



Mémoire de travail

Aspects théoriques

Élodie Guichart-Gomez

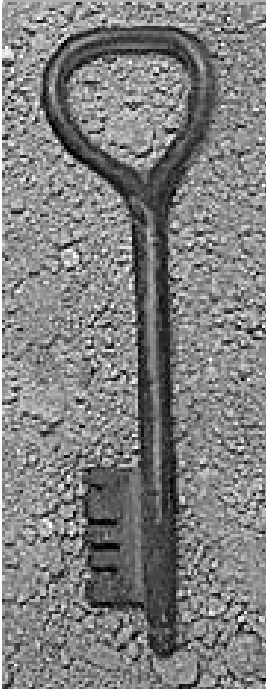
psychologue neuropsychologue

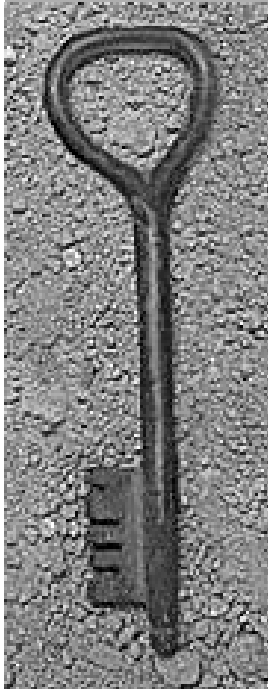
Fédération de Neurologie, Pitié-Salpêtrière

Notion de modèle heuristique


« Qui aide à la recherche, à la compréhension d'un phénomène, qui concerne cette recherche ».

“Une heuristique est une règle qu'on a intérêt à utiliser en général, parce qu'on sait qu'elle conduit souvent à la solution, bien qu'on n'ait aucune certitude sur sa validité dans tous les cas.”





La mémoire de travail parmi les autres systèmes mnésiques



Cadre théorique consensuel d'après Schacter et Tulving: Systèmes principaux d'apprentissage et de mémoire (1994)

La mémoire se compose de 5 systèmes indépendants quant à leurs règles de fonctionnements et leurs substrats neuro-anatomiques supposés.

Leurs fonctionnements respectifs ne sont pas cloisonnés.

Système non cognitif (dont le contenu ne peut être rendu conscient)

- La mémoire procédurale

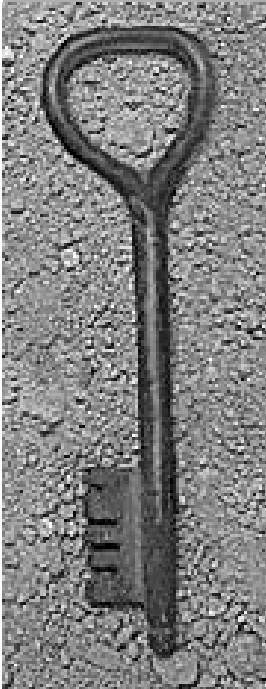
Systèmes cognitifs (dont le contenu est ou peut devenir conscient)

- Le système de représentation perceptive
- La mémoire de travail
- La mémoire épisodique
- La mémoire sémantique

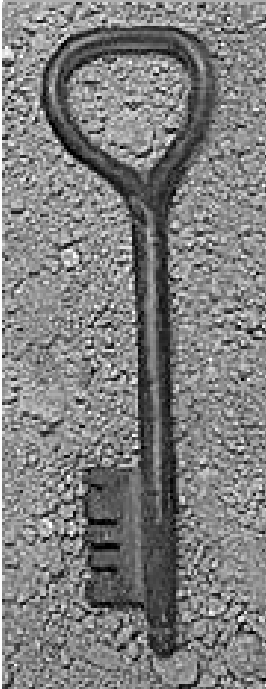
Notion de système mnésique

Pour qu'une entité psychologique construite puisse être qualifiée de système de mémoire, elle doit répondre à au moins 3 critères:

- Règles de fonctionnement spécifiques
- Sous-tendus par des réseaux cérébraux spécifiques
- Observation de convergences de dissociations



Qu'est-ce qu'un système mnésique n'est pas?



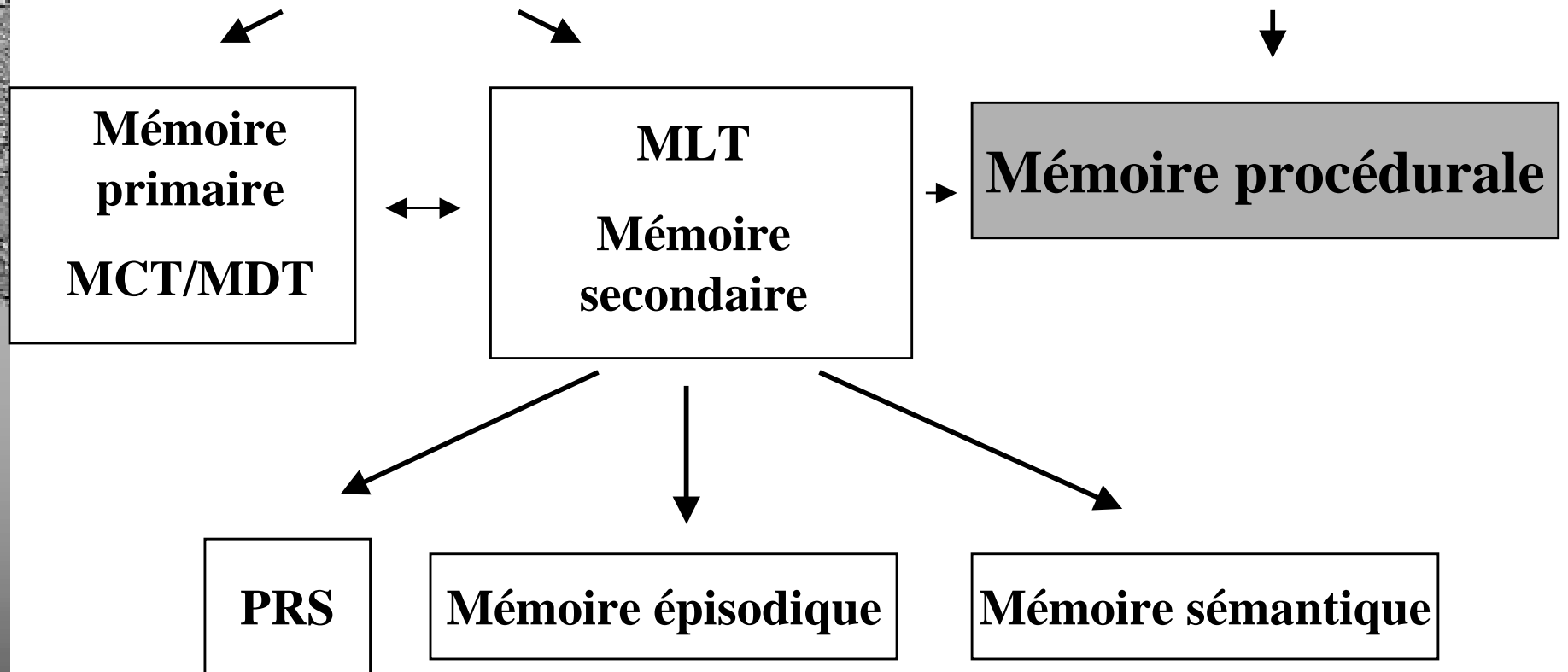
Les systèmes mnésiques ne sont pas:

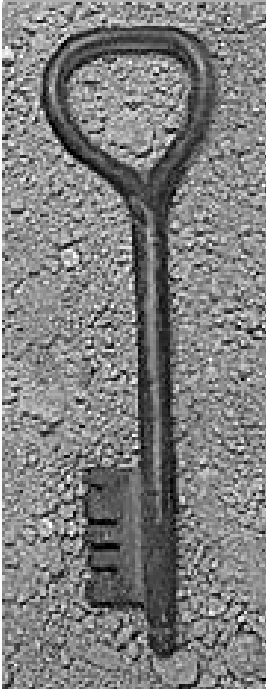
- **Des formes ou types de mémoire** (mémoire verbale, de reconnaissance, olfactive)
- **Des processus mnésiques** (opérations précises: encodage, auto-répétition, activation, récupération: constituants des systèmes)
- **Des tâches** (rappel libre, poursuite de cible: dans la plupart des cas, plus d'un système contribue à la performance dans une tâche donnée)
- **Des modes de récupération** (expressions de la mémoire explicite/implicites)

Les systèmes entre eux

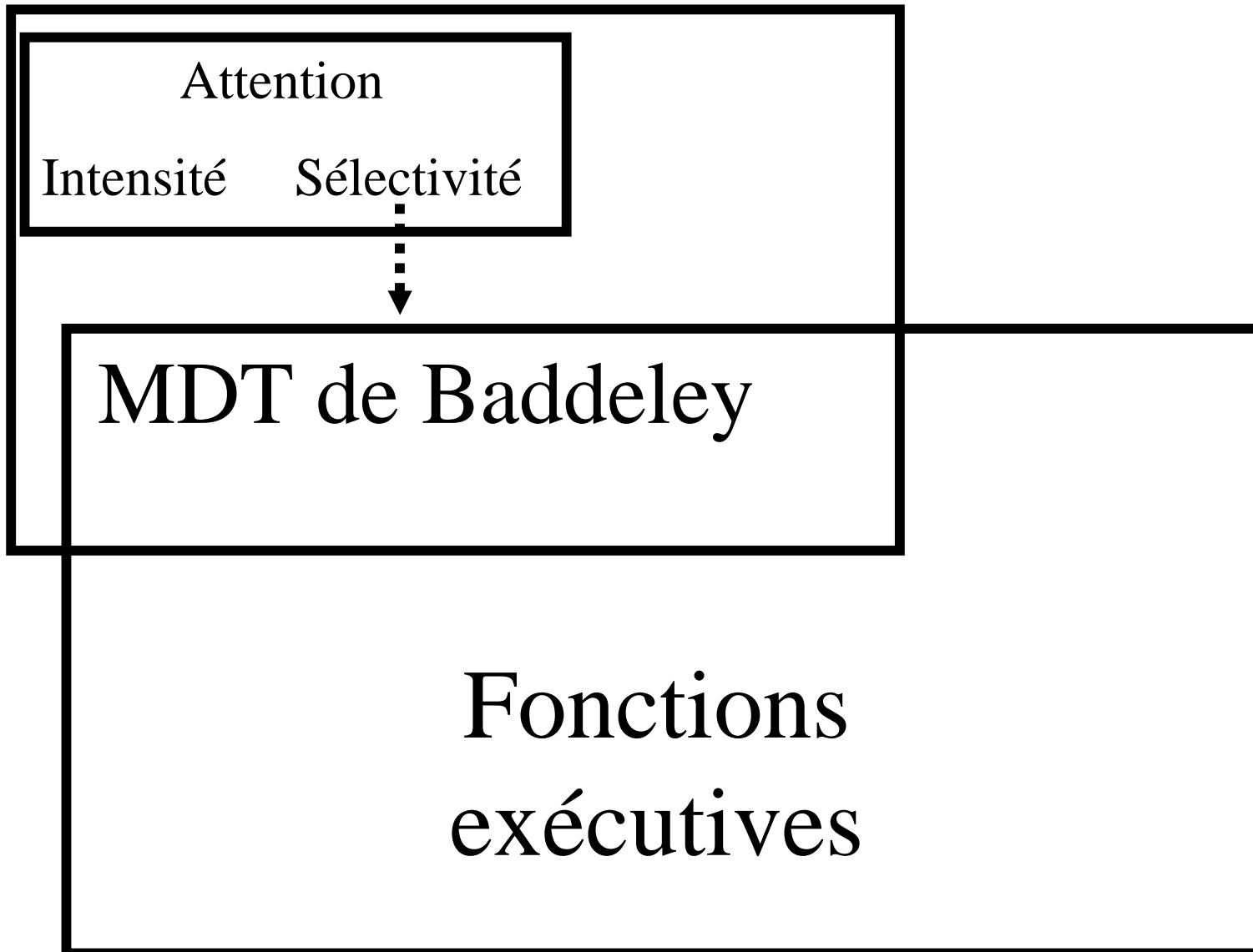
Mémoires cognitives

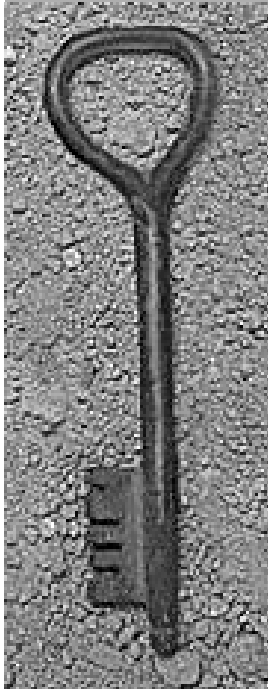
Mémoire non cognitive



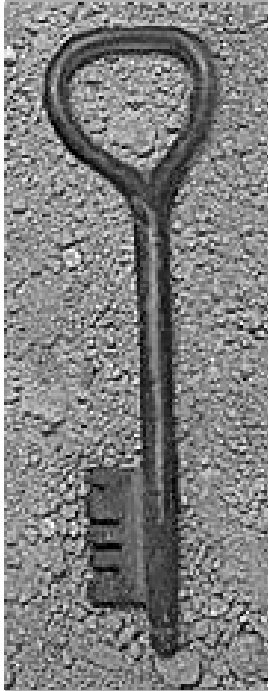


Repères






Modèle de la Mémoire de Travail de Baddeley (1986, 2000, 2003)



Le concept théorique de mémoire de travail suppose qu'un système à capacité limitée, qui maintient et stocke des infos temporairement, soutient les processus de la pensée humaine en fournissant une interface entre:

- **perception,**
- **mémoire à long terme**
- **action.**

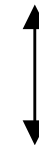
Modèle à composantes multiples (1986)



Administrateur Central amodal
Systeme de controle à capacité attentionnelle limitée



Boucle phonologique
Modalité auditivo-verbale
Capacité de stockage limité



Calepin visuo-spatial
Modalité visuo-spatiale
Capacité de stockage limité

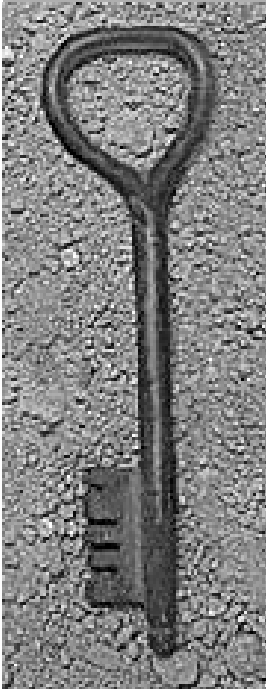
Modèle de la MDT (Baddeley, 1986)

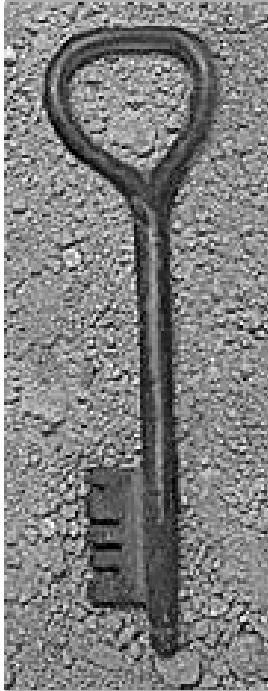
Ce modèle représente actuellement une des **propositions théoriques** les plus influentes pour **rendre compte** des processus de **maintien à court terme** de l'info.

La **réétention** temporaire et la **manipulation** de l'info lors de différentes activités cognitives reposent sur le fonctionnement coordonné d'un ensemble de sous-composantes.

Buts:

- Maintien temporaire d'informations sous un format facilement accessible pendant la **réalisation de tâches cognitives diverses**
- Maintien d'informations à des fins **d'utilisation immédiate**

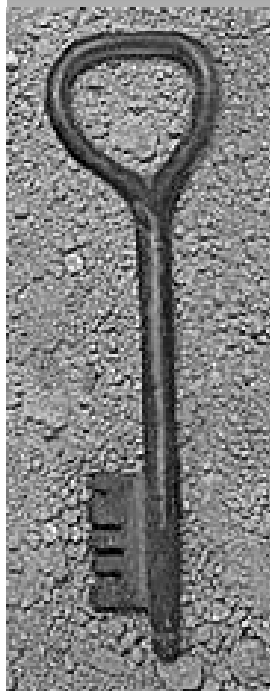




Les différentes composantes de la MDT jouent un rôle clé dans plusieurs activités quotidiennes:

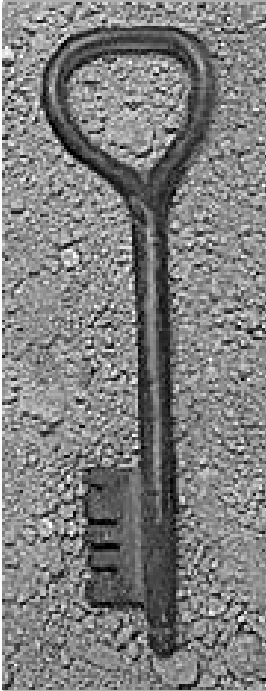
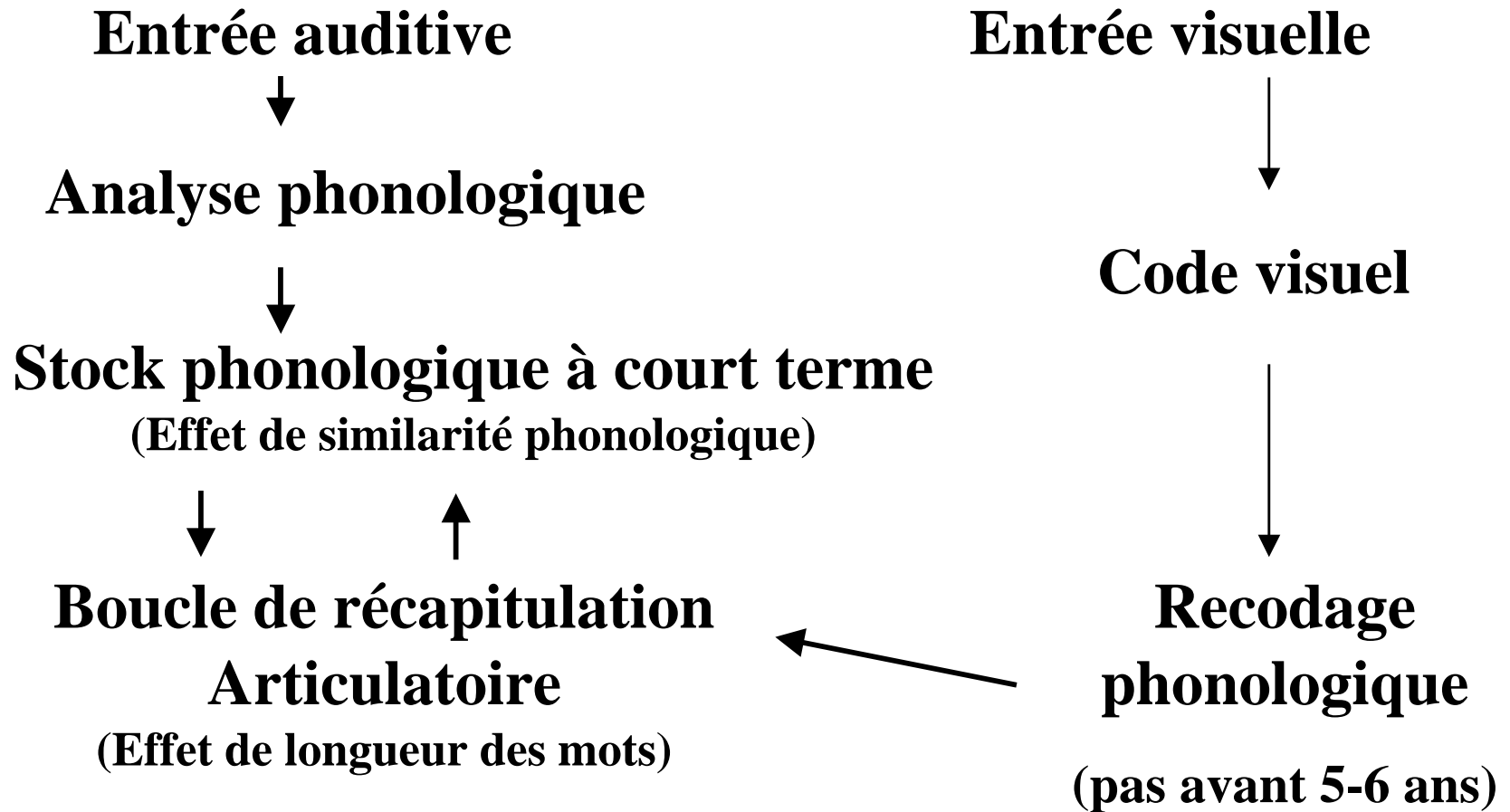
- le raisonnement
- la compréhension du langage
- l'apprentissage de vocabulaire
- la lecture

La boucle phonologique



- ◆ La boucle phonologique est destinée au stockage temporaire de **l'information verbale**
- ◆ Elle se compose d'un **stock phonologique** et d'un processus de **récapitulation articulatoire (analogue au langage subvocal)**
- ◆ Le stock phonologique reçoit directement et obligatoirement l'info verbale présentée auditivement, qu'il stocke sous la forme de codes phonologiques
- ◆ L'information est maintenue pendant une durée fort brève (1,5 à 2 secondes)
- ◆ Le mécanisme de récapitulation articulatoire permet de **rafraîchir** l'information en la réintroduisant dans le stock
- ◆ Il permet aussi le transfert de l'info verbale **présentée visuellement** vers le système de stockage phonologique

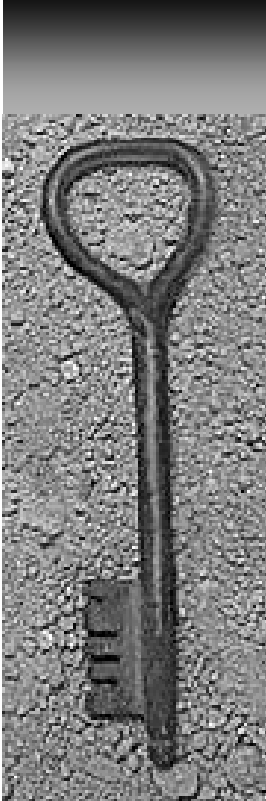
Architecture fonctionnelle de la boucle phonologique

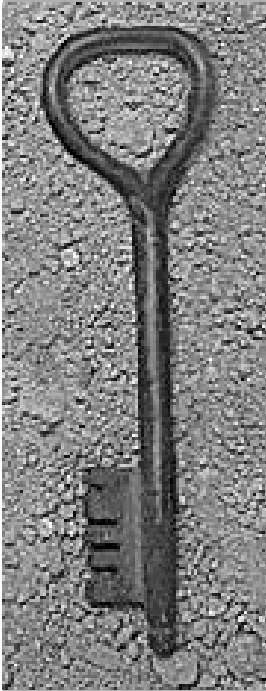


Le fonctionnement des sous-composantes verbales a été inféré à partir de différentes observations empiriques:

Mise en évidence de l'effet de similarité phonologique

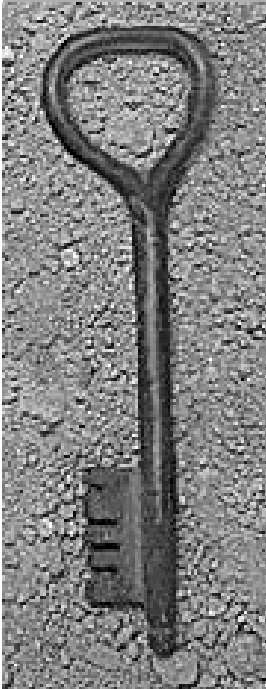
- Le rappel sériel à court terme (l'empan) est inférieur pour des items proches sur le plan phonologique (Conrad & Hull, 1964; Baddeley, 1966)
- ➔ **effet de similarité phonologique** dû à une confusion lors du rappel entre les traits phonologiques des items se trouvant dans le système de stockage phonologique (V, B, G, T, P / W X, K, R, Y)





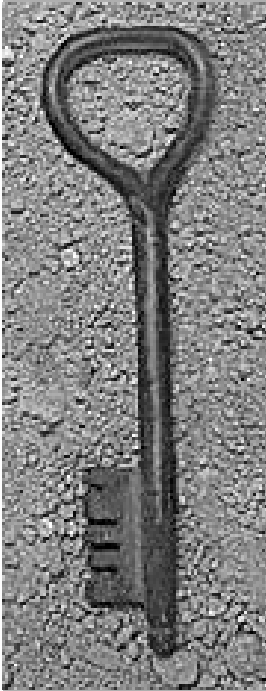
Mise en évidence de l'effet de longueur des mots

- Le rappel immédiat de mots courts est meilleur que celui de mots longs, ces derniers prenant plus de temps à être récapitulés par la procédure de répétition subvocale (Baddeley et al., 1975)
- effet de longueur des mots** : le span décline quand la longueur des mots augmente de 1 à 5 syllabes



Mise en évidence du codage phonologique d'un mot présenté visuellement

- Pour l'empan de mots présenté visuellement, le rappel est meilleur quand les mots sont phonologiquement dissimilaires: les listes présentées visuellement sont stockées dans un système où un code phonologique est utilisé
- La procédure de répétition subvocale permettrait le transfert de l'info verbale présentée visuellement (lue) vers le système de stockage phonologique

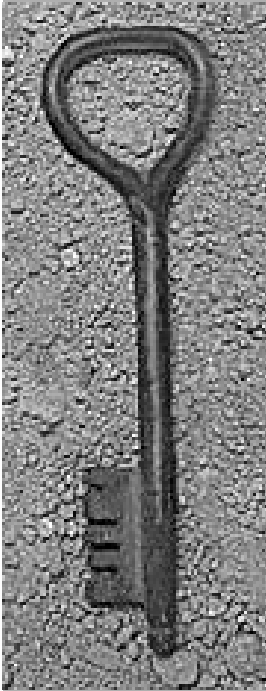


Donc,

Si déficit du stockage à court terme auditivo-verbal, il peut y avoir un déficit de la boucle phonologique, et alors plusieurs possibilités:

- Atteinte du stock phonologique à court terme: si intact, observation de l'effet de similarité phonologique
- Atteinte de la boucle de récapitulation articulatoire: si intact, effet de longueur

Observation généralisable?



Effets non systématiquement observés chez le sujet normal: stratégies facultatives, stratégies d'imagerie du matériel entendu!!

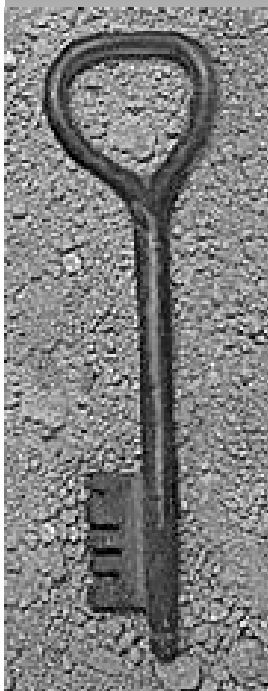
Certaines données indiquent que l'utilisation de la boucle phonologique dans les tâches d'empan verbaux serait sous le contrôle **stratégique** des sujets: utilisation de la boucle plus **optionnelle** qu'obligatoire.

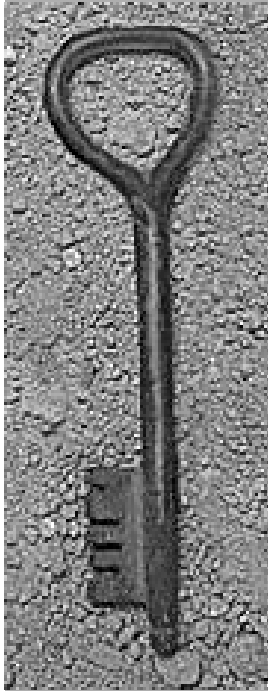
Relations MDT/MLT

Aspect 'récupération' (MLT vers MDT)

Prendre en compte les **effets de la MLT** sur des tâches d'empan :

- **Empan de mots supérieur à l'empan de non-mots** (Hulme et al., 1991)
 - **Empan meilleur pour des mots de haute fréquence, d'imagerie élevée ou appartenant à la même catégorie sémantique** (Bourassa & Besner, 1994; Caza & Belleville, 1996; Poirier & Saint-Aubin, 1995)
- ➔ l'info lexicale et/ou sémantique peut contribuer à la performance d'empan



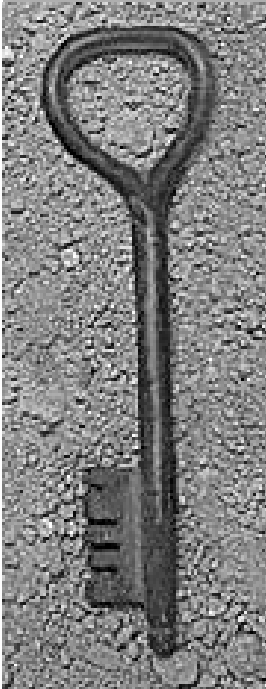


Aspect ‘passage obligé par la boucle’ (MDT vers MLT)

L'apprentissage de nouvelles formes phonologiques
demande l'intégrité de la MDT auditivo-verbale

→ exigence d'un passage dans le stock phonologique

Le calepin visuo-spatial



- Il est responsable du stockage à court terme de l'information visuo-spatiale
- Il est impliqué dans la génération et la manipulation des images mentales
- Son fonctionnement reposerait aussi sur un système de stockage visuel passif et une procédure de récapitulation (?) spatiale (Baddeley, 1983)

Il rassemble 2 aspects (Logie, 1986):

- une composante visuelle testée par des grilles (test de Wilson: tâche visuo-spatiale simultanée)
- une composante spatio-motrice codant des séquences de mouvement dans l'espace (blocs de Corsi)

Administrateur central 'amodal'

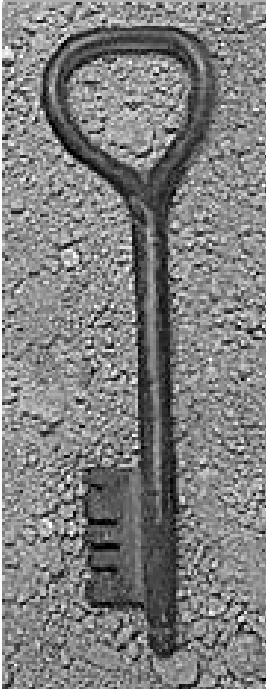
L'AC est de capacité limitée (**ressources limitées**, à gérer), il est aidé par les systèmes esclaves responsables du **maintien temporaire** des informations.

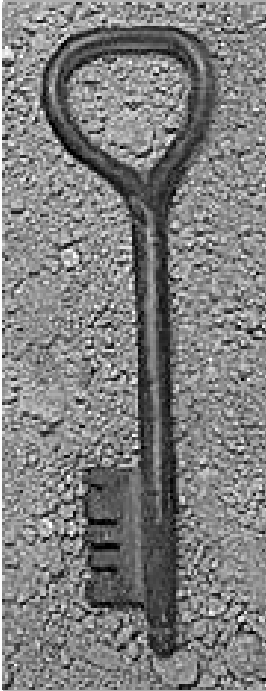
L'AC est **fractionnable** en sous-composantes.

Baddeley propose de distinguer au sein de l'AC:

les ressources de traitement (notion d'intensité)

- la composante de contrôle et de planification (sélectivité + autres fonctions exécutives)



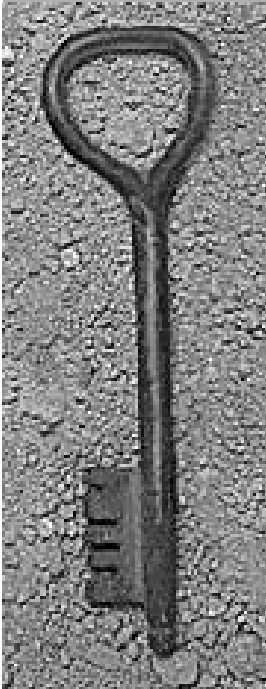


L'AC est conçu comme un **système attentionnel** qui permettrait de:

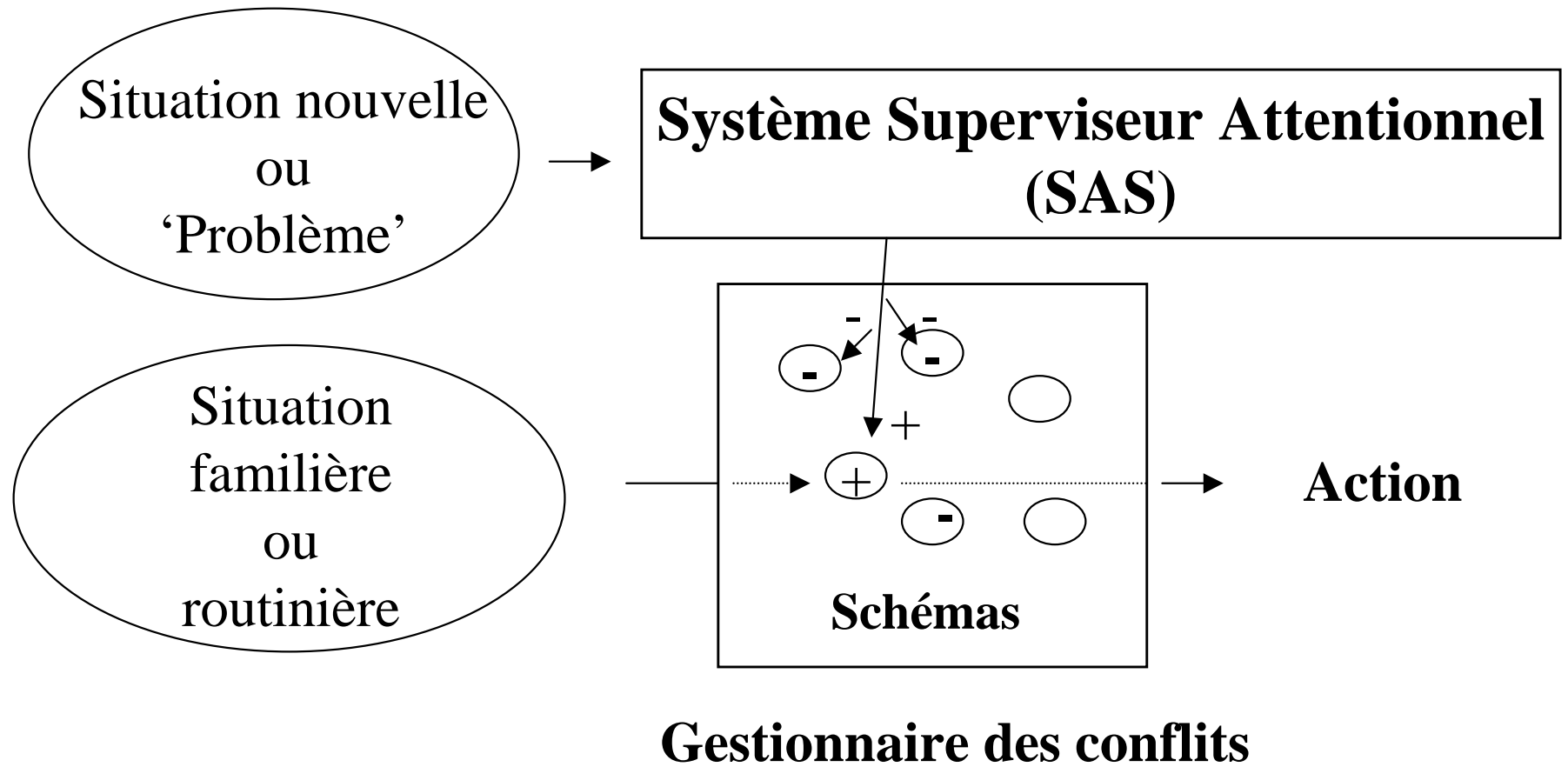
- Coordonner les opération des sous-systèmes spécialisés
- De gérer le passage des infos entre ces sous-systèmes et la MLT
- De procéder à la sélection stratégique des actions les plus efficaces

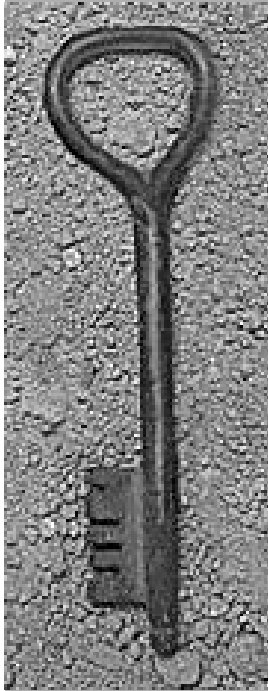


Pour Baddeley (1986), le modèle de contrôle attentionnel proposé par Norman et Shallice (1986) peut aider à comprendre le fonctionnement de l'AC: le SAS



Modèle de contrôle de l'attention de Norman et Shallice (1980)





Baddeley (1996) postule un fractionnement en sous-composantes exécutives spécialisées et dissociables:

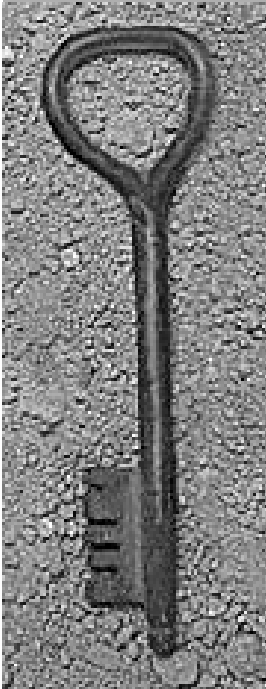
- La coordination de 2 tâches réalisées simultanément
- La modification des stratégies de récupération en MLT (ex: shifting requis dans des tâches de génération aléatoire: flexibilité spontanée)
- L'attention sélective
- L'activation des infos en MLT
- La fonction de « switching » (Baddeley et al., 2001): tâche où le patient doit passer régulièrement d'une condition d'addition à une condition de soustraction)

Étude de cas (Van Der Linden et al., 1992a)

Patient AM: déficit spécifique de la mémoire à court terme attribué à un dysfonctionnement de l'AC:

- Empans faibles dans les 2 modalités
 - Absence d'effet de récence dans le rappel libre de mots présentés visuellement
 - Effets de similarité et de longueur étaient observés: bon fonctionnement du stock et de la récap.art.
 - Déficit important pour tâches impliquant le maintien temporaire d'une info tout en effectuant simultanément un autre traitement
- interpréter comme une diminution des ressources de traitement de l'AC**

Les fonction de gestion, de contrôle et de planification étaient préservées du moins quand des ressources suffisantes étaient disponibles.



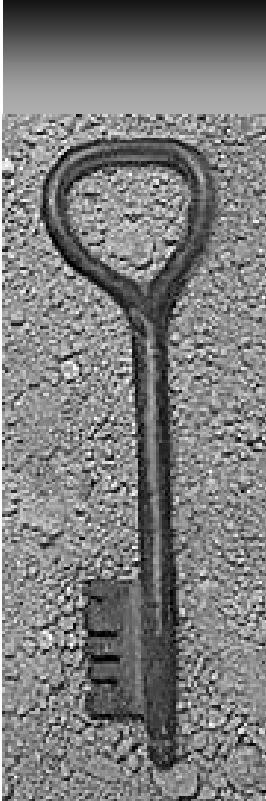
Cheminement vers le concept de Buffer épisodique

Problèmes du modèle actuel

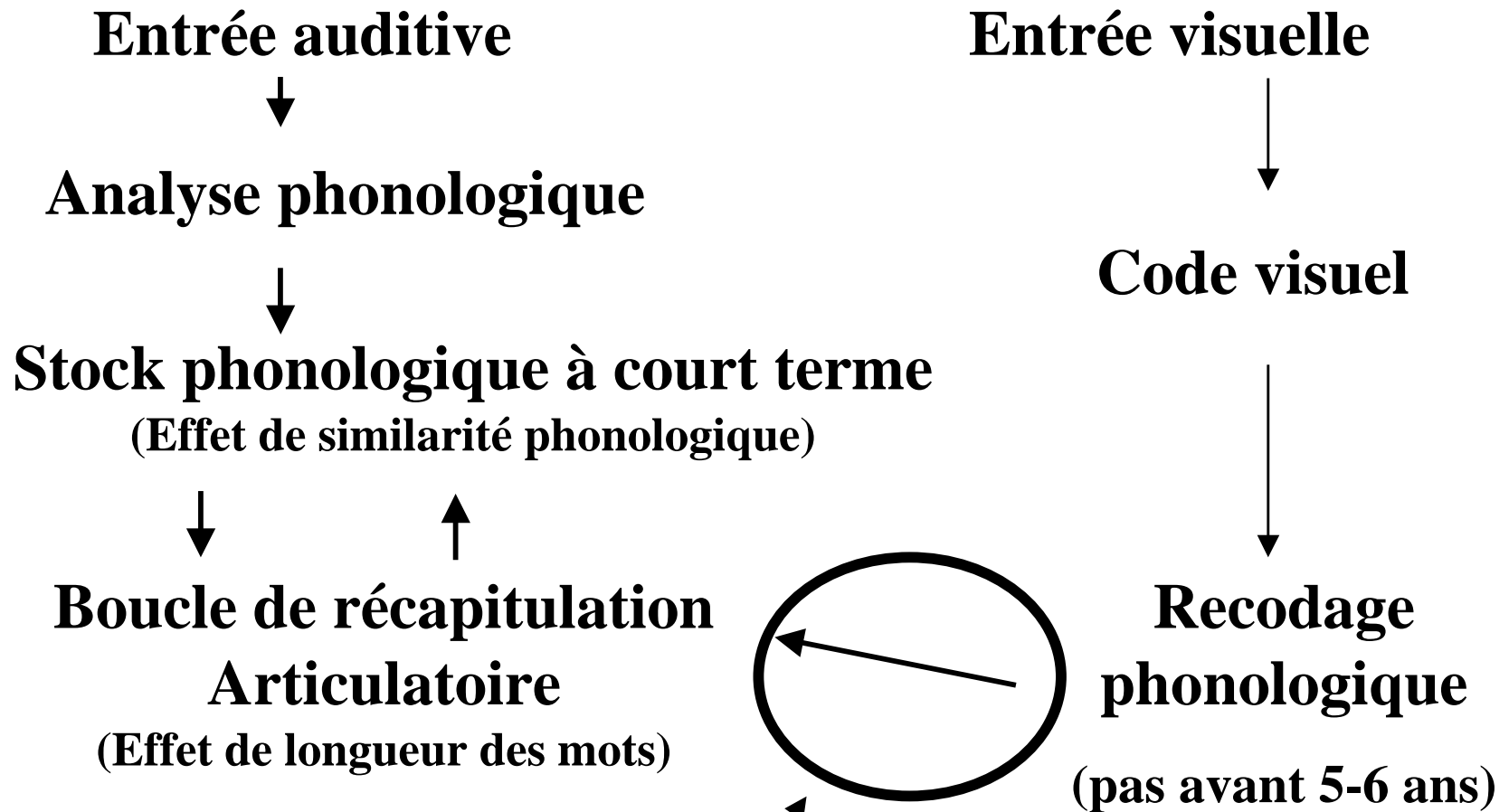
Limites de la boucle phonologique

- Des patients avec un empan de 1 peuvent garder 4 chiffres en présentation visuelle

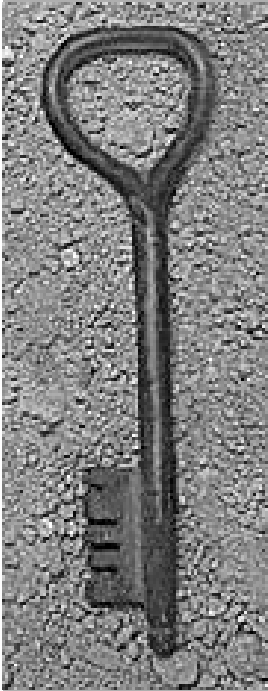
Question: où sont stockés ces chiffres? Dans le calepin visuo-spatial? Peu probable car il est surtout compétent pour stocker un pattern complexe mais unique mais n'est pas adapté pour un rappel sériel.



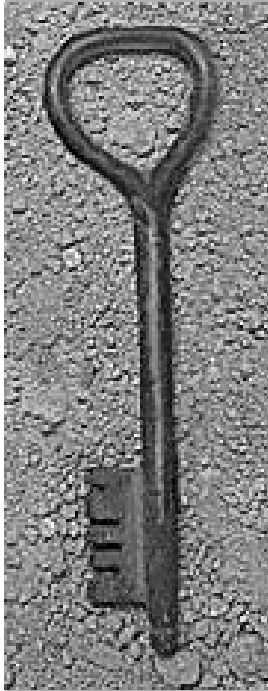
Architecture fonctionnelle de la boucle phonologique



Pas la seule stratégie possible



Ces données suggèrent le besoin d'une **forme de stock** capable de **supporter un rappel sériel** et, on peut le présumer, **d'intégrer des infos phonologiques et visuelles** (et d'autres).



→ La compréhension de texte entraîne forcément l'activation de la MLT (rétrograde): mais comment un savoir ancien est-il capable de créer des nouvelles structures qui peuvent, elles-mêmes être manipulées ?

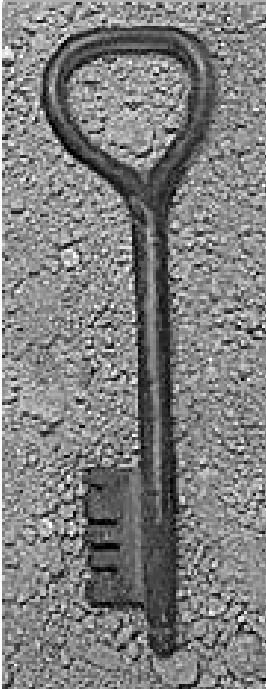
Ex: imaginer un éléphant joueur de hockey sur glace:

- nécessaire de **maintenir** et de **manipuler** les connaissances pertinentes qu'on a sur les éléphants et sur le hockey
- activité plus sensible à une atteinte de l'AC qu'à une atteinte de la MLT.

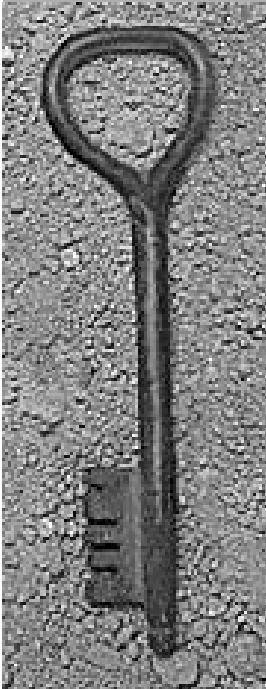
Conscience et 'Binding'

Implicitement, la MDT joue un rôle dans la capacité de conscience:

- les 2 systèmes esclaves (imagerie auditivo-verbale et visuelle)
- AC et MLT
 - Intégration
- Notion de 'binding': le MDT pourrait résoudre le problème du 'binding': comment un ensemble de canaux sensoriels indépendants se lient (bind) pour permettre que le monde soit perçu comme un **ensemble** d'objets cohérents (localisation, mouvement, couleur, odeur et toucher) suggère que l'**AC** joue un rôle crucial



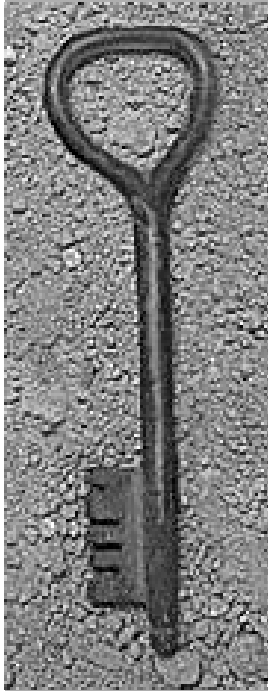
Au final: Le « Buffer » épisodique



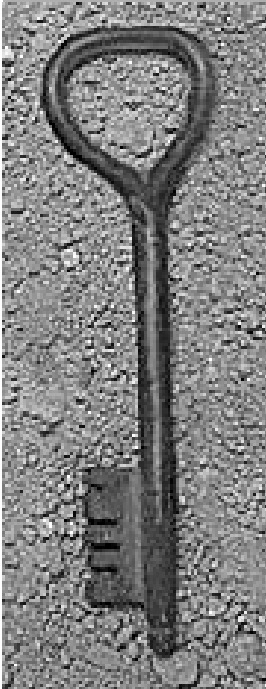
Ce « buffer » ou mémoire-tampon constitue un système de capacité limitée, dédié au **stockage temporaire d'informations multimodales** et à **l'intégration** (« binding ») au sein d'une représentation épisodique unitaire, des informations venant des systèmes esclaves et de la mémoire à long terme.

Ce « buffer » est sous le **contrôle par l'AC** qui est capable de rendre conscient le contenu intégré, de réfléchir dessus, et, quand c'est nécessaire, de le manipuler et de la modifier (focus attentionnels sur les représentations)

Cette composante constitue une **interface** avec la mémoire épisodique à long terme et serait aussi impliquée dans l'expérience consciente que nous avons de nous même, du monde qui nous entoure, et des épisodes que nous avons vécus dans le passé.

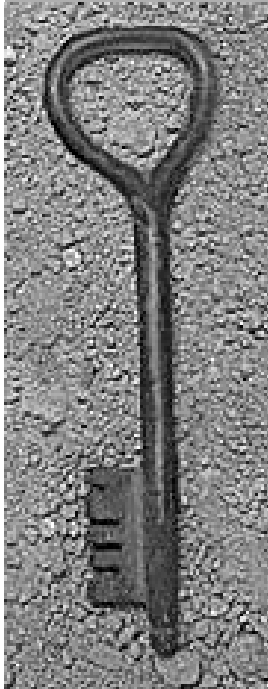


Le « buffer » est épisodique dans le sens où il retient des épisodes dont l'info est intégrée à travers le temps et potentiellement à travers l'espace : rejoint le concept de mémoire **épisodique** de Tulving (1989), mais il diffère de par le fait qu'il a une capacité de **stockage temporaire** (**échelle de temps supérieure** à celle des systèmes esclaves) et qu'il peut être préservé chez des patients ayant un syndrome amnésique sévère (donc une atteinte du système de MLT épisodique antérograde), bien qu'il joue un rôle en nourrissant cette MLT et en retrouvant des infos venant de cette MLT.



Buffer:

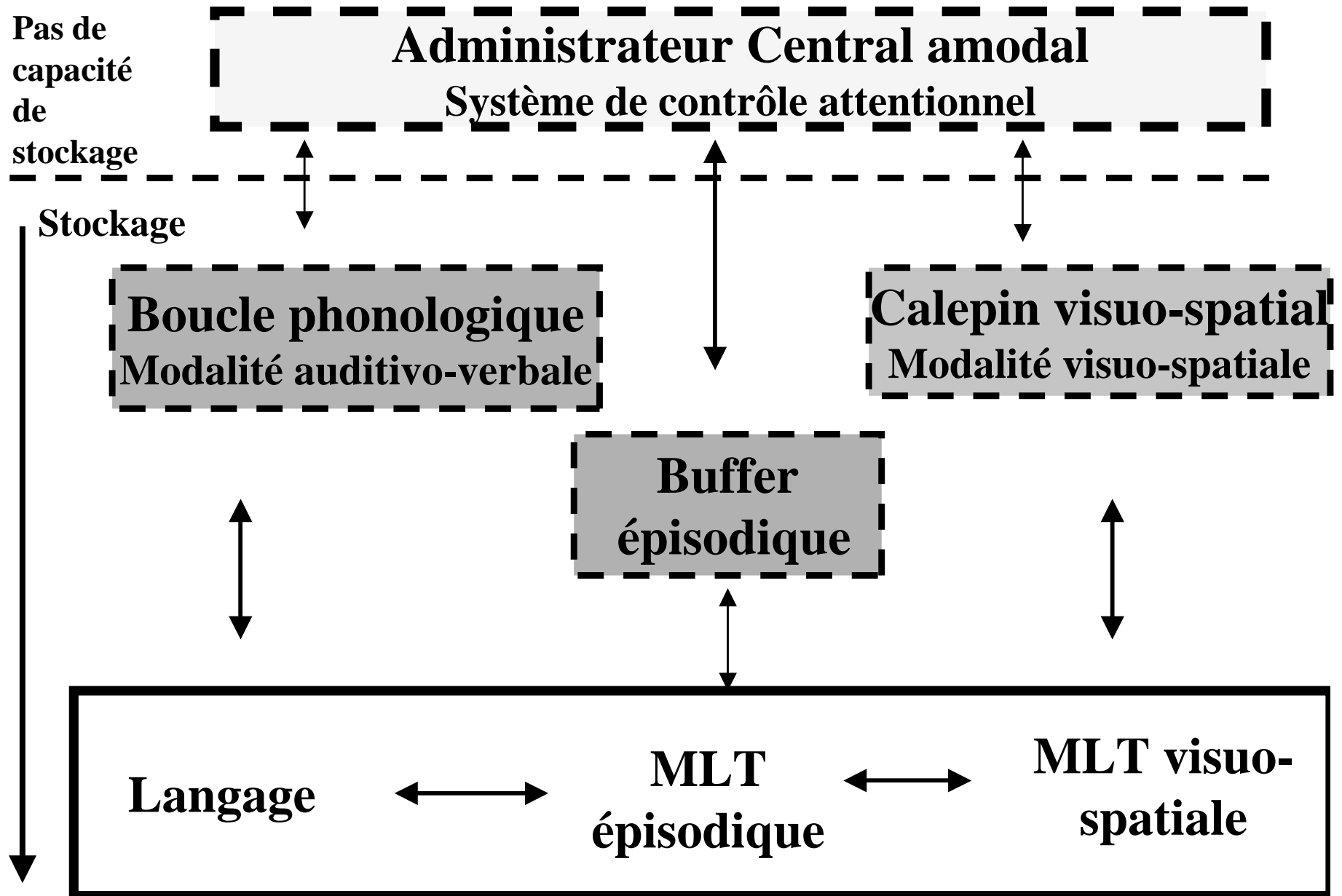
Interface entre un ensemble de systèmes, chacun impliquant différents types de codes: utilise un code multidimensionnel commun, il est **limité en capacité** à cause de l'exigence en calcul que demande le fait de fournir un accès simultané au large champ de codes différents.

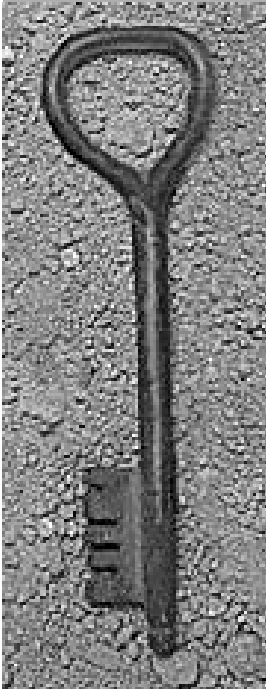


Le buffer est accessible à la conscience par l'intermédiaire de l'AC. L'AC influence le contenu de ce 'magasin' en faisant attention à une source d'information donnée qu'elle soit perceptive ou qu'elle vienne de la MLT.

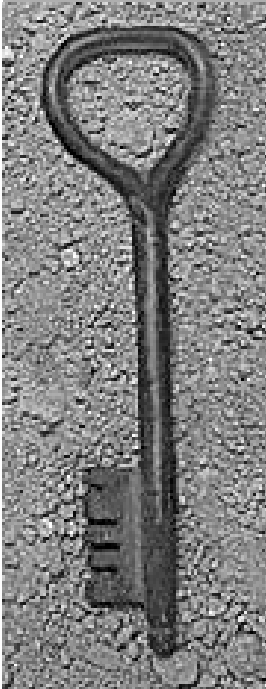
Le buffer permet non seulement de modeler l'environnement mais aussi de **créer** des nouvelles représentations cognitives qui, en retour, permettent faciliter la résolution de problèmes.

Modèle à composantes multiples (2000, 2003)





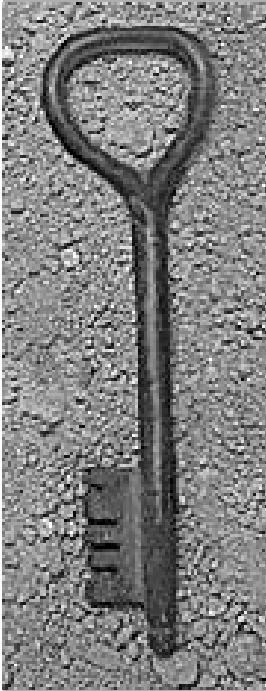
**Alternative au modèle de Baddeley:
le modèle des processus
emboîtés (Cowan, 1999)**



Modèle des processus emboîtés

Modèle de Baddeley: métaphore spatio-temporelle inspiré de la psychologie cognitive

Modèle de Cowan: métaphore énergétique, inspirée de la neuropsychologie, de la neurophysiologie et des modèles Connexionnistes

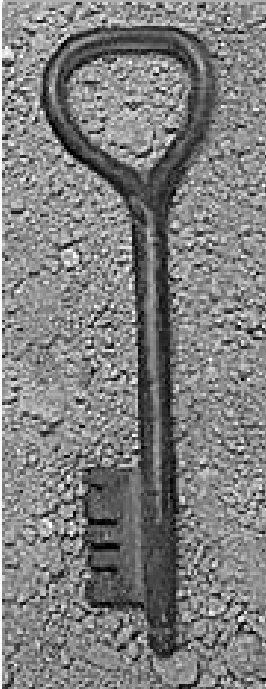


Mémoire de travail: partie active de la mémoire à long terme

Chaque élément de la MLT serait caractérisé par son seuil d'activation; des infos internes et externes modifieraient ce niveau d'activation

→ chaque élément dont le seuil d'activation est dépassé devient disponible pour le traitement et fait alors partie de la MDT

MDT: processus cognitif qui maintient l'info dans un état d'accessibilité inhabituel: la rendre disponible pour la tâche en cours → définit la MDT par sa fonction



Selon ce modèle il existe **3 composants** de la mémoire qui contribuent à la MDT :

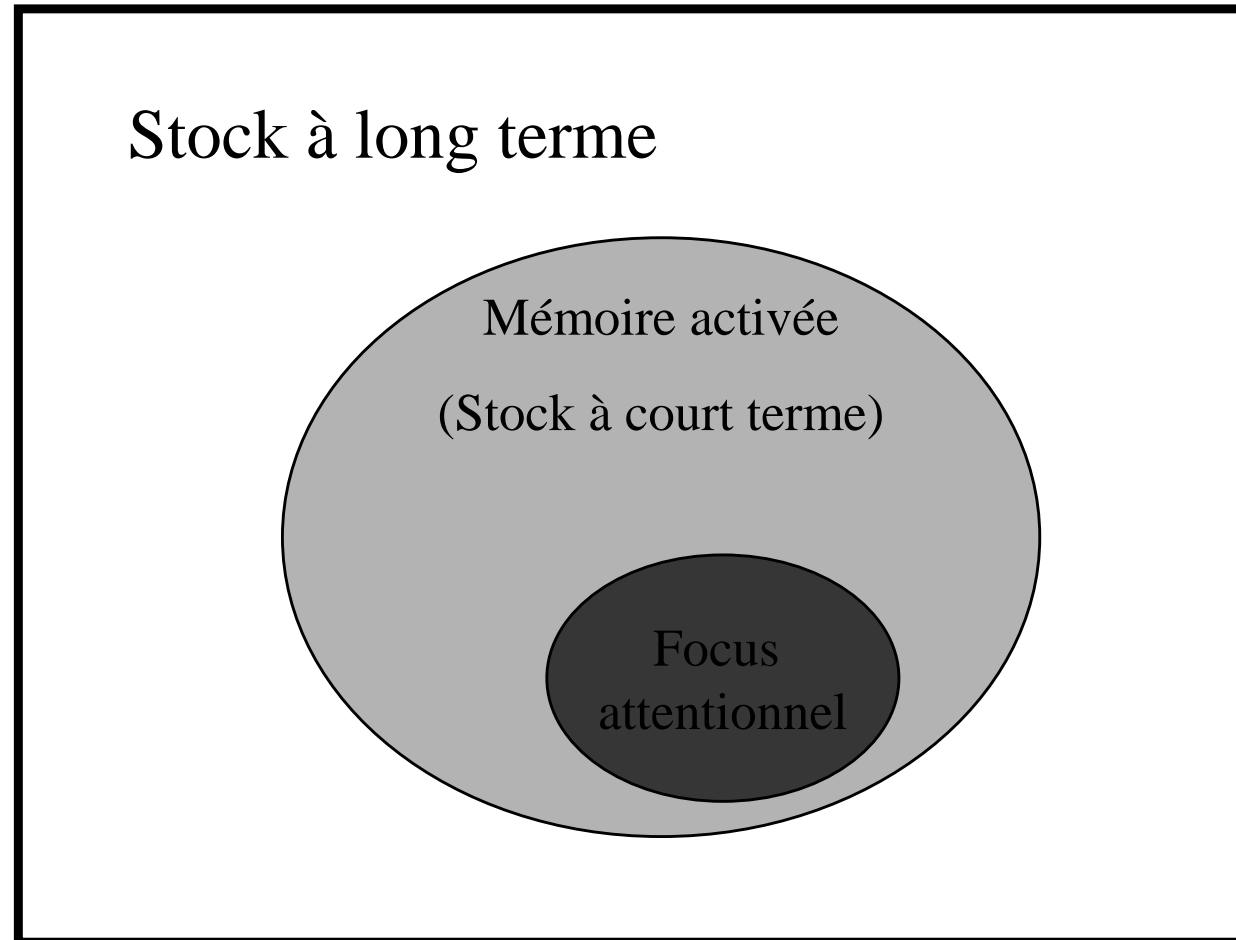
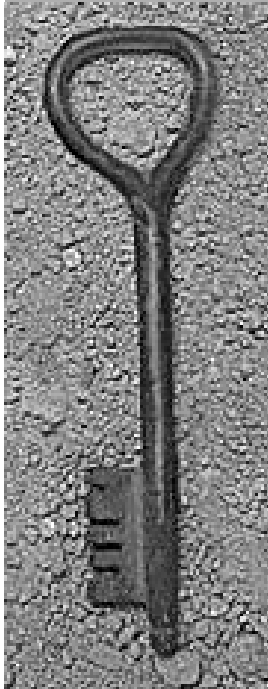
- la MLT
- La partie activée de celle-ci
- Le focus attentionnel et conscient

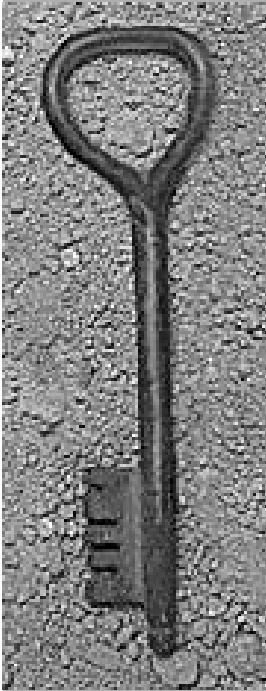
L'info qui se trouve sous le focus attentionnel est la plus accessible.

Celle qui est activée (stock à court terme) sans être sous le focus peut aussi être récupérée mais nécessite un certain délai.

Celle qui se trouve dans la composante de MLT peut être récupérée à condition qu'elle soit assez activée pour passer dans le stock à court terme.

Représentation du modèle (Cowan, 1995)





Le « passage » entre le stock à long terme et le stock à court terme est lié à la situation: des groupes d'items seraient stockés en MLT avec des marqueurs contextuels indiquant les situations dans lesquelles ces infos sont pertinents.

Problème présenté: les marqueurs contextuels adéquats sont activés et les infos qui y sont liées passent dans le stock à court terme.

Le focus attentionnel est contrôlé, en partie, par:

- un exécutif central
- Les changements abrupts des stimuli

La nature des infos est diversifiée et elles semblent être traitées par les mêmes processus.

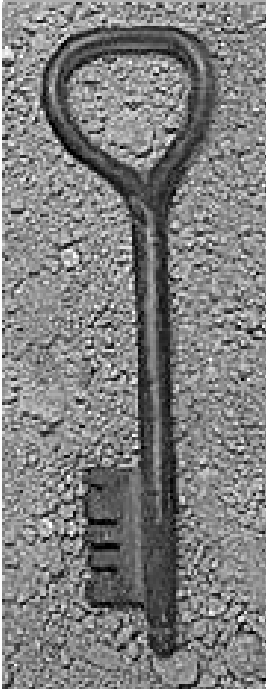
'Conclusion' théorique

Importance de prendre un modèle référent

Le modèle de Baddeley est un modèle bien défini et qui fait appel à une métaphore spatio-temporelle facilement abordable par l'esprit humain et a l'avantage de se **restreindre** à la notion de MDT alors que le modèle énergétique fait appel à des notions plus larges (difficultés de manipulation)

Ne pas oublier qu'un modèle n'est qu'heuristique:

- C'est un mode de représentation de la réalité
- Il aide à réfléchir mais il n'est pas la réalité



Bibliographie

Livres de référence

Traité de Neuropsychologie clinique, Tomes I et II (2000), sous la direction de Xavier Seron et Martial Van Der Linden, Solal.

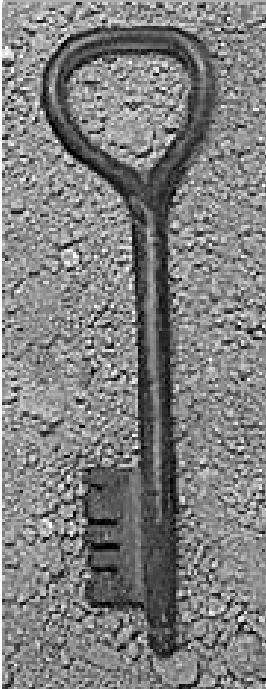
La neuropsychologie de l'attention (2001), sous le direction de J. Couillet, M. Leclercq, C. Moroni et P. Azouvi, Solal.

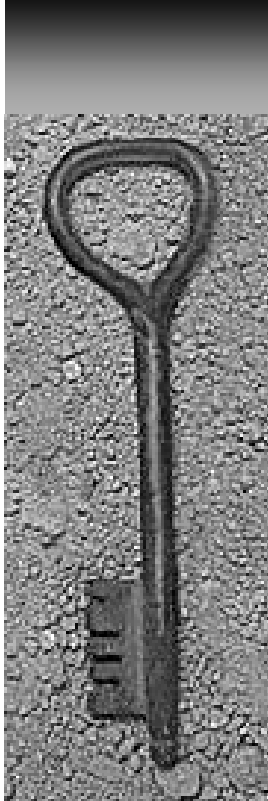
Théories et modèles

Baddeley, A.D. (1986). Working memory. Oxford: Oxford University Press.

Baddeley, A.D. (1996). Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 5-28.

Baddeley, A.D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory ? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.





- Baddeley, A.D. et al. (2001). Working memory and the control of action: Evidence from task switching. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 641-657.
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and Communication*. Pergamon Press
- Cowan, N (1999). An Embedded-Processes Model of Working Memory. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of Working Memory: Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Damasio, A.R. (1995). *L'erreur de Descartes: la raison des émotions*. Paris: Editions Odile Jacob.
- Engle, R.W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science*, 11, 19-23.
- Eisenberg, & A.L. Benton (Eds.), *Frontal lobe function and dysfunction* (pp.171-187). New York: Oxford University Press.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.



Logie, R.H. et al. (2000). *Visual similarity effects in immediate serial recall*. Q J Exp Psychol.. 53A, 3, 626-646. Logie & Pearson (1997)

Miyake, A. & Shah, R. (1999). Toward unified theories of working memory: Emerging general consensus, unresolved theoretical issues and future directions. In A. Miyake and P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. ; Baddeley). Cambridge: Cambridge University Press. et al., 2001; Miyake & Soto, 2001) -

Prabhakaran, V. et al. (2000). *Integration of diverse information in working memory within the frontal lobe*. Nature Neuroscience. 3, 85-90.

Rabbitt, P. (1997). *Methodology of frontal and executive function*. Hove: Psychological Press.

Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. In D. E. Broadbent & L. Weiskrantz (Eds.), *The neuropsychology of cognitive function*. Londres: The Royal Society. B. 298-209.



Shallice, T. (1987). Impairments of semantic processing: Multiple dissociations. In M. Coltheart, G. Sartori, & R. Job (Rds.), *The Cognitive Neuropsychology of Language* (pp. 111-127). Hove: LEA

Shallice, T. (1988). *From neuropsychology to mental structure*. Cambridge: Cambridge University Press.

Shallice, T. & Burgess, P. (1991a). Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. *Brain*, 114, 727-741.

Tulving, E. & Schacter, D.L. (1990). Priming and human memory systems. *Science*, 247, 301-306.

Van Zomeren, A.H. & Brouwer, W.H. (1994). *Clinical neuropsychology of attention*. Oxford: Oxford University Press

Vallar, G. & Papagno, C. (1986). Phonological short-term store and the nature of the recency effect: Evidence from neuropsychology. *Brain and Cognition*, 5, 428-442.

