

Alter-ego

Évaluation d'un assistant de remémoration

Luc Damas¹, Alain Mille¹, Rémy Versace²

¹ LIRIS, Université Claude Bernard, Lyon 1
Bâtiment Nautibus (710),
43, boulevard du 11 Novembre 69622 Villeurbanne Cedex
{luc.damas,alain.mille}@liris.cnrs.fr
<http://liris.cnrs.fr/luc.damas>

² EMC, Université Lumière Lyon 2
5 Avenue Pierre Mendès-France 69676 Bron Cedex
versace@univ-lyon2.fr

Abstract : Cet article présente les résultats d'un travail de thèse (Damas, 2003) dont l'objectif était d'étudier des moyens permettant d'assister un utilisateur dans sa tâche informatisée. Nous voulions vérifier s'il est possible de capter le système informatique dans son statut d'extension de mémoire dans un but d'assistance. Nous avons pour cela modélisé la mémoire de l'utilisateur sous la forme d'un *alter-ego* ayant un comportement mnésique similaire à celui de l'utilisateur. Cette étude articule psychologie cognitive et informatique pour la conception d'assistants informatiques en "empathie" avec l'utilisateur. Un souci majeur a été de valider le principe de base de l'*alter-ego*. Nous avons conçu une expérimentation mettant en oeuvre un assistant à la remémoration basé sur l'utilisation d'un *alter-ego* mnésique pour une tâche d'apprentissage humain. Les résultats sont doubles. Dans un premier temps, nous avons mis en évidence que le comportement du simulateur de mémoire, l'*alter-ego*, était corrélé au comportement du sujet qu'il simule. La deuxième conclusion est que l'assistance à la remémoration basée sur ce type d'assistance est efficace et pourrait donc être intégrée dans la panoplie des EIAH.

Mots-clés : *alter-ego*, apprentissage, assistance, épisode, mémoire, simulation, trace

1 Introduction

L'utilisateur d'un système informatique mémorise son activité aussi bien du point de vue technique de l'utilisation des logiciels que du point de vue des ses objectifs et des tâches qu'il effectue. De manière réflexive, le système informatique

est souvent considéré comme une mémoire des actions effectuées. En effet, les informations stockées dans l'ordinateur sont souvent recherchées et visitées par l'utilisateur associant l'outil à sa propre mémoire pour trouver l'élément qui lui permettrait de poursuivre sa tâche. Assister un utilisateur dans sa tâche peut se ramener souvent à **l'aider à se mettre en situation de se remémorer** les informations nécessaires à son avancement. Une telle assistance aura un double avantage. L'assistance à la remémoration telle que nous l'imaginons se voudrait générique et donc utilisable quel que soit l'outil. Nous sommes souvent confrontés à notre système informatique en situation de tentative de remémoration : retrouver un fichier, retrouver une adresse de courrier électronique, une URL, une référence bibliographique, un cours, une réunion... Nous interrompons pour cela notre tâche courante pour retrouver l'information dans le système informatique avec les outils qu'il propose : recherche séquentielle principalement. Cette recherche prend du temps et nous distrait. Cette distraction peut parfois occasionner la perte d'un fil conducteur lors d'une rédaction ou d'un développement. Il serait utile alors que l'assistant soit disponible simplement et sur demande afin de nous fournir la bonne évocation en situation et en fonction de la requête. Le système ne nous fournirait pas la réponse, mais un indice nous permettant de nous remémorer. L'information est remémorable car déjà vue. Ceci permettrait en plus de moins dépendre de nos outils, voir même de renforcer nos facultés de mémoire. À court terme, elle permet une poursuite de la tâche en cours sans perte de temps et sans perte du "fil conducteur" lié à l'abandon temporaire de la tâche pour l'opération de recherche. À long terme, une assistance à la remémoration permettra à l'utilisateur de renforcer sa mémoire. En effet, l'information manquante ne sera pas fournie par le système, mais remémorée par l'utilisateur. Sa mémoire s'en trouvera par conséquent confortée.

L'objectif de ce travail de thèse (Damas, 2003) est de valider les capacités d'un système informatique à fournir la bonne information en situation (Clancey, 1997) permettant à l'utilisateur de se remémorer les éléments utiles dans le contexte de sa tâche telle qu'elle est médiée par le système informatique. L'utilisateur a une position centrale et ses comportements doivent être observés, tracés et réutilisés (Champin & Prié, 2002). Nous nous sommes intéressés à l'assistance à la remémoration dans une tâche d'apprentissage humain, facilitant la validation de l'approche par le caractère explicite du rôle de la mémoire dans la tâche. Cet article présente, dans un premier temps, le principe d'assistance avec des scénarios faisant intervenir les différents acteurs et leurs interactions, puis dans un second temps, une évaluation de l'assistance à la remémoration dans le cadre d'un système prototype d'apprentissage humain.

Ce travail a nécessité une pluridisciplinarité dans l'étude, l'expérimentation et la simulation de la mémoire humaine. Les premiers écrits significatifs sur la mémoire datent d'Aristote (Aristote, 350) mais les premières bases de l'étude scientifique de la mémoire sont placées par Ebbinghaus au siècle dernier (Ebbinghaus, 1885) avec les premières études sur la mémoire à court terme, définie plus précisément par Miller en 1956 (Miller, 1956). De ces travaux sont nées les premières modélisations séparant mémoire à court terme (MCT) et mémoire à long

terme (MLT). Cette distinction (Greene, 1989) est fortement discutée actuellement. Le modèle le plus connu (Atkinson & Shiffrin, 1968) donne une description en modules de la mémoire, tant du point de vue des stock que du point de vue des traitements. La modélisation de la mémoire à long terme est un sujet vaste envisagé de façon très différentes ; nous en citerons ici trois vues principales. Les réseaux neuronnaux ont un rôle explicatif du fait de leur plausibilité biologique, mais ont des inconvénients majeurs (oubli catastrophique...) (Ans & Rousset, 1997). Les modélisations à systèmes multiples montrent bien un point de vue fonctionnel du comportement mnésique avec ses stocks sémantiques, procéduraux et épisodique. Ces modélisations sont difficilement explicatives car non biologiquement inspirées et ne laissent pas la place à l'émergence. Une modélisation moins connue mais intermédiaire permet d'éviter les inconvénients de ces deux théories. Le modèle à système unique (Rousset, 2000) encode des situations successives, des traces datées d'événement et c'est dans le processus de remémoration qu'émerge les aspects généraux. La mémoire peut être vue comme un “*fichier log*” du comportement humain associé à un processus de “*recherche/reconnaissance/généralisation*”.

2 Une idée pour aider la remémoration et sa plateforme d'évaluation

2.1 Idée : utiliser un *alter-ego* mnésique de l'utilisateur

L'utilisateur est face à un système par lequel il apprend, de façon consciente ou non. Ce système ne lui offre qu'une partie visible que nous qualifierons d'apprentissage dans le sens où un apprentissage a lieu quelle que soit la tâche effectuée. Lors de l'utilisation, un problème de remémoration peut survenir et bloquer l'utilisateur dans sa tâche. Pour illustrer ces aspects, nous nous plaçons dans le cadre d'un système dont l'objectif premier est de supporter l'apprentissage humain. L'objectif explicite pour l'utilisateur est d'apprendre, ce qui suppose de mémoriser. Apprendre pour l'Homme suppose plus que mémoriser. Mais tout apprentissage, qu'il soit par automatisation, généralisation ou particularisation (Perruchet, 1988) (Richard, 1990), suppose une mémorisation. La mémoire a un double rôle de stock des informations et de processus de récupération de ces informations (Dennis, 1994) (p14, Introduction, *Why learning is important in memory*). L'utilisateur devient alors un apprenant qui peut rencontrer des problèmes de remémoration dans le cadre d'un test faisant partie du déroulement de l'apprentissage, comme un exercice d'entraînement. Le but est alors de fournir l'information minimale mais déclenchante à l'apprenant pour qu'il puisse se remémorer par lui-même, sans que la solution lui soit donnée. L'hypothèse est que la remémoration renforce l'apprentissage par entraînement et qu'une remémoration minimalement assistée est plus efficace dans cette optique que la fourniture totale de la solution. Nous considérons donc deux cas d'utilisation du système : l'apprentissage explicite pendant lequel

l'apprenant communique avec le système d'apprentissage et l'exercice pendant lequel l'apprenant peut communiquer aussi bien avec le système d'apprentissage (fournisseur de l'exercice) qu'avec le système d'assistance.

2.2 Système d'apprentissage *jouet* pour l'évaluation

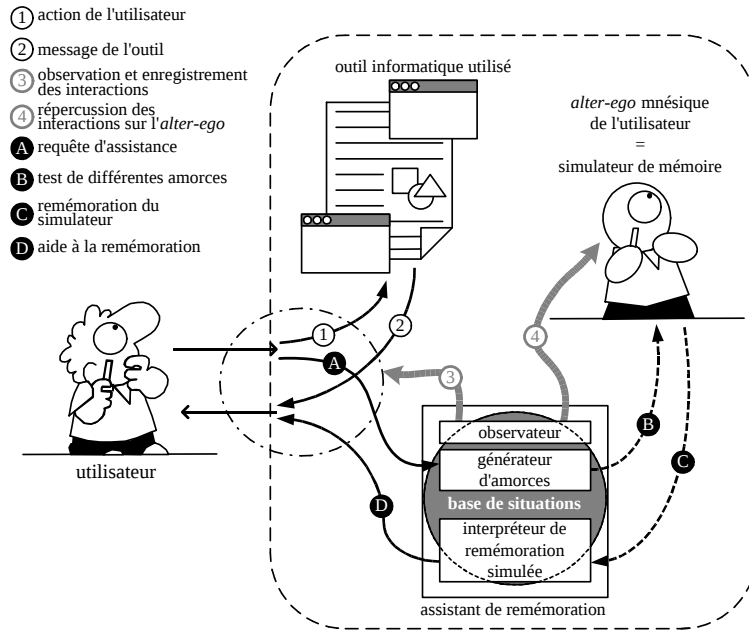
La validation de l'assistance à la remémoration s'est effectuée sur la base d'un système d'apprentissage *jouet*. Sa nature est d'être suffisamment complexe pour rendre compte de tâches de haut niveau tout en conservant une utilisabilité (au sens de la capacité de prise en main par un novice) suffisamment simple pour que les performances des utilisateurs soient comparables. Il est constitué d'un système d'apprentissage présentant 10 documents de façon séquentielle aux apprenants. Ces documents sont structurés (titres, sous-titres...) et même si leur mise en page est contrôlée de façon à être relativement cohérente, des différences relativement importantes peuvent être remarquées. De plus, l'utilisation d'images les rend encore plus différents les uns des autres. Une série de documents ne traite que d'un sujet et peut être considérée comme un cours simpliste sur ledit sujet. Les documents sont affichés sur la partie inférieure de l'écran. La navigation est relativement simple puisqu'elle est composée de deux éléments, l'un informatif (numéro du document dans la liste) et l'autre interactif (passage à la page suivante). Les documents peuvent être annotés en cours d'étude à l'aide d'un maximum de sept¹ mots-clés libres. Cette annotation permet à l'utilisateur de synthétiser ce qu'il a perçu du document. Du point de vue de l'assistance, l'utilisation des mots-clés offre l'avantage d'être réutilisable car ils sont saisis de façon explicite et libre par l'apprenant et constituent des interactions aisément détectables. Les capacités d'apprentissage peuvent être mesurées à l'aide de tests utilisant ces informations propres à chaque sujet.

3 Acteurs, interactions et scénarios

La figure 1 présente les différents acteurs et leurs interactions. Le modèle d'utilisation spécifie la manière dont un observateur décrit l'utilisation du système. Pour reprendre la terminologie du modèle MUSETTE (Champin & Prié, 2003), l'apprentissage concerne les *éléments d'intérêts* que sont les **objets** constitutifs du système et les **événements** généralement originaires de l'utilisateur (interactions). Ainsi, les tâches effectuées peuvent être considérées de deux points de vue qui sont ce que l'on suppose que mémorise l'apprenant et ce qu'observe l'assistant.

L'apprentissage pour l'apprenant n'est observable que par les résultats à des tests ultérieurs. On ne peut dire ni ce qu'il mémorise ni comment à chaque instant. Notre hypothèse est que le modèle mnésique élaboré constitue un modèle "suffisant" de l'apprentissage bien que contraint par sa limitation aux observables. Les interactions entre l'utilisateur et le système ainsi que celles internes

¹Taille "standard" de la mémoire à court terme chez l'Homme : ceci permet de réduire un risque de surcharge cognitive supplémentaire.

Figure 1: *Acteurs et interactions*

au système et le “temps qui passe” sont les seuls éléments observables dont on peut tirer des informations sûres si on les considère comme des faits indépendamment de leur but.

3.1 L'utilisateur et son *alter-ego* mnésique

L'*alter-ego* est un simulateur de mémoire basé sur le modèle étendu et validé de Douglas L. Hintzman : Minerva 2 (Hintzman, 1986).

Minerva 2 est un modèle de mémoire classé parmi les modèles épisodiques abstraits à traces multiples (Rousset, 2000). Par ses aspects épisodiques, il encode et stocke les situations sous la forme de traces. C'est la succession des traces dissociées qui constituent le reflet d'expériences spécifiques sous la forme d'épisodes temporels. Par son aspect abstraitif, il est capable de faire émerger des aspects généraux à partir de traces ponctuelles dénuées de sens. Ce modèle est utilisé pour ses capacités d'abstraction dans l'étude de la formation de concept. Minerva 2 est en fait une formalisation mathématique du principe d'*ecphorie* synergique développé par E. Tulving (Tulving, 1983). L'*ecphorie* est le processus qui fait émerger un souvenir de l'état de trace enfouie au niveau conscient. La synergie vient de la présence simultanée de toutes les traces en mémoire et d'un stimulus. Nous avons élaboré et validé une extension de ce modèle permettant de gérer les aspects temporels et les influences des traces sur les autres. La synergie

vient de l'état global de la mémoire et d'un stimulus déclenchant le processus de remémoration (Tulving, 1983).

La mémoire en tant que stock de traces est représentée comme une matrice. Les lignes sont les vecteurs/traces et sont disposées dans un ordre chronologique. Les colonnes codent les caractéristiques de la situation mémorisée sous la forme de valeurs réelles prises dans l'intervalle $[-1, 1]$. Les valeurs négatives codent une probabilité d'absence de la caractéristique considérée tandis que les valeurs positives représentent le degré de certitude de présence.

La mémoire en tant que processus de remémoration est basée sur deux parcours de la matrice en hauteur. Un stimulus est soumis à la mémoire sous la forme d'une sonde qui active chaque trace selon une mesure de similarité dont les valeurs sont comprises entre -1 et 1. Les traces peuvent être activées (1), inhibées (-1) ou neutres (0) avec toutes les valeurs intermédiaires signifiant la certitude de cette activation. L'activation est un élément central du modèle et les interprétations de simulations se font pour la plupart sur cette variable. Le second parcours de la mémoire sert à reprendre toutes les traces et les agréger en fonction de leurs activations en une seule appelée "écho" qui émerge à la conscience.

La mémorisation est modélisée par l'ajout d'une trace à la matrice/mémoire. Cette trace est une combinaison du stimulus présenté et de l'écho correspondant à ce stimulus. Ce qui est appris possède des caractéristiques de la situation courante et de toutes les situations antérieures. La représentation d'un objet évolue dans le temps car il est composé d'un groupe de traces. Les traces n'évoluent plus une fois encodées, mais l'ajout et les activations apportent l'évolution de la représentation de l'objet dont la remémoration dépend de l'activation du contexte d'encodage (Damas *et al.*, 2004). La mémoire réagit donc différemment en fonction de la situation, et confère au modèle un comportement situé en contexte (Clancey, 1997).

Nous n'entrons pas ici dans les détails de la construction des traces (Quel sens donner aux valeurs de la matrice ?) (Damas *et al.*, 2004). Nous distinguons juste deux types de traces mnésiques correspondant à ce qu'un système informatique peut observer ou non chez l'utilisateur :

- Les *traces Mnésiques d'Interactions* (TMI) correspondent à ce que l'utilisateur mémorise d'une interaction à un instant donné. Ces traces sont fortement porteuses d'informations car il existe des éléments observables dans l'interaction. Une situation à un instant donnée est encodée sous la forme d'une trace mnésique (vecteur) contenant des aspects descriptifs et des aspects temporels. Une trace nouvelle est mémorisée par augmentation de la matrice mémoire en fonction de l'effet qu'elle a eu sur la mémoire à cet instant.
- Les *traces Mnésiques Périodiques* (TMP) n'existent que pour refléter la mémorisation permanente de l'utilisateur. Elles sont pauvres en information car nous ne pouvons détecter ce que fait l'utilisateur à chaque instant.

3.2 L'assistant de remémoration et l'*alter-ego* de l'utilisateur

L'assistant, ainsi que cela est indiqué sur la figure 1, a un rôle d'observateur qui consiste à enregistrer chaque interaction. Ces enregistrements sont des traces à chaque instant de ce qui se passe. Nous les avons nommées *Trace Episodiques d'Interaction* (TEI).

Les épisodes stockés par l'assistant contiennent des informations d'un niveau de compréhensibilité plus élevé. Avec les accès qu'il a aux différentes parties du système (documents, structures, *alter-ego*...), l'assistant possède tous les éléments pour fournir des réponses compréhensibles à l'utilisateur. C'est l'un de ses rôles, pour lequel il maintient une correspondance entre les traces mnésiques (TMI et TMP) qu'il sait décoder et les traces qu'il stocke séparément. Ces traces (TEI) contiennent globalement les mêmes informations que les traces mnésiques, mais sous un format plus lisible et directement utilisable (jeu d'attributs/valeurs). La succession des TEI forme l'épisode d'apprentissage observé.

4 Expérimentation de l'assistance à la remémoration

4.1 Expérimentation

L'expérimentation utilise le système *prototype* d'apprentissage humain et vise à montrer des apports bénéfiques d'une assistance adaptée à la remémoration. Il paraît évident que l'aide permettra toujours à un utilisateur d'avoir de meilleures performances que sans aide. Une véritable comparaison doit être effectuée sur deux aides de types différents, en conservant la remémoration non assistée comme référence. L'utilité de l'aide doit se mesurer tant dans les performances des sujets que dans le confort qu'ils estiment avoir gagné. La validation se fait donc d'un point de vue statistique et par interrogation des apprenants. L'objectif est donc d'effectuer un "apprentissage" de ces documents choisis dans des domaines aussi divers que le Judo, les aspects légaux et réglementaires d'une thèse et la connaissance du langage Smalltalk. Chaque sujet devra traiter un sujet dans trois phases successives : Un apprentissage et deux exercices.

Phase d'apprentissage

Durant la phase d'apprentissage, le sujet a pour consigne d'étudier chaque document et de les annoter avec des mots-clés, avec pour contrainte de ne pas accorder plus de deux minutes par document et en sachant que les tests qu'il devra effectuer ensuite concernent ces mots-clés. Aucune consigne n'est donnée sur la constitution des mots-clés, mais il est fortement conseillé de ne pas en utiliser le maximum (7), le minimum étant fixé à 4. Nous voulions que le nombre de mots-clés saisis soit assez restreint pour ne pas surcharger les sujets, en leur laissant toutefois une petite liberté. Cette étude courte force le sujet à trouver rapidement les informations importantes qui lui permettront de retenir

une connaissance générale du contenu et d'associer des mots-clés qui peuvent être des sélections de mots dans le texte, des mots de synthèse ou des mots de structure.

Exercice 1 : rappel indicé

Le sujet a pour consigne de retrouver les mots-clés qu'il a saisi pour chaque document. Pour cela, les documents de la phase d'apprentissage sont représentés dans le même ordre et la tâche n'est pas limitée dans le temps. Il s'agit d'un rappel indicé car le document est affiché et joue le rôle de l'indice. Cette étude a pour but de mesurer les capacités des sujets à se remémorer des éléments simples dans un contexte complexe. Cette tâche peut être assimilée à un QCM de synthèse. On suppose ici que les performances du sujet vont être bonnes car il pourra réappliquer la démarche qu'il a effectuée dans la phase d'apprentissage pour retrouver les mots-clés précédemment saisis. La performance sera donc mesurée dans la qualité des réponses et aussi dans les temps de réponse qui discrimineront les remémorations pures des raisonnements.

Exercice 2 : rappel libre

Le rappel libre constitue la tâche de haut niveau où l'hypothèse de portage des résultats de la mémoire peut être validée. Dans cet exercice, aucun document ni aucune information ne sont affichés. Le sujet doit se remémorer un document, saisir les mots-clés associés et vérifier la justesse de ses réponses. Pour cela, il valide une saisie que le système analyse pour vérifier si elle correspond à une série de la phase d'apprentissage. Si c'est le cas, le document est affiché et le sujet peut passer au suivant. Aucune erreur d'affichage n'a été relevée par les utilisateurs. Si ce n'est pas le cas, un message d'erreur peu informatif ("*La série ne correspond à aucun document*") est affiché et le sujet peut tenter de reformuler sa remémoration ou essayer de se rappeler un autre document. Il s'agit ici de rappel libre car aucun indice n'est fourni. Le sujet est livré à lui-même et doit construire la sonde mentale qui lui permettra de se remémorer un document. C'est en effet le document qui est remémoré dans un premier temps, et non pas les mots-clés uniquement. La remémoration est ici à un niveau de complexité plus grande car la façon dont la remémoration du document arrive au niveau conscient du sujet n'est pas prédictible. Les variations inter-individuelles pour une telle activité cognitive sont sûrement importantes. Nous supposons que les effets de primauté/récence sont ici encore omniprésents, et donc que la modélisation de ce rappel est possible en moyenne. La durée de l'exercice n'est pas limitée, et le sujet peut s'arrêter quand il estime avoir remémoré au maximum de ces capacités dans ce contexte.

Conditions expérimentales

Afin de rendre les mesures interprétables, trois conditions comparables ont été créées. Elles concernent l'aide que le sujet peut requérir dans les exercices de rappel indicé et de rappel libre.

- *Sans aide (NH)* : Aucune aide (No Help) n'est fournie au sujet. Cette condition permet d'établir une référence de performances.
- *Aide aléatoire (RH)* : L'aide aléatoire (Random Help) base ses apports sur la sélection aléatoire d'un mot-clé. Dans le cas du rappel indicé, le mot clé est tiré parmi ceux saisis pour le document courant. Pour le rappel libre, le mot est choisi au hasard dans tout le dictionnaire mots-clés saisis. Dans le cas où un mot serait déjà saisi, l'assistant se base sur celui ci pour déterminer les documents auxquels il est attaché pour choisir la liste des mots-clés candidats à l'assistance.
- *Aide adaptée (AH)* : L'aide adaptée (Adapted Help) est fournie à l'apprenant en utilisant son *alter-ego* pour trouver l'aide potentiellement la meilleure.

4.2 Résultats des observations des exercices

Les mesures sont effectuées différemment pour le rappel indicé (Exercice 1) et le rappel libre (Exercice 2). Le rappel libre est évalué à l'aide de deux mesures différentes, l'une par documents et l'autre par pseudo-mots. La figure 2 montre les performances de chaque sujet dans les différentes tâches correspondant en haut au rappel indicé (A, B, C) et en bas au rappel libre, pour chaque condition (De gauche à droite : NH, RH, AH), pour la première mesure (D, E, F) et la seconde mesure (G, H, I).

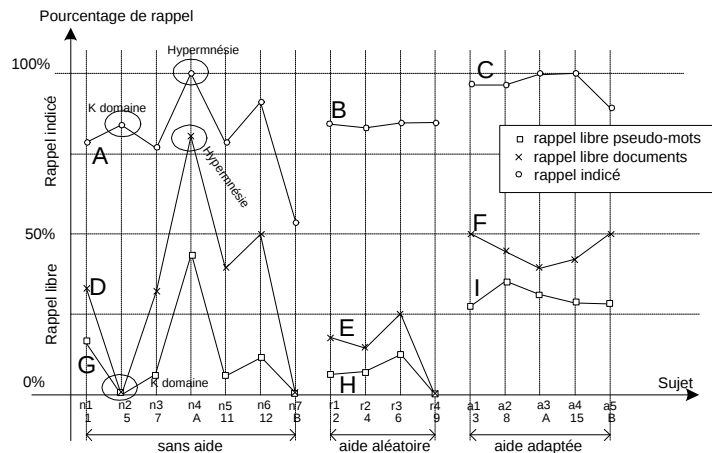


Figure 2: Pourcentages de rappel par sujet, par tâche pour chaque condition.

Résultats pour le rappel indicé

Pour le **rappel indicé**, l'étude est simple puisque la correspondance est directe entre la phase d'apprentissage et la phase de test. Il s'agit du nombre total de mots rappelés auquel est soustrait le nombre d'erreurs et le nombre de requêtes d'aide. Ces dernières fournissant un mot-clé, cela effectue un rappel en moins.

L'utilité de l'aide se mesurera dans sa capacité à déclencher la remémoration d'une série de pseudo-mots à partir d'un seul, comme un professeur donnant les premiers mots d'un vers pour que l'élève poursuive la récitation du reste de la poésie. Les résultats par sujet et par condition peuvent être visualisés sur les courbes A, B et C. On note une grande variabilité de performance dans la condition sans aide, allant du simple au double. Les valeurs pour les conditions assistées sont beaucoup plus constantes d'un sujet à l'autre. La figure donne des résultats moyens par groupes avec écarts-types. Ces données sont fournies de façon numérique dans le tableau 1. La première colonne de valeurs concerne le rappel indicé. On ne note pas de différence entre la condition sans aide (NH) et la condition avec l'aide aléatoire (RH) sur les performances moyennes. Par contre, l'écart-type est divisé par 3. Cela signifie que les sujets sont cadrés, guidés par l'assistance. Elle a un rôle bénéfique sur la plupart des sujets. Elle a un rôle que l'on peut supposer néfaste en moyenne pour des sujets dotés de bonnes capacités mnésiques sur ce genre de tâches, mais cela ne se vérifie pas dans les études intra-individuelles. L'assistance adaptée (AH) donne de meilleurs résultats pour un écart-type assez faible. Dans une tâche aussi contrainte, ce résultat laisse supposer que l'assistance adaptée guide deux fois mieux les sujets que dans l'assistance aléatoire. On peut conclure, pour le rappel indicé, que l'assistance n'a pas un effet significatif, mais visible tout de même. Cette tâche est déjà tellement guidée par sa nature qu'une aide ne peut pas apporter beaucoup de soutien.

condition	Rappel indicé	Rappel libre document	Rappel libre mots
N moyen	81%	33%	10%
N écart-type	13%	28%	14%
R moyen	83%	14%	7%
R écart-type	3%	10%	7%
A moyen	90%	44%	30%
A écart-type	6%	6%	4%

Table 1: *Pourcentages de rappel par groupe, par tâche pour chaque condition.*

Résultats pour le rappel libre

Le cas du **rappel libre** est classiquement plus difficile à analyser. Deux mesures ont été développées pour rendre compte des performances pour le rappel des mots et le rappel des documents. La difficulté à rappeler tous les mots-clés pour qu'un document soit considéré comme rappelé est si élevée que les taux de réussite sont médiocres et peu révélateurs, en particulier pour la condition sans aide. Une mesure de performance par mots a été développée pour mieux rendre compte des capacités de rappel de détails.

La première mesure, par document, donne les courbes D, E et F. Chaque valeur est fournie par le rapport entre le nombre de pages trouvées et le nombre de tentatives de validation. Les moyennes sont dans la deuxième colonne de la figure et du tableau 1. Rappelons qu'une page est trouvée si le sujet a donné tous les mots-clés d'une page et validé sa série. Le nombre de validations

renseigne sur la quantité d'essais effectués, et donc le nombre d'erreurs. Dans la condition non assistée (NH), les sujets effectuent relativement peu d'essais. Ils estiment eux-même leur mémoire et jugent ne pas pouvoir faire mieux. Les résultats sont, comme pour le rappel indicé, très variables. Dans la condition assistée aléatoirement (RH), le nombre d'essais est relativement peu élevé, comme précédemment, mais pour une variabilité beaucoup plus faible. On note ici une baisse significative des performances. Les mots-clés d'assistance et les items sont choisis au hasard et semblent "surprendre" les sujets (dixit un sujet). Dans le cas où des mots-clés sont déjà saisis, le mot-clé d'assistance est choisi au hasard dans la liste connue qui contient ces mots. Ce choix peut être erroné, ou comme dans le rappel indicé pour certains sujets, guider de la mauvaise façon. Le rappel assisté de façon plus adaptée (AH) donne lui un nombre de tentatives de validation plus important pour un taux de réussite plus grand. L'apport est significatif, et permet de plus d'uniformiser les résultats entre les sujets. L'aide fournie permet au sujet de terminer la série dans la plupart des cas, et de valider la remémoration du document.

Pour affiner les résultats ci-dessus, la même mesure que pour le rappel indicé a été effectuée, sans tenir compte de l'association des mots-clés et des pages. La performance est calculée par le rapport entre le nombre de mots saisis (justes) et le nombre de mots entrés à l'apprentissage. On remarque dans la figure par sujet (2) que les résultats sont aussi variables que précédemment dans la condition sans assistance (NH). De plus, les données sont fortement corrélées dans les deux premières conditions (NH et RH), pour des valeurs moyennes très proches. La différence entre l'assistance aléatoire et sans assistance n'est pas significative, mais on peut conserver les aspects néfastes de l'aide aléatoire sur le rappel libre. Le rappel assisté avec l'*alter-ego* (AH) montre lui des résultats significativement plus forts. Cela signifie que quand l'aide ne suffit pas à rappeler la série complète, elle permet quand même d'améliorer considérablement la remémoration.

5 Conclusion

Cet article présente l'un des résultats d'un travail de thèse (Damas, 2003). Ce résultat constitue une validation de l'assistance à la remémoration. En effet, les résultats des exercices montrent des performances sensiblement supérieures dans le cas d'une assistance adaptée. Ce résultat se confirme aussi bien dans les comparaisons inter-individuelles que dans les comparaisons intra-individuelles. Ces résultats ne concernent qu'une seule expérimentation avec un petit nombre de sujets et un cadre relativement restreint. Elle ne permet pas d'établir des conclusions générales. Il ne s'agit pas d'une validation expérimentale complète de l'assistance à la remémoration dans **les** tâches d'apprentissage médiées par un système informatique. Il ne s'agit que d'une validation expérimentale d'une méthode d'assistance à la remémoration dans **une** tâche d'apprentissage médiée par un système informatique. Elle montre par contre qu'il est intéressant de modéliser et simuler interactivement le comportement de l'utilisateur d'un système informatique. Ce comportement peut être réutilisé en situation pour aider

l'utilisateur dans sa tâche.

References

- ANS B. & ROUSSET S. (1997). Avoiding catastrophic forgetting by coupling two reverberating neural networks. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences, Série III*(320), 989–997.
- ARISTOTE (-350). On memory and reminiscence. *The works of Aristotle*, **3**. Originally published in Ross, W. D. (Ed.) (1930). Oxford: Clarendon Press.
- ATKINSON R. C. & SHIFFRIN R. M. (1968). Human memory : A proposed system and its control processes. In *The Psychology of Learning and Motivation*, p. 89–195.
- CHAMPIN P.-A. & PRIÉ Y. (2002). Modéliser l'utilisateur ou l'utilisation ? In S. GARLATTI & M. CRAMPES, Eds., *Dovuments Virtuels Personnalisables 2002*, p. 97–102, Brest, France.
- CHAMPIN P.-A. & PRIÉ Y. (2003). MUSETTE: uses-based annotation for the Semantic Web. In S. HANDSCHUH, Ed., *Annotation for the Semantic Web*: IOS Press, Amsterdam (NL). À paraître.
- CLANCEY W. J. (1997). *Situated cognition, on human Knowledge and computer representations*. Cambridge, Ma: University Press.
- DAMAS L. (2003). *Étude théorique et pratique de la production d'effets d'amorçage de la mémoire : Application à l'assistance à la remémoration chez l'utilisateur d'un système informatique pour une tâche d'apprentissage*. PhD thesis, Université Claude Bernard, Lyon 1.
- DAMAS L., VERSACE R. & MILLE A. (2004). Demeter : Distributed episodic memory exhibiting time effect in reality. Submitted to the Psychonomic Bulletin & Review.
- DENNIS S. J. (1994). *The Integration of Learning into Models of Human Memory*. PhD thesis, Univesity of Queensland.
- EBBINGHAUS H. (1885). *Memory: A Contribution to Experimental Psychology*. Teachers College, Columbia University. Traduit par Henry A. Ruger et Clara E. Bussenius (1913).
- GREENE R. L. (1989). Spacing effects in memory: Evidence for evidence two-process account. *Journal of Experimental Psychology*, **15**(3), 371–377.
- HINTZMAN D. L. (1986). "schema abstraction" in a multiple-trace memory model. In *Psychological Review*, volume 93, n°4, p. 411–428, University of Oregon: Americian Psychology Association Inc.
- MILLER G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, **63**, 81–97.
- PERRUCHET P. (1988). Une évaluation critique du concept d'automaticite. In P. PERRUCHET, Ed., *Les automatismes cognitifs*, p. 27–54. Liege, Mardage.
- RICHARD J.-F. (1990). *Les activités mentales, comprendre, raisonner, trouver des solutions*. Armand Colin, Paris.
- ROUSSET S. (2000). Les conceptions "système unique" de la mémoire : aspects théoriques. *Revue de Neuropsychologie*, **10**(1), 27–52.
- TULVING E. (1983). *Elements of Episodic Memory*. Oxford University Press, New York.