

## Table des matières

### I. INTRODUCTION GENERALE.

Préambule .....	1
Introduction .....	3
<b>1. <u>Comment définir la notion d'apprentissage implicite?</u></b> .....	<b>3</b>
1.1. Plusieurs définitions de l'apprentissage implicite.....	3
1.2. Apprentissage implicite et mémoire implicite .....	4
1.3. Apprentissage implicite et apprentissage explicite .....	5
1.4. Processus automatiques vs contrôlés: le rôle de l'attention dans l'AI .....	6
<b>2. <u>Comment tester les capacités d'apprentissage implicite?</u></b> .....	<b>7</b>
2.1. L'apprentissage de grammaires artificielles (GA) .....	8
2.2. Quelques autres paradigmes classiques .....	9
2.2.1. Le paradigme de temps de réaction sériel .....	9
2.2.2. Le paradigme de covariation incidente .....	9
2.2.3. Le paradigme du contrôle de systèmes dynamiques .....	9
2.3. Les critiques à l'encontre des paradigmes classiques .....	10
2.4. Dissociations des influences conscientes et inconscientes.....	10
2.5. Les critères de neutralité de la NPP .....	12
<b>3. <u>Les principaux modèles théoriques de l'apprentissage implicite.</u></b> .....	<b>13</b>
3.1. La position abstractionniste .....	13
3.2. La position exemplariste .....	13
3.3. La position fragmentariste .....	14
3.4. L'apprentissage associatif .....	14
<b>4. <u>L'apprentissage implicite en tant que phénomène robuste.</u></b> .....	<b>15</b>
4.1. Les capacités d'AI face au développement.....	16
4.2. Préservation des capacités d'AI .....	17
4.2.1. Chez les individus présentant un retard mental.....	17
4.2.2. Chez les individus présentant des troubles neuropsychologiques .....	19
<b>5. <u>L'apprentissage implicite de grammaires artificielles: quelles pistes de travail?</u></b> .....	<b>20</b>
5.1. Tenter de départager les principales positions théoriques.....	20
5.2. Tester la robustesse des capacités d'apprentissage implicite: Neutralité et perméabilité de la procédure face aux influences explicites. ....	22
5.2.1. Face au développement .....	23
5.2.2. Face au retard mental .....	23
5.3. Examiner l'appréhension du matériel et la formations de la connaissance.....	24
5.3.1. Chez l'enfant en développement normal .....	24
5.3.2. Chez l'enfant présentant un retard mental .....	24
5.3.3. A travers le rôle de la saillance et de la fréquence du matériel .....	25

### II. PARTIE EXPERIMENTALE.

**Expérience 1:** Le rôle des unités saillantes du matériel dans l'apprentissage implicite d'une grammaire artificielle: une tentative de départager les modèles théoriques.

Introduction .....	28
Méthode.....	35
Résultats .....	45
1. <u>Apprentissage des unités saillantes (répétitions ADJ et non-ADJ) correctes.</u> .....	45
2. <u>Production de drapeaux entiers corrects.</u> .....	49

3. <u>Codage de la structure de répétition, indépendamment de la couleur</u> .....	49
4. <u>Codage de la position des unités saillantes</u> .....	52
5. <u>Production des autres unités correctes</u> .....	53
<b>Discussion</b> .....	59
<i>Apprentissage des unités saillantes aux vues des principaux modèles théoriques de l'apprentissage implicite</i> .....	59
<i>Apprentissage des unités "neutres" selon les différentes théories de l'Apprentissage implicite</i> .....	63
<i>Apprentissage implicite et développement</i> .....	64

**Expérience 2:** La perméabilité des procédures à l'influence des processus conscients: une tentative d'expliquer les effets d'âge observés en situation d'apprentissage implicite.

<b>Introduction</b> .....	68
<b>Méthode</b> .....	71
<b>Résultats</b> .....	77
1. <u>Performances au test de génération explicite</u> .....	77
2. <u>Performances au test de génération explicite des unités composant les drapeaux</u> .....	90
3. <u>Performances au test de reconnaissance</u> .....	95
<b>Discussion</b> .....	98
<i>Influence des processus conscients, capacités d'AI et âge des sujets</i> .....	99
<i>Apprentissage aux tests de génération explicite et de reconnaissance</i> .....	101

**Expérience 3:** Les capacités d'apprentissage implicite chez l'enfant présentant un retard mental: étude d'une procédure hautement implicite (génération implicite) ou perméable aux influences explicites (génération explicite et reconnaissance).

<b>Introduction</b> .....	105
<b>Méthode</b> .....	112
<b>Résultats</b> .....	114
1. <u>Apprentissage des unités saillantes, répétitions ADJ et non-ADJ, correctes</u> .....	114
2. <u>Production de drapeaux entiers corrects</u> .....	116
3. <u>Codage de la structure de répétition, indépendamment de la couleur</u> .....	116
4. <u>Codage de la position des unités saillantes</u> .....	118
5. <u>Production des autres unités correctes</u> .....	118
<b>Discussion</b> .....	121

**Expérience 4:** L'introduction d'influences conscientes: tests de génération explicite et de reconnaissance

<b>Méthode</b> .....	123
<b>Résultats</b> .....	126
1. <u>Performances au test de génération explicite:</u> <u>Production d'un drapeau entier vu en phase d'entraînement</u> .....	126
2. <u>Performances au test de génération explicite des unités saillantes du matériel</u> .....	129

3. <u>Performances au test de reconnaissance</u> .....	130
<b>Discussion</b> .....	131
<i>Capacités d'apprentissage implicite préservées et appréhension limitée du matériel</i> .....	131
<i>Influences de processus explicites et altérations des performances</i> .....	133

**Expérience 5:** Saillance perceptive et propriétés statistiques du matériel.

<b>Introduction</b> .....	136
<b>Méthode</b> .....	140
<b>Résultats</b> .....	145
1. <u>Apprentissage des unités fréquentes saillantes et non saillantes perceptivement</u> .....	145
2. <u>Apprentissage concurrentiel des bigrammes initiaux et des bigrammes en 2<sup>ème</sup> position (séries BIG: bigrammes fréquents; séries REP: répétitions)</u> .....	146
3. <u>Apprentissage des trigrammes initiaux</u> .....	149
<b>Discussion</b> .....	150
<i>L'influence de la saillance et des régularités statistiques dans l'apprentissage implicite de séquences</i> .....	151
<i>Segmentation du matériel et sélection des unités perceptives</i> .....	151
<i>Formations de chunks plus élaborés</i> .....	153

### III. DISCUSSION GENERALE.

<b>Discussion générale</b> .....	157
<u>Modèles théoriques de l'apprentissage implicite: une tentative de les départager</u> .....	157
<u>Apprentissage implicite et robustesse: quelles sont les conditions requises?</u> .....	161
<u>L'appréhension du matériel et la formation de la connaissance: quelles propriétés influencent ces processus?</u> .....	165
<u>Vers un modèle théorique hybride et adaptatif de l'apprentissage implicite</u> .....	169
<b>Conclusion générale</b> .....	170
<b>Bibliographie</b> .....	173
<b>Annexes</b> .....	194

*Liste des annexes*

Annexe 1: Liste exhaustive des bigrammes, trigrammes et quadrigrammes grammaticaux possibles de générer avec la grammaire à état fini utilisée dans nos expériences.

Annexe 2: Tableau pour le recueil papier-crayon des performances des sujets au test de génération explicite.

# **INTRODUCTION GENERALE**

## **I. INTRODUCTION GENERALE.**

### **Préambule:**

Le terme d'apprentissage implicite recouvre toutes les formes d'apprentissage qui opèrent à l'insu du sujet, sans que ce dernier soit conscient du fait qu'il est en train de modifier de manière stable son comportement. La variété des domaines impliquant ce type d'apprentissage (l'acquisition de langues maternelles, d'habiletés sensori-motrices ou de règles sociales...) confère à ce champ de recherche une place importante dans l'étude de la cognition humaine. En effet, il suffit de faire le constat selon lequel nous avons tous le sentiment d'avoir appris davantage par nos expériences répétées avec l'environnement, indépendamment de toute supervision fournissant explicitement les connaissances nécessaires aux adaptations comportementales requises. De ce fait, depuis les années 80, l'étude des phénomènes implicites connaît un essor considérable.

L'importance de la littérature concernant l'apprentissage implicite et l'hétérogénéité des situations à travers lesquelles il est investigué alimentent de nombreux débats théoriques et méthodologiques. Parmi les principales questions discutées, on retrouve celles de la nature des processus mis en œuvre et de la connaissance acquise, de l'implication de l'attention, ou de la robustesse des capacités d'apprentissage implicite face au développement, au niveau intellectuel ou aux troubles neuropsychologiques affectant les fonctions mnésiques.

A travers ce travail de recherche, nous tenterons d'apporter des éléments de compréhension concernant certains des principaux points faisant débat à ce jour. Pour cela, nous nous doterons d'un paradigme expérimental original, permettant de répondre à certaines critiques méthodologiques, et nous manipulerons les aspects qui ont fait l'objet de ces critiques afin d'en mesurer les effets. Par ailleurs, nous contrôlerons à la fois la structure profonde et superficielle du matériel exposé aux sujets, afin de déterminer ce qui est appris, et ainsi tenter de départager les principaux modèles théoriques de l'apprentissage implicite. Ce travail sera mené dans une perspective développementale et psychopathologique de manière à tester les postulats de robustesse communément prêtés aux processus implicites et à comprendre les résultats des rares études ne partageant pas ce consensus.

Pour satisfaire à la poursuite de nos objectifs, il a tout d'abord été nécessaire de fournir un cadre méthodologique satisfaisant aux exigences de l'étude des phénomènes d'apprentissage implicite, adapté à une population de jeunes enfants, et dont le matériel d'étude permette de différencier l'apprentissage des propriétés superficielles du codage des règles sous-jacentes (Expérience 1). Ensuite, des modifications ont été apportées par l'introduction de consignes explicites en phase test, afin d'établir si la robustesse des performances face à l'âge pouvait être compromise par l'intrusion d'influences conscientes (Expérience 2). Ces deux situations ont ensuite été transposées chez des enfants présentant un retard mental. Ainsi, nous avons pu observer si la nature hautement implicite de la tâche garantissait la préservation des performances d'apprentissage en dépit d'un profil cognitif

déficitaire (Expérience 3), et examiner dans quelle mesure des contaminations explicites altéraient les performances de ces sujets (Expérience 4). Pour terminer, il convenait de se doter d'une situation appropriée à l'investigation du rôle de la saillance et de la fréquence statistique dans l'appréhension du matériel d'étude, à travers la segmentation des primitives perceptives de base et la formation de chunks (Expérience 5).

Nous commencerons par définir le cadre théorique nécessaire à la compréhension des questions qui ont motivé les travaux menés dans cette thèse. Puis, nous présenterons successivement les 5 études que nous avons préalablement énoncées. Les principaux résultats et leurs implications théoriques seront discutés, notamment au regard des principaux modèles théoriques de l'apprentissage implicite, de la robustesse des processus implicites face à l'âge et au retard mental, ainsi que de l'appréhension du matériel et de la formation de la connaissance. Pour terminer, nous proposerons des pistes de travail et nous examinerons dans quelle mesure il est nécessaire de faire converger les différents modèles théoriques vers une conception hybride et adaptative de l'apprentissage implicite.

**Introduction:**

Dans un premier temps, la notion d'apprentissage implicite (AI) sera définie, puis discriminée des phénomènes de mémoire implicite et d'apprentissage explicite, avant d'examiner la distinction entre processus automatiques et contrôlés et de préciser l'implication de l'attention dans l'apprentissage implicite. Dans une seconde partie, nous aborderons les paradigmes expérimentaux permettant d'appréhender les capacités d'apprentissage implicite, leurs défauts méthodologiques et les moyens proposés pour y remédier. La section suivante sera consacrée aux principales interprétations théoriques qui ont émergé. Nous considérerons ensuite la robustesse des processus implicites face au développement, au retard mental, et à divers troubles d'origine neuropsychologique affectant les capacités mnésiques. Pour finir, un aperçu de la littérature concernant l'apprentissage de grammaires artificielles nous permettra d'introduire notre problématique au regard du cadre théorique préalablement dressé et des questions qu'il suscite.

**1. Comment définir la notion d'apprentissage implicite?**

Perruchet et Nicolas (1998) soulignent le fait que l'origine "morcelée" du domaine d'étude de l'apprentissage implicite participe à la difficulté que l'on peut éprouver à définir précisément cette notion. En effet, rassembler au sein d'une même problématique (Reber, 1989a), l'apprentissage de grammaires à états finis (Reber, 1967), le contrôle de systèmes complexes (Broadbent, 1977), et l'acquisition d'habiletés sensori-motrices (Nissen & Bullemer, 1987), impliquent une hétérogénéité des situations expérimentales, sollicitant probablement des processus de natures différentes. Aussi, nous comprenons mieux l'émergence de plusieurs définitions de la notion d'apprentissage implicite, qui diffèrent notamment sur la nature des processus impliqués.

**1.1. Plusieurs définitions de l'apprentissage implicite.**

La littérature propose de nombreuses définitions de l'apprentissage implicite, confrontées au sein d'ouvrages entièrement dédiés à ce domaine d'étude (e.g., Berry & Dienes, 1993; Meulemans, 1998a; Stadler & Frensch, 1998). Stadler et Frensch (1998, p.50) ont entrepris de répertorier quelques unes des définitions les plus connues. Stadler distingue les conceptions où le processus d'acquisition et l'accès à la connaissance sont tous deux considérés comme implicites (e.g., Cleeremans & Jiménez, 1996; Seger, 1994, Shanks & St. John, 1994). C'est le cas, par exemple, de Reber (1993, p.12), pour qui l'acquisition et la base de connaissance qui en résulte seraient "tout à fait indépendantes de la conscience", ou de Lewicki, Czyzewska et Hoffmann (1987, p.523), pour qui "les sujets sont capables d'acquérir une connaissance spécifique mais ne sont pas capables de l'exprimer et ne sont pas conscients d'avoir appris quelque chose". En revanche, comme en témoigne la définition de Dulany (1997, p.189), selon laquelle "l'apprentissage implicite consisterait en l'établissement et l'utilisation de relations entre des contenus non propositionnels mais entièrement conscients", la nature de la

connaissance acquise n'est pas toujours décrite comme implicite (voir aussi Perruchet & Vinter, 1998a), ni même considérée (Buchner & Wippich, 1998; Stadler & Frensch, 1994, p.423).

Par ailleurs, ce qui est entendu par la notion d'implicite diffère entre les définitions. Pour certaines, le terme d'implicite est synonyme d'inconscient (Berry & Broadbent, 1988, p.251; Lewicki et al., 1987; Reber, 1993; Shanks & St. John, 1994) tandis que pour d'autres, il réfère davantage à des processus non intentionnels ou automatiques (Cleeremans & Jiménez, 1996; Perruchet & Vinter, 1998a, p.496), ou encore incidents (Seger, 1994).

Dans le cadre de cette thèse, nous nous sommes référés à la définition proposée par Perruchet et Vinter (1998a, p.496). Selon eux, "l'apprentissage désigne un mode adaptatif par lequel le comportement des sujets se montre sensible aux caractéristiques structurales d'une situation à laquelle ils ont été préalablement exposés, sans que l'adaptation qui en résulte soit due à une exploitation intentionnelle de la connaissance explicite des sujets concernant ces caractéristiques". Ici, l'adaptation comportementale résulte d'une sensibilité aux régularités structurelles de la situation à travers l'action de processus inconscients. A bien des égards, les termes dans lesquels cette conception de l'AI est formulée semblent être moins soumis à controverse. Tout d'abord, l'absence d'exploitation intentionnelle rapproche la façon de conceptualiser la notion d'"implicite" dans les domaines de l'apprentissage et de la mémoire implicites, cette dernière étant généralement définie par le rappel non intentionnel d'une connaissance antérieure. De plus, ce terme évite d'utiliser celui d'inconscient autrement que pour qualifier les processus associatifs. En effet, on conçoit aisément que des processus associatifs de base puissent opérer en dehors d'un contrôle conscient, puisqu'ils sont décrits chez les animaux. Par ailleurs, Perruchet et Vinter (1998a) ne considèrent pas l'absence de connaissance explicite comme un critère déterminant de l'apprentissage implicite, évitant ainsi de se confronter au débat concernant la nature implicite de la connaissance (e.g., Shanks & St. John, 1994).

La connaissance acquise étant parfois assumée comme étant explicite, il convient de préciser ce qui distingue l'apprentissage implicite de *l'apprentissage explicite*. Avant cela, les phénomènes d'apprentissage et de *mémoire implicites* seront différenciés, puisque le caractère non intentionnel de l'exploitation de la connaissance caractérise ces deux domaines. Enfin, le caractère non intentionnel sur lequel l'accent est mis dans la définition de Perruchet et Vinter (1998a) comporte certains critères décrits dans le cadre de l'automatisme (Hasher & Zacks, 1979, 1984). Aussi, il convient donc de qualifier *les processus automatiques et contrôlés*, et le lien entre apprentissage implicite et *attention*.

## **1.2. Apprentissage implicite et mémoire implicite.**

On peut suggérer que l'apprentissage implicite s'intéresse davantage, mais non exclusivement, à l'acquisition de la connaissance, tandis que le terme de mémoire concerne principalement des mécanismes de rétention et de récupération. Selon Ceccaldi, Clarke et Meulemans (2008), les notions d'apprentissage et de mémoire implicites correspondent respectivement au fait "que nous sommes sensibles, sans nous en apercevoir, aux régularités du monde qui nous entoure, que nous sommes

capables d'apprendre des relations statistiques et probabilistes qui fondent l'organisation de la structure du monde environnant", et au fait de "pouvoir accéder à notre insu à des informations apprises antérieurement".

Reber (1993) s'interroge sur l'indépendance entre l'étude de l'apprentissage implicite et celle de la mémoire implicite, alors que ces domaines sont interconnectés du fait que: "il ne peut y avoir d'apprentissage sans capacité mémorielle... et réciproquement, il ne peut y avoir de mémoire d'informations en l'absence d'acquisition". Bien qu'il reconnaisse avoir contribué à la séparation de ces deux domaines, Reber se félicite de l'émergence de travaux les réunissant (e.g., Roediger, 1990; Nissen, Willingham, & Hartman, 1989; Knowlton, Ramus, & Squire, 1992). Meulemans (1998a, p.17) reconnaît également qu'il est probablement difficile de délimiter clairement la frontière entre mémoire implicite et apprentissage implicite, au regard des caractéristiques communes à ces deux phénomènes selon Berry et Dienes (1991) (robustesse, indépendance aux mécanismes explicites, bon maintien dans le temps, dépendance aux caractéristiques de surface, et aux variations du type de traitement effectué en phase d'étude). Il émet néanmoins un argument de distinction basé sur la possible implication de processus d'abstraction et d'effets du type de traitement réalisé en phase d'étude dans le cas de l'apprentissage implicite. Seger (1994) propose d'autres distinctions entre ces deux phénomènes. En effet, il semble qu'il existe une différence (quantitative) concernant les traitements réalisés lors des tâches d'apprentissage et de mémoire (Seger, 1994). Dans le premier cas, la phase d'étude fournit une exposition répétée à des stimuli multiples, tandis que dans la tâche prototypique d'amorçage, l'exposition consiste à présenter des stimuli uniques. Enfin, le matériel ne présente rien de connu du sujet dans les tâches d'apprentissage implicite, contrairement aux tâches de mémoire implicite (Reber, 1993), et dans ces dernières, aucun lien n'est explicitement fait entre la phase d'étude et la phase test, tandis que ça peut être parfois le cas dans les tâches d'apprentissage (Seger, 1994).

Ainsi, les caractéristiques des situations que nous proposerons dans ce travail s'inscrivent davantage dans les spécificités des tâches d'apprentissage implicite, que nous venons de distinguer de celles des tâches de mémoire. De ce fait, nous interprèterons plutôt les résultats en termes d'apprentissage implicite.

### **1.3. Apprentissage implicite et apprentissage explicite.**

Seger (1994) définit l'apprentissage implicite en partie par opposition à l'apprentissage explicite, à travers notamment l'absence d'intervention de processus conscients de testing d'hypothèse et le fait que des capacités d'apprentissage implicite sont préservées chez des patients amnésiques (e.g., Nissen et al., 1989), présentant pourtant une altération de la mémoire épisodique, donc explicite. En effet, une certaine robustesse caractérise les processus implicites, alors que les performances aux tâches explicites seraient sensibles aux effets d'âge, voire au vieillissement (Howard & Howard, 1992), au retard mental (e.g., Atwell, Conners, & Merrill, 2003), aux troubles neuropsychologiques affectant les capacités mnésiques explicites (e.g., Abrams & Reber, 1988; Nissen et al., 1989), et de

manière générale aux différences individuelles (Reber, Walkenfeld, & Hernstadt, 1991). Etant donné la robustesse générale des processus implicites face à toutes sortes de variables, nous consacrerons une section de l'introduction spécifiquement à cette question.

Cette robustesse s'expliquerait par l'antériorité des processus implicites sur les processus explicites (Reber, 1993), défendue par divers arguments "évolutionnistes" en faveur d'une dissociation entre processus explicites et implicites (Reber & Allen, 2000; Reber, Allen, & Reber, 1999). La primauté des processus implicites conférerait également une certaine précocité aux capacités d'apprentissage implicite, qui ressort effectivement de certains travaux (e.g., Rovee-Collier, 1990; Perruchet & Vinter, 2000; Saffran, Johnson, Aslin, & Newport, 1999). Une autre forme de robustesse a été rapportée concernant les capacités de maintien de l'information, puisqu'il apparaît que la trace mnésique implicite perdure dans le temps, alors que celle résultant d'une acquisition explicite décline et devient inaccessible (Allen & Reber, 1980; Mathews, Buss, Stanley, Blanchard-Fields, Cho, & Druhan, 1989; Nissen et al., 1989). Toutefois, la connaissance acquise implicitement est moins accessible verbalement et donc moins manipulable que les connaissances explicites d'une situation. En revanche, la connaissance implicitement acquise n'en demeure pas pour autant complètement "non adaptative" à en croire les phénomènes de transfert caractéristiques de l'apprentissage implicite (e.g., Berry & Dienes, 1993; Reber, 1989a).

#### **1.4. Processus automatiques et contrôlés: le rôle de l'attention.**

Puisque les processus automatiques ont été redéfinis en termes d'absence d'intentionnalité (Hasher & Zacks, 1979, 1984) et que les traitements non intentionnels qualifient en partie la définition de l'apprentissage implicite que nous avons décidé d'adopter (Perruchet & Vinter, 1998a), il convient de préciser la distinction qui est classiquement proposée entre processus automatiques et contrôlés (Schneider & Shiffrin, 1977). Selon les théories de l'automatisme (Schneider & Shiffrin, 1977, 1985; Logan, 1988), un traitement automatique de l'information, sans attention, s'oppose à un mode de traitement contrôlé, faisant intervenir l'attention. Le premier type de traitement donnerait lieu à des capacités "illimitées" et stables, tandis que le second conduirait à des capacités limitées et flexibles. Dans l'objectif de clarifier une terminologie prêtant à confusion, Perruchet (1988, p. 82) propose "d'utiliser de façon équivalente les termes conscient et attentionnel, pour les opposer à inconscient et automatique. Par contre, l'opposition ici désignée doit être soigneusement distinguée de celle qui concerne l'intention d'apprendre, à laquelle il convient de se référer par les termes d'intentionnel et d'incident".

Comme le fait remarquer Meulemans (1998a, p. 18), certaines caractéristiques des processus automatiques se retrouvent dans des situations d'apprentissage implicite. Le principe selon lequel les processus automatiques ne requièrent pas d'attention (Schneider & Shiffrin, 1977) et les postulats avancés par Reber (1993) ont certainement participé au fait que l'on suggère une implication des processus automatiques dans les mécanismes impliqués en situation d'apprentissage implicite (e.g.,

Cleeremans & Jiménez, 1998; Frensch, 1998; Perruchet & Gallego, 1997). Pourtant, des effets d'interférence ont été mis en évidence suite à l'introduction d'une tâche secondaire pendant la phase d'apprentissage (Dienes, Altman, Kwan, & Goode, 1995; Dienes, Broadbent, & Berry, 1991). Toutefois, ces effets ont été attribués à des "intrusions" explicites dans la mesure de l'apprentissage implicite (Curran & Keele, 1993; Jiménez, Méndez, & Cleeremans, 1996a, 1996b) ou à d'autres effets propres à la situation de double tâche (Stadler, 1995). Selon Stadler (1995), le maintien des performances en situation de double tâche ne signifierait pas forcément une absence d'attention lors de l'apprentissage, car rien ne garantit que la tâche secondaire capture toutes les ressources attentionnelles disponibles. En effet, l'apprentissage implicite de séquences par exemple peut avoir lieu s'il reste suffisamment d'attention à allouer à l'encodage de la séquence (Hsiao & Reber, 1998). Perruchet (2008, p. 610) a listé des études récentes dans lesquelles "des covariations et régularités simples ne peuvent être correctement apprises sans un minimum d'implication attentionnelle" (e.g., Jiménez & Méndez, 1999; Hoffmann & Sebold, 2005; Pacton & Perruchet, 2008; Rowland & Shanks, 2006).

En partant de la distinction que font Johnston et Dark (1986) entre deux manières d'envisager l'attention, comme "effort mental" et "traitement sélectif", Jiménez et Méndez (1999) ont montré que si la division de l'attention n'affecte pratiquement pas les capacités d'apprentissage implicite, l'attention sélective reste nécessaire. Dans une étude sur l'encodage incident des couleurs des objets et des vêtements (Patel, Blades, & Andrade, 2002), les résultats suggèrent la nécessité que l'attention soit dirigée sur l'objet contenant l'information pour que celle-ci fasse l'objet d'un encodage automatique. Ainsi, le codage résulterait de processus associatifs indépendants de la charge attentionnelle mais nécessitant cependant la présence simultanée des informations à encoder en mémoire de travail (Jiménez & Méndez, 1999), ou leur traitement conjoint dans le focus attentionnel (Perruchet & Vinter, 1998a, 1998b, 2002). S'il est communément admis que l'attention est nécessaire à l'apprentissage (e.g., Reber, 1989a, 1993; Perruchet, 2008), certains auteurs postulent que l'apprentissage implicite serait la conséquence automatique de l'attention sélective (Perruchet & Vinter, 2002; Whittlesea & Dorken, 1993; Tanaka, Kiyokawa, Yamada, Dienes, & Shigemasa, 2008).

Compte tenu des éléments qui permettent de distinguer l'apprentissage implicite des divers domaines que nous venons de présenter, son étude a donc nécessité la création de situations expérimentales originales.

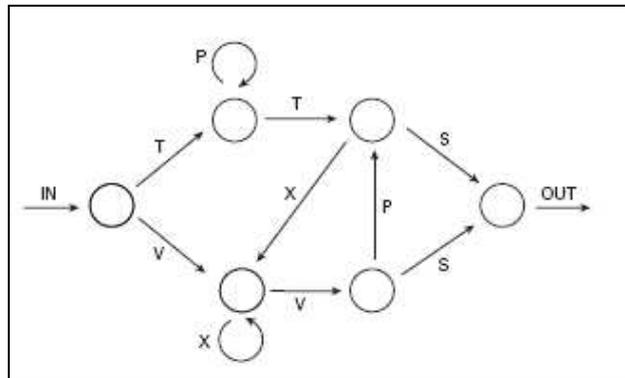
## **2. Comment tester les capacités d'apprentissage implicite?**

La plupart des études conduites dans le domaine de l'apprentissage implicite ont été menées en laboratoire, et auprès de populations adultes. Un des paradigmes prototypiques utilisés est celui de l'apprentissage de grammaires artificielles (GA, Reber, 1967), auquel nous nous intéresserons tout particulièrement. En effet, ce paradigme sera employé dans les 5 expériences qui composent ce travail de recherche. Néanmoins, nous devons aborder brièvement trois autres situations expérimentales

classiquement employées dans l'étude de l'apprentissage implicite et que nous serons amenés à évoquer plus tard: les tâches de temps de réaction sériel (Nissen & Bullemer, 1987), les tâches de covariations incidentes (Lewicki, 1986) et les tâches de contrôle de systèmes dynamiques (Berry & Broadbent, 1984).

### 2.1. L'apprentissage de grammaires artificielles (GA).

Reber (1967) est à l'origine de ce paradigme, dans la poursuite des travaux de Chomsky et Miller (1958) dans le cadre de l'apprentissage des langues maternelles (pour plus de détails, voir Nicolas, 1996). Dans la phase d'étude, les participants sont exposés à un ensemble de séquences grammaticales générées par une grammaire à état fini, définissant les règles transitionnelles entre les différents éléments, par exemple, des consonnes écrites (voir Figure 1).



**Figure 1.** Exemple de grammaire artificielle utilisée par Reber (1967) et permettant de générer des séquences de consonnes dites «grammaticales». Les règles transitionnelles sont déterminées par les enchaînements autorisés par cette grammaire et symbolisés par les flèches. Les séquences grammaticales suivent ces flèches depuis l'entrée (IN) jusqu'à la sortie (OUT) (par exemple: TPPTS, VXVPS). Les flèches bouclées indiquent que la consonne qui y est associée peut être potentiellement répétée autant de fois qu'on le souhaite. À l'inverse, des séquences non grammaticales consisteraient à violer une ou plusieurs des règles transitionnelles définies par la grammaire (par exemple: XPPTS, VXPS).

Le caractère implicite de l'apprentissage réside dans le fait que les participants ignorent l'existence de la grammaire durant la phase d'étude. Par exemple, dans le paradigme original, on demande simplement aux sujets de mémoriser une liste de séquences issues de la grammaire. Lors de la phase test, ils sont informés de l'existence de règles déterminant la constitution des séries et sont invités à discriminer des nouvelles séquences grammaticales (e.g., des séquences grammaticales non vues en phase d'apprentissage) de séquences non grammaticales (e.g., des séquences qui violent une ou plusieurs règles). Les résultats montrent que les participants reconnaissent les séquences grammaticales à un niveau supérieur au hasard, comme s'ils avaient découvert les règles de la grammaire, en dépit du fait qu'ils sont incapables de verbaliser quoique ce soit à propos de ces règles.

Pour amener ce paradigme à la portée de l'enfant, les lettres peuvent être remplacées par des symboles ou des couleurs et on peut faire reproduire les séquences à l'enfant, puis en phase test, lui faire reconnaître celles-ci parmi d'autres jamais vues. L'apprentissage de grammaire artificielle demeure à ce jour l'un des paradigmes les plus utilisés dans ce champ d'étude. Toutefois, d'autres situations expérimentales ont été proposées.

## **2.2. Autres paradigmes classiques.**

### **2.2.1. Le paradigme de temps de réaction sériel.**

Le paradigme de temps de réaction sériel (TRS: Nissen & Bullemer, 1987) ou appelé apprentissage de séquences répétées, consiste à faire croire au sujet qu'il participe à une tâche de temps de réaction plutôt que d'apprentissage. Généralement, on demande aux participants de réagir le plus vite possible à l'apparition de stimuli à différentes positions sur un écran partagé en 4 quadrants, en appuyant sur des touches correspondant aux 4 emplacements possibles. Pour le groupe expérimental, l'ordre d'apparition des stimuli suit une règle qui se répète tout au long de l'expérience. A mesure de la passation, les sujets sont censés apprendre implicitement cette règle et faire ainsi diminuer leurs temps de réaction davantage que les sujets du groupe contrôle, pour qui la séquence d'apparition est complètement aléatoire.

### **2.2.2. Le paradigme de covariation incidente.**

Le paradigme de covariation incidente (Lewicki, 1986) se différencie principalement des tâches de TRS par la complexité des situations qu'elles font intervenir. Les participants doivent déterminer l'emplacement d'une cible régi par des règles de covariations. Par exemple, dans la tâche utilisée par Fletcher, Maybery, et Bennett (2000), les sujets doivent localiser l'image cible (une maison) à l'intérieur d'une matrice, dont la position dépend à la fois du comportement adopté par l'expérimentateur (approcher par la droite ou la gauche) et de la couleur du dispositif (bleu ou rouge). En phase test, la sensibilité aux covariations acquise durant la phase d'exposition doit permettre au sujet de deviner, au-delà du hasard, l'emplacement de la cible à l'intérieur d'une matrice où les images sont recouvertes par des encarts.

### **2.2.3. Le paradigme de contrôle de systèmes dynamiques.**

Le paradigme de contrôle de systèmes dynamiques (CSD, Berry & Broadbent, 1984) consiste à faire apprendre aux participants à contrôler un environnement simulé par ordinateur, gouverné par une équation inconnue des sujets. Pour cela, ils doivent agir sur des variables de la situation afin d'atteindre le but fixé par l'expérimentateur. Par exemple, une des situations proposées par Berry et Broadbent (1984), consiste à maintenir une production de 9000 tonnes de sucre par jour dans une usine dont on peut faire varier le nombre d'ouvriers. Au fur et à mesure que cette variable est manipulée, la production varie. On observe généralement que la capacité des sujets à contrôler le

système augmente avec la pratique bien qu'ils soient incapables de répondre précisément aux questions évaluant leurs connaissances explicites sur ce système.

### **2.3. Les critiques à l'encontre des paradigmes classiques.**

Afin de mettre en évidence un effet d'apprentissage implicite, il est indispensable de s'assurer de la nature inconsciente des traitements qui opèrent chez le sujet. S'il est admis que cela est difficile (Jacoby, 1991), il semble que ce soit en partie dû au fait que les paradigmes classiques comportent des défauts. Le premier défaut réside dans le fait que les influences que l'on pourrait attendre de connaissances explicites auraient exactement les mêmes effets sur le comportement que ceux induits par des influences inconscientes (Meulemans, 1998a; Vinter & Perruchet, 1999). Le second problème concerne le fait que les influences inconscientes sont généralement évaluées d'après un changement comportemental qui a nécessité une centration explicite (Vinter & Perruchet, 1999). Pour illustrer cela à travers le paradigme de grammaire artificielle, la performance attendue, que l'abstraction des règles qui régissent la grammaire soit consciente ou inconsciente, correspondrait à un jugement de grammaticalité correct. De plus, on demande explicitement au sujet d'émettre un jugement de grammaticalité ou de préférence, alors que ces mêmes éléments pertinents servent à mesurer les influences inconscientes.

Une des difficultés majeures à rendre compte de la nature inconsciente des traitements ayant été mise en évidence, les paradigmes doivent dorénavant répondre aux exigences d'une étude sur les processus implicites. La nécessité de dissocier les influences conscientes et inconscientes au sein des tâches d'apprentissage a donc mené à l'établissement de différentes procédures.

### **2.4. Dissocier les connaissances conscientes et inconscientes.**

Comme nous avons pu l'observer à travers les différentes définitions de la notion d'apprentissage implicite, la plupart d'entre elles attribue un statut inconscient à la connaissance acquise, tandis que pour d'autres, la connaissance est décrite comme explicite. Reber (1989b) a proposé que la nature implicite de la connaissance soit démontrée par davantage de connaissances résultant de la mesure implicite plutôt que de la mesure explicite, laquelle pourrait même être envisagée comme nulle. Toutefois, certains auteurs s'accordent sur le fait qu'il apparaît illusoire d'apprendre en l'absence totale de connaissances conscientes quelle que soit la situation (Meulemans, 1998a; Perruchet, 2008).

Des travaux ont toutefois cherché à dissocier les connaissances conscientes et inconscientes. Dans la poursuite de cet objectif, Jacoby a proposé la procédure de dissociation des processus (Jacoby, 1991, 1998; Jacoby, Toth, & Yonelinas, 1993) qui a pour but de mesurer séparément les contributions de processus contrôlés (conscients) et celles de processus automatiques (inconscients) pour une même tâche. Pour cela, deux conditions test sont opposées. L'une dite d'inclusion correspond à un test explicite de mémoire pour lequel la performance peut s'expliquer par la somme de connaissances

explicites et implicites. L'autre dite d'exclusion consiste à demander aux sujets de ne pas donner comme réponses des items déjà étudiés. Les items déjà vus donnés malgré cette consigne reflèteraient l'influence automatique et inconsciente de la mémoire. La contribution consciente est donc obtenue par la différence entre les performances à la tâche d'inclusion et celle d'exclusion, alors que la contribution inconsciente est mesurée par la tâche d'exclusion et comparée à une mesure de référence appropriée. Les résultats initiaux montrent des performances indépendantes du type d'instructions et une production d'items déjà vus relativement importante pour la tâche d'exclusion. Toutefois, d'autres travaux ne reproduisent pas ce pattern de résultats et montrent une production de séquences d'entraînement plus importante dans la tâche d'inclusion que dans la tâche d'exclusion (e.g., Wilkinson & Shanks, 2004).

La méthode généralement employée consiste donc à ajouter une mesure explicite à la mesure implicite consécutive à la phase d'étude. On peut également citer les tâches d'évocations verbales. Dans certains cas, les évocations verbales n'ont pas rapportées de connaissances conscientes des règles régissant la situation (e.g., Czyzewska, Hill, & Lewicki, 1991; Lewicki, Hill, & Czyzewska, 1992; Frick & Lee, 1995; Reber, 1967; Seger, 1994), alors que dans d'autres études, des rapports verbaux témoignent d'une connaissance conscience relative, par exemple, à la présence de certains bigrammes et trigrammes dans le cas d'apprentissage de GA (Mathews et al., 1989; Meulemans & Van der Linden, 1997a, Reber & Allen, 1978). Perruchet et Pacteau (1990) proposent d'expliquer l'absence de connaissance consciente au sein des rapports verbaux, par le fait que l'on interroge souvent les sujets en évoquant un format de connaissances, les règles par exemple, qui ne sont pas utilisées lors de la tâche. En effet, une autre forme de connaissances, des bigrammes ou trigrammes par exemple, permettraient néanmoins de produire des comportements adaptés à la tâche de jugement de grammaticalité (Perruchet, 1994; Perruchet & Amorim, 1992; Perruchet & Pacteau, 1990, 1991). Pour résoudre ce problème, Shanks et St. John (1994) ont proposé que, pour être recevables, les mesures de connaissances explicites doivent satisfaire aux critères *d'information* et de *sensibilité*. Selon le premier, la connaissance induisant la performance au test explicite doit également rendre compte de la performance à la tâche implicite. Le second critère stipule que la mesure doit pouvoir rendre compte de toute la connaissance consciente pertinente. Ainsi, lorsque les études engagent des mesures explicites sensibles à la connaissance acquise (e.g., Perruchet & Pacteau, 1990; Meulemans & Van der Linden, 1997a), celle-ci serait accessible à la conscience.

D'autres biais ont participé à minimiser la nature explicite de la connaissance. Généralement, le test explicite est administré après la tâche d'apprentissage implicite. Dans une étude employant ce type de procédure, Destrebecqz et Cleeremans (2001), rapportent des performances à la tâche explicite correspondant au hasard. En revanche, en administrant simultanément les deux types de tests, Shanks, Wilkinson et Channon (2003) ont mis en évidence de bonnes performances au test explicite, comparables à celle obtenues au test implicite. Ainsi, l'administration tardive des tests explicites fournirait une mesure faussée de la connaissance explicite sensible au phénomène d'oubli.

Perruchet (2008) convient que les contrôles apportés aux procédures de dissociation ne permettent pas d'attester d'une absence de connaissances conscientes. L'absence de tests "purs" quant aux connaissances qu'ils mesurent rend la tâche vaine, que ce soit pour établir clairement l'absence de connaissances conscientes ou inconscientes. Puisque la nature de la connaissance acquise sera de par ce fait à jamais controversée, l'absence d'intentionnalité apparaît comme un critère d'autant plus déterminant pour définir les situations d'apprentissage implicite, que l'on devrait, par conséquent, qualifier plus justement d'apprentissage incident. Il semble donc dorénavant important de se focaliser sur des procédures visant à limiter l'exploitation intentionnelle de connaissances conscientes, fatalement présentes au sein de toutes situations que l'on pourrait proposer aux sujets. Dans la poursuite de cet objectif, Vinter et Perruchet (1999) ont proposé la "Neutral Parameter Procedure" (NPP).

### **2.5. Les critères de neutralité de la NPP.**

Lorsqu'on cherche à mesurer l'adaptation comportementale à une situation d'apprentissage implicite, il convient de s'assurer que les performances ne résultent pas d'une exploitation intentionnelle de la connaissance acquise par le sujet. Vinter et Perruchet (1999) ont donc proposé de limiter les contaminations explicites durant les tâches d'apprentissage. Pour ce faire, la "Neutral Parameter Procedure" (NPP) contraint les situations expérimentales au respect des deux critères de neutralité suivants:

- "le critère de neutralité des consignes de la tâche", selon lequel les consignes doivent être centrées sur un aspect comportemental différent de celui servant à évaluer l'apprentissage de la tâche.
- "le critère de neutralité du comportement mesuré", nécessitant que le comportement que l'on cherche à obtenir par influences inconscientes, soit différent de celui que le sujet cherche à atteindre consciemment.

En appliquant les principes de la NPP, Vinter et Perruchet (1999, 2000) ont mis en évidence un apprentissage implicite chez des enfants âgés de 4 à 10 ans, ainsi que chez l'adulte, lors d'une tâche graphique de traçage. Néanmoins, cette tâche basée sur la présence d'un principe grapho-moteur appelé le "Starting Rotation Principle" (SRP, Van Sommers, 1984) fait appel à des facultés motrices particulières intervenant dans l'exercice du tracé de formes géométriques. Par conséquent, l'effet d'apprentissage observé pourrait être spécifique aux caractéristiques grapho-motrices à cette tâche.

Pour cette raison, nous tenterons d'appliquer les critères de la NPP à un paradigme classiquement employé dans l'étude de l'apprentissage implicite, le paradigme de grammaire artificielle (GA). De cette manière, nous tenterons de satisfaire, à la fois, aux critiques à l'encontre des paradigmes classiques et de la particularité de la tâche utilisée par Vinter et Perruchet (1999, 2000). La nature hautement implicite de la situation d'apprentissage et le recours à un aspect comportemental moins spécifique devraient permettre une meilleure généralisation de nos résultats à l'ensemble des processus implicites.

### 3. Les principaux modèles théoriques de l'apprentissage implicite.

Récemment, Pothos (2005, 2007) a précisé que parmi les théories de l'apprentissage implicite qui ont émergé depuis une quarantaine d'années, on peut raisonnablement distinguer et regrouper ces différentes positions selon la forme de la connaissance, le statut explicite ou implicite de la connaissance acquise, et relativement à ces critères, aux concepts de règles, de similarité ou d'apprentissage associatif. Ainsi, parmi les conceptions que Pothos (2007) a considérées au regard de l'apprentissage de grammaire artificielle, nous nous intéresserons à quatre des principaux modèles théoriques représentatifs de la diversité des explications qui tentent de rendre compte des capacités d'apprentissage implicite.

#### 3.1. La position abstractionniste.

Cette première position est défendue par Reber (1967, 1989a), et d'après elle, l'apprentissage implicite s'explique par un processus inconscient d'abstraction des règles qui régissent la situation. Face à un matériel structuré, mais dont les règles sont trop complexes pour être découvertes par la mise en œuvre de stratégies conscientes, les sujets pourraient extraire ces règles de manière inconsciente lors d'une exposition répétée aux régularités de l'environnement. Reber (1967) observe que les sujets peuvent juger de la grammaticalité de nouvelles chaînes de caractères, bien au-delà du hasard (77%), ce qui selon lui atteste d'une abstraction des caractéristiques structurales profondes de la grammaire et non des caractéristiques superficielles du matériel. Les performances de transfert observées d'abord par Reber (1969), puis largement répliquées (e.g., Altmann, Dienes, & Goode, 1995; Brooks & Vokey, 1991; Dienes & Altmann, 1997; Gomez & Schvaneveldt, 1994; Mathews et al., 1989; Tunney & Altmann, 1999) confirment l'idée d'abstraction de règles. En effet, les sujets parviennent à discriminer les stimuli grammaticaux, même si les symboles utilisés en phase de test sont différents de ceux de la phase d'apprentissage, du moment que la structure syntaxique du matériel est respectée. Toutefois, des interprétations alternatives des phénomènes de transfert ont également été proposées (e.g., Brooks & Vokey, 1991; Dienes, Altmann, & Gao, 1999; Tunney & Altmann, 2001). Dans une étude où les participants devaient réarranger des anagrammes, au lieu de la traditionnelle tâche de jugement de grammaticalité, Reber et Lewis (1977) ont observé que la fréquence de production de bigrammes grammaticaux en phase test était corrélée à l'ensemble des items grammaticaux et non à ceux vus en apprentissage. Si ces résultats confortent l'apprentissage de la structure grammaticale plutôt que des caractéristiques de surface des items, des critiques méthodologiques relativiseront par la suite ces interprétations (Perruchet, Gallego & Pacteau, 1992).

#### 3.2. La position exemplariste.

Cette position proposée par Brooks (1978) s'oppose à la position défendue par Reber. Il n'y aurait pas d'abstraction de la règle, mais mémorisation d'items entiers pendant la phase d'étude. Lors

de la phase test, les sujets procéderaient à une comparaison entre les items présentés et ceux stockés en mémoire. Le jugement de grammaticalité serait en fait basé sur le degré de similarité entre les exemplaires de la phase d'étude et ceux présentés en phase test (Brooks & Vokey, 1991; Vokey & Brooks, 1992, 1994), la similarité étant définie par le nombre d'éléments qu'ils partagent en commun. C'est en fait cette comparaison qui guiderait la décision de grammaticalité. D'autres résultats attestent que les jugements seraient basés à la fois sur la grammaticalité et la similarité des items tests (McAndrews & Moscovitch, 1985). Toutefois, l'idée de mémorisation d'items entiers semble poser problème en termes de ressources attentionnelles dans ce type de tâche. C'est ce qui a conduit à la principale critique et à l'émergence d'une troisième position assez proche.

### **3.3. La position fragmentariste.**

Perruchet (1994) s'oppose à l'idée de mémorisation d'items entiers et d'autant plus à l'idée d'abstraction de règles, et propose que le sujet mémorise uniquement des fragments des items, appelés "chunks" (bigrammes, trigrammes), qui suffisent à contenir les principales règles structurant le matériel. Plusieurs arguments convergent vers une segmentation du matériel pendant la phase d'entraînement. Tout d'abord, les rapports verbaux des participants après la phase d'apprentissage font généralement allusion à des bigrammes et trigrammes appartenant aux séquences d'études (Mathews et al., 1989; Meulemans & Van der Linden, 1997a; Reber & Allen, 1978). Ensuite, Servan-Schreiber et Anderson (1990) ont rapporté que les participants à qui on demande d'écrire les items pendant la phase d'étude ont tendance à former spontanément des sous-groupes de lettres. Plus récemment, Tunney (2005, 2010) conclut que si le jugement de grammaticalité et le degré de confiance sont bien fondés sur une comparaison explicite avec les représentations épisodiques des items d'entraînement, en accord avec le principe de similarité, cette dernière reposerait sur des informations structurales simples, telles que les débuts et fins de séquences et les patterns de répétitions.

Ainsi, plusieurs études rendent compte de résultats donnant l'impression d'un apprentissage de règles ou d'items entiers en avançant des arguments fragmentaristes (e.g., Perruchet, 1994; Perruchet & Pacteau, 1990; Perruchet et al. 1992). Une position proposant la mémorisation de fragments, ou chunks, plutôt que de règles complexes ou d'exemplaires, semble effectivement plus parcimonieuse. Toutefois, cela pose la question de la nature implicite des apprentissages, puisque certains éléments sont explicitement évoqués.

Une dernière position, l'apprentissage associatif (Perruchet & Vinter, 1998a, 1998b, 2002) semble mieux rendre compte de ce paradoxe.

### **3.4. L'apprentissage associatif.**

Dans cette approche proposée par Perruchet et Vinter (1998a, 1998b, 2002), l'apprentissage implicite serait expliqué par la mise en œuvre de traitements associatifs inconscients. Le sujet segmenterait le matériel en petites unités composées d'éléments primitifs, ceci sur la base de

perceptions et représentations conscientes. Ce "parsing" serait dû à des traitements non intentionnels, automatiquement déclenchés par la présence d'unités dans un même focus attentionnel, comme en rend compte le modèle "Parser" décrit par Perruchet et Vinter (1998b) dans le cadre de l'apprentissage d'un langage artificiel. D'après ce modèle, les propriétés perceptives du matériel participent à la formation d'unités représentationnelles, qui à leur tour guident la perception. Ainsi, les unités sensorielles intériorisées en représentations, forment des unités subjectives, rendant compte de la structure du matériel. Les traitements associatifs inconscients modifient la perception et la représentation consciente du sujet à l'égard de son environnement, ce qui est responsable de son adaptation et donc de ses performances. Ici, c'est donc la nature des traitements (associatifs) qui est considérée comme inconsciente et non celle de la connaissance acquise elle-même. Ceci permet d'expliquer la part d'explicite qui ressort de certaines études.

Dans la poursuite de la notion d'apprentissage associatif, Perruchet et Vinter (2002) ont cherché à expliquer "pourquoi l'expérience phénoménale des personnes adultes consistent en des perceptions et représentations du monde qui sont généralement isomorphes à la structure du monde, sans avoir besoin de recourir à un puissant inconscient cognitif" (p. 297). A travers le concept de conscience auto-organisatrice (Self-Organizing Consciousness "SOC", Perruchet & Vinter, 2002), ces auteurs ont proposé que l'isomorphisme des représentations résulte d'une organisation progressive qui émerge de la mise en œuvre de processus associatifs élémentaires qui opèrent sur la base des représentations conscientes du monde. A l'aide de ce concept, il est possible de rendre compte d'adaptations comportementales à des situations régies par des règles, même complexes, sans avoir toutefois recours à une connaissance de ces règles sous une forme inconsciente et hautement sophistiquée. Ici, ce sont les représentations conscientes qui sont isomorphes à la structure de la situation, dont la formation peut être tout à fait expliquée par la mise en œuvre des principes élémentaires de l'apprentissage associatif.

Par ailleurs, le caractère élémentaire et le statut inconscient des traitements associatifs responsables de l'adaptation comportementale des sujets, sont des arguments permettant d'expliquer la robustesse inhérente aux capacités d'apprentissage implicite (Reber, 1993).

#### **4. La robustesse des capacités d'apprentissage implicite.**

Le fait que la majorité des études ait été menée chez l'adulte ne doit pas occulter combien l'AI est impliqué dans de nombreuses acquisitions quotidiennes durant la petite enfance. L'apprentissage implicite a été décrit comme responsable d'au moins certains aspects dans l'apprentissage de la langue maternelle et d'une seconde langue (Chandler, 1993; Carr & Curran, 1994), la catégorisation, l'acquisition de la lecture et du comptage (Pacton, Perruchet, Fayol, & Cleeremans, 2001), l'adaptation aux contraintes physiques de l'environnement (Krist, Fieberg, & Wilkening, 1993) et l'acquisition d'habiletés sociales (Reber, 1993). Les contextes réels d'apprentissage dans lesquels les

enfants acquièrent des connaissances propres à ces divers domaines présentent des régularités structurelles, et la plupart de ces acquisitions sont "spontanées", et donc, rarement guidées par des consignes données par un superviseur. La similarité entre les caractéristiques définissant les situations d'AI et les contextes d'apprentissage réels des acquisitions précoces chez l'enfant font de l'AI un processus d'apprentissage hautement pertinent dans une perspective développementale.

#### **4.1. Les capacités d'AI face au développement.**

Compte tenu du constat qui vient d'être fait concernant l'importance des apprentissages implicites dans le développement cognitif de l'enfant, on ne peut que s'étonner de la rareté des études qui adoptent une approche développementale. Toutefois, la plupart d'entre elles ont mis en avant que la capacité à réaliser un apprentissage implicite est présente tôt chez l'enfant et résiste aux effets d'âge (e.g., Reber, 1993; Meulemans, Van der Linden, & Perruchet, 1998; Thomas & Nelson, 2001; Vinter & Perruchet, 2000). Concernant la précocité des apprentissages, Rovee-collier (1990) a montré que des bébés de 3 mois apprennent de manière incidente la relation qui unit un événement en réponse d'un comportement moteur particulier. Dans une approche qui nous intéresse davantage, Gomez et Gerken (1999) ont adapté le paradigme de GA chez des jeunes enfants de 21 mois, en remplaçant les consonnes écrites par des syllabes présentées de manière auditive, et ont rapporté une préférence pour les séquences grammaticales, familières ou nouvelles, plutôt que pour celles non grammaticales. Saffran, Aslin et Newport (1996) ont quant à eux mis en évidence que des enfants de 8 mois devenaient sensibles aux composantes fondamentales de la structure d'un langage artificiel, ou de séquences non langagières (Saffran et al., 1999). Les mêmes capacités précoces d'apprentissage statistique ont été révélées chez des enfants dans le cas d'arrangements visuels (Fiser & Aslin, 2002) ou de séquences spatiotemporelles (Kirkham, Slemmer, Richardson, & Johnson, 2007). L'apprentissage de règles a été observé chez des jeunes enfants capables de distinguer des patterns basés sur la présence de répétitions, de type ABA, AAB ou ABB (Endress, Scholl, & Mehler, 2005; Johnson, Kirkham, Fernandes, Franck, Kirkham, Marcus, Rabagliati, & Slemmer, 2009; Kirkham, Slemmer, & Johnson, 2002; Marcus, Fernandes, & Johnson, 2007; Marcus, Vijayan, Bandi Rao, & Vishton, 1999). Bremner, Mareschal, Destrebecqz et Cleeremans (2007) ont également observé que des enfants de 2 ans étaient capables d'apprendre implicitement des séquences spatiales. Lewicki (1986) (voir aussi, Czyzewska et al. (1991), cité dans Lewicki et al., 1992) a aussi obtenu des performances d'apprentissage chez des enfants de 4-5 ans à l'aide du paradigme de covariation incidente.

En ce qui concerne le développement des capacités d'apprentissage implicite, une étude menée par Roter (1985), citée par Reber (1993), marque le point de départ du postulat d'indépendance des processus d'apprentissage implicite face à l'âge. En effet, dans une tâche de grammaire artificielle menée chez des enfants de 6-7 ans, 9-11 ans, et 12-15 ans, aucune différence de performances n'a été observée avec l'âge. Concernant ce paradigme de GA, d'autres travaux moins connus confirment

l'invariabilité des performances avec l'âge chez des enfants de 9 à 11 ans (Fischer, 1997), et de 7 à 12 ans (López-Ramón, 2007). La robustesse de ces processus a également été testée à travers le paradigme de temps de réaction sériel (Nissen & Bullemer, 1987), dans une étude conduite par Meulemans et al. (1998) auprès d'enfants âgés de 6-7 ans, 10-11 ans, ainsi que chez des adultes. Ces auteurs ont observé que les enfants les plus jeunes apprenaient aussi bien la séquence que les adultes. Depuis, d'autres travaux utilisant ce même paradigme ont confirmé ces résultats (Karatekin, Marcus, & White, 2007; Litke, 2001; Thomas & Nelson, 2001).

Toutefois, certaines études ont montré des effets contradictoires. L'étude de Maybery, Taylor et O'Brien-Malone (1995) basée sur le paradigme de covariation incidente, met en évidence une amélioration des performances entre 6 et 12 ans. Ces résultats sont soutenus par l'étude de Fletcher et al. (2000), reprenant la même procédure et montrant une variation des performances avec l'évolution de l'âge mental entre 6 et 12 ans. Cependant, différentes critiques méthodologiques ont été adressées à ces travaux (Meulemans, 1998a; Vinter & Perruchet, 1999). Ces critiques concernent les défauts méthodologiques des paradigmes classiques que nous avons pointés précédemment.

Les effets d'âge pourraient être la conséquence de contaminations explicites, que la "Neutral Parameter Procedure" (Vinter & Perruchet, 1999) propose de limiter. Ainsi, lorsque Vinter et Perruchet (1999, 2000) appliquent les critères de la NPP (c'est également le cas des procédures utilisées par Meulemans et al. (1998, voir aussi Thomas & Nelson (2001)) à travers une tâche graphomotrice basée sur le SRP (Van Sommers, 1984), ces auteurs constatent un apprentissage invariant chez les enfants, âgés de 4 à 10 ans, et les adultes. Par ailleurs, des travaux dans le domaine du vieillissement indiquent des capacités d'AI préservées (e.g., Howard, Howard, Dennis, LaVine, & Valentino, 2008) tandis qu'un déficit de l'apprentissage est toutefois observé dans le cas de matériel à structure complexe (Bennett, Howard, & Howard, 2007). D'autres travaux semblent donc nécessaires à une meilleure compréhension du lien entre âge des sujets et performances aux tâches implicites.

Une autre approche visant à clarifier la dissociation entre processus explicites et implicites, et à mieux établir la robustesse de ces derniers, est l'étude des phénomènes implicites dans une perspective psychopathologique que nous allons maintenant aborder.

## **4.2. Préservation des capacités d'AI.**

### **4.2.1. Chez les individus présentant un retard mental.**

La littérature, quant à la relation établie entre les processus implicites et le retard mental, argumente majoritairement en faveur d'une certaine invariabilité des performances aux tâches implicites face au niveau intellectuel, conformément au postulat de Reber (1993). Une première série d'études a examiné le lien entre QI et performances d'apprentissage implicite. Celles-ci ont révélé des corrélations non significatives, à travers divers paradigmes expérimentaux classiquement utilisés dans ce champ d'étude, telles que des tâches de GA (Reber et al., 1991; McGeorge, Crawford, & Kelly, 1997, López-Ramón, Introzzi, & Richard's, 2009), des tâches de temps de réaction sériels (Feldman,

Kerr, & Streissguth, 1995; Atwell et al., 2003), une tâche de contrôle de systèmes complexes (Myers & Conner, 1992), ou à travers ces trois paradigmes à la fois (Gebauer & Mackintosh, 2007). Dans le cas d'appariement sur l'âge mental entre enfants avec et sans retard mental, Vicari, Bellucci et Carlesimo (2000) ont montré des capacités identiques dans une tâche de temps de réactions sériels. D'autres résultats indiquent une préservation des capacités chez des enfants présentant un retard de développement dans des tâches de mémoire implicite (Burack & Zigler, 1990; Perrig & Perrig, 1995; Takegata & Furutuka, 1993; Wyatt & Conners, 1998). Maybery et al. (1995) ont également mis en évidence une absence de corrélation entre les performances lors d'une tâche de covariation incidente et le QI (compris entre 78 et 125) des participants (classés en trois groupes: QI faible, moyen ou élevé). Ces auteurs relativisent toutefois les postulats de Reber (1993), en montrant un effet de l'âge entre 6 et 12 ans. En revanche, la reconduction de ces travaux par Fletcher et al. (2000), chez des enfants âgés de 9 ans 5 mois d'âge chronologique moyen divisés en deux groupes selon l'âge mental et le QI (5 ans 8 mois: QI = 60; 12 ans 4 mois: QI = 120), contredit radicalement les travaux précédents en indiquant une corrélation entre l'âge mental (ou le QI) et les performances à des tâches d'apprentissage, aussi bien explicite qu'implicite.

Les nombreux arguments faisant état de la robustesse des processus d'apprentissage implicite face à l'âge, au QI, ou encore face aux troubles neurologiques entraînant un déficit de la mémoire (patients cérébro-lésés, amnésiques, malades d'Alzheimer) (voir Meulemans, 1998a) ont conduit certains auteurs à investiguer les résultats contradictoires apportés par Fletcher et al. (2000). La composante conceptuelle intervenant aussi bien dans les tâches explicites qu'implicites a été directement mise en cause (Vinter & Detable, 2003) pour expliquer les mauvaises performances, les sujets présentant un retard mental étant déficitaires dans le traitement de cette composante (Bebko & Luhaorg, 1998). Komatsu, Naito et Fuke (1996) ont montré que des sujets présentant un retard mental obtenaient des performances comparables à un groupe contrôle sans retard mental uniquement lorsque la tâche de mémoire implicite sollicitait des traitements "perceptuels", tandis qu'ils étaient moins performants que le groupe contrôle dans une tâche faisant davantage intervenir des traitements conceptuels. Par ailleurs, les difficultés des sujets lors de ces tâches pourraient être assimilées à celles qu'ils rencontrent dans les tâches explicites, étant donné que les paradigmes classiques permettent l'intrusion involontaire d'influences explicites au sein de la procédure (Meulemans, 1998a; Vinter & Perruchet, 1999). Ainsi, Vinter et Detable (2003) ont suggéré qu'une tâche faisant appel à des composantes motrices et perceptives uniquement et limitant la contamination d'influences explicites, telle que développée dans les travaux de Vinter et Perruchet (1999, 2000), montrerait des processus d'apprentissage implicites efficaces chez les individus avec retard mental. De cette manière, Vinter et Detable (2003) ont pu mettre en évidence une préservation des capacités d'apprentissage implicite chez les enfants et adolescents présentant un retard mental léger et moyen, ainsi que des capacités de maintien dans le temps (Detable & Vinter, 2004) et de transfert (Detable & Vinter, 2006) de la connaissance acquise. Des capacités d'apprentissage comparables à celles d'enfants tout-venant ont été

observées lors d'une tâche de traçage reposant sur le principe grapho-moteur du SRP. Toutefois, ici aussi la spécificité sensori-motrice de la tâche limite la généralisation à d'autres aspects comportementaux.

#### **4.2.2. Chez les individus présentant des troubles neuropsychologiques.**

Ceccaldi et al. (2008) ont souligné l'intérêt d'étudier les phénomènes implicites dans une perspective neuropsychologique. En effet, l'observation de capacités d'apprentissage implicite préservées chez des patients amnésiques, dont les performances aux tâches de mémoire explicite sont altérées (e.g., Knowlton et al., 2003; Meulemans & Van der Linden, 2003), contribue à établir la dissociation entre les mécanismes explicites et implicites de mémoire et d'apprentissage. Selon Reber (1992), puisque les systèmes cognitifs apparaissant plus tôt au cours de l'évolution devraient montrer une plus grande robustesse aux dommages neuropsychologiques, l'apprentissage implicite devrait être efficient face à des atteintes affectant les traitements explicites. Cette prédiction est également avancée par Malone & Maybery (1998). Ces dernières décennies, de nombreux travaux ont examiné cette dissociation dans une approche neuropsychologique (Meulemans, 1998a). Parmi les diverses pathologies investiguées, on peut citer la maladie d'Alzheimer ou de Parkinson par exemple. Grâce au paradigme de GA, Reber, Martinez et Weintraub (2003) observent des capacités d'apprentissage implicite chez des patients atteints d'un stade léger de la maladie d'Alzheimer identiques à celles de participants contrôles, contrairement à la tâche explicite de connaissance des règles révélant des performances altérées par la maladie. Récemment, Moussard, Bigand, Clément et Samson (2008) ont sondé, à l'aide de stimuli musicaux, les capacités d'apprentissage implicite chez des participants sains très âgés et chez d'autres atteints de la maladie d'Alzheimer à des stades sévères de démence. Les résultats confirment la dissociation classiquement observée entre les processus d'apprentissage explicites et implicites (voir aussi pour d'autres procédures Eldridge, Masterman, & Knowlton, 2002; Knopman & Nissen, 1987; Willems, Adam, & Van der Linden, 2002; Grafman, Litvan, Gomez, & Chase, 1990). Ce type de pattern s'étendrait également aux individus porteurs de la maladie de Parkinson (e.g., Siegert, Taylor, Weatherall, & Abernethy, 2006). Ainsi, alors que les performances en apprentissage explicite déclinent avec l'âge et la sévérité de la pathologie, les performances d'apprentissage implicite demeurent efficientes dans de nombreux diagnostics affectant les fonctions mnésiques.

De plus, au-delà du seul intérêt de la dissociation des processus explicites/implicites, des différences de résultats au sein même des pathologies, par exemple chez les individus amnésiques dont seulement certains seraient capables de telles performances de mémoire et d'apprentissage implicites (Van der Linden, Cornil, Meulemans, Salmon, Ivanoiu & Coyette, 2001), peuvent apporter des éclairages concernant les processus et les substrats physiologiques qui sous-tendent ces capacités. Il se pourrait par exemple que les patients amnésiques performants aux tâches implicites soient les mêmes que ceux capables d'acquérir de nouvelles connaissances sémantiques (e.g., Van der Linden, Meulemans, &

Lorrain, 1994, Verfaellie, 2000). Tulving et Markowitsch (1998) ont proposé que ces capacités préservées se limitent aux patients amnésiques dont les lésions ne s'étendraient pas aux régions parahippocampiques. Nous n'entrerons pas plus dans ces considérations qui ne sont pas celles qui nous intéressent ici. Toutefois, ces hypothèses pourraient contribuer fortement à la compréhension des phénomènes d'apprentissage et de mémoire implicites, ainsi qu'à leur implication dans l'évaluation et la prise en charge de ce type de patients.

## **5. L'apprentissage implicite de grammaires artificielles: quelles pistes de travail?**

Le paradigme de GA (Reber, 1967) est sans doute l'un des plus utilisés avec celui de temps de réaction sériel (TRS: Nissen & Bullemer, 1987) dans le domaine de l'apprentissage implicite. Toutefois, la tâche de GA a été identifiée comme particulièrement appropriée, pour fournir une exposition aux sujets à la fois en termes de règles, d'exemplaires, ou de propriétés superficielles du matériel. Par ailleurs, son adaptation aux jeunes enfants ainsi qu'à ceux présentant un retard mental ne nécessite qu'un changement de symboles (remplacement des consonnes par des couleurs par exemple). Contrairement au TRS, cette tâche ne fait pas intervenir la rapidité d'exécution dans la phase test (speed processing) et n'implique pas d'habiletés sensori-motrices, potentiellement défaillantes chez certains sujets. De plus, les critères de la NPP n'ont encore jamais été appliqués à ce type de paradigme. Enfin, le rapprochement classiquement fait entre les GA et les situations écologiques, telle que l'exposition au langage, confère une plus grande généralisation aux résultats obtenus à l'aide de cette procédure.

A travers une revue des principales études menées grâce au paradigme de GA, puisque c'est précisément cette procédure que nous adapterons à nos besoins tout au long des 5 expériences présentées dans cette thèse, nous dresserons les différentes problématiques auxquelles nous nous sommes consacrés. Cette revue ne se veut bien sûr pas exhaustive au regard de la quantité importante de travaux consacrés à l'apprentissage de GA<sup>1</sup>.

### **5.1. Tenter de départager les principales positions théoriques.**

Nous avons déjà entrevu quelques interprétations des performances de jugement de grammaticalité suite à des tâches de GA. Les principales théories ont tenté de rendre compte de ces résultats en terme d'abstraction inconsciente de règles (Reber, 1967, 1989a), de mémorisation d'exemplaires (Brooks, 1978; Brooks & Vokey, 1991), de fragments (Perruchet & Pacton, 1990, Perruchet, 1994), ou encore de formations d'unités cognitives isomorphes à la situation (Perruchet & Vinter, 1998, 1999, 2002). Nombreux sont les auteurs qui proposent un apprentissage associatif ou statistique des régularités du matériel (e.g., Dulany, Carlston, & Dewey, 1984; Servan-Schreiber &

---

<sup>1</sup> Pothos (2007) relève 125 références contenant le terme "*artificial grammar learning*" suite à une recherche PsycINFO rien que dans les titres et abstracts.

Anderson, 1990; Perruchet & Pacteau, 1990, Perruchet, Vinter, Pacteau & Gallego, 2002). Cette perspective continue d'être alimentée par de nombreux travaux concernant par exemple, le rôle de la contingence (Perruchet & Peereeman, 2004), ou plus récemment, le rôle des probabilités transitionnelles plutôt que de la fréquence d'occurrence dans la formation des chunks (Poletiek & Wolters, 2009), ou encore l'effet du taux de recouvrement des règles transitionnelles de la grammaire par les items d'étude (Poletiek & van Schijndel, 2009).

L'étude des phénomènes de transfert, identifiés comme une caractéristique centrale de l'apprentissage implicite (Reber, 1969), contribue au débat concernant ce qui est appris pendant la tâche de grammaire artificielle. Le transfert consiste à observer, bien que dans une moindre mesure, les mêmes performances que dans la forme classique de la tâche, malgré le fait que les symboles utilisés dans les phases d'étude et test diffèrent (e.g., Brooks & Vokey, 1991; Mathews et al., 1989; Reber, 1989a). Si ce phénomène est souvent rattaché à l'abstraction de règles, indépendamment des caractéristiques superficielles des items, Redington et Chacter (1996, 2002) apportent des arguments selon lesquels il n'est nul besoin de recourir à l'abstraction de règles. Selon eux, l'exploitation de certains bigrammes et trigrammes suffirait. En revanche, d'autres auteurs proposent que le transfert nécessite tout de même l'intervention d'un autre type de connaissance, abstraite, en plus des fragments (Gomez & Schvaneveldt, 1994; Manza & Reber, 1997). L'abstraction peut être en effet interprétée en termes d'analogies entre exemplaires, permettant de juger de leur similarité (Brooks & Vokey, 1991), ou entre chunks (Servan-Schreiber, 1991) sur la base d'analogies du type identique-différent (McClelland & Plaut, 1999). Les performances de transfert pourraient dépendre de la présence de répétitions d'éléments (Gomez, Gerken, & Schvaneveldt, 2000; Perruchet & Vinter, 2002), adjacents ou non adjacents (Lotz & Kinder, 2006), ainsi que de la distribution des éléments en première position (Tunney & Altmann, 1999).

Ainsi, le phénomène d'abstraction peut être dissocié des règles et se rapporter aux propriétés superficielles des items présentés. En revanche, l'apprentissage des règles demeure antagoniste à la sensibilité aux propriétés de surface du matériel. Malgré les quarante années qui nous séparent de l'étude originale de Reber (1967), l'abstraction de règles n'est pas encore totalement réfutée au profit de conceptions d'apprentissage plus parcimonieuses. Afin de contribuer au débat, étudier le rôle des propriétés de surface saillantes du matériel nous a paru approprié pour tenter de départager les principaux modèles de l'apprentissage implicite. Au regard de ce qui vient d'être dit sur l'importance des répétitions dans la formation de la connaissance et du constat selon lequel les grammaires artificielles autorisent généralement, et même favorisent, la présence de répétitions au sein des séquences d'étude, les répétitions adjacentes et non-adjacentes apparaissent comme des candidates idéales au codage superficiel du matériel. Les principes de continuité et de similarité empruntés aux théories gestaltistes (Attneave, 1954) confèrent à la répétition un statut perceptif particulier. Dans le cas d'apprentissage de grammaire simple de tonalités par exemple, Endress, Dehaene-Lambertz, et Mehler (2007) rapportent un apprentissage plus facile pour les séquences basées sur des répétitions,

que sur l'ordinalité des éléments. Monaghan et Rowson (2008) confirment ces résultats en comparant directement des séquences répétées et non-répétées. Marcus et al. (1999) observent également un bénéfice de la répétition dans l'apprentissage de séquences chez l'enfant. La répétition est également connue pour son effet de facilitation dans le domaine de la mémoire à court terme (e.g., Henson, 1998).

Dans notre première expérience, "Le rôle des unités saillantes du matériel dans l'apprentissage implicite d'une grammaire artificielle: une tentative de départager les modèles théoriques", nous examinerons l'apprentissage de la structure commune à deux types de séries d'items issus de la même grammaire à état fini, par rapport au codage des propriétés superficielles saillantes spécifiques à chaque type de séries (répétitions adjacentes pour l'un et répétitions non-adjacentes pour l'autre). Différentes prédictions qui découlent des principaux modèles théoriques seront ainsi testées.

## **5.2. Tester la robustesse des capacités d'apprentissage implicite: neutralité et perméabilité de la procédure face aux influences explicites.**

Comme nous l'avons dit, il existe un consensus concernant la robustesse des processus implicites face au développement, au niveau intellectuel et aux troubles neuropsychologiques, conformément au postulat de Reber (1993). Toutefois, des données contradictoires ont été fournies, notamment par deux études employant un autre paradigme que celui de GA (Fletcher et al., 2000; Maybery et al., 1995), mais qui ont toutefois reçu certaines critiques méthodologiques relatives à d'éventuelles contaminations explicites au sein des procédures utilisées (Meulemans, 1998a; Vinter & Perruchet, 1999). La tâche de grammaire artificielle dans sa forme classique est elle-même sujette à de nombreuses critiques. Buchner (1994) a considéré qu'elle relevait davantage d'un test direct de la connaissance, puisque le sujet est informé de l'existence de règles et pourrait engager un des processus consistant à rechercher ces règles pendant la tâche de classement. Manza et Bornstein (1995) confirment que les performances à la tâche de classement pourraient être dues à une réactivation explicite de la connaissance de la grammaire, par comparaison à une tâche de jugement constituant une mesure plus indirecte de la connaissance. Une des modifications souvent apportée aux paradigmes de grammaire artificielle concerne donc les consignes employées, que ce soit pendant la phase d'étude ou pendant la phase test (voir Meulemans, 1998a). Selon Whittlesea et Dorken (1993), les performances des sujets sont liées au type d'encodage, lui-même dépendant des consignes données en phase d'étude. Il convient donc d'administrer des consignes d'étude induisant le moins possible un type de traitement, "regarder" par exemple, s'il on veut observer un codage implicite "écologique" en dehors de toute supervision et utiliser des consignes en phase test limitant l'intervention de processus de "testing d'hypothèses" responsable de la récupération de la connaissance explicite.

Ainsi, garantir d'une part des procédures hautement implicites (Expériences 1 & 3) et manipuler l'intrusion d'influences explicites (Expériences 2 & 4) d'autre part, pourraient confirmer le postulat de

robustesse dans le premier cas, et vérifier ensuite l'implication des contaminations explicites au sein des procédures rapportant des effets d'âge ou de QI.

### **5.2.1. Face au développement.**

Peu d'études ont rendu compte des capacités d'apprentissage implicite dans une perspective développementale et seulement trois d'entre elles ont eu recours au paradigme de GA. Les trois études que nous avons identifiées (Fischer, 1997; López-Ramón, 2007; Roter, 1985, citée par Reber, 1993) s'accordent sur une invariabilité des résultats avec l'âge. Ainsi, l'Expérience 1 se dotera d'une procédure limitant les contaminations explicites par l'emploi d'une tâche de GA répondant aux critères de la NPP (Perruchet & Vinter, 1999). Ces précautions méthodologiques devraient nous permettre de confirmer la robustesse des processus implicites mis en œuvre entre les différentes classes d'âge observées.

La notion d'apprentissage associatif développée par Perruchet et Vinter (1998, 2000, 2002) repose sur une exploitation non intentionnelle d'unités subjectives formées sur la base de perceptions et de représentations conscientes du matériel. Ainsi, dans l'Expérience 2 "La perméabilité des procédures à l'influence des processus conscients: une tentative d'expliquer les effets d'âge observés en situation d'apprentissage implicite", l'emploi de consignes explicites en phase test devrait solliciter des processus de récupération de la connaissance intervenant pendant la phase d'apprentissage, et pourrait avoir pour conséquence l'émergence d'effets d'âge.

### **5.2.2. Face au retard mental.**

Il existe peu de travaux concernant l'étude de l'apprentissage implicite face au retard mental, ou plus largement, au niveau intellectuel, et encore moins utilisant le paradigme de grammaire artificielle (Gebauer & Mackintosh, 2007; López-Ramón et al., 2009; McGeorge et al., 1997; Reber et al. 1991). Les observations qui en résultent s'accordent sur la robustesse des capacités d'apprentissage implicite, tandis que les performances aux tâches explicites sont généralement corrélées au niveau intellectuel. Concernant les données mettant à mal le postulat de Reber (1993), au moins concernant l'invariabilité des performances face au développement, Maybery et al. (1995) ont rapporté une absence de corrélation entre les performances lors d'une tâche de covariations incidentes et le QI, alors que Fletcher et al. (2000) ont observé une corrélation entre l'âge mental (ou le QI) et les performances à des tâches d'apprentissage, aussi bien explicite, qu'implicite. Toutefois, nous connaissons les critiques adressées aux études de Maybery et al. (1995) et de Fletcher et al. (2000) (Meulemans, 1998a; Vinter & Perruchet, 1999) et nous proposerons de les tester également dans le cadre du retard mental.

Les mêmes adaptations de procédures, en ce qui concerne les consignes de tests des Expériences 1 (implicite) et 2 (explicite) chez l'enfant tout-venant, ont été respectivement appliquées au paradigme de GA administré aux enfants présentant un retard mental dans les Expériences 3 et 4

"Les capacités d'apprentissage implicite chez l'enfant présentant un retard mental: étude d'une procédure hautement implicite (génération implicite) ou perméable aux influences explicites (reconnaissance et génération explicite)". Ainsi nous pourrions vérifier dans quelle mesure les capacités d'apprentissage implicite sont observables lorsque la procédure limite les contaminations explicites (Expérience 3), tandis qu'une altération des performances est attendue lorsque les consignes encouragent une récupération explicite d'information (Expérience 4).

### **5.3. Examiner l'appréhension du matériel et la formation de la connaissance.**

Le modèle théorique par lequel nous tenterons de rendre compte des résultats de nos travaux est celui de l'apprentissage associatif (Perruchet & Viner, 1998a, 1998b, 2002) qui a mené au concept de conscience auto-organisatrice (Perruchet & Vinter, 2002). Selon Perruchet et Vinter (2002), l'isomorphisme des représentations résulte d'une organisation progressive qui émerge de la mise en œuvre de processus associatifs élémentaires qui opèrent sur la base des représentations conscientes du monde. Une manière de tester cette conception réside dans le fait d'observer si la seule mise en œuvre de processus associatifs de base peut rendre compte des performances de l'apprenant quel que soit son âge, et son niveau intellectuel par exemple, ou si d'autres modèles d'apprentissage sont nécessaires pour rendre compte des performances en fonction des caractéristiques de l'apprenant. Par ailleurs, nous devrions également apprécier une certaine "organisation progressive" à travers les productions, et vérifier si les différentes étapes de l'adaptation comportementale peuvent être expliquées par ces mêmes processus associatifs élémentaires.

#### **5.3.1. Chez l'enfant en développement normal.**

Lors des Expériences 1 et 2, des enfants de 5 à 8 ans ont été observés, non seulement pour vérifier le postulat d'invariabilité des capacités d'apprentissage implicite, mais également afin de sonder si, en dépit de performances équivalentes, les enfants d'âges différents mettent en œuvre des processus d'appréhension du matériel et de formation de la connaissance différents. En effet, différentes prédictions en fonction des principaux modèles théoriques seront testées. Nous avons voulu savoir dans quelle mesure les enfants les plus âgés étaient plus susceptibles que les enfants les plus jeunes d'engager des processus plus sophistiqués, tels que ceux d'abstraction. Ainsi, nous testerons si en fonction de l'âge, les performances de certaines classes d'âge rendent compte des prédictions de différents modèles théoriques.

#### **5.3.2. Chez l'enfant présentant un retard mental.**

Dans les Expériences 3 et 4 menées chez l'enfant présentant un retard mental, et principalement dans l'Expérience 3, où la limitation des contaminations explicites devrait préserver leurs capacités d'apprentissage, les déficits cognitifs liés au retard mental peuvent-ils contraindre le codage du matériel pendant la phase d'entraînement? Il se pourrait que les performances de cette

population se limitent aux associations les plus simples et les plus saillantes perceptivement, comme les répétitions adjacentes par exemple. Ainsi, nous observerons dans quelle mesure le profil cognitif déficitaire peut limiter l'appréhension du matériel.

### **5.3.3. A travers le rôle de la saillance et de la fréquence du matériel.**

Si on admet au regard de nombreux travaux que les performances aux tâches de grammaire artificielle résultent d'un apprentissage de fragments plutôt que de séquences entières ou de règles (e.g., Perruchet, 1994, Perruchet & Pacteau, 1990; Perruchet et al., 1992), quelles contraintes du matériel guident la segmentation de ces fragments? Stadler (1992) a manipulé la fréquence de cooccurrence d'éléments adjacents et a montré un meilleur apprentissage des séquences à fortes contraintes statistiques. Il est donc admis que la fréquence élevée de cooccurrences d'éléments conduit à la formation de "chunks" (e.g., Dulany et al. , 1984; Perruchet & Pacteau, 1990; Servan-Schreiber & Anderson, 1990). On sait par ailleurs que la présentation simultanée plutôt que séquentielle favorise l'association entre éléments de la séquence (Saffran, 2002). Concernant l'apprentissage statistique du matériel, certains proposent un rôle plus important de la probabilité transitionnelle plutôt que de la fréquence de cooccurrence (Aslin, Saffran, & Newport., 1998; Fiser & Aslin, 2001; Poletiek & Wolters, 2009), tandis que d'autres auteurs accordent davantage d'importance aux effets de contingence (Perruchet & Peereman, 2004). Ainsi la distribution statistique du matériel déterminerait la saillance des différents chunks qui le composent. Selon l'hypothèse de formation compétitive de chunks (Servan-Schreiber, 1991), cette saillance conduirait à développer une familiarité pour certains bigrammes, puis progressivement à la formation de chunks plus élaborés.

Toutefois, cette saillance pourrait être autre que statistique, mais perceptive ou positionnelle. En effet, les participants sont également sensibles à l'apparente ressemblance d'ensemble d'éléments à des mots (Perruchet & Tillmann, 2010). La saillance particulière des unités placées en début et en fin de séquences (e.g., Conway & Christiansen, 2005, 2006, 2009; Druhan & Mathews, 1989; Dulany et al., 1984; Mathews et al., 1989; Perruchet & Pacteau, 1990; Reber & Lewis, 1977; Redington & Chacter, 1996) ou de la répétition (Endress et al., 2007; Marcus et al. , 1999; Monaghan & Rowson, 2008) leur confère un bénéfice d'apprentissage.

De plus, compte tenu des phénomènes de compétition et de blocage relatifs aux mécanismes associatifs (Perruchet & Vinter, 1998, p.510), et des différences de saillance évoquées, on peut se demander quelles propriétés du matériel sont susceptibles de capturer en premier l'attention des participants et de constituer ainsi un concurrent pour la formation des autres unités?

Pour répondre à ces questions l'Expérience 5: "Saillance perceptive et propriétés statistiques du matériel", propose d'examiner quelles caractéristiques du matériel peuvent guider l'appréhension du matériel et la formation de la connaissance.