

# La conscience auto-organisatrice

Pierre Perruchet et Annie Vinter  
*Université de Bourgogne, LEAD/CNRS 5022*

## RÉSUMÉ

Cet article présente une mise à jour, sous un format condensé, d'un modèle du fonctionnement cognitif proposé par les auteurs dans un article-cible de *Behavioral and Brain Sciences* en 2002. En rupture radicale avec les modèles courants de la psychologie cognitive contemporaine, ce modèle postule que les seules représentations et opérations mentales effectuées par un sujet sont celles qui constituent son expérience phénoménale momentanée. Notre proposition est que l'isomorphisme généralement observé entre ces représentations conscientes et la structure du monde est la conséquence d'une organisation qui émerge grâce à des processus associatifs élémentaires prenant les représentations conscientes elles-mêmes comme base sur laquelle opérer. Cette thèse, résumée dans le concept de « conscience auto-organisatrice », apparaît notamment plus parcimonieuse que les modèles courants, en ce qu'elle fait l'économie de postulats relatifs à des représentations et calculs mentaux inconscients.

## The self-organizing consciousness

### ABSTRACT

This paper presents a shortened and updated version of a general model that the authors proposed in a target paper in *Behavioral and Brain Sciences* (2002). In sharp contrast to the standard cognitive framework, the model posits that the only representations people create and manipulate are those which form the momentary phenomenal experience. We propose that the isomorphism generally observed between these representations and the structure of the world is the end-product of a progressive organization that emerges thanks to elementary associative processes that take the conscious representations themselves as the stuff on which they operate, a thesis that we summarize in the concept of Self-Organizing Consciousness (SOC). As an illustration, we show that the SOC framework accounts for the discovery of words from a continuous speech stream, and for seemingly rule-governed

---

\*Correspondance : Pierre Perruchet ou Annie Vinter, Université de Bourgogne, LEAD/CNRS 5022, Pôle AAFE, Esplanade Erasme, 21000 Dijon, France. E-mail: [annie.vinter@u-bourgogne.fr](mailto:annie.vinter@u-bourgogne.fr) ou [pierre.perruchet@u-bourgogne.fr](mailto:pierre.perruchet@u-bourgogne.fr). <http://www.u-bourgogne.fr/LEAD/>

**Remerciements :** Ce travail a bénéficié de l'aide financière du CNRS (UMR CNRS 5022), de l'Université de Bourgogne, et de la Région Bourgogne (pôle AAFE). Un grand merci à Arlette Stréri pour nous avoir incité à l'écriture de cet article.

behavior, including those involving some amount of abstraction from the raw sensory input. Our analysis leads to the surprising conclusion that there is no need for the concepts of unconscious representations and knowledge and, a fortiori, the notion of unconscious inferences: Conscious mental life, when considered within a dynamic perspective, could be sufficient to account for adapted behavior. This alternative framework is more parsimonious than the prevalent conceptions in cognitive and developmental sciences because it manages to account for very sophisticated behavior while respecting the important constraints inherent to the conscious/attentional system, such as limited capacity, seriality of processing, and quick forgetting (and even takes advantage of these constraints).

Si l'on parcourt un manuel de psychologie cognitive tel que celui de Lemaire (1999), on apprend tour à tour que l'on pourrait reconnaître des formes visuelles complexes grâce à une décomposition de celles-ci en formes géométriques simples dont le codage serait universel (p. 64-66), que la représentation mentale des objets pourrait entrer en rotation dans notre tête (p. 89), que nos souvenirs et connaissances sont stockés puis récupérés dans une mémoire à long terme (Ch.3), que tous nos comportements pourraient dériver de l'application de règles de productions de la forme « Si... alors » (p. 171), que l'on dispose d'un lexique interne auquel on pourrait accéder par sélection progressive, le premier phonème d'un mot activant l'ensemble des mots commençant par ce phonème (p. 323). On lit également que la compréhension et la production du langage mobilisent une quantité impressionnante de connaissances et supposent la mise en œuvre d'inférences (ex, p. 349), et que l'on pourrait disposer de règles logiques innées (p. 217 et suiv.).

Bien que le statut, conscient ou inconscient, de ces opérations – choisies comme exemples parmi bien d'autres possibles – ne soit pas évoqué, il est manifeste que la plupart, sinon la totalité d'entre elles, sont supposées se dérouler à un niveau inconscient. En effet, les algorithmes ou calculs au moyen desquels les modèles proposés supposent que l'information est transformée, ne correspondent pratiquement jamais au contenu conscient de la pensée, c'est-à-dire à l'expérience phénoménale du sujet qui traite ces informations. Il ne s'agit pas là d'une dissociation accidentelle, mais d'une conséquence du fait que la plupart de ces algorithmes seraient inopérants s'ils devaient se conformer aux contraintes fonctionnelles de la pensée consciente, comme la capacité attentionnelle limitée, la séquentialité des processus, la relative lenteur du traitement ou encore l'oubli rapide des informations. Empressons-nous d'ajouter que ces constats ne visent en aucun cas à stigmatiser un manuel particulier. Notre choix s'est au contraire porté sur l'un des manuels les plus complets et les plus représentatifs de la psychologie contemporaine, un critère essentiel pour mieux enraciner notre constat de départ : les modèles cognitifs classiques reposent

nécessairement sur un inconscient cognitif puissant (par cette expression, nous désignons un système partageant avec la conscience la capacité d'élaborer des représentations mentales et de les manipuler, mais libre des contraintes fonctionnelles caractérisant cette dernière).

En 2002, nous avons publié, dans *Behavioral and Brain Sciences*, un article-cible dont l'objectif, ambitieux, était de dessiner les contours d'un modèle alternatif du fonctionnement psychologique humain, dans lequel la notion d'inconscient cognitif ne tient plus aucune place. Cette notion est remplacée par celle de « conscience auto-organisatrice » (d'où le titre de l'article « The Self-Organizing Consciousness », qui présente un modèle que nous désignerons par son acronyme : SOC). Notre objectif ici est de présenter les idées générales du SOC, dans une mise à jour intégrant en particulier l'apport des différents commentaires suscités par cette publication.

## 1. LE REJET D'UN INCONSCIENT COGNITIF

Le premier postulat du SOC est que les seules représentations mentales<sup>1</sup> que les sujets créent et manipulent sont celles qui forgent le contenu de leur expérience phénoménale. Une représentation quelconque ne peut être activée à un niveau inconscient et agir causalement à ce niveau en entrant comme argument dans des séries de « pensées » inconscientes. L'idée même que les représentations mentales soient stockées dans une quelconque mémoire à long terme, attendant d'être activées par des sollicitations internes ou externes, est rejetée. La vie mentale du sujet est conçue comme co-extensive de sa conscience. Pour iconoclaste que ce postulat puisse apparaître, il faut noter qu'il ne nous est pas propre : il a été défendu par de grands auteurs comme William James, et, plus récemment, est à la base d'un courant de pensée habituellement qualifié de « mentaliste » à la suite de Dulany (1991, 1997), courant auquel souscrivent actuellement des chercheurs comme Joseph Tzlegov ou Daniel Holender (voir aussi Searle, 1992).

Pourquoi rejeter le concept d'inconscient cognitif ? Après tout, le fait que l'ensemble de la psychologie cognitive y recourt, fusse tacitement, n'est-il pas le signe qu'il s'agit là d'une notion incontournable, dont la nécessité

---

<sup>1</sup> Il est certain que cette notion de représentation est également utilisée dans la littérature pour désigner des événements neuronaux auxquels un observateur extérieur peut conférer un rôle représentationnel, comme lorsque l'on parle de représentations rétiniennes ou colliculaires par exemple. Cet usage n'a, bien évidemment, rien de répréhensible en soi, mais il est important d'insister sur le fait que dans ce qui suit, le concept de représentation est réservé pour désigner des événements mentaux.

est maintenant prouvée ? Et n'est-ce pas un progrès de la psychologie scientifique de ne plus faire appel à la notion subjective et controversée d'expérience consciente, qui évoque l'ère surannée de l'introspectionnisme qu'une vision simpliste de l'histoire (pour une autre vision, voir Costall, 2006) a caractérisé comme une étape préliminaire dans le développement de notre science ? On peut effectivement concevoir les choses ainsi.

Essayons toutefois de se départir, ne fût-ce que provisoirement, du sentiment de familiarité – par rapport auquel des influences diffuses de pensée psychanalytique ne sont certainement pas étrangères – suscité par l'idée selon laquelle notre cerveau exerce de façon inconsciente une activité mentale complexe qui représente, raisonne, fait des calculs, résout des problèmes et prend des décisions. Autrement dit, retrouvons le regard vierge de celui ou celle qui n'aurait jamais entendu parler de psychologie cognitive, et posons-nous la question : est-il bien fondé de concevoir la cognition ainsi ? On pourrait éventuellement admettre que les mécanismes de sélection naturelle aient conduit au développement de capacités mentales extraordinairement sophistiquées, mais alors pourquoi en avoir limité si drastiquement l'usage délibéré ? Pour ne prendre que quelques exemples parmi ceux évoqués ci-dessus : est-il raisonnable d'imaginer que l'ensemble des mots du vocabulaire commençant par un phonème donné soient activés instantanément dans notre inconscient, quand nous cherchons parfois longtemps un mot sur lequel nous disposons pourtant d'indices de récupération bien plus riches ? Ou encore, est-il plausible que l'acquisition du langage repose sur des inférences extraordinairement complexes, quand le moindre problème de logique suffit à nous mettre en difficulté ? Quel péché originel nous prive donc d'un accès volontaire à toutes les compétences dont les psychologues cognitivistes parent notre inconscient ?

Notre rejet de l'inconscient cognitif est basé sur l'idée selon laquelle une conception faisant l'économie de cette entité, pour ne retenir comme activités mentales que celles sur lesquelles nous disposons d'une preuve d'existence directe, serait incommensurablement plus parcimonieuse que le mode de pensée traditionnel. Il s'agit en effet de troquer une entité mentale toute puissante, et dont l'existence ne peut être que postulée, contre la pensée consciente, dont chacun a une appréhension directe, avec les limites fonctionnelles qui lui sont communément attribuées.

Mais, bien évidemment, si le recours à un inconscient cognitif est si commun, c'est qu'il paraît être nécessaire pour expliquer nos comportements. La question qui se pose maintenant est : comment expliquer ce qui, jusqu'alors, l'était en terme d'inconscient cognitif ?

## 2. LE MODÈLE DE LA CONSCIENCE AUTO-ORGANISATRICE

### 2.1. Ce qui est à expliquer

La première étape consiste à redéfinir ce qui est à expliquer. Nous proposons comme objectif de rendre compte du contenu de l'expérience consciente. Ce contenu peut être relatif à des représentations de l'environnement présent, à des représentations d'événements passés, à des actions, des émotions, des sensations corporelles, en bref, tout ce qui constitue la richesse de l'expérience phénoménale momentanée. Il ne s'agit pas d'expliquer comment, à un moment donné, une certaine expérience subjective émerge de l'activité neuronale : le SOC ne fait aucune hypothèse sur ce qu'il est convenu d'appeler « les corrélats neuronaux de la conscience ». Ce que nous proposons d'expliquer, par contre, c'est que, de façon générale, à un moment donné, l'expérience consciente d'un sujet est telle qu'elle apparaît favoriser son adaptation comportementale de façon optimale. Ceci signifie par exemple que la représentation de l'environnement présent est généralement isomorphe à sa structure : ainsi ce que nous percevons comme objets sont bien les unités matérielles du monde, et ce que nous identifions comme mots sont bien les unités fonctionnelles du langage. De la même façon, nos réactions émotives sont généralement adaptées, nous poussant à nous rapprocher de ce qui nous est bénéfique et à nous éloigner de ce qui nous est dommageable. On pourra bien évidemment objecter que ce n'est pas toujours le cas – un point longuement discuté dans le BBS – mais nous partons du postulat que c'est là néanmoins le fait dominant qu'il convient d'expliquer en premier (car si l'expérience consciente fournissait une représentation systématiquement déformée du monde, nous ne serions pas là pour en disserter).

Ce choix de l'expérience consciente comme objet d'étude peut surprendre, voire heurter, mais il faut comprendre que la nouveauté n'est qu'apparente. Il s'agit juste de décrire en d'autres mots la pratique commune en psychologie cognitive. La plupart des études expérimentales, qu'elles mesurent ce que l'on perçoit, ce que l'on a retenu d'une liste de mots, la solution que l'on a trouvée à un problème, qu'elles sollicitent une décision lexicale, un jugement de familiarité ou de préférence, se fondent sur l'expérience consciente du sujet. Nous n'invitons à aucun changement de pratique à ce niveau.

## 2.2. Le mode d'explication

L'originalité de notre approche concerne l'explication que nous proposons. Celle-ci repose sur l'idée selon laquelle l'isomorphisme entre les représentations mentales conscientes du sujet et la structure de son environnement est le produit final d'une organisation progressive qui émerge, au cours du temps, grâce à l'action de processus élémentaires associatifs prenant les représentations conscientes elles-mêmes comme objets sur lesquels opérer. L'idée centrale développée dans SOC est que des processus associatifs inconscients relient entre eux les contenus qui entrent dans le champ attentionnel du sujet, qu'il s'agisse de représentations perceptives de l'environnement présent ou de réactivations d'expériences passées. Ce faisant, la conscience participe activement à son propre développement, d'où la notion de conscience auto-organisatrice.

Déroulons un peu plus en détail ce « scénario » fonctionnel. Le contenu de l'expérience consciente momentanée, nécessairement polymorphe, sollicite automatiquement le déclenchement de mécanismes associatifs élémentaires. Ceux-ci vont créer ou renforcer des liens entre certaines composantes, conduisant à la formation de nouvelles unités. Ces nouvelles unités vont guider le traitement attentionnel des sujets, et vont contribuer à modifier l'expérience consciente du sujet lorsque celui-ci se retrouvera à nouveau confronté à une situation similaire. Ces unités nouvellement créées peuvent à leur tour entrer comme composantes dans des unités plus larges ou plus complexes, et ainsi de suite de façon itérative au fil des expériences conscientes successives. Toute la puissance de traitement du système neuronal humain serait dévolue à forger l'expérience consciente momentanée, qui assure tout à la fois l'adaptation immédiate du sujet à son environnement, et la mise en place des changements anticipant sa propre évolution vers une meilleure efficacité représentationnelle. Les représentations résultant de ce processus deviennent suffisamment complexes pour intégrer ce que l'on pourrait désigner, du point de vue de l'observateur, comme la connaissance de règles. Comme le soulignent Clark et Thornton (1997), le système cognitif « troque des computations contre des représentations ».

## 2.3. Une première illustration

Une situation simple de conditionnement nous fournira une première illustration. Imaginons qu'un stimulus quelconque, anodin dans un premier temps (comme par exemple un son d'intensité modérée), vienne à provoquer une réaction émotionnelle après avoir été couplé de manière

répétée à un événement aversif (comme l'image d'une scène violente). Une interprétation classique de ce phénomène consiste à dire que la personne subissant cette expérience acquiert une connaissance sur les liens entre le son et l'image, et en tire l'inférence « si E1 (son), alors E2 (image violente) », déclenchant ainsi une réaction émotionnelle dès la présentation de E1, en anticipation de E2. Cette interprétation est totalement compatible avec le modèle SOC, tant que la personne conserve une connaissance explicite consciente des liens entre E1 et E2, et procède de façon consciente à l'inférence mentionnée ci-avant. Mais on sait que la réaction émotive peut continuer à se manifester alors que la personne ne se rappelle plus explicitement du lien entre E1 et E2. Dans le cadre d'une perspective prônant un inconscient cognitif, cette absence de connaissance explicite ne pose aucun problème : on dira que la personne possède une connaissance « implicite » de la relation entre E1 et E2, et procède, de manière inconsciente, à l'inférence donnée. Ce qui existait au niveau conscient existe maintenant tout simplement à un niveau inconscient. Rien ne nous permet d'invalider cette proposition, car elle est intrinsèquement infalsifiable. Il nous faut donc montrer qu'elle n'est pas nécessaire.

Une autre interprétation est en fait possible (e.g., Garcia et al, 1977). Durant la phase d'exposition à la situation ayant provoqué le conditionnement en question, l'expérience phénoménale du sujet a contenu à la fois des aspects de E1 (concrètement par exemple, c'est un son peu intense, mais nouveau, etc.) et les réactions négatives suscitées par E2 (le choc émotionnel). La répétition de cette configuration de propriétés déclenche des mécanismes associatifs élémentaires, qui vont agir sur les composantes du contenu même de cette expérience phénoménale, de façon telle que la valence négative propre à E2 devienne une composante intégrée à la représentation de E1. Une nouvelle représentation de E1 est ainsi forgée (à valence négative intrinsèque), laquelle est suffisante pour déclencher la réaction émotionnelle. Le lien entre E1 et E2 n'a plus besoin d'être rappelé explicitement, et, en accord avec les principes du SOC, il n'y a pas non plus besoin de postuler l'existence d'une mémoire inconsciente ou d'une inférence inconsciente. Ce qui a changé durant la phase d'exposition est la représentation consciente de E1. Cet exemple de conditionnement permet aussi d'illustrer la proposition selon laquelle le système neuronal « troque des computations contre des représentations ». On peut dire que l'intégration d'une valence négative à la représentation initiale de E1 permet au sujet de se comporter comme s'il inférait l'apparition de E2.

Cet exemple décrit une situation d'apprentissage très simple. On pourrait concéder que, dans ce cas, l'hypothèse d'un inconscient cognitif n'est pas nécessaire, mais qu'elle le devient dès que des phénomènes plus complexes

d'adaptation sont considérés. La suite de cet article est dévolue à appliquer à des situations plus complexes la même grille d'analyse que celle développée pour l'exemple de conditionnement. Nous envisagerons tout d'abord le cas de la formation d'unités représentationnelles, telles que les objets du monde visuel ou – ce sera notre exemple privilégié – les mots du langage. Puis nous examinerons des cas dans lesquels l'adaptation semble reposer sur des formes d'analyses d'un autre niveau, suggérant l'usage de règles inconsciemment acquises. Les deux illustrations choisies seront traitées de manière brève, notre intention n'étant pas de faire une revue de questions sur ces thèmes, mais d'opposer sur quelques exemples une interprétation « computationnelle » classique reposant sur un inconscient cognitif puissant et une interprétation basée sur le concept de SOC. On trouvera dans l'article-cible original une analyse plus poussée, incluant par exemple les situations de résolution de problèmes, de prise de décision, et de formation d'automatismes.

### 3. SOC ET LA FORMATION D'UNITÉS REPRÉSENTATIONNELLES

L'une des premières tâches auxquelles les nourrissons vont devoir faire face pour parvenir à comprendre et émettre du langage consiste à isoler les mots d'un flux plus ou moins continu de parole. Les bébés sont bien sûr aidés dans cette tâche par la présence de différents indices, comme les pauses ou le contour mélodique (Jusczyk, 1997). Mais cette information, si elle est utile, ne semble pas nécessaire. En effet, les travaux de Saffran et collaborateurs (1996) ont clairement démontré que le bébé, dès 8 mois, sait distinguer des « mots » de « non-mots » après une exposition relativement brève à un langage artificiel émis en flux continu, sans pause ni indice prosodique. Dans ces expériences, les bébés entendent un langage artificiel formé de 4 « mots » trisyllabiques (par exemple, golabu ou tupiro) produits en succession immédiate par un synthétiseur de parole, dans un ordre aléatoire mais sans répétition immédiate du même mot (par exemple, « golabutupiropadotibidakutupirogolabu... »). Dans un deuxième temps, ils sont confrontés à des « mots » de ce langage, ainsi qu'à des « non-mots » constitués par de nouveaux assemblages de 3 syllabes extraites de la fin d'un mot et du début d'un autre mot (par exemple, labutu ou pirogo). Les bébés reconnaissent les « mots » du langage au-delà de ce que le hasard prédirait. Des performances semblables

ont également été rapportées chez l'enfant et chez l'adulte (e.g., Saffran, Newport, Aslin, Tunick, & Barrueco, 1997).

Comment rendre compte de ces performances, supposées simuler celles que développe naturellement le nourrisson au contact de sa langue maternelle ? Un modèle général de segmentation des mots a été proposé par Brent et Cartwright (1996), qui conçoivent cette question comme un problème d'optimisation. Le principe sur lequel leur modèle se fonde revient à établir une liste de toutes les segmentations possibles d'un énoncé de parole (exemples pour « monjolibéàmoi » : mon, monjo, jo, joli, monjoli, li, jolibé, libé, à, àmoi, béàmoi, etc.) et à sélectionner celles qui satisfont au mieux trois critères : le nombre de mots nouveaux doit être minimal, la somme de la longueur des nouveaux mots doit être minimale, et le produit de la fréquence relative de tous les mots doit être maximal. D'autres paramètres ont été intégrés au modèle, mais l'essentiel repose sur l'optimisation des trois critères précédents. Ce modèle a été appliqué avec succès à la segmentation en mots de transcriptions phonétiques de parole adressée à des enfants. Il va sans dire que la complexité des calculs nécessaires à la détermination de toutes les segmentations possibles d'un segment de parole, ainsi qu'à l'optimisation des trois critères retenus, dépasse de très loin le niveau de complexité auquel un opérateur conscient peut parvenir, que l'on considère la sophistication computationnelle même ou la capacité de mémoire requise pour envisager toutes les segmentations possibles du segment de discours considéré. Si ce modèle est supposé rendre compte des performances des enfants, alors il faut nécessairement postuler que l'ensemble des traitements ou calculs qu'il implique sont réalisés à un niveau inconscient. Les segmentations possibles constitueraient des unités représentationnelles stockées dans une mémoire inconsciente, sur lesquelles viendraient s'appliquer des algorithmes d'optimisation, eux-mêmes stockés dans un processeur inconscient. C'est exactement contre une telle vision de l'architecture cognitive que nous argumentons.

Aslin et collaborateurs (e.g., Aslin, Saffran, & Newport, 1998) ont pour leur part défendu l'idée selon laquelle les sujets parviendraient à la segmentation correcte en mots en procédant à un « apprentissage statistique », c'est-à-dire fondé sur les propriétés distributionnelles, fréquentielles, de l'information reçue. Quelle information demeure en effet dans un flux continu de mots de trois syllabes enchaînés les uns aux autres de manière aléatoire, sans pause ni information prosodique ? Il y a plusieurs façons de décrire la régularité émergente du matériel utilisé par Saffran et collaborateurs. On peut souligner que les associations entre paires de syllabes contiguës à l'intérieur d'un mot (entre go et la par

exemple pour le mot golabu) sont en moyenne plus fréquentes que celles entre paires de syllabes contiguës mais situées entre deux mots (entre bu et tu par exemple pour l'enchaînement golabu-tupiro). De fait, si mot il y a, il se répétera identique à lui-même alors que les transitions entre mots seront plus variables. On peut également dire que les probabilités transitionnelles entre deux syllabes contiguës sont plus élevées intra-mot que inter-mots. Une telle interprétation a été généralisée à des apprentissages n'utilisant pas un matériel auditif mais visuel (Fiser & Aslin, 2001, 2005), et au niveau computationnel, elle est souvent implémentée par des réseaux connexionnistes de type SRN (Christiansen, Allen, & Seidenberg, 1998). La difficulté avec cette interprétation réside dans le statut à accorder au calcul de statistiques distributionnelles, qu'elles qu'en soient leur nature et leur complexité (fréquences, probabilités transitionnelles ou autres). Il est indéniable que ces calculs n'interviennent pas à un niveau conscient. Si l'on doit donc considérer, comme le font Saffran et collaborateurs, que ces calculs sont néanmoins réalisés par les sujets pour résoudre la tâche de segmentation, alors un recours à un inconscient cognitif puissant est à nouveau inévitable.

Comment le SOC, qui ne dispose que de la pensée consciente avec ses fortes contraintes fonctionnelles, peut-il rendre compte de notre habileté à segmenter les mots du langage, sans faire appel à l'intervention d'algorithmes ou de calculs inconscients plus ou moins sophistiqués ? Selon nous, c'est l'interaction dynamique qui va s'opérer, au cours du temps, entre les contraintes et les ressources du système attentionnel conscient d'un côté et des propriétés du matériau linguistique de l'autre qui rendra possible l'identification correcte des mots.

Du côté de l'apprenant, nous postulons que le bébé de 6 à 8 mois dispose de primitives initiales lui permettant de percevoir et traiter des syllabes, ce que la littérature actuelle permet de supposer. Confronté à un énoncé comme « golabutupiropadotibidakutupirogolabu... », l'enfant ne peut évidemment pas englober en un tout cette succession, de par le fonctionnement limité de son attention. Seuls des petits « segments » disjoints entreront tour à tour dans son champ de conscience. Dans l'expérience en question, ne disposant d'aucune pause ni indice prosodique, il y a tout lieu de penser que cette segmentation initiale s'effectuera au hasard. L'enfant pourrait ainsi capter « labu », « ropado », « bi », « kutu », etc. Cette segmentation du matériel auditif en « chunks » de tailles réduites dans un premier temps est une conséquence obligée du traitement attentionnel conscient aux ressources limitées mais qui unifie en une unité les éléments entrant dans un même focus, grâce à l'action de processus associatifs automatiques. Evidemment, comme on peut le voir avec notre

exemple, il y a fort peu de chances que cette segmentation opérant au hasard capte d'emblée des mots du langage. Il faut donc expliquer comment, d'une expérience phénoménale consistant en la perception de « labu », « ropado », etc., l'enfant va passer à celle correspondant à la perception de la séquence correcte de mots « golabu », « tupiro », etc. Les primitives qui ont été perçues ensemble dans un même focus attentionnel forment un chunk et vont constituer une nouvelle unité de perception pour le sujet. En conséquence, lorsque le chunk se répétera, il sera perçu comme une seule unité à laquelle pourra venir s'associer une nouvelle primitive contiguë, si le focus attentionnel de l'enfant est suffisant. De « labu » pourra émerger l'unité « labubi » par exemple. Ainsi les chunks perçus une nouvelle fois, comme « labu », seront consolidés dans la mémoire de l'enfant, ce qui renforcera leur capacité à guider la perception future de l'enfant. Les chunks qui ne sont par contre pas rencontrés à nouveau au-delà d'un certain délai temporel, comme « ropa » par exemple, déclineront naturellement dans la mémoire de l'enfant, perdant leur capacité à forger l'expérience phénoménale du sujet. Les chunks qui partagent des primitives ou unités communes entrent en interférence, ce qui contribue également à diminuer leur pouvoir de guidage de la perception du sujet. Dans notre exemple, « labubi » entre en interférence avec « bida », amoindrissant ainsi la force potentielle de ces deux chunks.

Ces propriétés fonctionnelles de l'attention (limite du focus), de la mémoire et de l'apprentissage associatif (renforcement en cas de répétition, tendance à l'oubli en cas de non-répétition ou d'interférence) vont entrer en résonance avec les propriétés mêmes du matériau traité, entraînant ainsi de manière directe des transformations auto-organisées de l'expérience phénoménale du sujet. Une propriété est de ce point de vue capitale pour rendre compte de la progressive convergence des unités de perception du sujet forgées au cours du temps avec les mots du langage : les chunks qui se répéteront le plus souvent sont ceux qui correspondent à des parties de mots ou à des mots, alors que les chunks qui associent des primitives chevauchant deux mots (ropa par exemple, formé du ro de tupiro et du pa de padoti) se répètent nécessairement moins souvent. Cette propriété, inhérente à tout langage, est en fait celle qui est également exploitée dans le modèle de Brent and Carthright (1996) et dans les approches statistiques. Ainsi, les chunks qui résisteront à la sélection naturelle induite par l'oubli et l'interférence seront ceux qui correspondront à des parties de mots ou à des mots. Grâce à cette interaction directe entre les propriétés de l'expérience consciente et les propriétés du matériau linguistique (les successions de syllabes à l'intérieur d'un mot se répètent davantage que les successions de syllabes chevauchant deux mots

contigus), le contenu de l'expérience consciente du sujet évoluera progressivement de la perception de syllabes à la perception de mots. Conformément aux principes retenus par SOC, on soulignera que l'analyse proposée ne fait aucun recours à des algorithmes ou calculs sophistiqués, mais s'appuie paradoxalement sur les contraintes inhérentes à la vie mentale consciente.

L'approche dynamique fonctionnelle résumée ici a été implémentée dans un modèle computationnel de segmentation du langage en mots, Parser (Perruchet & Vinter, 1998b). Il est intéressant de mentionner que la manière dont Parser fonctionne le rend sensible aux probabilités transitionnelles entre syllabes (sans qu'elles ne soient nullement calculées ou approximées), simplement par le fait que les chunks qui se répètent le plus sans interférer trop fortement entre eux sont ceux qui vont forger le contenu de l'expérience phénoménale du sujet. Ainsi, notre approche permet d'expliquer la sensibilité du sujet aux propriétés statistiques du matériel (en particulier, aux probabilités transitionnelles entre syllabes contiguës), en faisant l'économie du calcul d'indices statistiques. Cette sensibilité est une conséquence de la sélection et consolidation de chunks cohérents avec la structure du matériau, elle n'est pas première et ne préside donc pas à leur formation, contrairement à ce que considèrent les tenants de l'approche statistique.

On pourrait à nouveau rétorquer que l'exemple choisi, la constitution d'un lexique ou plus généralement la formation d'unités cognitives de base, met en jeu des activités pour lesquelles postuler l'intervention de processus élémentaires de type associatif est effectivement envisageable. Mais qu'en est-il dans le cas de situations plus complexes ?

#### 4. SOC ET L'ACQUISITION INCONSCIENTE DE RÈGLES

Prenons une phrase simple comme « la voiture est verte ». Nous avons jusqu'à présent rendu compte en terme d'auto-organisation de la conscience du fait qu'un enfant perçoit, après exposition au langage, « voi/ture » comme un mot, et non « ture/est ». Mais la compréhension ou la production de la phrase semble exiger bien plus, comme par exemple le fait que « voiture » est un nom, « vert » un adjectif, et que l'adjectif s'accorde en genre avec le nom. Il s'agit là de règles, c'est-à-dire de principes abstraits généralisables à un grand nombre d'énoncés spécifiques. Puisque les

enfants semblent respecter ces règles bien avant de les apprendre à l'école, il semble que ces exemples démontrent sans doute possible l'existence d'une instance inconsciente capable d'abstraire et d'utiliser des règles.

#### 4.1. Les situations de laboratoires

Nous reviendrons plus loin sur le cas du langage naturel. Il est plus simple d'introduire à la façon d'interpréter ces données dans le cadre du SOC en ayant recours, dans un premier temps, à des situations de laboratoire construites autour de règles arbitraires. Ces situations sont nombreuses, car tout un courant de recherche s'est intéressé à la façon dont un sujet peut s'adapter à une situation régie par des règles arbitraires si complexes qu'il est impossible pour lui de les découvrir explicitement. Il s'agit du domaine de l'apprentissage implicite, sur lequel différentes synthèses sont disponibles (e.g., Stadler & Frensch, 1998). L'apprentissage implicite regroupe l'ensemble des processus présidant à l'apparition d'une sensibilité comportementale du sujet à la structure de son environnement sans que cette adaptation ne puisse être due à une quelconque exploitation intentionnelle des règles sous-tendant cette structure (Perruchet, Vinter, Pacteau & Gallego, 2002).

L'histoire de ce domaine est tout à fait singulière. De laboratoires différents ont émergé, au fil des années, différentes situations expérimentales que leurs concepteurs ont présenté comme permettant de mettre en évidence la capacité des sujets à abstraire inconsciemment des règles complexes. Or dans \*tous\* les cas, ces données ont été ré-interprétées postérieurement, parfois par les auteurs initiaux, plus souvent par d'autres, en faisant l'économie de ce postulat (pour une synthèse, voir Perruchet, à paraître). Les interprétations alternatives varient légèrement dans leur forme, mais, dans la majorité des cas, elles peuvent se résumer dans la proposition suivante : l'application des règles lors de la construction du matériel engendre un profil particulier dans la distribution statistique d'événements perceptivement saillants, et c'est la sensibilité des sujets à cette distribution qui médiatise l'adaptation comportementale. Nous illustrerons ce point capital par quelques exemples, mais terminons pour l'instant notre ligne d'argumentation. Si l'adaptation comportementale est médiatisée par la sensibilité des sujets aux propriétés statistiques de primitives perceptives que les règles ont induites, alors nous sommes ramenés au cas précédent, concernant la formation d'unités de traitement. Et bien évidemment, l'explication que nous en avons proposée en terme de SOC s'applique tout aussi bien. Donc en résumé, le SOC permet d'expliquer que les sujets s'adaptent inconsciemment à une situation

gouvernée par des règles, en considérant que la sensibilité aux règles n'est qu'une conséquence de la formation d'unités représentationnelles conscientes structurellement pertinentes.

## 4.2. L'analyse de quelques exemples

Ces propositions risquent de paraître abstraites sans l'aide d'exemples. Puisqu'il s'agit de règles complexes, les exemples demandent eux-mêmes un certain effort d'attention, mais nous ne pouvons qu'insister sur l'importance de comprendre cet aspect, dont les conséquences vont bien au-delà de la compréhension du SOC. Considérons le paradigme des temps de réaction sériels, mis au point par Nissen et Bullemer (1987). Le sujet est confronté à une séquence de déplacements d'une cible visuelle apparaissant successivement dans une parmi (en général) 4 positions possibles sur un écran d'ordinateur. Sa tâche consiste à réagir le plus rapidement possible à l'apparition de la cible en appuyant sur la touche du clavier appareillée spatialement avec la position à l'écran. Sans que le sujet en soit informé, la séquence des déplacements présente une régularité remarquable. Dans la version proposée par Lewicki, Hill et Bizot (1988), les quatre positions de la cible formaient les sommets d'un carré fictif, et la séquence était structurée en fonction de règles très complexes. La longue séquence continue de déplacements de la cible était divisée en blocs de 5 événements, les positions de la cible à l'intérieur de chacun de ces blocs étant régies par des règles. Les deux premières positions étaient tirées aléatoirement parmi les 4 positions possibles, à l'exception de répétition, alors que les trois positions suivantes répondaient à des règles du type : « si le mouvement de la cible entre la position  $n-2$  à  $n-1$  est de type  $x$  – horizontal, vertical ou diagonal –, alors son déplacement de la position  $n-1$  à  $n$  sera de type  $y$  – horizontal, vertical ou diagonal –,  $y$  n'étant jamais identique à  $x$  ». La complexité de ces règles, liée aux exigences de rapidité induite par la tâche de temps de réaction sériels, laisse peu de chance aux sujets de découvrir quoi que ce soit de la structure de la séquence. La seule idée d'un découpage en blocs de 5 événements n'est d'ailleurs en rien intuitive puisque les déplacements se font entre 4 quadrants. De fait, aucun sujet ne se révèle capable de rapporter quoi que ce soit en relation avec ces règles. Les résultats montrent néanmoins qu'après un certain nombre de répétitions, les temps de réaction des sujets aux cibles « prédictibles » (celles qui correspondent aux 3<sup>e</sup>, 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> événements de chaque bloc) deviennent significativement inférieurs à ceux enregistrés pour les cibles « non-prédictibles » (celles correspondant aux 1<sup>er</sup> et 2<sup>nd</sup> événements de chaque bloc).

Arguant de l'absence totale de connaissances explicites des sujets face à la structure de la situation alors que leurs comportements s'y conforment pourtant, Lewicki et coll. (1988) ont adopté la position défendue par l'auteur pionnier dans ce domaine de recherche (Reber, 1967), selon laquelle les sujets procéderaient, dans ce type de tâches, à une abstraction et à une exploitation inconsciente des règles de la situation.

Les ingrédients nécessaires à la formulation d'une approche alternative ont été apportés par Perruchet, Gallego et Savy (1990). D'une étude attentive des séquences de déplacements engendrées par les règles choisies par Lewicki et coll. (1988), il ressort que certaines successions de déplacements ne peuvent jamais être présentes dans les suites prédictibles correspondant aux trois derniers événements des blocs. C'est le cas en particulier des allers-retours (type ABA ou DCD par exemple si chaque quadrant est affecté d'une lettre allant de A à D). Exclues des 3/5<sup>e</sup> de la séquence globale, ces successions deviennent des événements nécessairement moins fréquents que celles du type ABC ou DCB par exemple. Les temps de réaction enregistrés pour ces événements moins fréquents seront en conséquence en moyenne plus longs que ceux bénéficiant de plus nombreuses répétitions. Si les temps de réaction des sujets s'avèrent globalement plus longs pour les événements imprédictibles que prédictibles, c'est par un artifice produit par les règles elles-mêmes : les allers-retours, ou successions de moindre fréquence engendrant des temps de réaction plus élevés, sont par force tous concentrés dans les 2 premiers événements des blocs, donc dans les événements imprédictibles. Ainsi la sensibilité des sujets à la structure de la séquence de déplacements s'explique-t-elle sans qu'il ne soit nécessaire de postuler la moindre segmentation (consciente ou inconsciente) de cette séquence en blocs organisés selon des règles. L'émergence d'une sensibilité aux fréquences relatives de segments de 3 positions successives s'avère suffisante pour rendre compte du comportement global des sujets. Des preuves empiriques ont été apportées par Perruchet et coll. (1990) à l'appui de cette analyse.

Comment compléter l'analyse suggérée par Perruchet et coll. (1990) pour rendre compte de la performance des sujets dans la situation de Lewicki et coll (1988) au moyen de SOC ? On notera la grande similarité entre cette situation où les sujets sont confrontés à une suite continue de déplacements et celle de Saffran et coll. (1996) où les bébés écoutent une suite continue de syllabes. La perception de chaque position de la cible constitue les primitives de traitement du sujet. Les contraintes de son système attentionnel ne lui permettent toutefois certainement pas d'appréhender de longues successions de positions, mais conduiront plutôt à la formation de

chunks de tailles réduites, liant entre eux deux ou trois positions. Ces unités consolidées par la répétition vont croître de façon à ce qu'une suite mouvement horizontal gauche-droite hauts, vertical haut-bas droit par exemple soit formée. Ces successions, consolidées par la répétition vont croître de façon à former des unités perceptives. Parmi elles, les allers-retours, formes de symétries dynamiques, apparaîtront particulièrement saillants, et il est hautement probable que les sujets soient sensibles à leur faible fréquence globale. C'est l'interaction directe entre le contenu de l'expérience phénoménale du sujet (la plus ou moins grande familiarité avec certains patterns saillants de déplacements) et les propriétés structurales du matériau (les successions les plus rares sont concentrées sur les événements désignés comme imprédictibles par l'expérimentateur) qui va expliquer la différenciation progressive des temps de réaction au fil des essais en fonction des positions des événements à l'intérieur de chaque bloc. L'exposition répétée à la séquence de déplacements forge la manière dont celle-ci est phénoménalement perçue, et ces changements dans l'expérience phénoménale du sujet vont provoquer directement les changements comportementaux révélés par des mesures de temps de réaction.

Cet exemple permet de comprendre comment il est possible de se comporter comme si une règle très complexe avait été apprise, alors que les sujets n'ont fait qu'être sensibles à la distribution statistique d'événements perceptivement saillants. Mais il permet d'illustrer une autre caractéristique importante de notre modèle. SOC faisant appel de façon prépondérante aux processus associatifs, une interprétation restrictive de la formation d'une association peut conduire à conclure que les unités cognitives formées (les « chunks ») sont nécessairement dépendantes de la nature même des éléments qu'elles regroupent. Or l'information retenue comme pertinente par le sujet n'est pas uniquement liée à son contenu sensoriel, ou plus généralement à ses propriétés de surface. Dans l'exemple précédent, c'est bien à une caractéristique abstraite des déplacements à laquelle les sujets sont devenus sensibles : un aller-retour entre l'une ou l'autre de quatre positions peut être instancié de multiples façons.

### 4.3. Une réelle capacité d'abstraction

Cette caractéristique est suffisamment importante pour l'illustrer avec d'autres exemples. Considérons les travaux de Marcus, Vijayan, Rao & Vishton (1999). Ceux-ci ont démontré la capacité de bébés de 7 mois à abstraire la structure « ABB » d'un mot, lui permettant de développer une sensibilité à une autre instance de cette même structure. Après avoir été confrontés de façon continue à un langage artificiel formé à partir d'une

grammaire de type ABB et composé de trois mots (gatiti, linana, tanana), les nourrissons ont marqué une claire préférence pour des phrases composées de mots répondant à une grammaire de type ABA (e.g., wofewo) plutôt qu'à des phrases nouvelles du point de vue du contenu sensoriel du matériau auditif mais composées de mots de type ABB (e.g., wofefe). Ce résultat a été répliqué en comparant des mots ABB et des mots AAB. Plus globalement, d'autres preuves empiriques de capacités de transfert dans le domaine de l'apprentissage implicite ont été rapportées dans la littérature, d'items auditifs à des items visuels par exemple (Manza & Reber, 1997), de couleurs aux noms des couleurs (Dienes & Altman, 1997). À première vue, de telles évidences de transfert entre patterns malgré des changements de leur contenu sensoriel ne peuvent être facilement expliquées par des modèles d'apprentissage statistique ou tout modèle mettant en avant des processus associatifs. Il suffit pourtant de considérer que familiariser le bébé avec des mots du type gatiti, linana, ou tanana conduit à le familiariser aux associations entre syllabes successives mais aussi à la structure relationnelle ABB (ou différent-même-même). Cette structure se retrouve dans le mot wofefe, mais pas dans wofewo. Il suffit donc de supposer que le bébé est capable de discriminer un item codé « différent-même-même » d'un item codé « même-différent-même » pour rendre compte des résultats de Marcus et coll. (1999). Les primitives perceptives relationnelles peuvent alors entrer dans le jeu des mécanismes de mémoire associative, tels que renforcement par répétition, oubli, et interférence, au même titre que les primitives perceptives constituées de transcription brutes de l'information sensorielle.

Un ensemble d'autres codages relationnels de l'information peuvent être effectués ainsi de manière automatique, comme par exemple « plus grand que », « plus fort », « plus lumineux », « plus lourd », « à droite de », « au-dessus de ». La capacité du très jeune enfant à établir des catégories perceptives sur la base de telles relations a été documentée dans la littérature (pour une revue, voir Quinn, 2006). La sensibilité d'un sujet à des propriétés relationnelles abstraites peut ainsi être expliquée par un modèle qui met en avant les propriétés auto-organisatrices des interactions entre contenus de l'expérience phénoménale et propriétés du monde, conférant par là même à ce modèle une puissance explicative bien plus importante que celle qui semblerait à première vue être sienne.

Il va sans dire que l'interprétation développée par SOC est viable tant que le codage relationnel abstrait auquel le sujet est sensible de façon directe reste suffisamment simple pour reposer sur des analyses perceptives élémentaires et automatiques. Si ce codage devait nécessiter un traitement complexe, alors il y a peu de chances qu'il puisse être appréhendé de façon

directe dans l'expérience consciente du sujet. Prenons un exemple factice dans lequel les sujets seraient familiarisés avec une liste de « mots » constitués de successions de consonnes, comme par exemple BDF, CFH, DGJ, et qu'ensuite on leur demande lequel des deux mots suivants, tous deux non vus, leur est plus familier, TWZ ou TVX ? Il est fort improbable que simultanément à l'appréhension de la succession BDF se réalise de manière automatique un codage de cette information sous forme relationnelle abstraite tel « Consonne-Consonne+2-Consonne+2 », où Consonne+2 signifie que la consonne suivante est la deuxième consécutive dans l'alphabet. Si des sujets se montraient capables de transférer cette structure pour distinguer TWZ qui la respecte de TVX qui la viole, et ceci sans analyse explicite du matériel, alors SOC ne permettrait pas d'en rendre compte.

Si cette limite a le mérite de rendre le modèle testable empiriquement, elle pose toutefois une question de fond. Est-il raisonnable de penser que SOC puisse s'appliquer à autre chose qu'à des situations artificielles et simplifiées de laboratoire ? Si chacun peut admettre que notre sensibilité à des allers-retours ou à des répétitions a une valeur explicative tant qu'il s'agit de poursuite de cibles sur un écran ou de percevoir des « wofefe », comment rendre compte dans les mêmes termes de comportements complexes en milieu naturel, au premier rang desquels figurent, bien évidemment, la compréhension et la production du langage ?

#### 4.4. Le retour au monde réel

Si l'on considère que la base de connaissances sous-jacente à la maîtrise du langage et à d'autres compétences impliquées dans les interactions avec le monde réel sont de la même forme que la base de connaissances du scientifique – par exemple l'analyse de l'énoncé « La voiture est verte » en terme de nom, adjectif, et règle d'accord – alors le SOC est effectivement incapable d'en rendre compte. Mais il est possible d'analyser les données autrement. L'idée générale consiste à supposer que l'apprentissage en milieu naturel procède comme au laboratoire, c'est-à-dire au travers de la découverte d'aspects corrélés, apparemment secondaires, qui peuvent donner prise à des processus associatifs élémentaires, et qui permettent une bonne approximation du comportement qui résulterait de la connaissance de la structure formelle du domaine.

Pour être viable, cette perspective requiert que l'analyse objective de domaines spécifiques révèle l'existence de tels traits corrélés. Or il se trouve que, précisément, de nombreuses recherches récentes sur le langage sont orientées vers cet objectif, et rencontrent un succès grandissant. L'exemple le mieux documenté est certainement celui de la formation du passé en

anglais, où il a été montré que les verbes réguliers et irréguliers diffèrent en fonction de la distribution de leurs traits phonologiques et sémantiques. Des simulations connexionnistes ont montré que l'exploitation de ces indices corrélés conduit à une excellente approximation de la performance qui résulterait de la connaissance formelle de la règle du suffixe « ed », jointe à la connaissance des exceptions (e.g., McClelland & Patterson, 2002). Pour ne considérer qu'un autre exemple de la même approche, il a été montré que la considération de simples statistiques de co-occurrences (e.g., Redington, Chater, & Finch, 1998) ou encore d'indices phonologiques (e.g., Monaghan, Chater, & Christiansen, 2005), est riche d'informations sur les catégories grammaticales. Ces recherches, et un large éventail d'autres études (pour une analyse portant sur le langage écrit, voir Pacton, Fayol, & Perruchet, 2005) suggèrent que, pour autant qu'il s'agisse de langage, les catégories abstraites sont souvent associées à des propriétés statistiques élémentaires qui les rendent appréhensibles par des mécanismes d'apprentissage associatif, et donc, comme montré plus haut, par les mécanismes d'auto-organisation de la conscience (Perruchet, 2005). Si les analyses à venir sur des corpus de langage confirment et étendent ces conclusions, et si le même type d'analyse se révèle heuristique dans d'autres domaines de compétences, alors le pari conceptuel que le SOC représente se verrait très fortement conforté.

## 5. LE CONCEPT D'AUTO-ORGANISATION ET SES IMPLICATIONS

Nous avons utilisé jusqu'à présent le concept d'auto-organisation d'une façon relativement non formelle. Pour terminer cette présentation, nous allons préciser cette notion au travers d'un exemple, et en dériver quelques implications

### 5.1 Un exemple chez les insectes

Le concept d'auto-organisation a été beaucoup utilisé pour rendre compte de l'organisation remarquable de certains comportements dans les sociétés d'insectes. Considérons un exemple particulier, relatif au recrutement alimentaire chez les fourmis. Parmi plusieurs chemins possibles vers une source de nourriture, les fourmis tendent à choisir le plus court. Comment

un tel comportement collectif adapté est-il possible ? L'explication « à la mode cognitiviste » serait sans doute que certaines fourmis ont mesuré différents chemins, qu'après mise en commun des informations l'une des fourmis – la reine sans doute – a choisi le plus court, et qu'une instance de contrôle a veillé à ce que cette décision soit appliquée par toutes. Mais il est bien difficile de prêter toutes ces capacités aux fourmis, avec leurs quelques milliers de neurones pour un volume cérébral d'environ 1 mm<sup>3</sup>. Fort heureusement, les biologistes des comportements sociaux de sociétés d'insectes ont proposé un autre modèle (e.g. Deneubourg, Aron, Goss, & Pasteels, 1990). Dans ce modèle, les fourmis partent au hasard dans toutes les directions, et ce faisant découvrent de la nourriture plus ou moins rapidement. Elles retournent alors au nid en traçant une piste chimique constituée de phéromones. Ces traces odorantes vont agir comme signaux pour inciter d'autres ouvrières à emprunter le même chemin, lesquelles y déposeront à leur tour des phéromones. Après un certain temps, les fourmis tendront à converger sur le chemin le plus direct, car les fourmis qui ont découvert par hasard le chemin le plus court retourneront plus vite au nid. Ainsi dans un temps donné, ce chemin est parcouru plus souvent que les autres, ce qui entraîne une plus grande concentration de phéromones sur le trajet et donc une valeur signal plus attractive. Dans le même temps, les autres traces de phéromones s'évaporent, renforçant la valeur relative du chemin optimal.

Ainsi les fourmis aboutissent-elles à une organisation finale optimale, sans poursuivre aucun plan prédéterminé ni posséder aucune « connaissance » relative à la longueur des chemins, ce qui justifie la description de ces comportements collectifs comme résultant de processus d'auto-organisation. Cette auto-organisation résulte de l'enchaînement d'interactions directes entre fourmis, et entre fourmis et leur environnement. C'est de l'interaction directe entre certains comportements élémentaires des fourmis (leur propension à suivre et à renforcer un chemin marqué par des phéromones) et certaines propriétés du monde physique (un chemin plus court qu'un autre est parcouru plus souvent en un laps de temps donné, les phéromones tendent à s'évaporer avec le temps) que résulte le comportement collectif auto-organisé des fourmis.

Il est intéressant à ce point de souligner la grande similitude entre ce type d'explication et celle que nous avons proposée pour l'extraction des mots d'un langage par le nourrisson. C'est de l'interaction directe entre des propriétés du fonctionnement attentionnel et mnésique du bébé (une taille de focus limitée, une propension à associer de manière automatique des éléments entrant dans un même focus, lesquels seront alors soumis à l'oubli, à l'interférence ou au renforcement) et des propriétés

du matériau linguistique (les successions de syllabes intra-mots se répètent davantage que les successions de syllabes inter-mots) dont résulte la capacité à abstraire les mots de la langue. Dans le cas de la sensibilité d'adultes à la structure de séquences de déplacements de cibles visuelles, c'est également de l'interaction directe entre ces mêmes propriétés du fonctionnement attentionnel et mnésique (qui entraîneront une plus ou moins grande familiarité de certaines séquences de déplacements) et des propriétés du matériau traité (les successions les plus rares sont concentrées en des endroits précis de la séquence) dont résulte la sensibilité de l'adulte à la structure de la séquence. Chaque fois, le comportement adapté dont on cherche à rendre compte repose sur des phénomènes d'auto-organisation, impliquant des interactions directes entre des propriétés fondamentales du « sujet » et des propriétés matérielles, constitutionnelles de « l'objet » (du monde, du matériau traité...). Chaque fois, la prise en considération de ces auto-organisations permet de substituer une explication parcimonieuse à une machinerie complexe et spéculative introduisant l'idée de calculs, de plans, et de prescriptions.

## 5.2. L'autonomie du mental vis-à-vis du neuronal

Parler d'auto-organisation du mental a une conséquence directe lorsqu'il s'agit de définir les relations entre le mental et le neuronal. La thèse que nous soutenons est résolument mentaliste et antiréductionniste, car elle pose qu'il existe un niveau d'explication propre au niveau mental, sans réduction possible au niveau neuronal. Il est évident que cette affirmation de l'autonomie de l'explication psychologique vis-à-vis du neuronal va à l'encontre de conceptions et de pratiques largement valorisées, en France en particulier, où l'on observe une tendance croissante à n'accorder de valeur scientifique aux faits et lois psychologiques que si ces derniers sont accompagnés d'images de cerveaux en couleur ! Il est donc important d'apporter quelques supports à notre propos.

Aidons-nous pour cela de l'exemple d'auto-organisation chez les fourmis décrit ci-dessus. On peut bien entendu analyser les processus mis en jeu au niveau neuronal ou biochimique à chacune des étapes mentionnées, lorsque les fourmis se déplacent, secrètent les phéromones ou suivent la trace de phéromones. Toutefois, une analyse même exhaustive du fonctionnement à ce niveau neuronal ou biochimique ne conduit pas à expliquer le fait que les fourmis choisissent le chemin le plus direct. Le principe de l'explication ne réside pas à ce niveau. Réciproquement,

l'explication proposée est indépendante du détail de l'implémentation neurobiologique – elle reste inchangée, par exemple, quel que soit la nature précise des molécules secrétées, et l'on observe d'ailleurs une grande variabilité à ce niveau en fonction des espèces de fourmis. L'explication se situe au niveau des interactions entre les individus et leur environnement, niveau auquel les phénomènes d'auto-organisation opèrent et qui ne saurait se réduire au niveau neuronal ou biochimique, même s'il y prend nécessairement appui.

C'est dans les mêmes termes que nous concevons la relation entre le mental et le neuronal pour ce qui concerne le fonctionnement psychologique humain. SOC est un modèle qui montre comment l'explication des adaptations comportementales humaines relève de l'ordre du mental, c'est-à-dire de la pensée consciente et de ses propriétés, compte tenu de la dynamique des interactions mettant en jeu ces propriétés avec celles du monde. L'analyse approfondie du fonctionnement biologique du cerveau ne peut conduire à l'explication que nous proposons concernant, par exemple, la façon dont les enfants découvrent les mots de leur langue maternelle, et, réciproquement, cette explication est indépendante de la forme exacte des mécanismes biologiques sollicités. Par exemple, l'oubli est essentiel dans le processus auto-organisé de sélection des mots, mais que celui-ci soit dû à des mécanismes pré ou post-synaptiques, ou à l'action d'un neuro-méiateur ou d'un autre, importe peu.

### 5.3. Auto-organisation et contrôle

Enfin la notion d'auto-organisation est antinomique de celle de contrôle. Bien que ce point puisse apparaître évident à ceux pour qui la notion d'auto-organisation est familière, certaines confusions sont apparues à ce niveau dans les commentaires à notre article-cible de BBS. Il est vrai que dans la conception cognitiviste standard, la notion de conscience, lorsqu'elle est évoquée (notons qu'aucune mention n'en est faite dans le manuel de Lemaire, 1999), est associée à celle de contrôle de nos activités mentales, et s'oppose à celle d'influences inconscientes. Notre propos est, en un sens, inverse : ce que nous suggérons, c'est que la formation d'une expérience consciente adaptée, isomorphe au monde réel, relève de processus associatifs par nature inconscients, sur lesquels nous n'avons aucune maîtrise. Impossible d'« aller contre », ni d'ailleurs de faciliter, le renforcement lié à la répétition, l'oubli, ou l'interférence. Rien de contrôlé, donc, dans le fait de parvenir à isoler un segment d'un flux continu de discours comme un mot, et la même chose est vraie de

n'importe laquelle de nos représentations. Notre focalisation sur la conscience n'a aucun rapport avec une sorte de tentative de réhabilitation des notions de contrôle et de liberté en face d'une psychologie dominante mettant l'emphase sur l'inconscient.

#### 5.4. Auto-organisation, systèmes dynamiques, et modèles connexionnistes

Par son recours à la notion d'auto-organisation, SOC affiche des parentés avec les théories dynamiques de la cognition (e.g., Thelen & Smith, 1994) comme avec les modèles connexionnistes. Il se démarque toutefois des premières dans leur refus d'attribuer un rôle constructeur au mental (aux représentations) dans l'émergence des comportements : là où SOC met en avant les propriétés de l'expérience consciente, de l'attention et de la mémoire, les théories dynamiques mettent en avant des propriétés physiques telles que la masse graisseuse, ou les longueurs de segments corporels (Thelen & Fisher, 1982 ; Newell, McDonald & Baillargeon, 1993 ; van der Kamp, Savelsbergh & Davis, 1998). Mais cette apparente divergence dérive en fait de l'application des mêmes principes : les théories dynamiques expliquent l'adaptation motrice sans recourir à d'autres niveaux, comme le SOC explique l'adaptation de l'expérience consciente sans recourir à d'autres niveaux d'explication.

Il est plus hasardeux de positionner SOC vis-à-vis des modèles connexionnistes. Le connexionnisme est avant tout un ensemble de techniques qui peuvent être mises au service de conceptions théoriques fort différentes. Il suffit de constater l'hétérogénéité des positions des auteurs eu égard à la notion de représentation, de ceux qui en contestent l'usage dans un modèle connexionniste jusqu'à ceux qui la retiennent comme essentielle (Ramsey, 1997). De même, on peut parfaitement imaginer des réseaux connexionnistes qui prennent en compte les contraintes fonctionnelles de la conscience, fondement du modèle SOC, mais cette démarche sera davantage une conséquence de la conception théorique du chercheur que de son recours au connexionnisme en tant que tel. Ce qui rapproche par contre de façon certaine SOC des modèles connexionnistes est l'idée que les représentations ne sont jamais stockées comme telles dans le système, et sont indissociables des traitements qui permettent de les générer et régénérer. Par ailleurs, la sensibilité du système aux propriétés statistiques, distributionnelles de l'information est un autre point commun important entre SOC et l'approche connexionniste. Dans ce sens, cette approche est idoine pour simuler SOC, bien davantage que toute approche symbolique classique.

## 6. CONCLUSION : QUEL AVENIR ?

Quel avenir pouvons-nous prédire aux changements conceptuels que nous préconisons ? D'un côté, certaines raisons militent en faveur de leur développement. D'abord, le terme même de conscience, banni de la littérature scientifique il y a quelques dizaines d'années encore, ne l'est plus aujourd'hui. La notion d'auto-organisation est également en vogue. Enfin, les apparentes démonstrations empiriques d'un inconscient cognitif sophistiqué, qu'il s'agisse d'abstractions inconscientes de règles, de délibérations inconscientes, ou d'activations sémantiques inconscientes, ont été soigneusement démontées dans la littérature spécialisée : les biais méthodologiques ont été identifiés, répertoriés (e.g., Holender, 1986), et des interprétations alternatives existent pour les effets dont la validité est avérée. Toutes les conditions paraissent donc en place pour que s'amorce un changement de perspective.

Nous pensons toutefois que le chemin sera long et difficile. Si la littérature sur la conscience se développe, il faut reconnaître qu'elle est souvent le lieu de spéculations tatillonnes et peu attractives. Le concept d'auto-organisation est certes l'objet d'un large engouement, mais partout ailleurs qu'en psychologie, où les notions d'organisation hiérarchique et de contrôle gardent toute leur séduction pour de nombreux esprits. Enfin, de soi-disantes démonstrations des capacités surprenantes de l'inconscient cognitif continuent d'être publiées. Ces démonstrations trouvent un vecteur puissant dans des revues comme *Science* ou *Nature*, qui, s'agissant de sciences cognitives, semblent plus attentives au caractère spectaculaire des conclusions qu'à la rigueur conceptuelle et méthodologique des études y conduisant. On trouve curieusement dans ces revues, qui n'acceptent par principe aucun commentaire contradictoire, des travaux qui violent allègrement les préceptes et recommandations développées dans la littérature spécialisée, parfois des dizaines d'années auparavant.

De plus, le postulat d'un inconscient cognitif est difficile à rejeter. Il est de toute façon impossible de démontrer que ce postulat est faux, pour la simple raison qu'on ne peut prouver la « non-existence » quel que soit l'objet supposé. Et une explication reposant sur le postulat d'un inconscient cognitif possède, il est vrai, l'apparence de la simplicité. Ainsi par exemple, face à un comportement suggérant la maîtrise chez l'enfant des classes grammaticales connues de l'adulte, il est indubitablement plus simple de comprendre une explication posant que l'enfant a acquis inconsciemment la connaissance de l'adulte, que de comprendre comment une sensibilité croissante aux propriétés statistiques d'un faisceau de traits

phonologiques corrélés peut rendre compte du même comportement. Mais ceci n'est vrai que pour l'observateur. Or, comme souvent, la simplicité de l'explication *pour l'observateur* varie en raison inverse de la simplicité des mécanismes impliqués *chez l'apprenant*. Les chercheurs ont naturellement une vision faussée de la parcimonie d'une explication, car ils l'évaluent à l'aune de leur propre difficulté de compréhension, plutôt que de considérer la plausibilité des mécanismes sollicités chez le sujet.

Enfin, l'idée d'un inconscient sophistiqué est solidement ancrée, pour des raisons qui ne relèvent certainement pas seulement des développements récents de la psychologie cognitive. Comme le suggérait Freud de façon si clairvoyante (Freud, 1915/1957), l'idée même d'un inconscient pourvu d'une vie mentale autonome n'est-il pas finalement le dernier avatar de l'un des plus vieux penchants de l'homme, à savoir l'« animisme primitif qui nous pousse à voir des copies de notre propre conscience tout autour de nous » ? (Freud, on s'en doute, répondait par la négative). En dépit de toutes ces difficultés, nous espérons toutefois que cet article contribuera à jeter un doute sur le bien-fondé de l'approche conventionnelle de la psychologie cognitive, en montrant la possibilité d'une vision alternative.

## BIBLIOGRAPHIE

- Aslin, R.N., Saffran, J.R., and Newport, E.L. (1998). Computation of conditional probability statistics by 8-month-old infants. *Psychological Science*, 9, 321-324.
- Brent, M.R., & Cartwright, T.A. (1996). Distributional regularity and phonotactic constraints are useful for segmentation. *Cognition*, 61, 93-125.
- Christiansen, M.H., Allen, J. & Seidenberg, M.S. (1998). Learning to segment speech using multiple cues : A connectionist model. *Language and Cognitive Processes*, 13, 221-268.
- Clark, A., & Thornton, C. (1997). Trading spaces : Computation, representation and the limits of uninformed learning. *Behavioral and Brain Sciences*, 20, 57-90.
- Costall, A. (2006). 'Introspectionism' and the mythical origins of scientific psychology. *Consciousness and Cognition*, 15, 634-654.
- Deneubourg, J-L., Aron, S., Goss, S., & Pasteels, J.M. (1990). The self-organizing exploratory pattern of the Argentine ant. *Journal of Insect Behavior*, 3, 159.
- Dienes, Z., & Altmann, G. (1997). Transfer of implicit knowledge across domains : How implicit and how abstract? In D. Berry (Ed.). *How implicit is implicit learning*. Oxford : Oxford University Press.
- Dulany, D. E. (1991). Conscious representation and thought systems. In R. S. Wyer & T. K. Srull (Eds.) *Advances in social cognition*, Vol. 4 (pp. 97-120). Hillsdale, N.J. : Erlbaum.
- Dulany, D. E. (1997). Consciousness in the explicit (deliberative) and implicit (evocative). In J.D. Cohen & J.W. Schooler (Eds.)

- Scientific approaches to the study of consciousness* (pp. 179-212). Mahwah, NJ : Erlbaum.
- Fiser, J. and Aslin, R.N. (2001) Unsupervised statistical learning of higher-order spatial structures from visual scenes. *Psychological Science*, 12, 499-504.
- Fiser, J. and Aslin, R.N. (2005) Encoding multielement scenes : Statistical learning of visual features hierarchies. *Journal of Experimental Psychology : General*, 134, 521-537.
- Freud, S. (1915/1957). The unconscious. In J. Strachey (Ed.). *The standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud*, Vol 14 (pp. 159-215). London, Hogarth Press.
- Holender, D. (1986). Semantic activation without conscious identification in dichotic listening, parafoveal vision, and visual masking : A survey and appraisal. *Behavioral and Brain Sciences*, 9, 1-23.
- Garcia, J., Runsiniak, K.W., & Brett, L.P. (1977). Conditioning food-illness aversions in wild animals : Caveant canonici. In : H.Davis & H.M.B. Hurwitz (Eds.), *Operant-Pavlovian interactions*. Erlbaum.
- Jusczyk, P.W. (1997). *The discovery of spoken language*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Lemaire, P. (1999). *Psychologie cognitive*. Bruxelles : DeBoeck Université.
- Lewicki, P., Hill, T. & Bizot, E. (1988). Acquisition of procedural knowledge about a pattern of stimuli that cannot be articulated. *Cognitive Psychology*, 20, 24-37.
- Manza, L. & Reber, A.S. (1997). Representing artificial grammar : Transfer across stimulus forms and modalities. In D. Berry (Ed.). *How implicit is implicit learning*. Oxford : Oxford University Press.
- Marcus, G.F., Vijayan, S., Rao, S.B., Vishton, P.M. (1999). Rule learning by Seven-Month-Old Infants. *Science*, 283, 77-80.
- McClelland, J. L., & Patterson, K. (2002). Rules or connections in past-tense inflections : What does the evidence rule out ? *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 466-472.
- Monaghan, P., Chater, N., Christiansen, M.H. (2005). The differential role of phonological and distributional cues in grammatical categorisation. *Cognition*, 96, 143-182.
- Newell, K.M., McDonald, P.V., Baillargeon, R. (1993). Body scale and infant grip configurations. *Developmental psychobiology*, 26, 195-203.
- Nissen, M. J. & Bullemer, P. (1987) Attentional requirements of learning : Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, 19,1-32.
- Pacton, S., Fayol, M., Perruchet, P. (2005). Children's implicit learning of graphotactic and morphological regularities in French. *Child Development*, 76, 324-339.
- Perruchet, P. (2005). Statistical approaches to language acquisition and the self-organizing consciousness : a reversal of perspective. *Psychological Research*, 69, 316-329.
- Perruchet, P. (à paraître). Implicit learning. In : John Byrne (Ed.). *Learning and memory : A comprehensive reference*, Vol. 4. Elsevier Publications
- Perruchet, P., Gallego, J. & Savy, I. (1990). A critical reappraisal of the evidence for unconscious abstraction of deterministic rules in complex experimental situations. *Cognitive Psychology*, 22, 493-516.
- Perruchet, P., & Vinter, A. (1998 a) Learning and development : The implicit knowledge assumption reconsidered. In M. Stadler & P. Frensch (Eds), *Handbook of implicit learning* (pp. 495-531). Thousand Oaks, CA : Sage Publications.
- Perruchet, P., & Vinter, A. (1998 b). PARSER : A model for word segmentation. *Journal of Memory and Language*, 39, 246-263.
- Perruchet, P., & Vinter, A. (2002). The self-organizing consciousness. *Behavioral and Brain Sciences*, 25, 297-388.
- Perruchet, P. , Vinter, A., Pacteau, C., & Gallego, J. (2002). The formation of structurally relevant units in artificial grammar

- learning. *The Quarterly Journal of experimental Psychology*, 55A, 485-503.
- Quinn, P.C. (2006). Early categorization : A new synthesis. In U. Goswami (Ed.), *Handbook of Childhood cognitive development* (pp. 84-101). Oxford : Blackwell Publishing.
- Ramsey, W. (1997). Do connectionist representations earn their explanatory keep ? *Mind and Language*, 12, 34-66.
- Reber, A.S. (1967). Implicit learning of artificial grammars. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 6, 855-863.
- Redington, M., Chater, N., & Finch, S. (1998). Distributional information : A powerful cue for acquiring syntactic categories. *Cognitive Science*, 22, 425-469.
- Saffran, J.R., Aslin, R.N., & Newport, E.L. (1996). Statistical learning by 8-month-old infants. *Science*, 274, 1926-1928.
- Saffran, J.R., Newport, E.L., Aslin, R.N., Tunick, R.A., & Barrueco, S. (1997). Incidental language learning. *Psychological Science*, 8, 101-105.
- Searle, J.R. (1992). *The rediscovery of the mind*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Seidenberg, M.S., MacDonald, M.C. (1999). A probabilistic constraints approach to language acquisition and processing. *Cognitive Science*, 23, 569-588.
- Stadler, M.A., & Frensch, P. (Eds.) (1998). *Handbook of Implicit Learning*. Thousand Oaks, CA : Sage publications
- Thelen, E., & Fisher, D.M. (1982). New-born stepping : an explanation for a "disappearing reflex". *Developmental psychology*, 18, 760-775.
- Thelen, E., & Smith, L.B. (1994). *A dynamic systems approach to the development of cognition and action*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Tzelgov, J. (1997). Automatic but conscious : that is how we act most of the time. In R.S. Wyer (Ed.), *The automaticity of everyday life, Advances in Social Cognition*, Vol. X (p. 217-230), Mahwah, N.J. : Lawrence Erlbaum Associates.
- Van der Kamp, J., Savelsbergh, G.J.P., & Davis, W.E. (1998). Body-scaled ratio as a control parameter for prehension in 5- to 9-year-old children. *Developmental Psychology*, 33, 351-361.