

3 - LA MEMOIRE A COURT TERME

Conformément au modèle dominant dans les années 70, la mémoire humaine serait composée de trois systèmes fonctionnels différents : la mémoire sensorielle, la mémoire à court terme et la mémoire à long terme. Ces systèmes seraient caractérisés par des propriétés spécifiques et un mode de fonctionnement propre. Nous avons déjà évoqué, dans le chapitre précédent, les caractéristiques des registres sensoriels. Dans ce chapitre, nous allons examiner les caractéristiques de la mémoire à court terme. Dans un premier temps, nous verrons sur quels arguments repose la distinction entre le registre à court et à long terme. Nous verrons ensuite les propriétés spécifiques de la mémoire à court terme et comment la mise en évidence de ces propriétés a conduit à concevoir la mémoire à court terme comme une mémoire de travail, c'est-à-dire à ne plus focaliser la conceptualisation théorique sur le seul aspect temporel, mais à la déplacer sur les aspects fonctionnels.

On doit à Waugh et Norman (1965) une des première formulation de la distinction entre une mémoire transitoire, qu'ils avaient appelé « mémoire primaire » et une mémoire permanente : la mémoire secondaire. L'hypothèse d'une dualité de la mémoire s'est d'abord focalisée sur la durée de rétention comme caractéristique distinctive majeure. L'idée centrale est qu'il faut distinguer entre une mémoire transitoire, la mémoire à court terme, et une mémoire permanente, la mémoire à long terme. Cette hypothèse s'appuie sur un certain nombre de résultats qui montrent que la mémorisation à court terme obéit à des mécanismes de fonctionnements différents de la mémoire à long terme et un autre ensemble de résultats montrant que certains facteurs comme la répétition n'ont pas le même effet dans la mémorisation à court terme et dans la mémorisation à long terme.

3.1 - De l'effet de certains facteurs

3.1.1. Effet des caractéristiques de surface

Partant du principe que s'il existe plusieurs mémoires, l'effet de certains facteurs devrait ne pas être le même en fonction de la durée de rétention, Posner et al (1969) ont mis en évidence l'effet différencié de la typographie sur la mémorisation à court et à long terme. Dans leur expérience, la tâche des sujets consiste à décider le plus rapidement possible si deux lettres, présentées successivement, sont ou non nominalement identiques. Le matériel est constitué de lettres écrites soit en majuscule, soit en minuscule. Dans chaque paire, les lettres sont soit identiques, soit différentes. Le croisement des deux conditions permet de réaliser quatre cas :

		Typographie	
		Identique	Différent
Nom de la lettre	Identique	A - A	A - a
	Différent	A - B	A - b

Tableau 3.1 Exemple de matériel dans l'expérience de Posner et al (1969)

Ils mesurent le temps de réponse. Ce qui les intéresse surtout, ce sont les différences entre les conditions « Typographie identique » et « typographie différente ». leur hypothèse est que la typographie doit d'abord être traitée en mémoire à court terme pour pouvoir avoir accès aux informations sémantiques, c'est-à-dire le nom de la lettre dans cette situation. Cette opération correspond au codage verbal nécessaire à la lecture de la lettre. Leurs résultats montrent qu'en effet, la différence entre les deux conditions typographiques diminue lorsque le délai entre la première et la seconde lettre augmente.

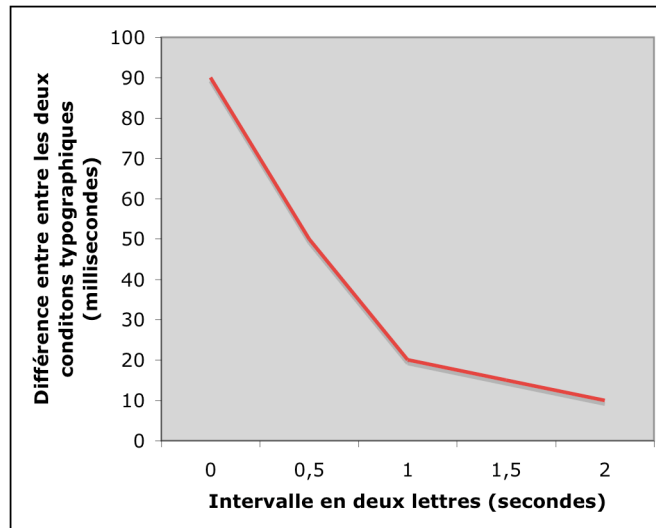


Figure 2.7 Comparaison des conditions « typographie identique » et « typographie différente » dans les situations de lettre identiques, d'après Posner (1969).

Ces résultats permettent d'évaluer à 2 secondes le temps nécessaire à l'encodage verbal. C'est en effet au bout de ce délai que l'effet de la typographie disparaît. Cet effet des caractéristiques physiques de l'item en mémoire à court terme et sa disparition en mémoire à long terme s'observe également pour les stimulus auditifs. Le codage acoustique semble même être dominant en mémoire à court terme, comme le montre une expérience de Conrad (1964). Dans son expérience, il présente visuellement des lettres que le sujet doit mémoriser. Au moment du rappel, il observa que les confusions portaient plus fréquemment sur les ressemblances de prononciation (par exemple P et V) que sur les ressemblances graphiques (Par exemple R et P). Cette observation suggère fortement que le codage préférentiel en mémoire à court terme est le codage acoustique. D'autres résultats sont venus étayer cette hypothèse. Ainsi, Conrad et Hull (1964) ont montré que l'apprentissage d'une suite de lettres phonologiquement proches (P, B, D etc.) était plus difficile qu'une liste d'items phonologiquement dissemblables (K, J, W etc.). Baddeley (1966a) a montré qu'il en était de même pour les mots. Dans une autre expérience (Baddeley, 1966b) il a comparé l'effet de la ressemblance phonologique et celui de la ressemblance sémantique en utilisant des listes de mots.

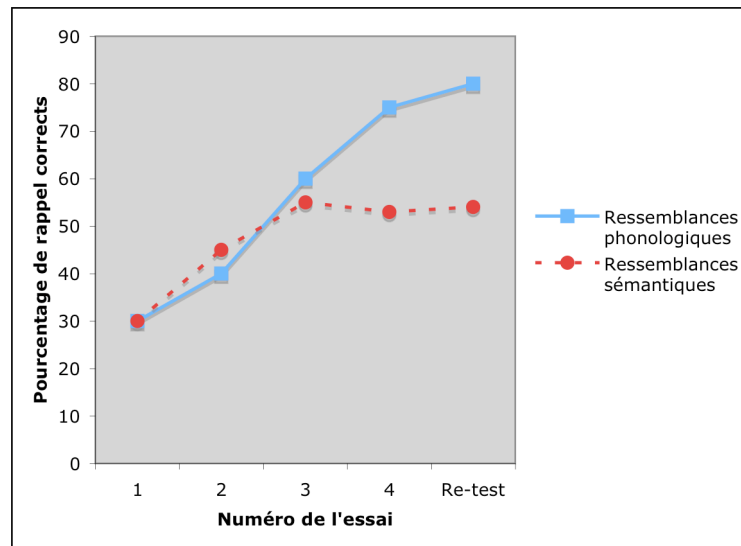


Figure 2.8 Pourcentage de mots correctement rappelés en fonction de type de ressemblance. D'après Baddeley (1966)

L'analyse du pourcentage de mots rappelés ne montre pas de différences entre les deux types de ressemblance sur le premier essai. En revanche, l'analyse de la nature des erreurs montre qu'elles portent plutôt sur la proximité phonologique des items dans le cas d'un délai court entre la présentation et le rappel. Ce sont, en revanche, plutôt des confusions de nature sémantique qui sont relevées dans le cas d'un délai long entre présentation et rappel. La proximité sémantique ayant également un impact important sur la performance au rappel (voir figure 9). Tous ces résultats nous conduisent à conclure que le codage serait donc plutôt visuel ou auditif en mémoire à court terme. En mémoire à long terme le codage serait plutôt sémantique. Le caractère auditif ou visuel de la représentation ne doit cependant pas amener à confondre les registres sensoriels présentés précédemment et la mémoire à court terme. D'abord parce que la durée de rétention est de l'ordre de 250 ms dans les registres sensoriels. Elle est de quelques secondes en mémoire à court terme. Par ailleurs, l'information stockée en mémoire sensorielle est sensible à l'effet de masquage, comme nous l'avons vu. Ce n'est pas le cas en mémoire à court terme.

3.1.2. L'effet de position sérielle

Un autre facteur semble avoir un effet différencié selon le type de mémoire, c'est la position de l'item dans la série. Il constitue un des arguments importants en faveur de la distinction entre mémoire à court terme et mémoire à long terme. Lorsqu'on fait apprendre une liste d'items à un sujet, et qu'on le soumet immédiatement après à une tâche de rappel libre, on peut observer que le rappel se fait préférentiellement dans l'ordre d'apprentissage et que les premiers et les derniers items sont généralement mieux rappelés. Cette observation, triviale pour qui se souvient de l'apprentissage de ses récitations à l'école primaire, est connue sous le nom d'effet de position sérielle. Postman et Phillips (1965) ont montré que cet effet de position ne mettait pas en jeu la même mémoire pour les premiers et les derniers items. Dans leur expérience, ils ont comparé le rappel immédiat et le rappel différé (30 secondes) pour l'apprentissage d'une liste d'une dizaine d'items. Leurs résultats montrent que l'effet de position sur les premiers items persiste dans les deux conditions, mais que l'effet sur les derniers disparaît dans la condition de rappel différé.

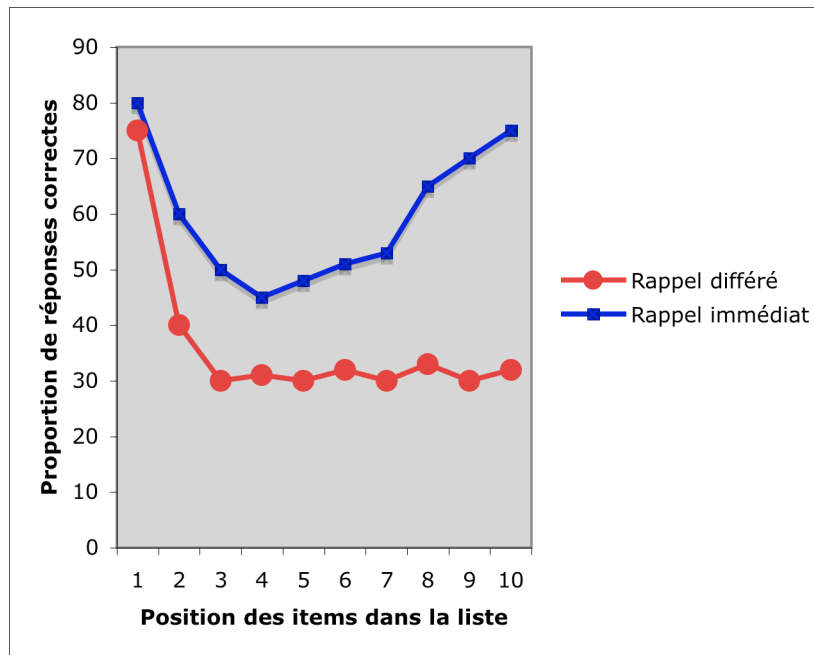


Figure 2.9 Effet de position sérielle dans le rappel immédiat et le rappel différé. D'après Postman et Phillips (1965).

L'interprétation de ce résultat est compatible avec l'approche dualiste de la mémoire. La meilleure performance sur les premiers items serait liée à leur position dans la liste, c'est pourquoi on désigne cette facilitation sous le nom d'effet de primauté. En revanche, la facilitation sur les derniers items serait liée à leur présence en mémoire à court terme. On parle alors d'effet de récence. Plusieurs travaux sont venus confirmer cette interprétation. Il a, ainsi, été montré que l'augmentation de la longueur de la liste n'influence pas l'effet de récence, mais a un impact sur l'effet de primauté (Lewis-Smith, 1975). De même, l'effet de primauté est plus important pour les mots fréquents que pour les mots rares, alors que la fréquence des mots n'influence pas l'effet de récence (Glanzer, 1972). Mais l'argument le plus convaincant est sans doute l'effet différenciel d'une tâche interférente sur les effets de primauté et de récence. Ainsi Rundus (1971) a étudié ces deux effets dans une tâche d'apprentissage successif de plusieurs listes. Les sujets devaient apprendre à voix haute chacune des listes, de façon à mesurer la fréquence des répétitions. Juste après la présentation de chaque liste, on soumettait le sujet à une épreuve de rappel libre. Après la présentation de toutes les listes, les sujets étaient soumis à une nouvelle épreuve de rappel libre. Leur expérience a permis de faire plusieurs observations intéressantes :

- La fréquence des répétitions de chaque item diminue du début à la fin de la liste.
- La probabilité de rappel est corrélée avec la fréquence des répétitions
- L'effet de primauté est présent dans les deux épreuves de rappel
- En revanche l'effet de récence disparaît dans l'épreuve finale.

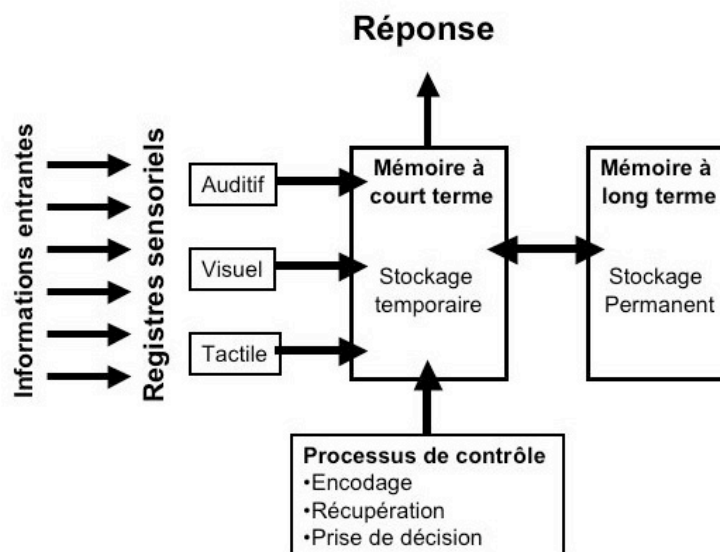
Les premiers items seraient donc stockés en mémoire à long terme grâce à la répétition. En revanche les derniers items seraient en mémoire à court terme, ce qui explique qu'ils soient moins bien rappelés dans l'épreuve finale et soient sensibles aux tâches interférentes que constituent les autres listes à apprendre.

3.1.3. Les facteurs neuropsychologiques

L'étude des pathologies de la mémoire a également apporté son lot d'arguments en faveur d'une vision dualiste de la mémoire. En 1966, Milner a rapporté le cas d'un patient épileptique ayant subi une intervention chirurgicale pour tenter d'enrayer ses crises. Son opération (ablation partielle des lobes temporaux et de l'hippocampe) a provoqué des troubles mnésiques caractérisés par une difficulté, voir une impossibilité à mémoriser à long terme et une mémorisation à court terme préservée. Une telle dissociation est en faveur de l'idée d'une dualité de la mémoire, dualité qui trouverait sa correspondance au niveau cérébral. L'objection qu'on peut opposer à cette interprétation c'est que les tâches mesurant la mémorisation à court terme sont plus faciles que les tâches mesurant la mémoire à long terme. Cependant, cet argument est contredit pas le fait que la dissociation entre les deux mémoires peut également être observée dans l'autre sens. Warrington et Shallice (1969) ont rapporté une observation symétrique sur un patient présentant des troubles de la mémorisation à court terme sans troubles de la mémorisation à long terme. Dans une expérience, Baddeley et Warrington (1970) ont étudié l'effet de position sérielle chez des sujets normaux et chez des sujets amnésiques. Leurs résultats montrent que l'effet de récence n'est pas affecté dans leur population de patients amnésiques, alors que l'effet de primauté l'est.

3.2 - Les caractéristiques de la mémoire à court terme

Nous venons de voir, dans la première partie qu'un certain nombre de facteurs n'ont pas le même effet sur la mémoire à court et à long terme. L'hypothèse dominante dans les années 70, et encore de nos jours dans certains modèles, est que ces mémoires n'ont pas les mêmes caractéristiques tant fonctionnelles que structurales. La mémoire à court terme serait caractérisée par une capacité limitée, une labilité importante de l'information et des mécanismes de récupération spécifiques.



**Figure 2.10 Représentation schématique du modèle de la mémoire.
D'après Atkinson et Shiffrin (1968).**

Le modèle de la mémoire à court terme le plus influent a été celui d'Atkinson et Shiffrin (1968). Ce modèle postule que l'information provenant de l'extérieur est d'abord traitée dans les registres sensoriels. L'information est alors transmise à la mémoire à court terme pour y être encodée. Ce registre transitoire est conçu comme le passage obligé pour les informations avant la transmission en mémoire à long terme. La probabilité, pour l'information, de passer dans la mémoire à long terme dépend, selon ces auteurs de la durée de maintien de l'information en mémoire à court terme, sous l'effet des traitements et notamment de la répétition. Plus un item est gardé longtemps en mémoire à court terme, plus grandes sont ses chances de passer en mémoire à long terme.

3.2.1. La capacité de la mémoire à court terme

Miller (1956) a été un des premiers à mesurer la capacité de mémoire à court terme ou empan mnésique. Dans son expérience, on présentait aux sujets une liste composée d'une dizaine d'items. Tout de suite après la présentation, il leur était demandé de rappeler le plus possible d'items. Ses résultats montrent que le nombre d'items ne varient pas beaucoup d'un sujet à un autre. L'empan mnésique serait de l'ordre de 7 ± 2 . Cette limite peut être dépassée si le sujet a la possibilité de réunir les items en unités plus importantes : les chunks ou regroupements. Ainsi apprendre une liste de lettres isolées comme « B-O-N-J-O-U-R » peut s'avérer difficile, surtout si elles sont présentées dans le désordre. La présentation que j'en fais ici rend tout à fait évident le regroupement possible, et on a aucune difficulté à imaginer que la mémorisation du mot « BONJOUR » est plus facile que la mémorisation des lettres qui le compose. C'est la raison pour laquelle les 10 chiffres composant un numéro de téléphone ne sont que rarement mémorisés séparément. On opère généralement des regroupements de deux ou trois chiffres. La mesure de l'empan mnésique peut être faite pour des items verbaux, elle peut également l'être pour des items auditifs, on parle alors d'empan auditif. On peut également le faire pour des dispositions spatiales d'objets comme dans l'épreuve des blocs de Corsi. Dans cette épreuve, le sujet est placé face à neuf cubes disposés aléatoirement. L'expérimentateur désigne alors du doigt un certain nombre de cubes et le sujet doit les désigner à son tour dans le même ordre que l'expérimentateur.

3.2.2. La labilité de l'information en mémoire à court terme

L'autre caractéristique importante de la mémoire à court terme est sa labilité, c'est-à-dire le déclin rapide de l'information en l'absence de traitement. Cette caractéristique a été mise en évidence dès la fin des années 50 (Brown, 1958 ; Peterson et Peterson, 1959). Ces auteurs ont mis au point une procédure expérimentale visant à empêcher le sujet de réviser mentalement la liste d'items que l'expérimentateur venait de leur présenter. Ce n'est en effet qu'à cette condition qu'on peut mesurer la « durée de vie » de l'information en mémoire à court terme. Leur expérience consistait à présenter des groupes de trois lettres (trigrammes) suivi d'un nombre, puis, tout de suite après, de compter à rebours de trois en trois.

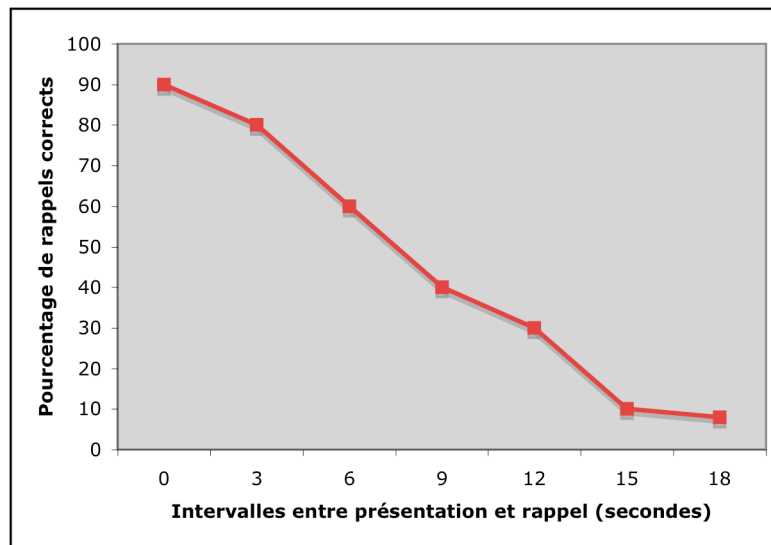


Figure 2.11 Performances au rappel en fonction de l'intervalle entre l'apprentissage et le rappel (D'après Peterson et Peterson, 1959)

Leurs résultats montrent que l'information en mémoire décline très rapidement, pour disparaître en quasi-totalité au bout d'une quinzaine de secondes. Ces résultats ont été confirmés dans une expérience de Murdock (1961) qui, outre les trigrammes, a utilisé des groupes de trois mots comme stimulus. Une des originalités de son expérience est d'avoir utilisé des trigrammes auxquels on pouvait attribuer un sens, autrement dit des mots. Les résultats montrent que si dans les conditions « trigrammes » et « triplet de mots », les résultats sont bien les mêmes que ceux observés par les Peterson, dans la condition où le trigramme peut former un mot, la performance au rappel de décroît pas. La tâche des Peterson ne serait donc pas seulement une tâche de mémorisation, il faut que le sujet ait pu former un regroupement des lettres et donc traité l'information, pour expliquer l'avantage sur les trigrammes formant des mots.

3.2.3. Les mécanismes d'accès à l'information en mémoire à court terme

L'étude des mécanismes de récupération de l'information en mémoire a été entreprise par Sternberg (1966). Son expérience reprend le paradigme général de l'étude de la mémoire à l'époque : Présenter une liste d'items et mesurer la performance au rappel ou à la reconnaissance. Mais il introduit deux modifications essentielles qui vont faire de son paradigme un des plus importants dans l'étude du fonctionnement de la mémoire : (i) Il utilise une tâche de reconnaissance, ce qui permet d'interroger le sujet sur la présence ou l'absence de l'item dans la liste présentée. (ii) Il mesure le temps de réponse et non le taux de rappel comme dans la plupart des expériences. Pourquoi ces modifications ? Ce que Sternberg cherche à étudier, c'est la dynamique de la mémoire à court terme. Une tâche de rappel est un indicateur du contenu de la mémoire à un moment donné. Or il vise à étudier les mécanismes d'exploration de cette mémoire. La tâche de reconnaissance apparaît donc plus appropriée. Pour la même raison, la mesure du taux de reconnaissance n'est pas un bon indicateur. A l'époque, le débat théorique sur le fonctionnement de la mémoire oppose deux hypothèses : celle d'un balayage séquentiel, les items seraient récupérés un à un dans l'ordre d'acquisition et celle d'un accès parallèle, c'est-à-dire de plusieurs items à la fois. Si la première hypothèse, celle d'un traitement séquentiel, est vraie, en vertu du présupposé de composition additive des durées des processus, le temps de réponse devrait augmenter avec le nombre d'items à mémoriser.

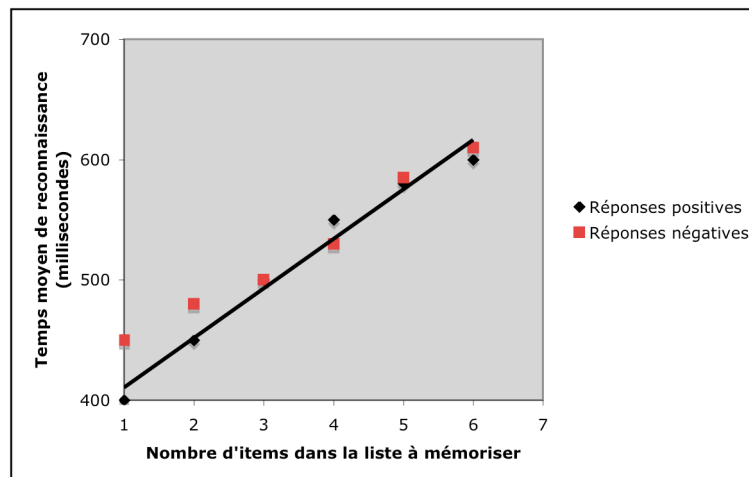


Figure 2.12 Latence moyenne de reconnaissance en fonction du nombre d'items à mémoriser et de la présence (réponses positives) ou de l'absence de l'item (réponses négatives) dans la liste à mémoriser (d'après Sternberg, 1966)

Concrètement, l'expérience de Sternberg consiste à présenter des listes d'items de longueur variable allant de 1 à 6 chiffres à mémoriser. Tout de suite après la présentation d'une liste, l'expérimentateur présente au sujet une série d'items tests pour lesquels le sujet doit dire si oui ou non il faisait partie de la liste qui venait d'être présentée. Ses résultats permettent d'observer que le temps de réponse varie en fonction de la longueur de la liste, mais ne varie pas en fonction de la présence ou de l'absence de l'item dans la liste mémorisée. Autrement dit, tout se passe comme si le sujet, pour répondre, balayait séquentiellement la liste des items mémorisés et que ce balayage ne s'interrompait pas lorsque l'item cible était trouvé (sinon le temps pour les réponses « oui » serait plus court).

La droite d'ajustement sur la Figure 2.12 permet de voir qu'il existe une relation de proportionnalité entre le temps de réponse et la longueur de la liste. L'origine de la droite qui est constante, quelle que soit la longueur de la liste, soit environ 400 millisecondes, peut être considérée comme le temps nécessaire pour l'encodage de l'item à reconnaître. La pente, en revanche, nous fournit une estimation de la durée de la comparaison entre chaque item en mémoire et l'item test. Sternberg a estimé que ce temps était d'environ 38 millisecondes par items.

3.3 - Les difficultés du concept de mémoire à court terme

3.3.1. Capacité fixe ou rapidité d'encodage ?

L'étude de la mémoire à court terme durant les années 60-70 a conduit à préciser les propriétés de ce registre mnésique. La capacité limitée en fait partie. Cependant plusieurs séries de résultats sont venues remettre en cause la conception classique de la mémoire à court terme selon laquelle la capacité serait fixe. De nombreux facteurs affectent la capacité de la mémoire à court terme. Le premier d'entre eux est la familiarité des items. On mémorise ainsi davantage de nombres présentés sous la forme de chiffres arabes que de nombres présentés sous la forme de chiffres

romains. De la même façon, des syllabes sans significations sont moins bien mémorisées que des mots, des formes quelconques sont plus difficilement retenues que des formes géométriques régulières. La longueur des mots, leur durée de prononciation sont également des facteurs influençant la mesure de l'empan mnésique. Tous ces facteurs ont du mal à trouver leur place dans un cadre théorique postulant une capacité fixe de la mémoire à court terme et même si tel était le cas, les causes de cette limitation sont apparues de moins en moins claires. La capacité à faire des regroupements à partir des items présentés semble un des facteurs les plus importants. Dans une étude DeRosa et Tkacz (1976) ont montré que si le sujet peut donner un sens à la suite d'items, l'effet de la longueur de la liste observé par Sternberg disparaît. Dans leur expérience, les auteurs utilisent des suites de neuf images formant des mouvements décomposés. Ils reprennent le paradigme de Sternberg et comparent deux conditions dans lesquelles les images sont présentées dans un ordre aléatoire. Dans la première condition, les images ne peuvent former une suite continue d'images, alors qu'elle le peuvent dans la seconde condition. Ainsi, avec un matériel composé de neuf images, numérotées dans l'ordre chronologique du mouvement, ils prennent, pour la première condition, des séries telles que 5,3,7,9 et dans la seconde, des séries telles que 3,5,4,6. Leurs résultats permettent de retrouver l'effet de la longueur de la liste dans la première condition, mais non dans la seconde. Ce résultat est cohérent avec les études sur la mémoire des joueurs d'échecs qui montrent que les maîtres présentent un empan mnésique plus important que les joueurs novices pour des situations réelles de jeu, mais non pour des dispositions aléatoires de pions sur l'échiquier (Chase et Simon, 1975 ; Lorie, 1984).

C'est pourquoi, à l'heure actuelle, l'hypothèse la plus largement admise est que la capacité de la mémoire à court terme n'est pas fixe, mais dépend de la rapidité d'encodage, c'est-à-dire de la vitesse à laquelle l'item est identifié et codé en mémoire, cette rapidité d'encodage dépendant elle-même de la familiarité des items. Une synthèse de plusieurs travaux sur la capacité de la mémoire à court terme montre que le rôle déterminant de ce facteur (Cavanagh, 1972). Plusieurs résultats empiriques étayaient cette hypothèse. Ainsi Baddeley, Thomson et Buckanan (1975) ont montré que la vitesse de lecture était corrélée avec le taux de rappel en utilisant un paradigme similaire à celui de Sternberg. Ellis et Hennelly (1980) ont repris ce résultat pour interpréter une différence significativement plus faible aux tests d'intelligence chez les enfants Gallois que chez leurs compatriotes anglais. Ils avaient en effet remarqué que la prononciation de certaines voyelles est plus longue en gallois qu'en anglais. La mesure de l'empan chez des sujets bilingues ne montre aucune différence entre les anglais et les gallois lorsque le facteur de durée est neutralisé.

3.3.2. Déclin de la trace, limite de la mémoire à court terme ou interférence.

L'autre caractéristique importante de la mémoire à court terme dans la conception classique est sa labilité. Nous l'avons présenté avec les travaux des Peterson. Selon ces auteurs, l'impossibilité de rappeler les items serait dû à un effacement progressif et surtout passif de la mémoire à court terme. Cette expérience a suscité beaucoup d'intérêts dans la communauté scientifique, mais aussi de nombreuses critiques. La plus importante concerne l'interprétation même de leurs résultats. L'oubli pourrait tout d'abord être une conséquence de la capacité limitée de la mémoire à court terme. La tâche de comptage à rebours venant mobiliser une partie des ressources cognitives. Des résultats de Waugh et Norman (1965) ont étayé cette hypothèse. Ils ont utilisé dans leur expérience la technique de l'item sonde. Cette technique, variante du rappel indicé, consiste à présenter à un sujet une liste d'item qu'il doit mémoriser. Tout de suite après la présentation de la liste, un signal sonore indique au sujet qu'on passe dans la phase test. Un item lui est alors présenté (sonde) et le sujet doit rappeler l'item qui le suivait dans la liste (cible). Deux conditions sont comparées dans lesquelles on manipule la vitesse de présentation

des items dans la liste à mémoriser qui peut être de 1 ou 4 chiffres par seconde. Leur objectif est de mettre en concurrence deux hypothèses : (i) celle d'un oubli passif en mémoire à court terme, et dans ce cas, seul l'intervalle temporel entre l'item cible et la sonde aura un effet sur la mémorisation. (ii) l'hypothèse d'un oubli lié à la capacité limitée de la mémoire à court terme, les premiers items étant « chassés » par les suivants. Dans ce cas, la performance devrait varier en fonction du nombre d'items séparant la cible de la sonde, et non de l'intervalle temporel. Leurs résultats montrent qu'en effet, la performance est d'autant moins bonne que le nombre d'items à mémoriser entre la cible et la sonde est important. En revanche la fréquence de présentation n'a pas d'influence sur la performance, invalidant du même coup l'hypothèse du déclin passif de l'information en mémoire à court terme.

L'oubli pourrait également être le résultat d'une interférence entre les différents éléments précédemment mémorisés (interférence proactive). Le sujet étant soumis à l'apprentissage de plusieurs listes, dans l'expérience des Peterson, il est, envisageable que l'apprentissage d'une liste entraîne des confusions lors d'apprentissage de listes contenant des éléments similaires. Si cette hypothèse est correcte, l'introduction d'une suite dissemblable aux autres dans le matériel (une suite de chiffres au lieu de trigrammes) devrait se traduire par une meilleure performance pour la liste différente. Cette prédiction a effectivement été confirmée par Wickens (1972) dont les résultats montrent une nette diminution de l'interférence lorsqu'on change la nature d'une des séries.

3.3.3. Accès séquentiel ou parallèle en mémoire à court terme

Une dernière série de critique à l'égard du modèle classique de la mémoire à court terme concerne, on s'en doute, le caractère sériel de l'accès à l'information. La généralité du modèle de Sternberg a été battue en brèche par un ensemble de recherches montrant que les temps de réponse n'étaient pas toujours liés à la seule longueur de la liste, remettant en cause le caractère séquentiel de la récupération des informations. Ainsi, sous certaines conditions, il est possible aux sujets de contrôler leur stratégie d'exploration de la liste d'items mémorisés (Burrows et Okada, 1973). Par ailleurs le rythme du balayage est influencé par la nature des opérations d'encodage, (Seamon, 1972) et la probabilité d'apparition du stimulus dans la liste (Theios et al, 1973). Enfin, la reconnaissance d'items apparue plusieurs fois dans la liste est plus rapide que la reconnaissance d'items apparue une seule fois (Baddeley et Ecob, 1973). Le caractère exhaustif du balayage en mémoire à court terme a également été remis en cause dans une expérience de Marcel (1976) montrant que le temps de réponse pour les items absents de la liste à mémoriser n'est pas toujours égal à celui des items présents.

Tous ces travaux ont conduit à remettre en cause la notion de mémoire à court terme. Cette notion s'avérait incapable de rendre compte d'un ensemble grandissant de travaux. Devait-on pour autant revenir à une vision moniste de la mémoire ? Il y a en sciences, un fossé entre la remise en cause d'une conception et l'acceptation de la conception concurrente. Les travaux étayant une pluralité des registres mnésiques sont tout aussi nombreux que ceux qui conduisent à une remise en cause du modèle classique de la mémoire à court terme. C'est donc à une réforme du modèle théorique de la mémoire à court terme que les chercheurs se sont attelés. On doit cette révision à Baddeley et Hitch (1974) qui ont proposé une refonte importante du modèle dualiste en remplaçant la notion de mémoire à court terme par la notion de mémoire de travail.

3.4 - Le concept de mémoire de travail

Si les théories concevaient la mémoire à court terme comme un registre de stockage relativement passif, la remise en cause de cette notion a conduit à se focaliser sur le rôle fonctionnel de la mémoire. La prise en compte de ce rôle fonctionnel est d'autant plus importante que dans les années 70 commencent à émerger des recherches abordant des activités cognitives complexes comme la compréhension de textes ou la résolution de problèmes. Sans pour autant abandonner l'approche dualiste, il devenait urgent de se demander à quoi pouvait bien servir cette mémoire transitoire. L'hypothèse la plus naturelle, dont on avait déjà les prémisses dans le modèle d'Atkinson et Shiffrin (1968), est que cette mémoire servait, outre la conservation de l'information durant l'activité cognitive, à traiter cette information. On est ainsi passé d'une conception passive avec la mémoire à court terme à une conception active avec la mémoire de travail.

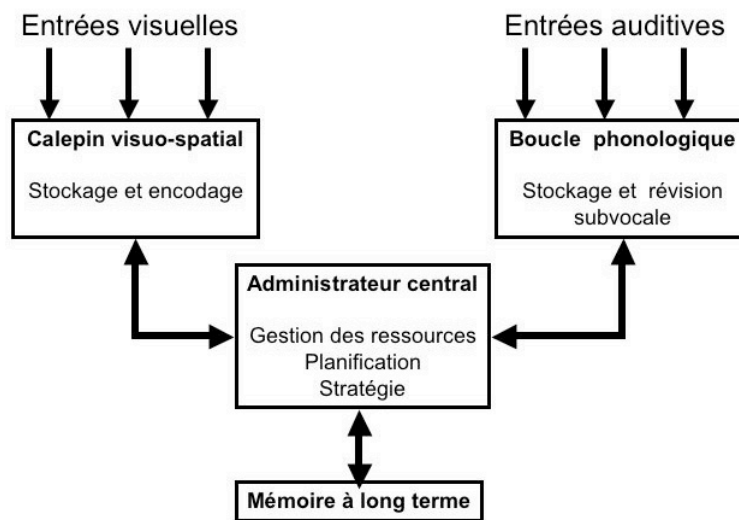


Figure 2.13 Représentation schématique du modèle de la mémoire de travail. D'après Baddeley (1993)

Dans le modèle de Baddeley, la mémoire de travail est composée de trois sous-systèmes : (i) une boucle phonologique, (ii) un calepin visuo-spatial et (iii) un administrateur central. Le sous-système de la boucle phonologique serait mis en œuvre dans le traitement des données verbales. Il comprendrait deux composants : une mémoire phonologique extrêmement labile (1 à 2 secondes) assurant le stockage des informations verbales et un système de révision subvocale (également appelé « boucle articulatoire »). Le rôle du sous-système de révision subvocale est d'assurer le maintien de l'information au-delà des limites du système de stockage de la boucle phonologique. Le calepin visuo-spatial est un système de stockage et de codage des informations visuelles, des images mentales et de la référence spatiale des objets. L'administrateur central est un système amodale (non lié à une modalité perceptive particulière). Son rôle est de gérer la répartition de ressources attentionnelles limitées entre les deux autres sous-systèmes et d'assurer l'interface avec la mémoire à long terme.

3.4.1. Les propriétés de la boucle phonologique

L'hypothèse d'un sous-système spécifique aux données langagières est née de la nécessité de rendre compte du vaste ensemble de données empiriques portant sur un matériel verbal, c'est-à-

dire la très large majorité des travaux de l'époque. Toutes ces recherches accréditent l'hypothèse d'un codage préférentiellement acoustique dans la mémorisation à court terme. Nous avons présenté précédemment l'effet de similitude phonologique. Cet effet se manifeste par un taux de confusion plus important et une performance au rappel moindre lorsque les items à mémoriser partagent de nombreuses caractéristiques articulatoires, y compris lorsque le matériel est présenté sous forme visuelle. Ce modèle rend compte de cet effet en postulant que lors de la présentation visuelle d'un item langagier (lettre, mot, chiffre), l'information est encodée sous forme verbale et transmise à la boucle phonologique.

Ce système semble présenter une spécificité aux sons de paroles comme le suggère une recherche de Colle et Welsh (1976). Dans leur étude, les sujets devaient répéter une liste de nombres présentés visuellement. Au moment du rappel de la liste, certains sujets entendaient une personne lire en allemand, langue que bien sûr, ils ne comprenaient pas. Les résultats montrent une nette baisse de la performance dans la tâche de mémoire immédiate. Il semble donc que l'écoute inattentive de sons de paroles perturbe le fonctionnement de la boucle phonologique. Cet effet est-il vraiment spécifique aux sons de parole ? Dans une expérience, Salamé et Baddeley (1987) ont comparé l'effet produit par des sons de parole et des bruits. Ils ont utilisé pour cela une procédure similaire à celle de Colle et Welsh. Leurs résultats permettent de retrouver les résultats précédents pour l'écoute inattentive des sons de parole. En revanche, les bruits ne provoquent pas de baisse de la performance. La musique vocale provoque le même effet qu'il s'agisse d'opéra ou de music pop, la musique instrumentale également, mais dans une moindre mesure (Salamé et Baddeley, 1989).

Nous avons évoqué plus haut, à propos de la rapidité d'encodage, l'effet de la durée de prononciation sur l'empan mnésique. Plus les items sont longs à prononcer, moins bonne est la performance aux tests d'empan mnésique. Ces résultats ont été reproduits pour des langues aussi diverses que l'hébreu, l'espagnol, l'arabe ou le chinois (Hossain et Sallili, 1988) avec un rapport à peu près constant qui montre que l'empan est égale au nombre d'items qu'on peut prononcer en environ deux secondes. Dans le cadre de ce modèle, le facteur déterminant est donc la rapidité avec laquelle les items sont encodés. La capacité est alors déterminée pas le nombre d'items pouvant être pris en charge par la boucle articulatoire avant qu'ils ne soient effacés.

Si on empêche les sujets de réviser la liste, on devrait donc être à même de mesurer plus précisément la capacité de la mémoire de travail. C'est la raison pour laquelle, on préconise, plutôt que le paradigme de Miller qui utilisait une liste de longueur fixe, une mesure de l'empan mnésique en continu. Dans cette procédure de mesure de l'empan, on présente au sujet une liste d'items sans annoncer à l'avance sa longueur. La présentation est interrompue à un moment quelconque et l'expérimentateur demande au sujet de rappeler tous les items dont il se souvient. Dans ces conditions, le nombre d'items rappelés est de l'ordre de 3 ou 4 items selon les langues, ce qui correspond à peu près au nombre d'items prononçables en deux secondes. Une autre façon de réaliser la mesure de l'empan est de supprimer l'utilisation de la boucle articulatoire en imposant au sujet de répéter un son sans signification. Dans le cadre du modèle de Baddeley, cette « suppression articulatoire » devrait provoquer une disparition de l'effet de la durée de prononciation aussi bien lors d'une présentation visuelle qu'auditive des items, puisque le maintien en mémoire dépend de cette révision sous une forme phonologique. Les résultats de Baddeley, Thomson et Buckanan (1975) permettent d'observer que l'effet de la durée de prononciation disparaît effectivement lors d'une présentation visuelle des items, mais pas lors d'une présentation auditive. Cependant, une expérience de Baddeley et al (1984) montrent que dans des conditions expérimentales mieux contrôlées, l'effet de la durée de prononciation disparaît effectivement dans les deux conditions.

3.4.2. Le fonctionnement du calepin visuo-spatial

Il existe en fait assez peu de recherches sur le calepin visuo-spatial et si ce sous-système de la mémoire de travail commence à susciter l'intérêt de plusieurs chercheurs, on manque de recul sur ces recherches pour les citer ici. L'essentiel des travaux concerne la construction et la manipulation d'images mentales en mémoire de travail. Nous en reparlerons dans les chapitres consacrés à la notion de représentation et à la notion de traitement. Pour illustrer le fonctionnement du calepin visuo-spatial dans le modèle de Baddeley, nous allons voir comment on peut réinterpréter des données de Sternberg (1967). Dans cette expérience, Sternberg a réutilisé son paradigme en comparant deux types d'items test présentés visuellement : des chiffres intacts ou des images altérés de chiffres, pour des longueurs de liste d'items allant de 1 à 4. On se souvient que dans l'expérience originale de 1966, les temps de réponses variaient proportionnellement à la longueur de la liste. L'origine de la droite ajustée aux données étant interprétée comme une estimation du temps nécessaire à l'encodage de l'item test et la pente de cette droite, comme une estimation du rythme de balayage de la liste d'item en mémoire.

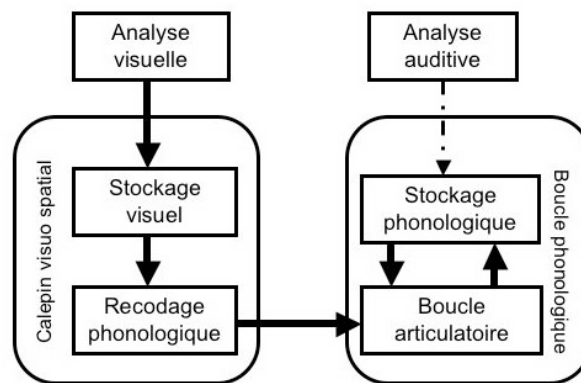


Figure 2.14 Fonctionnement des sous-systèmes de stockage dans le traitement d'informations langagières présentées visuellement. Adaptée de Baddeley (1990)

Selon le modèle de Baddeley, les items verbaux présentés sous forme visuelle sont encodés sous forme verbale et pris en charge ensuite par la boucle phonologique. Si cette hypothèse est correcte, la présentation d'un item test altéré devrait se traduire par un allongement du temps d'encodage, mais pas par un ralentissement du rythme de balayage en mémoire de travail. Il faut noter au passage que le modèle classique de la mémoire à court terme fait les mêmes prédictions (la mémoire à court terme étant caractérisé par un codage acoustique préférentiel). Notre but n'est pas de montrer la supériorité du modèle de Baddeley pour rendre compte des données empiriques de Sternberg (1967), mais seulement d'illustrer le fonctionnement du calepin visuo-spatial dans son modèle.

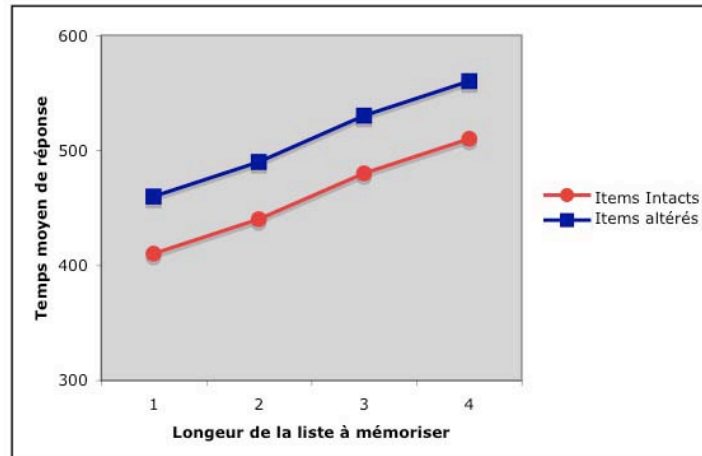


Figure 2.15 Temps moyen de réponse en millisecondes en fonction du type d'items tests et de la longueur de la liste à mémoriser.

C'est effectivement ce que permettent de vérifier les résultats. Les deux droites sont parallèles, elle ont donc la même pente. L'altération de l'item test n'affecte donc pas le rythme de balayage. La droite pour les items tests altérés est plus haute, l'origine n'est donc pas la même. Ce qui permet de conclure que l'altération de l'item test affecte le temps nécessaire à sa reconnaissance.

3.4.3. L'administrateur central

La troisième composante du modèle de Baddeley est l'administrateur central. Ce système n'est pas lié à une modalité sensorielle particulière. Son rôle est de gérer la répartition des ressources entre les deux autres sous systèmes et de gérer les relations avec la mémoire à long terme. Son fonctionnement est particulièrement mis en relief dans les tâches d'attention partagée. Le paradigme utilisé est celui de la double tâche. Dans une expérience, Baddeley (1986) demande aux sujets de mémoriser des suites de chiffres d'une longueur de 0 à 8 chiffres. Simultanément, les sujets doivent vérifier des propositions sur l'ordre alphabétique de deux lettres.

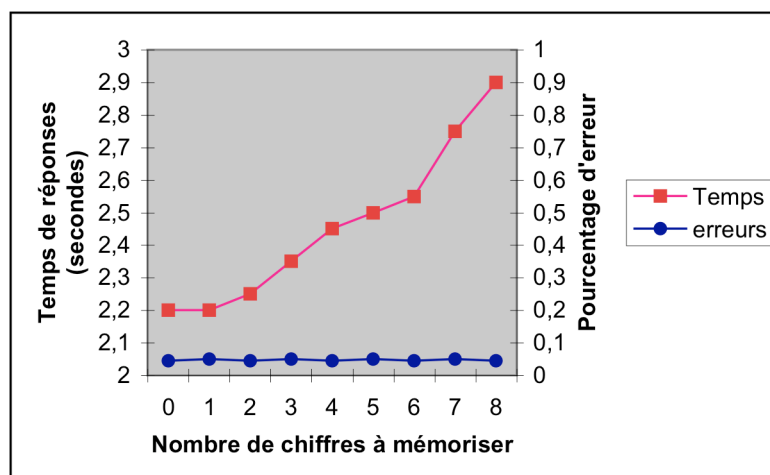


Figure 2.16 Temps de réponses moyens et pourcentage d'erreur en fonction du nombre de chiffres à mémoriser. D'après Baddeley (1986).

Leurs résultats permettent d'observer une augmentation du temps de vérification des propositions en fonction du nombre de chiffres à mémoriser, mais curieusement le taux d'erreurs reste constant. Dans la conception classique de la mémoire à court terme, les informations et les traitements étant réalisés par le même registre, la double tâche aurait dû affecter aussi bien la vitesse que la performance, la capacité du registre étant saturée. Or il s'avère que ces deux indicateurs sont différemment influencés par la double tâche, d'où la proposition de Baddeley de dissocier le stockage, dévolu aux deux autres sous systèmes, du traitement qui serait pris en charge par l'administrateur central.

Une telle conception de la mémoire transitoire suggère que les mesures d'empan mnésique pourraient ne concerner que les sous-systèmes. La mesure de l'empan mnésique réalisée par Miller (1956) et même la procédure de mesure en continu ne demandent au sujet aucun traitement de l'information, à l'exception de la révision mentale dans le cas de la procédure de Miller. Daneman et Carpenter (1980) ont donc imaginé une procédure expérimentale de mesure d'empan de la mémoire de travail où le sujet doit simultanément traiter et stocker de l'information. Dans cette expérience, les sujets doivent mémoriser le dernier mot chacune des phrases qui leur est présentée. Après la présentation de la dernière phrase, le sujet doit rappeler la liste des mots finaux qu'il a retenus. A chaque essai, le nombre de phrases augmente. On commence par présenter aux sujets une, puis deux, puis trois phrases à traiter et l'expérimentateur continue ainsi jusqu'à ce que le taux de rappel sur les derniers mots s'effondre. Le nombre maximal de phrases dont le sujet est capable de rappeler correctement les mots finaux est alors pris comme mesure de l'empan de la mémoire de travail. Leurs résultats montrent une grande variabilité de l'empan de la mémoire de travail. L'administration de tests de compréhension parallèlement à la mesure de la capacité de la mémoire de travail fait apparaître une corrélation positive importante entre les deux mesures, montrant que la capacité de la mémoire de travail est fortement liée aux mécanismes de traitement et donc à l'activité de l'administrateur central.

3.5 - Le retour de l'approche moniste

Le modèle de la mémoire de travail de Baddeley a eu une grande influence en psychologie cognitive et reste encore dominant dans de nombreux travaux. Ce modèle repose sur deux présupposés : (i) c'est la structure de traitement (l'administrateur central) qui impose des limitations tant en termes de quantités d'information (empan mnésique) qu'en termes de nature des traitements. L'administrateur central est en effet supposé opérer de façon séquentielle.

Cependant une grande partie de l'information traitée en mémoire de travail relève de nos connaissances, il est donc indéniable que la mémoire à long terme doit jouer un rôle important dans la construction des représentations, au cours des tâches finalisées, de la vie quotidienne, qui ressemblent peu, loin s'en faut, aux tâches artificielles utilisées dans les laboratoires. Ces considérations ont amené un certain nombre d'auteurs à proposer que la mémoire de travail soit vue comme une partie active de la mémoire à long terme. Les premiers à avoir évoqué cette idée sont Norman (1970), Schneider et Shiffrin, (1977) et Anderson (1983). Mais c'est Cowan (1988) qui a proposé le modèle le plus abouti.

3.5.1. Le modèle du focus attentionnel

Cowan (1988) propose de réinterpréter la notion de mémoire de travail dans le cadre d'une approche moniste. Selon son approche, il n'y aurait pas de mémoire intermédiaire entre les

registres sensoriels et la mémoire à long terme. Il propose de concevoir la mémoire de travail comme étant la partie active de la mémoire à long terme.

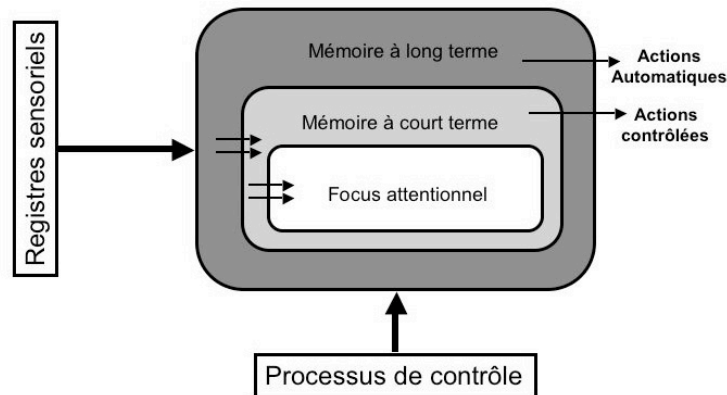


Figure 2.17 Le modèle de la mémoire. D'après Cowan (1988)

Pour lui, les entrées sensorielles et les buts du sujet auraient pour effets de rendre disponibles un certain nombre d'informations provenant de la mémoire à long terme. On parle alors d'activation des représentations. Parmi toutes les informations activées, certaines font l'objet d'un traitement attentionnel et constituent ce qu'il appelle le « focus attentionnel ». Pour expliquer le passage de l'état d'activation au focus attentionnel, Cowan postule un processus de contrôle dont le rôle et le fonctionnement est analogue à celui de l'administrateur central de Baddeley. Les limitations observées dans le stockage transitoire et le traitement des informations résulteraient alors des propriétés du focus et du processus de contrôle qui imposeraient un traitement séquentiel à une quantité limitée d'informations.

3.5.2. Intérêts et limites de la conception de Cowan.

La conception de Cowan n'est pas dénuée d'intérêts notamment dans l'analyse de l'activité dans des situations de travail. Elle permet notamment d'expliquer l'intervention très précoce des connaissances du sujet dans le codage de la situation. Elle fournit également une explication sur le rôle des connaissances dans le contrôle de la situation (but, motivation) notamment comment celles-ci peuvent intervenir dans une activité dans le focus attentionnel ou par simple activation et ainsi rendre compte des notions sur lesquelles nous reviendrons : le niveau de traitement et le niveau de contrôle. Son modèle s'adapte également bien à l'ensemble des données empiriques relatives aux propriétés et au fonctionnement de la mémoire de travail. Cependant, comme le souligne Tiberghien (1997), ce modèle ne remet pas en cause la validité empirique de la distinction entre mémoire de travail et mémoire à long terme. Si un certain nombre de données sont compatibles avec les deux approches, le modèle de Cowan n'arrive pas à expliquer la prépondérance du code acoustique en mémoire de travail. Il n'en demeure pas moins que cette approche a suscité l'intérêt de plusieurs chercheurs qui s'en sont inspirés (par exemple Erickson et Kintsch, 1995) et qu'elle relance le débat entre monisme et dualisme de la mémoire.