.2 On évalue la force des vents avec l'échelle Beaufort (0 : calme à 17 ouragan).

**N3 La tornade se déplace dans un sens précis qui est fonction de son lieu d'origine.**

E1.1 Le tourbillon de vents violents a une forme d'entonnoir.

E1.2 La force des vents violents est la plus importante au centre de l'entonnoir.

E2.1 Dans l'hémisphère sud, les tornades tournent dans le sens des aiguilles d'une montre.

E2.2 Dans l'hémisphère nord, les tornades évoluent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

**N4 Evidemment, les tornades sèment la panique au sein de la population à l'annonce de leur passage.**

E1.1 Ces perturbations atmosphériques portent le nom de « tornades » en Asie et de « hurricane » en Amérique.

E1.2 Dans les régions tempérées, ces perturbations atmosphériques portent le nom de bourrasques de vent peu dangereuses.

E2.1 Les satellites météorologiques permettent de prévoir la formation des tornades.

E2.2 Les satellites météorologiques permettent de donner l'alarme à la population.

**N5 Les tornades causent énormément de dégâts aux récoltes qui représentent parfois l'unique moyen de subsistance des habitants.**

E1.1 Sur le passage des tornades, c'est un déluge de vent et d'eau.

E1.2 Les victimes sont quelquefois nombreuses : des milliers ou des centaines de milliers de personnes.

E2.1 On ne sait pas encore éviter les tornades.

E2.2 On tente d'atténuer la force des vents en ensemençant les nuages de poudre d'iodure d'argent.

### **Conclusion**

Dans les années à venir, les météorologues tenteront d'améliorer les systèmes de prévention des tornades. Leur objectif principal est de protéger les populations de ces perturbations atmosphériques.

### **Comment l'allergie vous monte au nez**

Quand un individu est très sensible à une substance et qu'il y réagit d'une façon exagérée (éternuements, larmes), il est dit allergique à cette substance.

Pour de nombreux individus, le pollen des fleurs provoque de l'allergie.

Lorsque nous humons le parfum d'une fleur, son pollen se faufile dans nos narines.

**N1. Le pollen passe à proximité des mastocytes et des anticorps dans nos tissus.**

E1.1. Les mastocytes sont des cellules hérissées d'anticorps.

E1.2. Les mastocytes contiennent des granules.

E2.1. Les mastocytes jouent un rôle fondamental dans la réaction d'inflammation de l'organisme.

E2.2. Les mastocytes participent aux réactions immunitaires et à la coagulation du sang dans les phénomènes d'allergie.

**N2. Le pollen est reconnu comme un allergène par les anticorps.**

E1.1. L'allergène est à l'origine d'une réaction allergique.

E1.2. L'allergène est une substance de nature protéique appartenant à l'environnement.

E2.1. Quand l'allergène pénètre dans l'organisme, il provoque diverses manifestations pathologiques.

E2.2. L'allergène peut provoquer chez le patient de l'asthme, de l'urticaire, de l'eczéma.

**N3. L'allergène se fixe à cheval sur deux anticorps provoquant une « fermeture de circuit ».**

E1.1. Les anticorps baptisés IgE sont de véritables gardes du corps de l'organisme.

E1.2. Les anticorps sont synthétisés par les cellules du système immunitaire.

E2.1. Les anticorps attendent les agresseurs de l'organisme.

E2.2. Dès que les substances agressives passent à proximité des anticorps, ils les captent dans leurs molécules.

**N4. Une libération de granules se produit à travers la membrane des mastocytes.**

E1.1. Les granules contiennent des substances chimiques comme l’histamine.

E1.2. L’histamine est un médiateur chimique de l’allergie.

E2.1. L’histamine joue un rôle très actif dans le système de défense de l’organisme.

E2.2. Les médicaments anti-histaminiques s’opposent à l’histamine libérée lors de l’allergie.

**N5. Immédiatement, des enzymes sont lâchés et modifient le comportement des cellules provoquant par exemple leur contraction.**

E1.1. Les enzymes sont des catalyseurs biologiques spécifiques d’une réaction chimique.

E1.2. Les enzymes sont de nature protéique.

E2.1. Les enzymes assurent l’activité métabolique de l’organisme.

E2.2. Le métabolisme catalysé par des enzymes s’accomplit dans tous les tissus d’un organisme vivant.

**Conclusion**

Les enzymes modifient le comportement des cellules provoquant par exemple leur contraction. L’allergène est à l’origine d’une réaction allergique. La muqueuse nasale est excitée : nous éternuons.

**Comment la couche d’ozone s’appauvrit**

La couche d’ozone est invisible. Les changements qu’elle subit ne peuvent être perçus à l’œil nu. Les scientifiques ont prédit pour la première fois le problème de l’appauvrissement de la couche d’ozone dans les années 70.

**N1 L’ozone est bénéfique à la vie sur la Terre car il absorbe les rayons ultraviolets (UV) nuisibles émis par le soleil.**

E1.1. L’ozone est un gaz incolore dont la formule chimique s’apparente à celle de l’oxygène (O<sub>2</sub>).

E1.2. L’ozone se trouve surtout dans la stratosphère, une couche de l’atmosphère située entre 15 et 35 kilomètres au-dessus de la surface de la Terre.

E2.1. : Par contre, au niveau du sol, bien qu’il absorbe quelques rayons UV, l’ozone crée des dommages chez les organismes vivants.

E2.2. : Cet ozone résulte de l’action de la lumière sur les gaz d’échappement des véhicules.

**N2. Ces dernières années, on a vu se former chaque printemps un grand « trou » dans la couche d’ozone au-dessus de l’Antarctique.**

**E1.1. Une des causes avancées par les scientifiques est l’émission dans l’atmosphère de produits chimiques industriels.**

E1.2. : Des accords internationaux visant à protéger la couche d’ozone constituent un engagement des gouvernements de plusieurs pays du monde à prendre des mesures pour réduire l’utilisation de ces produits chimiques.

E2.1. : Des stations de mesure assurent une surveillance continue de la couche d’ozone.

**E2.2. : Pour surveiller la couche d’ozone, les scientifiques utilisent des ballons de recherche à haute altitude, des mesures par satellite et des instruments au sol.**

**N3 : L’amincissement de la couche d’ozone au-dessus de la Terre accroît le rayonnement UV à sa surface.**

E1.1. Une exposition accrue aux ultraviolets a des effets nuisibles sur la santé humaine : augmentation des cancers de la peau, affections oculaires, affaiblissement du système immunitaire.

**E1.2. En outre, l’accroissement du rayonnement ultraviolet a des répercussions sur l’agriculture et sur bon nombre de cultures vivrières mondiales.**

E2.1. : Suite à une augmentation du rayonnement UV, la croissance de certaines cultures telles que celles de l’orge, de l’avoine et du soja ralentit.

E2.2. : Les effets de l’exposition aux rayons UV s’intensifient au cours des poussées soudaines de rayonnement observées au début du printemps lorsque le niveau d’ozone dans l’atmosphère diminue de façon marquée.

**N4. En ce qui concerne la mer, les UV endommagent les minuscules plantes unicellulaires connues sous le nom de phytoplancton.**

E1.1. Le phytoplancton constitue la base de la chaîne alimentaire.

E1.2. L'augmentation des niveaux d'UV a aussi un effet sur la durée des matériaux de construction et plus particulièrement sur les plastiques.

E2.1. Un appauvrissement des sources de nourriture à ce stade initial peut affecter dans un avenir plus ou moins proche les populations de poissons.

E2.2. Une hausse de 10% du rayonnement UV entraîne des pertes annuelles d'environ 200 millions de dollars au titre des cultures d'avoine, d'orge et de soja.

**N5. Les scientifiques pensent que la couche d'ozone devrait se régénérer à condition d'éliminer les substances qui contribuent à l'appauvrir (Chlorofluorocarbures, halons).**

**E1.1. Ces dernières années, la concentration dans l'atmosphère des produits chimiques incriminés en baisse.**

E1.2. Les prévisions à long terme sont toutefois incertaines car les processus qui contribuent à l'appauvrissement de la couche d'ozone ne sont pas encore parfaitement compris.

E2.1. De plus, le réchauffement de la planète et les gaz d'échappement des avions volant à haute altitude pourraient nuire sérieusement à la régénération de la couche d'ozone.

**E2.2. Les scientifiques estiment que la couche d'ozone se régénérera vers l'an 2050.**

**Conclusion**

Cette question de l'appauvrissement de la couche d'ozone dans l'atmosphère est un problème important à résoudre. Les scientifiques cherchent à apporter des solutions afin d'y remédier.

**Comment l'eau devient minérale**

Il existe en France près de mille sources d'eau minérale.

La production annuelle est d'environ cinq milliards de bouteilles.

L'absorption d'eau est un besoin vital pour notre corps.

**N1 : Quand il pleut, le gaz carbonique contenu dans l'atmosphère passe en solution dans les gouttes d'eau.**

E1.1 : Le gaz carbonique est le résultat de la combinaison du carbone et de l'oxygène.

E1.2 : L'air que nous respirons est composé de plusieurs gaz.

E2.1 : Le gaz carbonique se mélange de façon homogène à l'eau de pluie.

E2.2 : Le mélange d'eau de pluie et de gaz carbonique produit une solution acide.

**N2 : Les gouttes d'eau de pluie deviennent acides et dissolvent superficiellement les roches traversées lorsqu'elles touchent le sol.**

E1.1 : L'écorce terrestre est constituée de roches.

E1.2 : Les roches sont formées d'un ensemble de minéraux unis solidement entre eux.

E2.1 : Quand une solution acide entre en contact avec un minéral, elle le transforme en sels minéraux.

E2.2 : L'eau de pluie commence ainsi à se charger en sels minéraux.

**N3 : L'eau de pluie s'infiltre dans les minuscules fractures du sol et est entraînée vers les nappes souterraines.**

E1.1 : La circulation de l'eau de pluie à travers les roches est très lente.

E1.2 : Les nappes souterraines encore appelées nappes phréatiques constituent de vastes étendues d'eau sous terre.

E2.1 : L'eau de pluie pénètre dans le sol par percolation.

E2.2 : Les sels minéraux contenus dans les roches traversées se dissolvent dans l'eau de pluie.

**N4 : Après avoir atteint les nappes souterraines à plusieurs kilomètres de profondeur dans le sous-sol, l'eau regagne la surface par des failles.**

E1.1 : Une faille est une cassure apparue au niveau des différentes couches de roches du sous-sol.

E1.2 : Des blocs de roches appelés compartiments se trouvent de part et d'autre de la faille.



E2.1 : La chaleur élevée qui règne dans les profondeurs favorise également la remontée de l'eau en surface.  
E2.2 : L'arrivée de gaz dans l'eau peut également faciliter la remontée en surface.

**N5 : Les eaux minérales pétillantes ont une autre origine que les eaux minérales plates.**

E1.1 : Les eaux minérales pétillantes sont en général présentes dans des régions volcaniques.

E1.2 : Le gaz très profond est issu du magma.

E2.1: Le gaz remonte le long des failles jusqu'à une nappe souterraine.

E2.2 : Le gaz se fait piéger dans une nappe souterraine où il s'y dissout.

**Conclusion**

L'eau minérale joue un rôle important dans notre alimentation en apportant des sels minéraux.

L'eau facilite également le transit intestinal.

## Comment vit l'éléphant

L'éléphant est le plus gros animal terrestre actuel.  
L'éléphant peut peser jusqu'à six tonnes à l'âge adulte.  
L'éléphant peut vivre cent ans.

### **N1 : L'éléphant qui représente par excellence le symbole de l'Afrique est au cœur de controverses passionnées.**

E1.1 : L'éléphant est le plus grand mammifère terrestre.  
E1.2 : Il ne reste aujourd'hui que deux espèces d'éléphants : l'éléphant d'Afrique et l'éléphant d'Asie.  
E2.1 : L'éléphant grandit toute sa vie jusqu'à 65 ans à l'état sauvage.  
E2.2 : L'éléphant se déplace en troupeau qui a toujours comme guide une vieille femelle.

### **N2 : L'éléphant est toujours pourchassé pour l'ivoire de ses défenses.**

E1.1 : L'ivoire est une matière précieuse, facile à sculpter.  
E1.2 : Au vingtième siècle, la chasse de l'éléphant pour l'ivoire fut un véritable massacre.  
E2.1 : Chassé pour son ivoire, l'éléphant risque de disparaître de la surface de la planète.  
E2.2 : La chasse de l'éléphant continue quand même de nos jours car l'ivoire vaut très cher.

### **N3 : L'éléphant, mammifère de la savane, a su s'adapter aux divers milieux de l'Afrique et de l'Asie.**

E1.1 : L'éléphant est un mammifère social, respectueux des liens familiaux.  
E1.2 : À la mort d'un éléphant, les autres membres du troupeau restent près de lui pendant plusieurs heures.  
E2.1 : Où qu'il vive, l'éléphant ne s'éloigne jamais d'un point d'eau pour boire et se baigner.  
E2.2 : Les femelles et les éléphanteaux vivent en groupes sous l'autorité d'une vieille femelle.

### **N4 : Lorsqu'il se déplace dans la savane, l'éléphant communique avec les autres en émettant des grondements.**

E1.1 : On a longtemps cru que ces grondements étaient des gargouillis intestinaux.  
E1.2 : On sait aujourd'hui que ces grondements sont des sons produits par la gorge et la trompe de l'éléphant.  
E2.1 : Lorsqu'un éléphant sent venir le danger, il alerte les autres éléphants en cessant ses grondements.  
E2.2 : Quand l'éléphant se sent menacé, il fait tourner sa trompe et pousse un barrissement.

### **N5 : Lorsqu'il voyage, l'éléphant arrache sa nourriture sur son passage sans cesser d'avancer et sans réduire son allure.**

E1.1 : L'éléphant est un mammifère végétarien.  
E1.2 : La nourriture de l'éléphant consiste en herbes, feuilles et petites branches.  
E2.1 : L'éléphant arrache sa nourriture avec sa trompe et il la porte ensuite à sa bouche.  
E2.2 : Les quelques dents de l'éléphant lui permettent de mâcher sa nourriture.

### **Conclusion**

L'éléphant d'Afrique est menacé par les braconniers.  
La chasse de l'éléphant d'Afrique est sévèrement réglementée.

## Annexe 4

### Texte utilisé dans l'expérience Martins, Kigiel et Jhean-Larose (2006)

Légende : I = Phrase Inférence présentée dans les versions explicites des paragraphes. La phrase-cible était précédée ou pas du connecteur causal : « **C'est pourquoi** ».

#### Introduction

- 1 - On admet aujourd'hui que la formation de la Terre est due à des processus physico-chimiques complexes ayant engagé une nébuleuse primitive et un Soleil primitif appelé proto-soleil.
- 2 - Ces processus ont produit de très fortes températures et des énergies colossales.

#### Paragraphe 1

- 1 - L'existence de la terre est liée à la formation du système solaire au sein de notre galaxie, la Voie Lactée.
- 2 - La formation de la terre a eu lieu il y a quatre milliards et demi d'années environ, selon les estimations les plus raisonnables.
- 3 - Pendant le premier milliard d'années qui suit sa formation, la température de la terre est extraordinairement élevée.
- I - **Puis, après son refroidissement, des conditions idéales se réunissent pour permettre l'apparition des premières cellules organiques.**
- 4 - (**C'est pourquoi**) les êtres vivants n'ont pu faire leur apparition que dans la période qu'on appelle l'ère Précambrienne.
- 5 - On appelle Précambrien cette ère qui commence avec l'apparition des premiers êtres vivants constitués par des cellules et bactéries primitives.

#### Paragraphe 2

- 6 - Ensuite, au cours des temps précambriens, des organismes photosynthétiques (par exemple des Algues bleues) apparaissent.
- 7 - Les organismes photosynthétiques qui utilisent l'énergie solaire et des molécules minérales pour se nourrir, changent complètement l'ambiance de la Planète Terre en produisant de l'oxygène et son corollaire, l'ozone.
- I - **L'ozone des hautes couches atmosphériques forme une protection contre les radiations ultraviolettes nocives du soleil, ce qui permet à l'ensemble des êtres vivants de se développer sans dommage.**
- 8 - (**C'est pourquoi**) la faune et la flore peuvent se développer et se diversifier très fortement.
- 9 - Dans la dernière phase du Précambrien – ou ère précambrienne - on voit apparaître les métazoaires qui sont des êtres formés d'un grand nombre de cellules.
- 10 - Le Précambrien dura 3 milliards d'années environ.

#### Paragraphe 3

- 11 - À l'issue du Précambrien vont se dérouler les ères géologiques dont la première est appelée ère Primaire.
- 12 - La plupart des grands schémas d'organisation de la vie vont se mettre en place pendant l'ère Primaire.
- 13 - Les premiers Vertébrés, parmi lesquels les agnates, poissons sans mâchoire, font leur apparition et côtoient les Invertébrés dans le milieu aquatique.
- 14 - Après une grande diversification qui dura des millions d'années, certains Vertébrés commencent, petit à petit, à coloniser la Terre.
- I - **Au cours de cette colonisation, ces animaux retournent dans l'eau pour pondre leurs œufs car ceux-ci ne bénéficient pas encore de la protection du liquide amniotique contenu dans les coques et ne peuvent donc pas éclore sur la terre ferme.**
- 15 - (**C'est pourquoi**) les Amphibiens primitifs continuent, dans un premier temps, d'évoluer dans ces deux milieux naturels.

#### Paragraphe 4

- 16 - Vers le milieu de l'ère Primaire, appelé époque dévonienne, Vertébrés et Invertébrés se sont déjà bien diversifiés.
- 17 - Au moment de l'éclosion des œufs, les Amphibiens, larves ou têtards, n'ont pas de pattes et doivent respirer l'oxygène dissous dans l'eau.
- I - **Puis, au cours de leur évolution, ils perdent leurs branchies et développent des poumons, grâce auxquels les reptiles peuvent désormais respirer l'oxygène de l'air.**

18 - (C'est pourquoi) on appelle le processus de changement de larve aquatique en adulte vivant sur la terre ferme processus de métamorphose .

19 - Au terme de leur évolution, ces animaux ont acquis aussi 4 pattes : ils sont devenus tétrapodes.

20 - Les Amphibiens primitifs ont évolué en Reptiles au cours de l'époque suivante, appelée le Carbonifère.

### **Paragraphe 5**

21 - Les Reptiles, parce que leurs œufs sont amniotiques, ont pu dépasser les capacités d'adaptation et de survie des Amphibiens.

**22 - Pendant le Carbonifère, apparaît une lignée de Reptiles, le Protoclépsidros, qui va modifier la suite de l'évolution animale.**

I – En effet le Protoclépsidros est le tout premier précurseur des Mammifères, car il présente des structures au niveau des os de la tête, du palais et des mandibules qui sont une première ébauche de ces structures présentes chez les Mammifères actuels.

23 – (C'est pourquoi) les Mammifères proprement dits apparaîtront beaucoup plus tard pendant l'ère Secondaire.

24 – Toutes ces données sont tirées de l'étude des fossiles de Reptiles se trouvant dans des couches datant du Carbonifère.

25 - Le Carbonifère dura cent millions d'années environ.

### **Paragraphe 6**

26 - La faune et la flore, qui sont déjà très riches, vont encore évoluer sous des formes diverses et variées.

27 - Cette lointaine époque du Carbonifère est caractérisée, en milieu terrestre, par de grandes forêts, en particulier de fougères géantes.

**I - C'est en effet à partir des restes laissés par les sédiments de ces fougères que le charbon peut se former.**

28 - (C'est pourquoi) on admet que tous les gisements de charbon existant aujourd'hui dans le monde ont une origine extrêmement ancienne.

29 - En France et en Afrique du Sud les tortues terrestres connaissent un grand développement.

30 - Le Permien dura environ quarante millions d'années environ.

### **Paragraphe 7**

31 - Vers le milieu et la fin du Permien les Reptiles continuent à se diversifier.

32 - Une nouvelle lignée de Reptiles, particulièrement importante par rapport à la formation des futurs Mammifères, apparaît alors.

**I - Cette lignée, appelée Thérapside , est importante car elle est constituée par une espèce de Reptiles qui sont des ascendants très proches, par l'évolution, du groupe des Mammifères.**

33 - (C'est pourquoi) les Thérapside, sont la continuation dans la chaîne de l'évolution des Protoclépsidros.

34 - Les reptiles sont une classe d'animaux vertébrés tétrapodes.

35 - Leur peau est couverte d'écailles et leur respiration pulmonaire.

### **Paragraphe 8**

36 - Certains Reptiles proches des Mammifères du point de vue de l'évolution ont acquis un mécanisme très primitif et rudimentaire.

37 - Le but de ce mécanisme est de maintenir invariante la température de leur corps par rapport à la température extérieure.

38 - Il s'agissait, chez ces Reptiles, d'épines neurales très allongées qui, parce qu'elles réagissaient à la température du milieu extérieur, augmentaient les facultés d'adaptation et de survie.

**I - Ce mécanisme, disparu depuis chez les Reptiles, a auparavant été transmis aux Mammifères qui, en maintenant leur température corporelle stable, peuvent désormais mieux protéger leurs organes vitaux des aléas météorologiques.**

39 - (C'est pourquoi) les Mammifères actuels sont des animaux à sang chaud particulièrement sensibles au froid et à la chaleur intenses.

40 - L'ère Primaire dura trois cent millions d'années environ.