

## **Revision des postulats classiques sur la memoire: approche dynamique non lineaire**

*(Revising the classical postulates on memory: the non-linear dynamical approach)*

**Viviane Kostrubiec\***

Université Charles de Gaulle - Lille III

Les études sur la mémoire, développées depuis les travaux initiaux d'Ebbinghaus (1885, voir Nicolas, 1992) et de Bartlett (1932), sont basées sur une charpente conceptuelle séculaire qui, à l'heure actuelle, bénéficierait d'une tentative de réaménagement. En effet, au tout début de recherches dans ce domaine, les précurseurs des études ont débuté les analyses en s'appuyant sur la base de concepts intuitifs, caractéristiques de leur époque. Les travaux pionniers qu'ils avaient engagés ont suscité une foison de résultats expérimentaux, prouvant ainsi la fécondité de cette approche.

Cependant, malgré l'abondance des études, des questions primordiales restent en suspens. Ainsi, les chercheurs continuent à s'interroger sur la conception de la mémoire. Doit-elle être envisagée comme une hiérarchie de modules (Tulving, 1985; Squire, 1992; Baddeley, 1993; Shallice, 1995), une "poubelle" (Landauer, 1975), un processus reconstructif (Bartlett, 1932; Neisser, 1967; Alba et Hasher, 1983), la re-perception du passé (Algom et Lubel, 1994), un ensemble de traces (Estes, 1997), un réseau de neurones (Humphreys, Wiles, et Dennis, 1994), un agencement de rythmes (Jones, 1976), un phénomène d'"harmonisation" (Vicente et Wang, 1998), voire un hologramme (Pribram, 1969)?

Le problème est que pour exploiter ces différentes perspectives, il faut tester des hypothèses si complexes que les techniques expérimentales disponibles manquent du pouvoir d'analyse nécessaire pour y parvenir (section1). La solution consisterait dans l'adaptation d'une optique plus parcimonieuse, en reconçant aux principaux postulats caractérisant l'ensemble d'approches classiques comme, par exemple, le postulat médiationniste.

\*Unité de Recherche sur l'Evolution du Comportement et sur L'Apprentissage; Université Charles de Gaulle - Lille III; Domaine Universitaire du "Pont de Bois"; - B.P. 149-; 59 653 Villeneuve d' Ascq.  
E-Mail: [kostrubiec@univ-lille3.fr](mailto:kostrubiec@univ-lille3.fr)

Toutefois, afin de remplacer un ensemble de présupposés, il faut d'abord comprendre son origine (section 2). Dans le présent article, nous soutenons que les postulats classiques sont inhérents à la conception mécaniste et platonicienne de l'organisme. Aussi, pour tenter de les dépasser, nous envisageons une théorie de système alternative, basée sur la dynamique non linéaire (Haken, 1990; Marr, 1992; Haken, 1993a, 1993b, 1993c; Haken, Wunderlin, et Yigibasi, 1995; Abraham, 1997; Haken, 1997a; Marr 1997; section 3). Il nous semble que les suggestions qui peuvent en être tirées sont exploitables dans le cadre des approches comportementales de la mémoire (section 4).

## 1. LIMITES DES TRAVAUX TRADITIONNELS SUR LA MEMOIRE

### *1.1 Problème de testabilité des hypothèses*

L'objectif des travaux traditionnels sur la mémoire consiste à identifier les mécanismes internes d'apprentissage et de recouvrement, tels que la mémorisation à court et à long terme (Atkinson et Shiffrin, 1968) ou la récollection implicite et explicite (Roediger, 1990a; Nicolas et Perruchet, 1998; Wagner, Koutsaal, et Schacter, 1999). La principale défaillance de ces travaux réside dans la puissance des techniques expérimentales disponibles. Ces méthodes manquent du pouvoir d'analyse nécessaire pour tester les hypothèses qui portent sur l'identification de mécanismes internes de la mémoire (Watkins, 1996).

Par exemple, pour identifier les processus de mémorisation, il faut diviser la mémoire en modules ou mécanismes constitutifs. Cependant, la validité des techniques expérimentales qui devraient permettre d'opérer cette sorte de division est sans cesse mise en doute (Shimamura, 1985; Ostergaard, 1992; Shimamura, 1993; Graf et Komatsu, 1994; Shallice, 1995). De plus, une fois proposée la partition d'un processus mental en deux, on manque de moyens pour analyser leur interaction réciproque. Ainsi, les faits suggèrent que les processus mnésiques implicites et explicites interagissent (Jacoby et Dallas, 1989, Jacoby, 1991, 1998). Toutefois, aucun test expérimental ne peut préciser à quel moment cette interaction intervient, à savoir, lors du démarrage du processus de recouvrement, pendant son déroulement ou juste avant l'émission de la réponse.

Par conséquent, les hypothèses portant sur l'identification et l'interaction des processus mnésiques sont difficilement testables. Cette défaillance devrait conduire les chercheurs à s'interroger sur la recevabilité du programme de recherche classique, portant sur les mécanismes internes de la mémoire.

## 1.2 Prolifération des propositions ambiguës et arbitraires

L'impossibilité de tester les hypothèses liées à l'identification des processus mnésiques internes conduit à une prolifération de modèles insuffisamment étayés. Les outils de modélisation fourmillent déraisonnablement: des modules, des schémas, des logogènes, des bassins de connaissances, des réseaux neuromimétiques, des traces mnésiques, des représentations, etc... Les chercheurs sélectionnent la technique de simulation qui leur convient puis construisent des modèles. Ainsi naît une panoplie de propositions: chaque modèle se targue de s'appuyer sur les distinctions les plus fines, d'employer le terme le plus juste, de reposer sur le principe architectural (en sériel, en parallèle, en réseaux...) le plus approprié. Nul ne remet en cause l'ingéniosité de ces productions, la profusion des moyens de modélisation n'étant pas automatiquement condamnable. Cependant, dans le cas d'études sur la mémorisation, cette prolifération de techniques peut être jugée comme illégitime.

(1). Premièrement, la plupart des modèles visent les mêmes objectifs et simulent avec autant de succès les mêmes faits d'observation. Par exemple, l'effet de "priming"<sup>1</sup> est aussi bien - ou aussi mal - simulé par une structure cognitive classique (Tulving et Schacter, 1990) que par une configuration de connexions (Humphreys, Bain et Pike, 1989).

(2). Deuxièmement, les modèles reposent sur des expressions théoriques insuffisamment définies, dont l'ambiguïté provoque sans cesse des débats sans issue. Que devons-nous comprendre, par exemple, par "renforcement de l'organisation interne des unités préexistantes", par "accroissement de l'intégration de l'unité mentale" (e.g. Mandler, 1980), ou par la "mémoire implicite" (Nicolas, 1994).

(3). Troisièmement, le vocabulaire technique ne semble pas, non plus, toujours être employé à bon escient. Ainsi, il est possible de se demander si les expressions comme "le système cognitif traite de l'information" doivent être perçues comme des simples métaphores, qui remplacent des termes habituels, ou comme des expressions techniques, qui ne doivent être ni déformées ni appauvries?

Dans le premier cas, si "traiter" équivaut tout simplement à "travailler" ou à "fonctionner", alors l'usage d'un terme aussi sophistiqué peut être discutable. Il donne l'impression de connaître quelque chose au sujet du mécanisme qu'il recouvre, alors qu'en fait, il n'apporte rien de plus qu'une expression équivalente issue du langage commun.

Dans le second cas, si "traiter l'information" correspond à "appliquer aux données exprimables au moyen d'un code numérique (digital, discret) un certain nombre de

<sup>1</sup> Priming: facilitation du traitement de l'item I au temps t+n, due à la confrontation avec cet item au temps t.

transformations selon une prescription précise et uniforme qui spécifie comment effectuer pas à pas, dans un enchaînement strict et rigoureux, certaines opérations du type 'exécutable<sup>2</sup>' pour résoudre des problèmes de même classe" (Davis, 1979; Ifrah, 1981; Brenton, 1987; Liginière, 1987; Vandegiste, 1987; Rammuni, 1989) alors ni la mémorisation, ni la "pensée" en général, ne peuvent correspondre à un traitement de l'information. En effet, la plupart de problèmes que la vie nous impose équivalent aux problèmes non "exécutables" (Varela, 1951; Reeke et Edelman, 1988; Edelman, 1992; Dupuy, 1994) et il s'agit précisément d'opérations que des programmes ne savent pas effectuer.

A propos d'autres difficultés théoriques caractérisant le champs d'étude sur la mémoire, il est également possible de s'interroger sur le pouvoir explicatif des concepts classiques, tels que "représentation mnésique" ou "souvenir" (Branch, 1977; Ryle, 1978; Skinner, 1984; Baum, 1994; Staddon, 1998). Il convient aussi mentionner les problèmes liés à la validité écologique des travaux (Bruce, 1985, Neisser, 1985; Koriat et Goldsmith, 1996, 1998; Shanon, 1998), au statut ontologique des taxonomies proposées (Roediger, 1990b), à l'échantillonnage temporel (Gibson, 1966; Turvey, 1977; Shanon, 1993), aux métaphores de la mémoire (Roediger, 1980; Koriat et Goldsmith, 1996), et aux relations s'établissant entre les travaux sur la mémoire et les études sur la perception (Turvey et Shaw, 1979; Wilcox et Katz, 1981).

Cet ensemble de difficultés méthodologiques et conceptuelles conduit à un divorce théorico-expérimental paralysant. Le chercheur-théoricien, absorbé par des modèles faiblement liés à la réalité, tente en vain d'en déduire une hypothèse à tester. Ce qui est peut-être plus grave, au fil de ses efforts, il désapprend à observer le réel. Son centre d'intérêt correspond à des constructions théoriques sophistiquées et non aux effets des facteurs environnementaux. Il comprend donc pourquoi il faut se pencher sur des modalités d'encodage: les représentations mnésiques sont-elles "adressées" par "contenu" ou par un "système de classement". Simultanément, il ne comprend plus pourquoi il faudrait s'intéresser à l'effet d'un facteur environnemental comme la durée de l'apprentissage.

Le chercheur-expérimentaliste, lui, découragé par les discussions théoriques stériles, s'inspire de l'introspection, ce qui est peu fructueux et dangereux, ou d'imprécisions méthodologiques, ce qui n'est pas intéressant. Ses travaux aboutissent à un cumul d'observations archivées, mais il est rare toutefois qu'il sache les interpréter.

Nous soutenons que l'ensemble de ces difficultés ne représente que des signes révélant un problème de conceptualisation de fond. Il nous semble que la prolifération

<sup>2</sup> Une opération exécutable (cf. calcul effectif ou récursif ou lambda définissable) correspond à une opération que l'on peut débiter puis terminer (Davis, 1979)

de langages de modélisation et le divorce théorico-expérimental n'est qu'un indice de défaillances liés à la conception traditionnelle de la mémoire, basée sur l'approche mécaniste et platonicienne des organismes.

## **2. CONCEPTION MECANISTE DE L'ORGANISME: PRESENTATION ET CONSEQUENCES**

Les conceptions traditionnelles de la mémoire ont été bâties dans le cadre du modèle mécanique de l'univers, développé par Galilée (1564-1642), puis enrichi par Descartes (1596-1650) et Newton (1642-1727). Dans cette optique, l'univers correspond à une machine: une horloge. C'est donc un agencement de rouages, régi par les lois déterministes de la mécanique et structuré par un constructeur externe. Pour ce qui concerne les hommes, d'après Descartes, chacun représente une machine corporelle, associée à une machine mentale (Ryle, 1978).

Dans la psychologie de la mémoire, l'analogie esprit-machine a apporté trois présupposés: le médiationnisme (1), la complexité des processus mnésiques (2) et l'assimilation de l'oubli à une défaillance (3).

(1). Premièrement, dans une machine, deux rouages s'influencent si, et seulement si, il existe un rouage médiateur entre les deux. En l'absence de cette connexion physique, deux pièces non contiguës d'une machine ne peuvent pas s'affecter. Pour la psychologie de la mémoire, la règle de causalité qui en résulte est la suivante: deux comportements s'influencent si, et seulement si, ils sont spatialement ou temporellement contigus. En revanche, lorsque les événements actuels et passés sont séparés par un intervalle temporel, nous ne comprenons pas comment les premiers puissent agir sur les seconds: il y a un "vide" entre les deux. Aussi, pour expliquer cette influence, il faut proposer l'existence d'une connexion, physique ou mentale, entre les deux événements. En psychologie, le rôle des connexions est joué par des traces, des représentations ou des processus mnésiques. L'ensemble de ces propositions forme la conception médiationniste de mémorisation (Watkins, 1996).

(2). Deuxièmement, une machine qui effectue des tâches complexes est, en elle-même, très compliquée. Or, comme la fonction mnésique assure des capacités complexes, comme l'aptitude à récupérer un mot parmi des milliers d'expressions connues, elle est envisagée, elle aussi, comme un processus compliqué. Plus exactement, dans cette optique, la fonction mnésique correspond à un mécanisme composé d'un grand nombre d'opérations distinctes, fortement enchevêtrées et dépendantes d'un grand nombre de variables.

(3). Troisièmement, une machine qui fonctionne correctement correspond à un automate déterministe, dans le sens de Laplace (1749-1827). Connaissant

les forces qui agissent sur un tel système, ainsi que son état à un moment arbitraire, il est possible d'en déduire ses états futurs et passés. En revanche, si une machine apparaît imprévisible, en produisant des comportements qui varient sans cesse, alors l'échec de la prévision est attribué à la méconnaissance provisoire et rectifiable du mécanisme (Monod, 1970). Pour la psychologie de la mémoire, il s'ensuit qu'une bonne connaissance des processus de recouvrement et des processus d'oubli devrait conduire à prévoir les éléments qui vont être oubliés.

Cette relation entre l'imprévisibilité, la variabilité et l'ignorance, inhérente à l'approche mécaniste, fait écho à la négligence de la variation, trait caractéristique de la vision platonicienne (Bruce, 1985). Ainsi, chez Platon, le réel peut être appréhendé si, et seulement si, il existe des connaissances stables. Dès lors, dans cette optique, le problème fondamental concerne la variabilité de signaux environnementaux, ainsi que la variabilité comportementale. Pour échapper à ce mobilisme, la vision platonicienne propose que la variabilité ne correspond qu'à une apparence, c'est-à-dire, au bruit. Derrière cette apparente variabilité des effets, se cache la vraie connaissance permanente, des essences. Aussi, dans cette perspective, la tâche de chercheur consiste à abstraire les connaissances stables dissimulées, par exemple, derrière la variabilité des comportements (Putnam, 1990). Cette vision conduit à s'intéresser aux indices de tendance centrale, comme des moyennes, et à négliger les successions de pics et de creux qui apparaissent dans une série temporelle des données. Les différentes propositions classiques sont résumées dans la tableau ci-dessous.

TABLEAU 1

<b>Options classiques</b>	1	médiationnisme
	2	complexité des processus mnésiques
	3	déterminisme de Laplace
	4	négligence de la variabilité
<b>Options alternatives</b>	1	non médiationnisme
	2	simplicité des processus mnésiques
	3	hasard par essence
	4	étude de la variabilité

Perspectives classiques et propositions liées à la dynamique non linéaire

### 3. LES SYSTEMES SYNERGETIQUES: PRÉSENTATION ET APPORTS

#### 3.1 *Le non-médiationnisme: révision du problème de la contiguïté temporelle*

Face à la conception mécaniste et platonicienne de mémorisation, il est possible d'envisager une voie d'approche alternative, basée sur la théorie des systèmes dynamiques non linéaires, ou la synergetique. Un système synergetique correspond à tout dispositif naturel ou artificiel, constitué d'une myriade d'éléments microscopiques qui sont, *a priori*, équivalents. Le laser, le cerveau ou une couche d'hélium sont des exemples-types de dispositifs de cette sorte (Haken, 1983; Prigogine, 1988; Haken, 1992, 1993a, 1993b; Haken, 1995a; Kelso, 1995; Prigogine, 1995). La caractéristique remarquable de ces systèmes consiste dans l'aptitude à s'auto-organiser en configurations spatio-temporelles cohérentes, pouvant présenter les propriétés de non réversibilité (Prigogine et Stengers, 1979; Gleick, 1989; Nicolis, 1993; Haken, 1995b).

Il nous semble que les modèles fondés sur cette approche peuvent suggérer de nouveaux moyens conceptuels dans l'appréhension du fonctionnement des processus mnésiques (cf. tableau 1). Ainsi, ils permettraient de dépasser le présupposé médiationniste, concernant les modes d'influence entre des événements temporellement éloignés. En effet, dans les dispositifs synergetiques, il n'est pas nécessaire de recourir aux traces pour expliquer l'existence des influences à longue distance temporelle. En termes plus simples, ces systèmes ont une "mémoire", mais cette "mémoire" ne repose pas sur le mécanisme de conservation des traces et son explication n'est pas médiationniste.

De manière générale, en synergetique, la répercussion des événements passés sur des états présents du système correspond à une conséquence logique du fonctionnement du système. Plus exactement, dans les dispositifs dynamiques non linéaires, les états passés  $x(t-n)$  exercent leurs effets sur les états actuels  $x(t)$ , car chaque état actuel  $x(t)$  correspond à une transformation non linéaire de l'état précédant  $x(t-1)$ : l'état  $x(t)$  représente une transformation de l'état  $x(t-1)$ , de l'état  $x(t-2)$ , etc... (Berge, Pommeau et Vidal, 1988).

Pour illustrer cette propriété de manière concrète, il est possible de présenter le fonctionnement du fameux modèle de Lorentz. En 1963, Lorentz a conçu un modèle météorologique miniature, qui reposait sur trois équations différentielles non linéaires: des équations décrivant le taux de changement des variables (ex:  $dx/dt$ ) et comprenant des termes non linéaires (comme  $xz$  et  $xy$ ). Les équations du modèle exprimaient les relations entre la température, la pression, et la vitesse du vent:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx}{dt} = -\Phi_x + \Phi_y \\ \frac{dy}{dt} = -xz + rx - y \\ \frac{dz}{dt} = xy - bz \end{array} \right.$$

Dans ces formules, la signification exacte de  $x$ ,  $y$  et  $z$ , très complexe, n'est pas pertinente pour notre propos (Gleick, 1989; Kratky, 1992).

Durant la simulation, le système recevait les valeurs initiales des trois paramètres ( $x_0$ ,  $y_0$ ,  $z_0$ ), les transformait en fournissant les trois résultats ( $x_1$ ,  $y_1$ ,  $z_1$ ) puis réintroduisait, à nouveau, ces dernières valeurs dans les fonctions, les re-transformait, fournissant trois nouveaux résultats ( $x_2$ ,  $y_2$ ,  $z_2$ ) et ainsi de suite...

Un jour, Lorentz a cherché à reproduire une séquence des valeurs obtenue par une simulation ancienne. Dans ce but, il a entré en tant que trois valeurs initiales, les nombres tirés du milieu de l'ancienne série des données ( $x_{n/2}$ ,  $y_{n/2}$ ,  $z_{n/2}$ ). Cette nouvelle exécution aurait du reproduire exactement le listage précédent. Cependant, rien de tel ne s'est produit: la nouvelle série des données s'est rapidement éloignée de l'ancienne.

En cherchant les causes de cette divergence, Lorentz a trouvé qu'elle était due à une minime différence dans les valeurs initialisant les deux exécutions. En fait, l'ordinateur calculait avec des nombres à six chiffres après la virgule. Lorentz avait entré les nombres tronqués à trois décimales. Les deux conditions initiales étaient donc différentes et, curieusement, cette petite différence ne s'est pas compensée. Au contraire, elle s'est amplifiée et a fait diverger les deux prévisions météo jusqu'à la disparition de toute ressemblance entre elles (Gleick, 1989; Kratky, 1992; Peitgen, Jürgens et Saupe, 1992; Peters, 1996).

En termes techniques, cette capacité à amplifier les plus petites divergences porte le nom de sensibilité aux conditions initiales ou "effet papillon". Dans la littérature, cet effet est parfois désigné sous le terme de "mémoire permanente" (Peters, 1996). Cette "mémoire permanente", cependant, ne repose pas sur un mécanisme de conservation des traces. Il serait difficile d'attribuer des traces mnésiques à l'atmosphère! Elle est due aux opérations gouvernant la transformation des états  $X$  du système. Plus exactement, elle émerge comme un effet cumulatif des transformations non linéaires des états du système.



### *3.2 Le simple et le complexe: un nouveau regard sur la complexité des processus mnésiques*

La synergétique permettrait également de reconsidérer les présupposés concernant la complexité des processus "mnésiques". De manière générale, elle suggère que des configurations comportementales complexes émergent de l'interaction d'un nombre réduit d'opérations et de variables (Schöner et Kelso, 1988; Prigogine, 1994; Kelso, 1995). Par exemple, un système dynamique simple, qui est basé sur une seule variable ( $x$ ) et dépend d'une seule opération, la réitération, peut manifester les configurations comportementales les plus compliquées. L'exemple typique de phénomène de cette sorte est le comportement de la fonction logistique:

$$x(t+1) = x(t) + rx(t) * (1-x(t))$$

Dans cette équation, lorsque le paramètre environnemental "r" est supérieur à 3,75, la transformation des  $x(t)$  en  $x(t+1)$  produit une séquence de résultats non aléatoire de si haute complexité, qu'elle s'avère impossible à prévoir (Gleick, 1989; Peitgen, Jürgens et Saupe, 1992; Peters, 1996). Aussi, elle porte le nom de "chaotique". Selon les termes conventionnels, dans la théorie des systèmes dissipatifs: le simple engendre le complexe (Prigogine, 1994).

Pour la psychologie de la mémoire, il est possible d'en retenir la suggestion suivante: si l'organisme est analogue à un système synergétique, alors ses comportements, même complexes, peuvent être attribués à l'interaction d'un nombre réduit des processus simples. Plus exactement, il s'ensuit que l'ensemble de différentes fonctions mnésiques qui avaient été distinguées peuvent être engendrées, en fait, par un nombre réduit de processus bio-comportementaux élémentaires. En somme, les phénomènes mnésiques qui semblent complexes seraient basées sur l'interaction de processus simples.

### *3.3 Stabilité et l'instabilité: révision du problème de la variabilité des performances mnésiques et de l'oubli*

La synergétique permet finalement de réviser le problème de la variabilité des performances. Dans cette perspective, à l'encontre de l'approche platonicienne, la variabilité n'est pas conçue comme un "bruit" à neutraliser, afin de dégager les "vraies" phénomènes recouverts par cette perturbation. Une série temporelle variable n'est pas une série ininterprétable. Elle indique tout simplement que la tâche n'élucide pas de performance stable et peut suggérer, par exemple, que les sujets se trouvent dans un état caractérisé par une faible stabilité ou qu'ils subissent une transition (Thelen et

Smith, 1993). Ainsi, l'analyse de la variabilité des paramètres caractéristiques apparaît comme essentielle dans les études basées sur la synergetique. Les travaux portent sur la variabilité des comportements (Hoyert, 1992; Zanone et Kelso, 1992; Metcalf et Allen, 1995; Zanone et Kelso, 1997; Clement, 1998), ainsi que sur l'évolution de la stabilité des systèmes, appréhendée au moyen des indicateurs comme le temps de relaxation ou les fluctuations critiques (Schöner et Kelso, 1988; Kelso, 1995).

A la lumière de ces considérations, il est possible de réviser la conception de la variabilité des performances "mnésiques". En effet, selon les conceptions classiques, si une réponse donnée a été acquise, alors les mécanismes déterministes sous-tendant le recouvrement devraient la recouvrer en situation de rappel. Si tel n'est pas le cas, il s'agit d'une défaillance des processus de récupération, nommé "oubli".

Selon la synergetique, en revanche, l'acquisition d'une réponse correspond à l'émergence d'un attracteur (état d'équilibre stable). Au moment du rappel, il est donc possible que le sujet ne parvienne pas à la recouvrer, à cause des forces perturbatrices qui l'éloignent de cet état. Cette déviation, toutefois, n'est pas appréhendée comme une "erreur" et l'absence de recouvrement n'est pas assimilé à un échec de recouvrement.

#### **4. APPROCHE COMPORTEMENTALE DE LA MEMOIRE: ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DES EFFETS MNESIQUES.**

Les propositions inspirées de la synergetique conduisent à se séparer de perspectives et de modèles de la mémoire classiques. Simultanément, elles peuvent apporter un certain concours aux approches behavioristes de la mémorisation (White, 1985; Donahoe et Palmer, 1994; Kellen, 1994; Tonneau, 1996; White et Wixted, 1999).

De manière générale, il est possible de faire un parallèle entre les principes de la dynamique et les principes du béhaviorisme (Marr, 1989, 1992; Killeen 1992). Par exemple, la physique s'intéresse au changement dans le mouvement, le béhaviorisme, lui, au changement dans le taux de réponses, par exemple, durant l'apprentissage ou l'extinction (Marr, 1992; Staddon, 1993; Marr, 1993; Donahoe, Burgos, et Palmer, 1993). Ainsi, dans cette optique, le concept de force est rapproché de celui du renforcement. La force est conçue comme un facteur permettant de comprendre les changements dans le mouvement. De façon analogue, le renforcement est défini comme un facteur permettant de comprendre les changements dans le comportement (Marr, 1992; Killeen, 1992).

Plus spécifiquement, la dynamique non linéaire et les concepts issus de la synergetique peuvent aider à dépasser les limites des travaux béhavioristes qui portent sur la mémorisation, limites liées au problème de la variabilité. Traditionnellement, l'analyse fonctionnelle du comportement était focalisée sur l'analyse des configurations

comportementales sous divers programmes de renforcement. Aussi, les recherches ont principalement visé à prédire des états stables; peu d'intérêt ayant été accordé à la question de la variation comportementale, essai par essai, voire moment-par-moment (Marr, 1989; Richelle, 1993).

Or, il est possible de soutenir que l'analyse d'évolution des conduites traditionnellement qualifiées de "mnésiques" requiert également un examen de la variation comportementale. Par exemple, pour étudier les phénomènes de réminiscence (Ballard, 1913), il faut s'intéresser à la variation du contrôle des stimuli en fonction du passage du temps et de la modification de l'environnement. Plus généralement, pour étudier la mémoire, il faudrait analyser, moment par moment, les modifications du flux comportemental évoluant sous la pression des conditions environnementales changeantes (Marr, 1992), dans le but de cerner les sources de cette variation.

Concrètement, avec l'aide de la synergetique, il faudrait procéder à l'analyse, moment-par-moment, des comportements dans des situations qui laissent émerger des configurations comportementales "mnésiques" bien connues, telles que l'effet de position sérielle (Staddon, 1998), la récupération spontanée (Pavlov, 1932), la propagation de l'effet de renforcement aux réponses temporellement éloignées (Killeen, 1994), voire aussi la résurgence de réponses éteintes (Tonneau, 1996; Field, Tonneau, Ahearn et Hineline, 1996).

Il serait également possible de s'interroger sur les variables "moléculaires", telles que la "proximité" entre les stimulus (Tonneau, 1996). En effet, les techniques dites "microscopiques" de la synergetique portent précisément sur l'émergence de cette sorte de facteurs (Haken, 1993c; Haken, Wunderlin et Yigibasi, 1995, Haken et Vallée, 1997). Plus exactement, en partant d'une description de microcomposantes du système, elles aboutissent à l'étude de la dynamique des macrovariables du dispositif, nommées les paramètres d'ordre (Kelso, 1995; Haken, 1995a, 1997b).

L'intérêt théorique primordial de cette voie d'investigation consisterait à conduire aux modèles non médiationnistes, mais dépourvus, peut être, de défauts liés aux modèles non médiationnistes de l'action à distance (Tonneau, 1992). L'objectif ultime de ces analyses devrait viser à comprendre comment les effets des événements moléculaires (Thompson et Lubinski, 1986) comme l'espacement temporel et la nature des stimulus, réponses et renforcements s'enchaînent afin de laisser émerger les configurations comportementales citées ci-dessus.

## CONCLUSION GENERALE

Le problème de la testabilité des hypothèses et de la prolifération des propositions ambiguës et arbitraires effectue la pertinence des travaux classiques portant sur la mémoire.

Nous soutenons que ces difficultés peuvent et doivent être discutées. Plus précisément, il convient de s'interroger sur la manière d'y réagir. L'histoire des sciences montre que les chercheurs demeurent prudemment patients à l'égard des défaillances de leurs paradigmes, même lorsque celles-ci sont graves et durables. Face à une anomalie, il semble préférable de s'interroger sur le coût d'une tentative d'élimination. Si, pour évincer un inconvénient, il faut condamner des voies d'investigations fructueuses et rejeter des connaissances acquises, alors il est préférable de confier le problème aux générations futures, équipées de meilleures méthodes, ou de consentir à un accommodement (Lakatos, 1970; Laudan, 1977).

Toutefois, les accommodations ne doivent pas immuniser contre toute tentative de discussion. Dans ce but, nous suggérons que la dynamique non linéaire peut apporter des propositions appréciables. Elle permettrait de défendre la vision non médiationniste de la mémorisation, en assimilant les phénomènes mnésiques complexes à un résultat d'interaction d'un nombre réduit de processus simples et en révisant la conception de la variabilité. Elle permettrait également de mieux étayer la position d'auteurs comme Donahoe et Palmer (1994), qui définissent la mémoire comme un effet cumulatif et émergent des sélections par renforcement passées.

## REFERENCES:

- Abraham, F.D.(1995). *Chaos Theory in Psychology*. Greenwood: Wetsport, CT.
- Alba, J.W. & Hasher, L.(1983). Is memory schematic? *Psychological Bulletin*, 93, 203-231.
- Algom, D. & Lubel, S.(1994). Psychophysics in the field: Perception and memory for labor pain. *Perception and Psychophysics*, 55, 133-141.
- Atkinson, R.C. & Shiffrin, R.M.(1968). Human memory: A proposed system and its control processes, In K. W. Spence and J. T. Spence (Eds.). *Advances in the psychology of learning and motivation research an theory* (vol.2), New York: Academic Press, pp. 90-195.
- Baddeley, A. (1993). Working memory and conscious awareness. In A.F. Collins; S.E. Gathercole; M.A. Conway & P.E. Morris (Eds.). *Theories of memory*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 11-28.
- Ballard, B.(1913). Obliviscence and reminiscence. *The British Journal of Psychology*, 2, 100-254.
- Bartlett, F.C.(1932). *Remembering: A study in experimental and social psychology*. London: Cambridge.
- Baum, W.M.(1994). *Understanding behaviorism: Science, behavior and culture*. New York: Harper Collins College Publishers.
- Bergé, P., Pomeau, Y. & Vidal, C.(1988). *L'ordre dans le chaos: vers une approche déterministe de las turbulence*. Paris: Hermann.
- Branch, M.N.(1977). On the role of "memory" in the analysis of behavior. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 28, 171-179.
- Brenton, P.(1987). *Une histoire de l'informatique*. Paris: Découverte.
- Bruce, D.(1985). The how and the why of ecological memory. *Journal of Experimental Memory: General*, 114, 78-90

- Clement, C.(1998). *Dynamique non linéaire du controle temporel chez l'enfant. Paper presented at Séminaire de l'Atelier 18 de l'Association Européenne de la Modélisation de Complexité, Université Lille III (France).*
- Davis, M.(1979). What is calcul. In L. A. Steen (Ed.), *Mathematics today: twelve informal essays*. Springer-Verlag: New York.
- Donahoe, J.W. & Palmer, D.C.(1994). Memory Reminding. In J. W. Donahoe et D. C. Palmer (Eds.). *Learning and Behavior*, Boston: Allyn and Bacon, pp. 211-236.
- Donahoe, J.W.,Burgos, J.E. & Palmer, D.C.(1993). A selectionist approach to reinforcement. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 60, 17-40.
- Dupuy, J.P.(1994). *Aux origines des sciences cognitives*. Paris: La Découverte.
- Edelman, G.M.(1992). *Biologie de la conscience* (A. Geschenfeld Trad., 1994). Paris: Editions Odile Jacob.
- Estes, W.K.(1997). Processes of memory loss, recovery and distortion. *Psychological Review*, 104, 148-169
- Field, D.P., Tonneau, F., Ahearn, W. & Hinceline, P.N.(1996). Preference between variable-ratio and fixed-ratio schedules: Local and extended relations, *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 66, 283-295.
- Gibson, J.J.(1966). The problem of temporal order in stimulation and perception. *Journal of Psychology*, 62, 141-149.
- Gleick, J.(1988). *La théorie du chaos*, (C.Jeanmougin Trad.1989). Paris, Albin Michel.
- Graf, P. & Komatsu, S.(1994). Process-dissociation procedure: Handle with caution! *European Journal of Psychology*, 6, 113-129.
- Haken, H.(1983). *Synergetics: An introduction. Nonequilibrium phase transitions and self-organisation in physics, chemistry and biology*. Berlin, New York: Springer-Verlag.
- Haken, H.(1990). Synergetics as a tool for the conceptualisation and mathematization of cognition and behaviour - How far can we go? In H. Haken and M. Stadler (Eds). *Synergetics of Cognition*, Berlin: Springer-Verlag. pp. 2-30
- Haken, H.(1992). Synergetics in psychology. In W Tschacher, G Schierpek and E. J. Brunner (Eds.), *Self-organisation and clinical psychology*. Berlin: Springer-Verlag, 32-53.
- Haken, H.(1993a). Are synergetic systems (including brains) machines? In H. Haken, A. Karlquis et U. Suedin (Eds.), *The machine as metaphor and tool*. Berlin: Springer-Verlag. pp. 154-167.
- Haken, H.(1993b). Basic concepts of synergetics. *Applied Physics A: Solids and Surfaces*, 57, 111-115.
- Haken, H.(1993c). Synergetics as a strategy with complex systems. In H. Haken and M. Mikhailov (Eds.), *Interdisciplinary Approaches to Nonlinear Complex Systems*. Berlin: Springer-Verlag, pp. 5-11.
- Haken, H.(1995a). Some basic concepts of synergetics with respects to multistability in perception, phase transitions and formation of meaning. In P. Kruse and M. Stadler (Eds.), *Ambiguity in mind and nature*. Berlin: Springer-Verlag, pp. 24-43.
- Haken, H.(1995b). Irreversibility and self-organisation. IN I. Zwillig (Ed.), *Natural sciences and human thought*. Berlin: Springer-Verlag, pp. 125-137.
- Haken, H.(1997a). Discrete dynamics of complex systems. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 1, 1-8.
- Haken, H.(1997b). Visions of synergetics. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 7, 1927-1951.

- Haken, H. & Vallee, R.(1997). Synergetics and cybernetics. *Encyclopedia applied Physics*, 20, 407-427.
- Haken, H., Wunderlin, A. & Yigitbasi, S.(1995). An introduction to synergetics. *Open Systems and Information Dynamics*, 3, 97-130.
- Hoyert, M.S.(1992). Order and chaos in fixed-interval schedules of reinforcement, *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 57, 63-80.
- Humphreys, M.S., Bain, J.D. & Pike, R.(1989). Different ways to cue a coherent memory system: A theory for episodic, semantic and procedural tasks. *Psychological Review*, 96, 208-233.
- Humphreys, M.S., Wiles, J. & Dennis, S.(1994). Toward a theory of human memory: Data structures and access process. *Behavioral and brain Sciences*, 17, 655-692.
- Ifrah.(1994). *L'histoire universelle des chiffres*. Paris: Seghers.
- Jacoby, L.L.(1991). A process dissociation framework: Separate automatic from intentional uses of memory. *Journal of Memory and Language*, 30, 513-541.
- Jacoby, L.L.(1998). Invariance in automatic influences of memory: Toward a user's guide for the Process-Dissociation Procedure. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 24, 513-541.
- Jacoby, L.L. & Dallas, M.(1989). Becoming famous without being recognised: Unconscious influences of memory produced by dividing attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, 118, 115-125.
- Jones, M.R.(1976). Time, our lost dimension: Toward a new theory of perception, attention and memory. *Psychological Review*, 83, 229-235.
- Kelso, J.A.S.(1995). *Dynamic patterns: The self-organization of brain and behavior*. Cambridge: The Mit Press.
- Killeen, P.R.(1992). Mechanics of the animate. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 57, 115-124.
- Killeen, P.R.(1994). Mathematical principles of reinforcement. *Behavior and Brain Sciences*, 17, 429-463.
- Koriat, A. & Goldsmith, M.(1996). Memory metaphors and the real life \ laboratory controversy: Correspondance versus storehouse conceptions of memory. *Behavior and Brain Sciences*, 19, 167-228.
- Koriat, A. & Goldsmith, M.(1998). Methodological and substantive implications of a metatheoretical distinction: More on correspondance versus storehouse metaphors of memory. *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 165-168.
- Kratky, K.W.(1992). Chaos and disorder. In W. Tschacher, G. Schiepeck and E. J. Brunner (Eds.), *Self-organization and clinical psychology*. Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg, pp. 125-241.
- Kuhn, T.S.(1983). *La structure de revolutions scientifiques*. Paris: Flammarion.
- Lakatos, I. (1970). Criticism and the growth of knowldge. In I. Lakatos (Ed.), *Histoire et methodologies des sciences*. Paris: Presse.
- Landauer, T.K.(1975). Memory without organization: Properties of a model with random storage and undirected retrieval. *Cognitive Psychology*, 7, 495-531.
- Laudan, L.(1977). *La dynamique de la science*. Liège: Mardaga.
- Liginiere, R. (1987). *Préhistoire et histoire des ordinateurs: des origines du calcul aux premiers calculateurs électroniques*. Paris: Robert Laffont.
- Mandler, G.(1980). Recognizing: The judgement of previous occurrence. *Psychological Review*, 87, 252-271.

- Marr, M.J.(1989). Some remarks on quantitative analysis of behavior. *The Behavior Analyst*, 12, 143-151.
- Marr, M.J.(1992). Behavior dynamics: One perspective. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 57, 249-266.
- Marr, J.(1993). Mach's nichts? A commentary on Staddon's "The conventional wisdom of behavior analysis". *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 60, 473-476.
- Marr, J.(1997). The mechanics of complexity: Dynamical systems span the quick and the dead. In L. J. Hayes and P. M. Ghezzi (Eds.), *Investigations in Behavioral Epistemology*, Context Press: Nevada, pp. 65-83.
- Metcalfe, B.R. & Allen, J.D.(1995). Search of chaos in schedule-induced polydipsia. In F. D. Abraham (Ed.), *Chaos theory in psychology*, Green-Wood: Westport, CT, pp. 73-86.
- Monod, J.(1970). *Le hasard et la nécessité*. Paris: Seuil.
- Neisser, U.(1967). *Cognitive psychology*. New York: Appleton Century-Crofts.
- Neisser, U.(1985). The role of theory in the ecological study of memory: Comment on Bruce. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114, 161-167.
- Nicolas, S.(1992). Hermann Ebbinghaus et l'étude de la mémoire humaine, *L'Année Psychologique*, 4, 527-544.
- Nicolas, S.(1994). Réflexions autour du concept de mémoire implicite. *L'Année Psychologique*, 1, 63-80
- Nicolas, S. & Perruchet, P.(1998). La mémoire implicite: une vue d'ensemble. *Psychologie Française*, 43, 3-12.
- Nicolis, G(1993). Physique des Systèmes éloignés de l'équilibre et auto-organisation. In P. Davies (Ed.), *La nouvelle physique*. Paris: Sciences, Flammarion, pp. 316-347.
- Ostergaard, A.L.(1992). A method for judging measures of stochastic dependence: Further comments on the current controversy. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 18, 413-420.
- Pavlov, I.(1932). *Réflexes conditionnels et inhibitions* (N. and G. Gricoureff Trad., 1963), Genève: Gonthier.
- Peitgen, O., Jürgens, H. & Saupe, D.(1992). *Fractals for the classroom: Complex systems and Mandelbrot Set.*, New York: Springer-Verlag.
- Peters, E.E.(1996). *Chaos and order in the capital markets. A new view of cycle, prices and market volatility*. New York: John Wiley and Sons.
- Pribram, K.H.(1969). The neuropsychology of remembering. *Scientific American*, 220, 73-86.
- Prigogine, I.(1994). *Les lois du chaos*. Paris: Flammarion.
- Prigogine, I. & Stengers, I.(1979). *La nouvelle alliance: Métamorphose de la science*. Paris: Gallimard.
- Prigogine, I. & Stengers, I.(1988). *Entre le temps et l'éternité*. Paris: Fayard.
- Prigogine, I. & Stengers, I.(1995). *La fin des certitudes: temps, chaos et les lois de la nature*. Paris: Gallimard.
- Putnam, H.(1990). *Représentation et réalité* (C. Egel-Tiercelin Trad., 1992), Paris: Gallimard.
- Rammuni, J.(1989). *La physique du calcul: Histoire de l'ordinateur*. Paris:Hachette.
- Reeke, G.N. & Edelman, G.M.(1988). Real brain and artificial intelligence. *Daedalus*, 117, 211-242.
- Richelle, M.(1993). *Du nouveau sur l'esprit?* Paris: Pressus Universitaires de France.
- Roediger, H.L.(1980). Memory metaphors in cognitive psychology. *Memory and Cognition*, 8, 231-246.

- Roediger, H.L. III.(1990a.). Implicit memory: Retention without remembering. *American Psychologist*, 45, 1043-1056.
- Roediger, H.L. III.(1990B). Implicit memory: A commentary. *Bulletin of Psychonomic Society*, 28, 373-380.
- Ruhla, C. (1989). *La physique du hasard: du Blaise Pascal à Niels Bohr*. Paris: Hachette.
- Ryle, G.(1978). *La notion de l'esprit: pour une critique des concepts mentaux* (Suzanne Stern-Gillet, Trns., 1980), Paris: Payot.
- Schöner, G & Kelso, J.A.S.(1988). Dynamic pattern generation in behavioral and neural systems, *Science*, 239, 397-415.
- Shallice, T.(1995). *Symptômes et modèles en neuropsychologie: des schémas aux réseaux*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Shanon, B.(1993). *The Representational and the presentational: An essay on cognition and the study of mind*. New York: Harvester Wheatsheaf.
- Shanon, B.(1998). Metaphorical pluralism - not on the substantive level. *The Behavioral and Brain Sciences*, 21, 164-165.
- Shimamura, A.P.(1985). Problems with finding of stochastic independence as evidence for multiple memory systems. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 23, 506-508.
- Shimamura, P.A.(1993). Neuropsychological analyses of implicit memory: History, methodology and theoretical interpretations. In P. Graf and J. Masson (Eds.), *Implicit memory: New directions in cognition, développement and neuropsychology*. Hillsdale, New Jersey, pp. 145-268.
- Skinner, B.F.(1984). The operational analysis of psychological terms. *The Behavioral and Brain Sciences*, 7, 511-546.
- Squire, L.R.(1992). Declarative and nondeclarative memory: Multiple brain systems supporting learning and memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4, 232-243.
- Staddon, J.E.R.(1993). The conventional wisdom of behavior analysis. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 60, 347-438.
- Staddon, J.E.R.(1998). The dynamics of memory in animal learning. In M. Sabourin, F. Craick, and R. Michele (Eds.), *Advances in biological science, Vol. 2, Biological and Cognitive Aspects*. Hove: Psychology Press, pp. 259-275.
- Thompson, T. & Lubinski, D.(1986). Units of analysis and kinetic structure of behavioral repertoires. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 46, 219-242.
- Tonneau, F.(1990). From reflex to memory: Molar sequences in pavlovian and instrumental conditioning. *The Psychological Record*, 40, 587-607.
- Tonneau, F.(communication personnelle, 1992). *Historical causation and temporal molarity*.
- Tonneau, F.(1996). *Modèles de mémoire et compétition*. Thèse de doctorat, Lille III (France).
- Tulving, E.(1985). How many memory systems are there? *American Psychologist*, 40, 385-398.
- Tulving, E. & Schacter, D. L.(1990). Priming and human memory. *Science*, 249, 301-306.
- Turvey, M.T.(1977) Contrasting orientations to the theory of visual information processing. *Psychological Review*, 84, 67-88.
- Turvey, M.T. & Shaw, R.(1979). The primacy of perceiving: An ecological reformulation of perception for understanding memory. In L. G. Nilsson (Ed.), *Perspectives on memory research, Essays in honor of Uppsala University's 500th Anniversary*, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 67-88.
- Vandegiste, P.(1987). *La recherche en intelligence artificielle*, Paris: Seuil.



- Varela, F.(1951). *Autonomie et connaissance: Essai sur le vivant*. (P: Bourguine Trad.,1989) Paris: Seuil.
- Vicente, K.J. & Wang, J.H.(1998). An ecological theory of expertise effects in memory recall. *Psychological Review*, 105, 33-57.
- Wagner, A.D., Koutstaal, W. & Schacter, D.L.(1999). When encoding yields remembering: Insights from event-related neuroimaging. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 354, 1307-1324.
- Watkins, M.J.(1996). Mediationism and the ofuscation of memory. *The Behavior Analyst*, 19, 109-110.
- White, K.G.(1985). Characteristics of forgetting functions in delayed matching to sample. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 44, 15-34.
- Wilcox, S. & Katz, S.(1981). A direct realistic alternative to the traditional conception of memory, *Behaviorism*, 9, 227-239.
- White, K.G. & Wixted, J.T.(1999). Psychophysics of remembering, *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71, 91-113.
- Zanone, P.G. & Kelso, J.A.S.(1992). Evolution of behavioral attractors with learning: Nonequilibrium phase transitions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 403-421.
- Zanone, P.G. & Kelso, J.A.S.(1997). Coordination dynamics and learning transfer: Collective and component levels. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23, 1454-1480.

## RÉSUMÉ

L'absence de parcimonie et les problèmes liés à la testabilité des modèles de la mémoire conduisent à s'interroger sur la recevabilité du programme de recherche classique qui, depuis Ebbinghaus et Bartlett, sous-tend les travaux dans ce domaine. Cette voie d'investigation, fondée sur la conception mécaniste et platonicienne de l'organisme, repose sur deux postulats qui peuvent et doivent être discutés: le postulat du médiationnisme et celui de la complexité des processus mnésiques. Simultanément, l'approche plato-mécaniste conduit également à éluder la question de la variabilité des performances mnésiques.

En adaptant un cadre conceptuel alternatif, basé sur la dynamique non linéaire, nous tentons de remplacer ces perspectives. Nous défendons les propositions de non médiationnisme, de l'émergence des comportements complexes à partir d'un nombre réduit de processus simples, ainsi que la notion de "hasard par essence". Nous nous interrogeons finalement sur la possibilité de rapprochement entre la dynamique non linéaire et les travaux behavioristes sur la mémoire.

Mots clefs: mémoire, testabilité, modèles, médiationnisme, complexité, variabilité, dynamique non linéaire

## SUMMARY

The absence of parsimony and problems related to the testability of models of memory cast in doubt the acceptability of the research program that, since Ebbinghaus and Bartlett, underlies the works in that area of study. This domain of investigation, based on a mechanistic and Platonic conception of organisms, is built on two postulates that may be discussed: the postulate of mediationism and the postulate of complexity of memory processes. Simultaneously, the Platonic and mechanistic conception tends to neglect the question of

variability in memory performances. Adapting alternative conceptual tools based on nonlinear dynamics, we try to supplement these perspectives. We defend the proposition of nonmediationism, the idea of emergence of complex behavior from a small number of simple processes, and the notion of "randomness by essence". Finally, we examine the possibility of rapprochement between the works in nonlinear dynamics and the studies on memory in a behavioristic perspective.

**Key words:** memory, testability, models, mediationism, complexity, variability, nonlinear dynamics