

## **Mise en place et développement des traitements rédactionnels : le rôle de la mémoire de travail**

Lucile CHANQUOY et Denis ALAMARGOT  
Université de Nantes, LabECD, France<sup>1</sup>  
Université de Poitiers, LACO – CNRS, France

### ***Résumé***

L'objectif de cet article est de dresser un bilan des recherches relatives à la mise en place et au développement de la production de textes. Après une introduction générale définissant la production écrite et cernant ses contraintes, la première partie de cet article présente les différentes composantes rédactionnelles et l'accès à l'expertise, à travers les modèles de Berninger et Swanson (1994) et de Bereiter et Scardamalia (1987). Selon les auteurs de ces modèles, la progression développementale des compétences rédactionnelles relèverait de l'évolution, avec la pratique, des capacités de maintien et/ou de traitement de la mémoire de travail. De plus, ces modèles concernent chacun différentes périodes du développement : Alors que le premier rend compte de la mise en place et du développement des composantes rédactionnelles de formulation, révision et planification chez les enfants d'environ 6 à 10-11 ans, le second modèle s'intéresse au rédacteur de 9-10 à 15-16 ans.

La seconde partie de cet article propose deux conceptions du développement des capacités de la MDT : l'une renvoie à la théorie de la capacité développée pour l'écrit par McCutchen (1994, 1996) et l'autre fait intervenir une nouvelle instance mémorielle, la mémoire de travail à long terme (Kellogg, 1999 ; McCutchen, 2000). Ces deux conceptions analysent comment est envisagée l'augmentation des ressources en MDT et comment cet accroissement peut expliquer (1) l'interactivité progressive des processus rédactionnels et (2) l'accès à l'expertise rédactionnelle.

La conclusion tente de montrer que l'une des dimensions centrale dans la mise en place des composantes et processus de la production de textes relève de l'automatisation de ceux-ci, libérant alors des ressources en MDT.

**Abstract**

The aim of this paper is to analyse theories and models concerning writing development. After a general introduction that defines writing and surrounds its constraints, the first part presents the different writing components and the access to an expert way of writing, through the models elaborated by Berninger and Swanson (1994) and Bereiter and Scardamalia (1987). According to these authors, the developmental progression of writing competencies would be linked to the evolution, with practice, of the processing and/or storing capacities in working memory. In addition, each of these models concerns a different period of development: While the first accounts for the installation of writing processes in children from approximately 6 to 10-11 years of age, the second model focuses on 9-10 to 15-16 year-olds.

The second part proposes two theories about the development of working memory capacities: the first one considers the capacity theory of writing described by McCutchen (1994, 1996) and the other introduces a new memory component, named “long-term working memory” (Kellogg, 1999; McCutchen, 2000). These two ideas analyse how the increasing in working memory resources can be explained and how, in return, it can account for (1) the progressive interactivity of writing processes and (2) the access to writing expertise.

The conclusion finally tempts to demonstrate that one of the central dimensions for the development of writing processes and components is their automation, in order to free working memory resources.

## 1. Introduction

A ce jour, les travaux relatifs à la production du langage écrit ont fourni différentes formalisations de l'activité du rédacteur. Ces modèles, s'intéressant le plus souvent à l'adulte, postulent que l'activité de production de texte se décompose en plusieurs niveaux de traitement (pour une revue : Alamargot & Chanquoy, 2001, 2002) :

- un niveau prélinguistique au cours duquel s'opère l'élaboration conceptuelle du contenu du texte, sous la dépendance du contexte et des objectifs de la tâche. Cette première étape de planification consiste en la sélection et l'organisation, depuis la mémoire à long terme (MLT) ou l'environnement du rédacteur, des connaissances ou informations pertinentes pour réaliser la tâche ;

- un niveau linguistique au cours duquel la formulation permet de générer, sous forme de texte, le contenu élaboré lors du niveau précédent. Au cours de cette étape, il est nécessaire de linéariser et traduire les propositions sémantiques sous une forme syntaxique, grammaticale et orthographique correcte ;

- un niveau moteur où a lieu la réalisation physique du texte élaboré, c'est-à-dire sa transcription ;

- un niveau métalinguistique et métacognitif de retour sur le texte, au cours duquel le rédacteur peut relire son texte, et procéder, si nécessaire, à une vérification de la forme (orthographe lexicale et grammaticale, cohésion, lisibilité de la transcription, etc.) et du fond (sens, cohérence, organisation générale, etc.).

Dans la plupart des modèles cognitifs de production de textes, ces différents niveaux de traitements sont assurés par quatre composantes, regroupant des ensembles de processus et d'opérations mentales : la planification, la formulation, la réalisation graphomotrice et la révision. En outre, dans le modèle de Hayes et Flower (1980), une instance de contrôle et de gestion coordonne dans le temps les composantes et leurs processus constitutifs, en fonction des buts de l'activité et des stratégies adoptées par le rédacteur. Il n'existerait pas un ordre *a priori* de mise en œuvre des composantes et les processus fonctionneraient de manière récursive, interactive et parallèle, tant que les capacités et ressources cognitives du rédacteur le permettent.

Au regard du nombre d'opérations impliquées et de la diversité des traitements (conceptuel, linguistique, graphomoteur et métalinguistique ; Cf. Hayes & Flower 1986), la rédaction de textes est généralement définie comme une activité complexe de résolution de problèmes (Bereiter & Scardamalia, 1987). De ce fait, l'acquisition et le développement de cette activité chez l'enfant ne sont que très progressifs et l'accès à une expertise rédactionnelle, même relative, nécessite de nombreuses années. Cette échelle développementale importante est la conséquence du nécessaire apprentissage d'un grand nombre de connaissances et de l'installation graduelle de processus particuliers à l'écrit, pour la maîtrise desquels les compétences de l'oral ne peuvent être directement exploitées. Quatre caractéristiques fondamentales marqueraient, selon Fayol (1996, 1997), la spécificité du langage écrit :

- La dimension graphique : l'enfant doit apprendre à réaliser des lettres puis à les enchaîner le plus correctement, automatiquement et rapidement possible ;

- La dimension orthographique (lexicale et grammaticale) : le jeune rédacteur doit acquérir et procéduraliser un certain nombre de connaissances et de règles orthographiques lui permettant de gérer, entre autres, les irrégularités et les différentes formes grammaticales de sa langue ;

- La dimension textuelle : la permanence de la trace est une autre caractéristique de l'écrit. Le jeune rédacteur doit apprendre à considérer et exploiter son propre texte afin de le poursuivre avec cohérence, le réviser ou l'améliorer ;

- La dimension pragmatique et communicationnelle : parce que l'écriture est avant tout une activité monogérée et solitaire, le rédacteur est amené à faire en permanence des hypothèses sur le niveau de compréhension de son lecteur potentiel et sur l'adéquation du contenu et de la forme de son texte à ce niveau.

Devenir un rédacteur expert suppose ainsi de dépasser le discours oral pour intégrer les dimensions spécifiques à l'écrit. Celles-ci vont évoluer progressivement et permettre au rédacteur d'atteindre un certain niveau d'expertise. Les textes courts et simples initialement produits par le plus jeune rédacteur vont peu à peu progresser vers des formes plus élaborées, sous-tendues par des stratégies rédactionnelles devenues complexes.

Selon Scardamalia et Bereiter (1991), l'expertise rédactionnelle s'appuie sur une dialectique entre le contenu à formuler et la forme linguistique adoptée pour l'exprimer. Cette dialectique suppose le plus souvent de la part du rédacteur d'être en mesure de reconsidérer de nombreuses fois la trace écrite, jusqu'à l'atteinte d'un état d'équilibre satisfaisant les critères de qualité du genre textuel et/ou de son auteur. Comme le souligne Torrance (1996), le paradoxe, dans le développement de l'activité rédactionnelle, provient alors du fait que le nombre de traitements et le nombre de contraintes associées augmentent avec l'expertise. En effet, devenir expert suppose d'être capable d'articuler un ensemble de plus en plus complexe de traitements, tout en gérant un ensemble de plus en plus vaste de contraintes.

Dans ce contexte, l'un des phénomènes susceptible de conditionner et/ou de déterminer le développement de l'expertise rédactionnelle relève de la limitation des ressources cognitives. Ainsi, d'une part les capacités limitées de traitement et de maintien de la mémoire de travail (MDT) pourraient gêner la gestion rédactionnelle et, d'autre part, l'augmentation de ces capacités permettrait le développement de l'expertise, en autorisant la mise en œuvre de traitements de plus en plus complexes. Selon Chanquoy et Alamargot (2002), deux possibilités complémentaires s'offrent au rédacteur pour augmenter la part de ressources cognitives qu'il peut attribuer aux processus rédactionnels : (1) réduire le coût inhérent à certains processus (ou traitements) en les automatisant, notamment grâce à la pratique ; (2) établir des stratégies de traitement pour contourner ces limitations capacitaires.

Dans les deux cas, les contraintes exercées par la MDT sont très importantes. Celle-ci joue en effet un rôle central, aussi bien dans la mise en œuvre des traitements rédactionnels que dans l'évolution de ces traitements – et donc de l'expertise rédactionnelle.

La première partie de cet article est consacrée à la présentation des composantes rédactionnelles et l'accès à l'expertise, à travers les modèles de Berninger et Swanson (1994) et de Bereiter et Scardamalia (1987). La seconde partie propose deux conceptions du développement des capacités de la MDT : l'une liée à la théorie de la capacité développée à l'écrit par McCutchen (1994, 1996) et l'autre mettant en jeu une nouvelle instance, la mémoire de travail à long terme (Kellogg, 1999 ; McCutchen, 2000).

## **2. Développement des composantes rédactionnelles et accès à l'expertise**

Dans cette première partie, deux modèles, dont l'objectif est de rendre compte du développement de la rédaction de textes, sont présentés. Ces deux modèles, complémentaires, concernent des périodes différentes du développement. Le premier, élaboré par Berninger et Swanson (1994), rend

compte de la mise en place et du développement des composantes rédactionnelles de formulation, révision et planification chez les enfants d'environ 6 à 10-11 ans. Le second modèle, élaboré par Bereiter et Scardamalia (1987), s'intéresse au rédacteur de 9-10 à 15-16 ans (ou à tout rédacteur novice, même adulte). Il décrit l'accès à une stratégie experte de rédaction via un système complexe d'élaboration des contenus. Outre leur complémentarité évidente, ces deux modèles sont d'autant plus intéressants qu'ils postulent que le principal facteur de développement susceptible de rendre compte de la progression des compétences relève de l'évolution, avec la pratique, des capacités de maintien et/ou de traitement de la MDT.

## **2.1. Mise en place et développement des composantes : le modèle de Berninger et Swanson**

Pour décrire la mise en place et les premières étapes du développement de la production de texte, Berninger et ses collaborateurs (Berninger, 1994 ; Berninger & Swanson, 1994 ; Swanson & Berninger, 1996) ont précisé le modèle princeps de Hayes et Flower (1980), notamment en définissant la composante de formulation, peu spécifiée chez ces auteurs. Au-delà de la simple complétion d'un modèle, l'objectif de Berninger et Swanson (1994) était de formaliser la mise en place progressive des traitements de mise en texte, en relation avec les contraintes capacitaires de la MDT, mais aussi de la mémoire à court terme (MCT).

Berninger et al. (1992, 1994) ont, dans un premier temps, mis au point une batterie d'épreuves évaluant certaines dimensions cognitives en lien avec la production écrite (relatives au système moteur, à l'orthographe, à l'intégration visuo-motrice, à la phonologie, à la segmentation syllabique et phonémique, à la syntaxe, à la mémoire de travail, à l'intelligence verbale, à la lecture) et une batterie de mesures concernant la production écrite (écriture, orthographe et composition). Ces deux batteries ont été administrées à un grand nombre de participants (100 par grade, du 1<sup>er</sup> au 6<sup>ème</sup> grade, c'est-à-dire de la 1<sup>ère</sup> année d'école primaire [6-7 ans] jusqu'à la 1<sup>ère</sup> année de collège [11-12 ans]). Ces évaluations avaient trois objectifs : (1) spécifier quelles habiletés développementales contribuent et sont nécessaires à la lecture et à l'écriture ; (2) déterminer s'il existe des habiletés caractéristiques à la lecture et à l'écriture ; (3) tirer des conclusions basées sur l'observation de différences individuelles. De manière très résumée, leurs résultats révèlent que, au moins chez les enfants les plus jeunes (i.e., 1<sup>er</sup> à 3<sup>ème</sup> grade), les meilleurs prédicteurs de la réalisation graphomotrice et des habiletés compositionnelles sont liés à la vitesse / rapidité de production des lettres de l'alphabet, du codage de l'information et des mouvements moteurs de l'écriture. Leurs résultats montrent également que ces habiletés, qualifiées de bas niveau, exercent de fortes contraintes sur la quantité et la qualité de la composition et peuvent taxer la capacité limitée de traitement en MDT et interférer, au moins à partir du 4<sup>ème</sup> grade, avec les habiletés de plus haut niveau comme la planification et la génération de contenu. Pour les auteurs, ceci

signifie que trois types de contraintes doivent alors être pris en compte pour comprendre les habiletés développementales nécessaires à l'apprentissage de la production écrite : des contraintes neuro-développementales, des contraintes linguistiques et des contraintes cognitives (liées à l'automatisation).

S'appuyant sur ces observations empiriques, Berninger et Swanson (1994) considèrent que la mise en place et le développement des premières compétences rédactionnelles peuvent être décrits en trois étapes consistant en : (1) l'apparition progressive des composantes et processus ; (2) la complexification du rôle de ces différentes composantes et processus et (3) la complexification de ces derniers combinée à l'importance grandissante de la MDT et de la métacognition sur l'écrit. La modélisation de Berninger et Swanson se présente sous la forme d'un modèle en trois étapes, schématisées ci-dessous (Cf. Figures 1a, 1b et 1c). Pour comprendre ces schémas, les auteurs soulignent que plus un composant est situé haut dans la figure, plus il apparaît précocement au cours du développement. Le premier schéma présente le modèle de développement de l'écrit aux grades élémentaires, lorsque apparaissent progressivement formulation, puis révision et planification (Figure 1a).

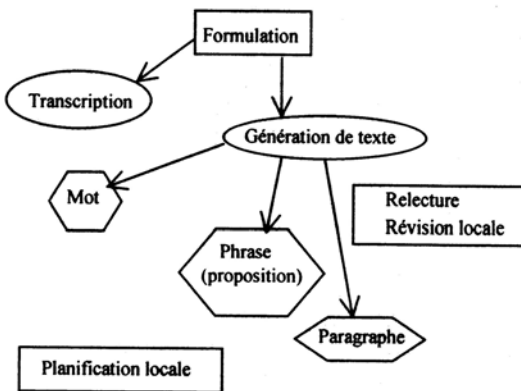


Figure 1a : Première étape développementale de la production écrite, adaptée de Berninger et Swanson (1994, notre traduction)

Selon les auteurs, la formulation est la première des composantes à apparaître chez les enfants les plus jeunes (*primary grades*). Elle permet au jeune rédacteur de produire de l'écrit, sans forcément être en mesure de planifier ses idées ou de considérer la qualité de cet écrit. La formulation est composée de deux processus : (a) la génération de textes, consistant en la transformation des idées récupérées en représentations linguistiques dans la MDT et (b) la transcription, conduisant à la traduction des représentations en MDT sous forme de symboles écrits sur la feuille de papier. La transcription permet donc à la fois d'orthographier les mots et de réaliser le texte sous une forme graphique. Le développement du processus de transcription serait antérieur à celui de la

génération de texte. Ce ne serait donc qu'après avoir maîtrisé la graphie des lettres que le jeune rédacteur pourrait générer ses premières formes écrites, s'articulant d'abord autour du mot, puis de la phrase ou proposition et enfin du paragraphe.

Complétant la composante de formulation, les composantes de révision, d'abord, et de planification, ensuite, n'apparaissent que progressivement. Portant sur des représentations très locales, ces dernières n'entretiennent pas forcément de relations avec la formulation. Tout se passe comme si les trois composantes fonctionnaient de façon relativement autonome, c'est-à-dire sans que le résultat des traitements de l'une n'influe sur les traitements en cours ou à venir de l'autre.

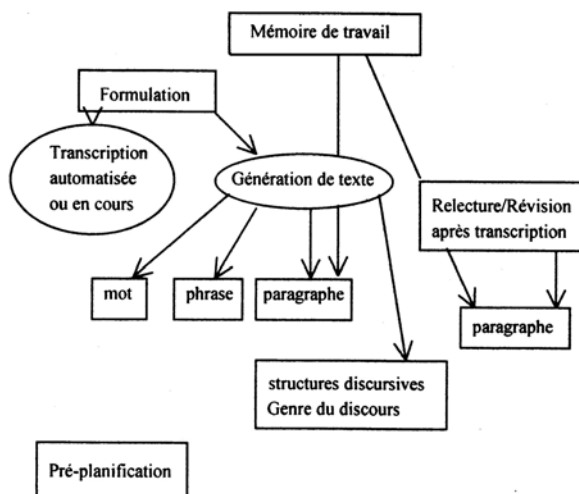


Figure 1b : Modèle de production écrite chez les enfants de grades intermédiaires

Cette absence d'interactivité laisse penser à une encapsulation des composantes, qui serait liée à une impossibilité du jeune rédacteur à maintenir en MDT l'ensemble des produits traités et établir un plan global pour produire son texte. Cette notion d'encapsulation apparente des processus sera abordée dans la partie suivante, avec McCutchen (1996).

Le deuxième schéma de Berninger et Swanson présente la progression des processus, chez des enfants plus âgés (*intermediate grades* – Figure 1b).

Chez les enfants un peu plus âgés, relativement à la formulation, le sous-processus de transcription commence à s'automatiser et la génération de textes s'enrichit d'une représentation supplémentaire grâce aux plans de textes (structures discursives) et aux genres discursifs. La révision peut désormais concerner un paragraphe et non plus seulement un mot. La planification demeure isolée de l'ensemble des autres traitements rédactionnels. Si le jeune rédacteur est en mesure de procéder à un travail de planification préalable du contenu de son texte, le produit de ce travail n'est pas forcément utilisé pour guider la génération du texte. Les auteurs, en nommant cette composante « pré-planification », la considèrent comme indépendante de la phase de rédaction. Sur le plan de la

coordination des traitements en MDT, la formulation et la révision commencent à fonctionner en interactivité. Due à la capacité limitée de la MDT, la révision ne porte encore seulement que sur les produits transcrits, via la relecture du paragraphe écrit, et non sur une représentation interne du texte.

Enfin, le dernier modèle présente l'écrit chez les enfants plus âgés, en début de collège (voir Figure 1c).

Ce dernier modèle met en évidence la complexification du rôle des différents processus et sous-processus et l'importance croissante de la MDT (flèches en relation avec toutes les composantes sur le schéma) pour la gestion de l'écrit. Ainsi, chez les collégiens (*junior high grades*), l'évolution essentielle relève moins de l'enrichissement des composantes (qui sont maintenant constituées) que de leur coordination en MDT. Ce serait à ce stade que les contraintes en MDT et les connaissances métacognitives des jeunes rédacteurs joueraient un rôle déterminant dans l'évolution de l'expertise rédactionnelle. Ces deux dimensions seraient également responsables des différences inter- et intra-individuelles.

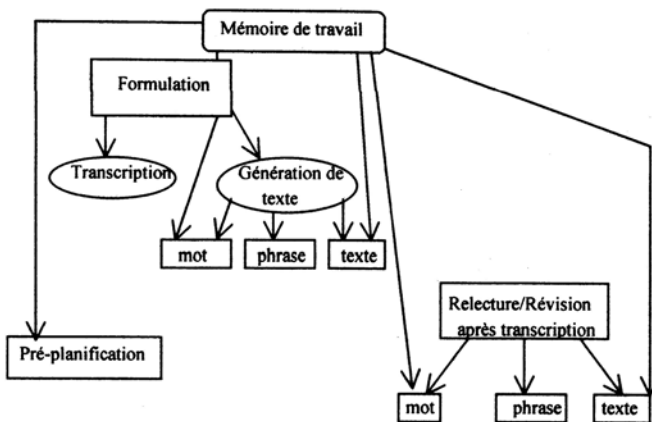


Figure 1c : Modèle de développement de l'écrit chez les « juniors »

L'apport essentiel des travaux de Berninger et de ses collaborateurs, à un niveau à la fois théorique et empirique, est d'avoir mis en évidence le rôle déterminant de la MDT, mais aussi de la mémoire à court terme (MCT) au cours du développement rédactionnel. En outre, la description qu'ils proposent de l'ordre d'apparition et de mise en place des composantes et processus rédactionnels est importante pour comprendre l'évolution des performances des rédacteurs. Notamment, le fonctionnement de la composante de planification peut être souligné : celle-ci nécessite en effet plus de temps pour articuler son fonctionnement, en MDT, avec celui des composantes de formulation et de révision. Ainsi, alors que les novices produisent le plus souvent une formulation unique et la conservent tout au long de la production, les experts travaillent plus longtemps leur mise en texte et n'hésitent pas à la modifier (Bereiter &

Scardamalia, 1987). Il n'y aurait donc pas ou peu d'anticipation (i.e., planification) chez les enfants ou chez les rédacteurs novices, qui se lanceraient directement dans la production, comme le signalait déjà McCutchen en 1988 (« *think it, write it* » : récupération en mémoire puis transcription directe). Ensuite, après le 6<sup>ème</sup> grade (11-12 ans), l'articulation de la planification se met en place. L'interactivité de cette composante est très progressive (i.e., d'une planification très locale à une planification d'ensemble) et assez lente (à partir de 10-11 ans et jusqu'à l'âge de 15-16 ans ; voir Alamargot & Chanquoy, 2001). Planifier suppose d'acquérir de nouvelles connaissances pragmatiques, rhétoriques et linguistiques, mais aussi des stratégies de traitements expertes et complexes, permettant la gestion de ces ressources pour moduler et adapter en permanence la trace écrite en fonction des intentions communicatives (Cf. plus haut la notion de dialectique).

Ainsi, lorsque les rédacteurs experts et/ou adultes élaborent leur texte, ils ne s'en tiennent pas à une simple énonciation ordonnée des connaissances disponibles, mais procèdent à une transformation des connaissances en fonction des contraintes rédactionnelles. Cette opposition a conduit Bereiter et Scardamalia (1987) à distinguer deux stratégies à l'œuvre au cours de la production : la stratégie des connaissances rapportées (*knowledge telling strategy*) et la stratégie des connaissances transformées (*knowledge transforming strategy*).

## 2.2. Accès à l'expertise : Le modèle de Bereiter et Scardamalia (1987)

L'accès à l'expertise rédactionnelle a été précisément décrit par Bereiter et Scardamalia (1987) à travers le passage d'un mode de planification local du contenu du texte (stratégie des connaissances rapportées) à un mode de planification global, complexe et relevant d'une véritable activité de résolution de problèmes (stratégie des connaissances transformées). La complexification des stratégies de planification serait en partie liée aux capacités de la MDT, plus particulièrement à celles de traitement. Ainsi, c'est essentiellement sur le processus de planification que reposerait, selon ces auteurs, l'accès à l'expertise rédactionnelle. C'est pourquoi, en utilisant la méthode des protocoles verbaux, Burtis, Bereiter, Scardamalia et Tetroe (1983) ont analysé l'évolution de ce processus. Selon Burtis et al., le développement consisterait essentiellement en une différenciation progressive de la planification par rapport aux autres processus (Cf. également, Berninger & Swanson, 1994) et à un allongement du temps de planification. En effet, à 14 ans, les enfants ne consacraient que 10% du temps de composition à la planification, qui se limiterait à ce qu'il faut écrire ensuite. A l'opposé, la production écrite experte consisterait en la possibilité de planifier avant et pendant la composition, à un niveau à la fois local et global.

Le modèle de Bereiter et Scardamalia (1987) permet alors d'envisager à la fois le développement de la composante de planification et l'accès à l'expertise rédactionnelle, cette dernière consistant à pouvoir rédiger des textes adaptés aux lecteurs, sur le plan des contenus et de leur mise en texte. Selon ces auteurs, les

enfants et les adolescents (i.e., entre 9-10 et 15-16 ans) et/ou les rédacteurs inexpérimentés ne gèrent pas leur production de la même manière que les adultes et/ou les experts. Pour formaliser ces observations, Bereiter et Scardamalia ont élaboré, grâce à la méthode des protocoles verbaux utilisée chez des adultes et des enfants de 4<sup>ème</sup>, 6<sup>ème</sup> et 8<sup>ème</sup> grades, un modèle de la production écrite, présentant deux types de stratégies de production, présentées ci-après (voir Figures 2a et 2b).

- L'une, nommée stratégie des connaissances rapportées (*Knowledge Telling Strategy*), est une stratégie novice qui consiste globalement à composer un texte en formulant les idées au fur et à mesure qu'elles sont récupérées ou générées depuis la MLT, sans procéder à une réorganisation d'ensemble du contenu conceptuel ou de la forme linguistique du texte. McCutchen (1996) traduit d'ailleurs cette stratégie par un fonctionnement en cycles répétitifs de récupération et de formulation, très utile aux jeunes rédacteurs, car elle leur permettrait, malgré les multiples demandes du processus de production écrite, de produire un texte. La stratégie des connaissances rapportées revient à utiliser les habiletés conversationnelles de l'oral pour les tâches écrites. Les jeunes rédacteurs (aux alentours de 10 ans), contraints par les multiples demandes du processus rédactionnel, ne peuvent mettre en œuvre qu'une gestion pas à pas de leur production, en ne prenant en compte que certains paramètres rédactionnels (comme le genre

et le thème du texte) et en en délaissant d'autres (comme le destinataire et le contexte de la production). Ceci les conduit à rédiger des textes se présentant comme des juxtapositions d'énoncés, sans liens clairs. Le texte est donc élaboré sans réelle réorganisation des informations récupérées et de manière assez économique. Cependant, cette économie ne fournit qu'une faible cohérence locale entre les idées.

- L'autre stratégie, plus experte, est appelée stratégie des connaissances transformées (*Knowledge Transforming Strategy* – Figure 2b). Les rédacteurs experts utiliseraient des procédures plus complexes que celles à l'œuvre lors de la stratégie précédente, notamment en réélaborant la nature et la structure des informations récupérées en mémoire, en fonction d'un large ensemble de paramètres liés à la production. Cette stratégie nécessite de procéder à des réajustements du contenu conceptuel du texte, en fonction à la fois des buts pragmatiques et rhétoriques du rédacteur et du texte en cours de rédaction. Le rédacteur doit alors retravailler le contenu conceptuel et la forme linguistique du texte, jusqu'à leur parfaite adéquation avec ses intentions et sa visée communicative. La stratégie de transformation des connaissances requiert une construction et une élaboration du contenu textuel, en tenant compte à la fois des dimensions rhétoriques, linguistiques et pragmatiques de la production. Cette stratégie, contrairement à la précédente, suppose de procéder à une planification importante du contenu du texte, en fonction de toutes ces dimensions. Certains auteurs la comparent d'ailleurs à la stratégie mise en œuvre lors de la résolution de problèmes et considèrent qu'elle demande davantage d'efforts. Ceci expliquerait qu'elle est utilisée par les seuls rédacteurs experts.

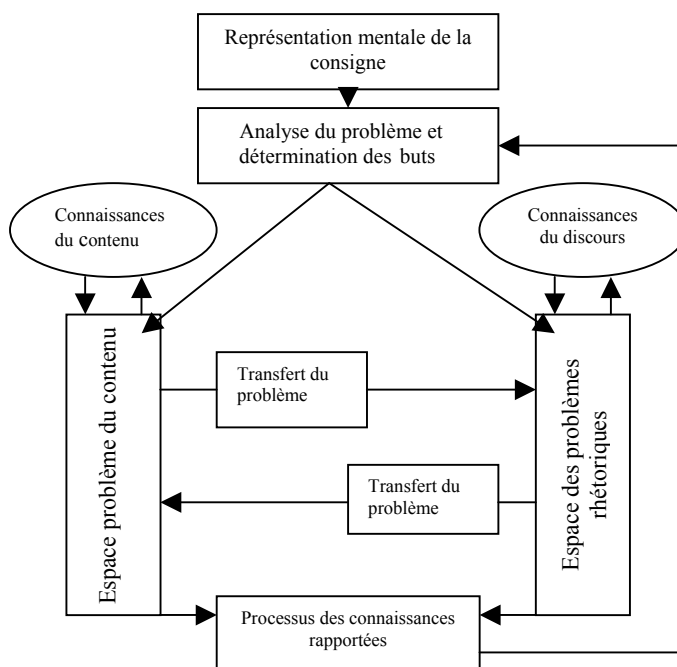


Figure 2b :  
Stratégie des connaissances transformées, d'après Bereiter et Scardamalia (1987)

Ainsi, la différence essentielle entre les deux stratégies relève de la présence, dans le cas de la stratégie des connaissances transformées, d'un système complexe de résolution de problèmes qui repose sur le fonctionnement interactif de trois composantes spécifiques :

La composante relative à l'analyse du problème et des buts rédactionnels permet au rédacteur expert d'effectuer, sur la base de la consigne, une analyse complexe de la tâche à effectuer, des objectifs à atteindre et des moyens à mettre en œuvre pour atteindre ces objectifs. Cette activité de planification de la tâche permet de contrôler la résolution de deux sous-problèmes, respectivement liés à la planification des contenus (« quoi dire ? ») et à la planification des procédés rhétoriques pour exprimer ces contenus (« à qui et comment le dire ? »).

Ces deux types de planification sont gérés dans leurs propres espaces. L'espace relatif au contenu, en relation avec les connaissances de ce contenu, permet de transformer ou de modifier celles-ci. L'espace relatif aux problèmes rhétoriques, en relation avec la connaissance du discours, permet de récupérer ou modifier des procédés rhétoriques ou pragmatiques.

Un point capital dans le principe de fonctionnement de la stratégie de *Knowledge Transforming* est que la résolution des problèmes de contenu et celle des problèmes rhétoriques s'opèrent en étroite interaction (i.e., notion de dialectique entre l'espace des contenus et l'espace rhétorique : Scardamalia & Bereiter, 1991). Plus précisément, l'analyse du texte en cours d'écriture alimente, grâce à des feedbacks, l'activité de résolution de problème. Ces feedbacks permettent au rédacteur de composer son texte sur la double base de ses intentions planifiées et de son analyse de l'adéquation entre la trace linguistique effectivement produite et ses intentions. Le rédacteur peut transformer des connaissances au sein de l'espace des contenus, en tenant compte des buts et des contraintes pragmatiques et rhétoriques définies dans l'espace rhétorique. Inversement, il est également possible de modifier, dans ce même espace, les dimensions rhétoriques et pragmatiques en fonction de contraintes liées au contenu (par exemple, notifier au lecteur un passage particulièrement complexe). Enfin, l'ensemble du système de résolution de problèmes propre à cette stratégie a essentiellement pour fonction de préparer les contenus qui seront mis en texte grâce au processus de connaissances rapportées.

En conclusion, les stratégies de connaissances rapportées et transformées ne sont pas considérées par leurs auteurs comme deux étapes dans le développement de l'expertise, mais plutôt comme deux extrêmes sur un continuum. Le développement de l'expertise rédactionnelle est envisagé comme un passage progressif de la première à la seconde stratégie, nécessitant de franchir un certain nombre de paliers intermédiaires. En outre, l'expert peut tout à fait utiliser, dans des circonstances particulières, la stratégie des connaissances rapportées. McCutchen (1988) donne à ce propos l'exemple de la rédaction des cartes de vœux, qui ne suppose pas une transformation majeure des contenus.

Dans le modèle de Berninger et Swanson (1994), comme dans celui de Bereiter et Scardamalia (1987), les capacités de maintien et de traitement de la MDT jouent un rôle fondamental en permettant à des processus isolés de

s'articuler et d'assurer un traitement interactif afin d'appréhender l'ensemble des contraintes pesant sur la réalisation du texte. Dans les deux cas, il est postulé que l'augmentation des capacités de la MDT et/ou l'augmentation des ressources attribuables à un processus donné autorise la complexification des traitements rédactionnels.

Dans la partie suivante, deux conceptions différentes de l'extension des ressources en MDT sont envisagées et une tentative pour montrer la manière dont elles peuvent expliquer, pour l'une, l'interactivité progressive des processus rédactionnels et, pour l'autre, l'accès à l'expertise rédactionnelle est proposée.

### **3. La MDT comme moyen d'accès à l'expertise rédactionnelle**

Dans le domaine de la rédaction de texte, comme d'ailleurs dans d'autres domaines, l'effet de la pratique est le facteur le plus souvent évoqué pour expliquer comment les capacités de la MDT augmentent ou comment les ressources disponibles peuvent être étendues. Outre ce facteur général, deux conceptions complémentaires peuvent être considérées. La première a été formalisée à travers la théorie de la capacité développée par Just et Carpenter (1992). Elle considère que l'automatisation de certains processus, plutôt de bas niveau, permet de libérer des ressources cognitives, alors utilisables par des processus de plus haut niveau. La seconde conception, basée sur les travaux d'Ericsson et Kintsch (1995) postule l'existence d'une instance mémorielle nommée mémoire de travail à long terme (MDT-LT) qui consignerait des procédures et des instructions de stockage et de récupération des connaissances depuis la MLT. Cette instance, hautement stratégique, permettrait à l'expert dans un domaine de récupérer en MDT, à tout moment, de larges ensembles de connaissances, avec un coût cognitif moindre. Dans la partie qui suit, chacune de ces deux conceptions est présentée en analysant les rapports qu'elles peuvent entretenir avec le développement de l'activité rédactionnelle.

#### **3.1. Théorie de la capacité et automatisation**

Selon Berninger et Swanson (1994), deux dimensions principales seraient susceptibles d'expliquer le développement des habiletés rédactionnelles : une dimension générale, que les auteurs qualifient d'« ortho-linguistique », liée à la mise en place de connaissances langagières et de stratégies plus élaborées lors de la production, et une dimension liée à l'automatisation de ces habiletés, en relation avec la capacité limitée de la MDT.

Sur ce dernier point, Swanson et Berninger (1996) ont analysé les rapports entre MDT et production écrite. Comme la production écrite est une activité complexe, elle peut rapidement conduire à une surcharge en MDT, surtout chez les enfants. Notamment, la qualité de la production dépendrait des ressources limitées du rédacteur. La question est donc de cerner les relations entre MDT et production écrite et de préciser dans quelle mesure les capacités de la MDT sont prédictives du développement des habiletés rédactionnelles. Les auteurs s'interrogent également sur la pertinence de la distinction entre MDT et MCT : selon eux, MCT et MDT seraient probablement deux systèmes distincts ; en outre, la MCT serait davantage liée aux activités dites de bas niveau (comme la transcription graphique), alors que la MDT serait nécessaire pour des activités de haut niveau (comme la planification, l'organisation et la génération de texte).

Pour répondre à ces questions, Swanson et Berninger ont soumis trois groupes de 100 participants (4<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> grades : i.e., 9-10 ans à 11-12 ans) à des mesures de MDT, de MDT visuo-spatiale, de MCT, de composition, de transcription, de vocabulaire et de lecture. Leurs résultats montrent tout d'abord que la MDT et la MCT sont bien indépendantes, la première étant davantage utilisée pour le maintien des informations liées aux traitements de bas niveau (comme la production graphomotrice), tandis que la seconde est en relation avec des traitements de plus haut niveau. De plus, pour ces auteurs, ces deux types de mémoire sont centraux pour l'automatisation. Celle-ci présenterait alors deux principaux avantages : l'un direct, faciliterait la transcription, grâce à la pratique (i.e., accélération des mouvements graphomoteurs et amélioration de la qualité du geste, essentiellement) ; l'autre, indirect, permettrait de libérer des ressources cognitives pour les autres traitements rédactionnels.

Ce double phénomène de libération des ressources par automatisation et de répartition de celles-ci a été théorisé par McCutchen (1994, 1996) qui a repris, pour l'écrit, la théorie de la capacité développée par Just et Carpenter (1992) dans le cadre de la lecture. Cette théorie permet de rendre compte de la dimension d'automatisation développée dans le modèle et les travaux de Berninger et collaborateurs et souligne, une fois de plus, le rôle fondamental de la MDT en production écrite

Selon McCutchen, la limitation de la capacité de la MDT entraînerait des différences non seulement développementales mais aussi inter-individuelles en production. En effet, la MDT implique à la fois des activités de stockage et de traitement des informations, ce qui nécessite un partage des ressources disponibles pour ces deux types d'activités, dû à la capacité limitée de traitement de l'information en MDT (pour une approche développementale plus générale voir, défendant cette conception, Case, 1985). Pour composer un texte, les rédacteurs expérimentés sont capables de coordonner simultanément en MDT plusieurs processus (McCutchen, 1994), ce qui est coûteux en traitement et en maintien. Dans ce cadre, McCutchen propose une théorie capacitaire de la production écrite (*capacity theory of writing*). Elle y postule que les différents processus de production écrite sont interactifs et récursifs et que l'habileté en production écrite accroît cette interactivité et cette récursivité. Ainsi, bien qu'elle

rejette les conceptions relatives à la modularité et à l'encapsulation (Cf. Fodor, 1983), elle considère que les processus de production écrite des enfants fonctionneraient comme s'ils étaient encapsulés et non interactifs, à cause des limitations en MDT. Chez les jeunes rédacteurs, l'encapsulation apparente des différents processus serait due à la limitation des ressources cognitives, limitation d'autant plus accentuée que les traitements liés à la production seraient moins efficaces. Il existe bien sûr des explications concurrentes à celle-ci. Notamment, certains auteurs postulent des différences de capacité de la MDT pour expliquer les différences de fonctionnement cognitif (par exemple, pour la lecture, voir Cantor, Engle, & Hamilton, 1991). L'inefficacité (ou le moins bon fonctionnement) des processus pourrait alors être le symptôme et non la cause de la limitation de capacité de la MDT (pour plus de précision, Chanquoy & Alamargot, 2002).

### **3.2. La MDT-LT, mémoire pour l'expert : développement stratégique de la récupération et du stockage**

Selon Bereiter et Scardamalia (1987), composer un texte par le biais de la stratégie de transformation des connaissances est réservé aux rédacteurs experts, car cette stratégie nécessite d'établir aussi bien des plans de contenus que des plans rhétoriques, tout en tenant compte de l'ensemble des contraintes inhérentes aux espaces de contenus et rhétoriques. D'ailleurs, pour les auteurs, l'interprétation la plus plausible pour expliquer l'âge tardif auquel un jeune rédacteur maîtrise cette stratégie serait liée à la nécessité d'augmenter ses capacités de planification (permettant de procéder à des activités de gestion de la production) ainsi que l'empan de MCT (permettant de maintenir l'ensemble des contraintes émanant de l'activité de résolution de problèmes).

Au regard de l'aspect particulièrement complexe de la stratégie des connaissances transformées, la MDT-LT, notion d'abord développée dans le domaine de la compréhension et de la résolution de problèmes par Ericsson et Kintsch (1995), servirait plus particulièrement, selon Kellogg (1999) et McCutchen (2000), les rédacteurs les plus experts (pour une discussion, voir Chanquoy & Alamargot, 2002). Selon Ericsson et Kintsch (1995), les individus experts dans un domaine acquièrent non seulement des connaissances déclaratives et procédurales, mais aussi des méthodes particulières de stockage et de récupération de ces connaissances qui, une fois opérationnelles et efficaces, conduiraient à une extension des capacités de la MDT, ces méthodes nécessitant alors très peu de ressources pour être opérationnelles. Ainsi, la MDT-LT permettrait de récupérer stratégiquement et très économiquement des contenus stockés en MLT afin de les activer en MDT (voir également Ericsson & Delaney, 1998). Kellogg, chez l'adulte, et McCutchen, chez l'enfant, ont émis un certain nombre d'hypothèses sur le rôle que pourrait jouer une telle instance mémorielle pour l'activité rédactionnelle.

Ainsi, Kellogg (1999, 2001a) a reconsidéré son modèle de 1996 en tentant d'y intégrer la MDT-LT, afin d'expliquer le comportement rédactionnel expert. Pour Kellogg, en effet, une théorie de la production écrite doit expliquer comment et pourquoi des experts dans un domaine référentiel donné rédigent des textes de meilleure qualité et de façon plus efficace et moins coûteuse que des novices. Ainsi, Kellogg postule que, comme pour la résolution de problèmes, les rédacteurs experts dans un domaine pourraient étendre la capacité de leur MDT grâce à une récupération des connaissances en MLT plus efficace, plus stratégique et plus économique, grâce à l'intervention de la MDT-LT (voir aussi Kellogg, 2001b). De manière comparable, McCutchen (2000) recourt également à cette notion pour expliquer certaines difficultés de production des jeunes rédacteurs : par manque de pratique et de stratégies de traitement associées, ces rédacteurs n'auraient pas encore pu instaurer une instance de MDT-LT. En revanche, les rédacteurs experts, possédant des processus de formulation efficaces et des connaissances langagières plus développées, peuvent alors mettre en place une structure de type MDT-LT. Leur gestion de l'activité rédactionnelle est alors meilleure et plus efficace, parce que, essentiellement, plus économique cognitivement.

Ainsi, McCutchen (2000) et Kellogg (1999, 2001a) expliquent la différence entre experts et novices par la présence ou l'absence de la MDT-LT. Par conséquent, chez les experts, il serait possible de postuler que les connaissances en jeu lors de l'activité rédactionnelle n'auraient un effet facilitateur que si la MDT-LT « fonctionne » effectivement, intervenant pour aider la MDT. Celle-ci pourrait alors se consacrer à d'autres traitements et agir plus efficacement lors de la production. La MDT-LT peut dès lors être considérée comme une explication pertinente du développement vers l'expertise rédactionnelle, via l'élaboration de stratégies sophistiquées liées à la récupération des informations et des connaissances nécessaires à l'activité. Il serait sans doute prometteur de poursuivre les validations expérimentales de ce concept, conduites pour l'instant seulement chez de jeunes adultes (Kellogg, 2001a), dans une visée développementale. D'un point de vue théorique, il serait utile d'approfondir les relations entre MLT, MDT et MDT-LT en les incluant dans un modèle procédural de production de textes, allant, comme le suggère McCutchen (2000), jusqu'à expliquer l'accès progressif à l'expertise rédactionnelle.

## **4. Conclusion générale**

### **4.1. MDT et développement : Deux conceptions complémentaires**

Toutes les théories vues précédemment s'accordent pour constater qu'il existe d'importantes différences de gestion entre rédacteurs novices et rédacteurs expérimentés. Selon Scardamalia et Bereiter (1987), les enfants et/ou les

rédacteurs inexpérimentés auraient une gestion pas à pas de leur production, proche de celle utilisée à l'oral, sans tenir compte du destinataire et du contexte de la production. Leurs textes se présenteraient comme des annonces de nouvelles ou des juxtapositions d'énoncés, peu structurés. En revanche, les adultes et/ou les rédacteurs experts utiliseraient des procédures plus complexes et considèreraient les paramètres extérieurs à la production.

Globalement, les rédacteurs doivent jongler avec de multiples contraintes (Flower & Hayes, 1980), qui peuvent parfois se transformer en facteurs de difficultés voire d'échecs. Pour produire un texte, ils ont en effet à affronter deux groupes de contraintes nouvelles par rapport à la production orale : d'une part, des contraintes inhérentes au code graphique et à l'écriture (e.g., lenteur de la transcription, respect des normes de vocabulaire, de syntaxe, d'orthographe, de style, etc.) ; d'autre part, des contraintes liées à la situation même de production, dues au fait que le rédacteur doit travailler de manière autonome, sans interlocuteur direct ni contexte.

Il existe une grande différence entre le rédacteur expert et le rédacteur novice concernant la gestion simultanée de ces deux niveaux de contraintes. Notamment, chez le novice, le premier niveau est le plus mobilisateur : le rédacteur débutant, ne pouvant le plus souvent ne faire qu'une seule chose à la fois, se trouve souvent en situation de surcharge cognitive. Chez l'expert, au contraire, la gestion des aspects dits mécaniques (graphie, orthographe, syntaxe, etc.) est totalement ou presque totalement automatisée. Celui-ci peut donc déplacer son attention vers des activités de plus haut niveau, comme celles en rapport avec l'organisation et l'expression des idées en fonction de contraintes communicatives et contextuelles ; il peut, en outre, grâce à cette automatisation, gérer différentes tâches en parallèle.

L'une des dimensions centrale dans la mise en place des composantes et processus de la production de textes relève donc de l'automatisation de ceux-ci avec, dans un premier temps, une automatisation touchant essentiellement les traitements dits de bas niveau (comme le graphomoteur, par exemple). Cette automatisation et ses effets sont susceptibles d'être décrits et expliqués dans le cadre de la théorie de la capacité (pour plus de précisions, voir Chanquoy & Alamargot, 2002). En outre, comme le soulignent Berninger et Swanson (1994), il existe également une autre dimension, qualifiée d'ortho-linguistique. Cette seconde dimension ne consisterait pas à automatiser des traitements, mais, plus vraisemblablement, à mettre en place des traitements contrôlés et, parce qu'il ne sont pas réellement automatisables, à développer des stratégies de plus en plus efficaces et expertes liés à la mise en œuvre de ces traitements. Outre les traitements orthographiques et grammaticaux, il est probable que les stratégies liées à la planification des contenus s'inscrivent dans ce cadre. Elles sont également dépendantes de la MDT et de ses caractéristiques, mais sans doute davantage des capacités de traitement que de celles liées au maintien. C'est dans ce contexte que peut être située la MDT-LT.

#### **4.2. Au-delà de la mémoire...**

En conclusion, à l'heure actuelle, il manque encore à la production écrite une théorie développementale « claire » et unifiée. Il existe pourtant de nombreuses recherches comparant les habiletés rédactionnelles à différents âges. Selon Boscolo (1995), le développement de la production écrite devrait être appréhendé selon trois dimensions principales :

Tout d'abord, des recherches sur l'apprentissage de l'écrit sont nécessaires : il faudrait pouvoir remplir le vide qui existe entre les recherches sur l'alphabétisation précoce (*early literacy*) et la production écrite.

Il est également fondamental d'analyser les interactions entre les compétences développementales de l'enfant et l'environnement dans lequel il apprend à écrire.

Enfin, il faut envisager des recherches sur les perceptions et les représentations que les enfants ont de la production écrite, afin de pouvoir mettre en relation ces perceptions/représentations avec leurs compétences.

Ces différents points, et bien d'autres, permettent un bel avenir aux recherches sur la rédaction de textes.

## Bibliographie

- Alamargot, D. & Chanquoy, L. (2001). *Through the models of writing in cognitive psychology*. Boston, Dordrecht, New York: Kluwer Academic Publishers.
- Alamargot, D. & Chanquoy, L. (2002). Les modèles de rédaction de textes. In M. Fayol (Ed.), *Production du langage – Traité des sciences cognitives* (pp. 45-65). Paris : Hermès.
- Bereiter, C. & Scardamalia, M. (1987). *The psychology of written composition*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Berninger, V.W. (1994). Reading and writing acquisition. A developmental neuro-psychological perspective, Dubuque (IA), Brown & Benchmark.
- Berninger, V.W., Cartwright, A.C., Yates, C.M., Swanson, H.L., & Abbott, R.D. (1994). Developmental skills related to writing and reading acquisition in the intermediate grades, *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 6, 161-196.
- Berninger, V.W. & Swanson, H.L. (1994). Modification of the Hayes and Flower model to explain beginning and developing writing. In E. Butterfield (Ed.), *Advances in cognition and Educational Practice. Vol. 2. Children's writing: toward a process theory of development of skilled writing* (pp. 57-82). Greenwich, CT : JAI Press.
- Berninger, V.W., Yates, C., Cartwright, A., Rutberg, J., Remy, E., & Abbott, R. (1992). Lower-level developmental skills in beginning writing. *Reading and Writing: An interdisciplinary Journal*, 4, 257-280.
- Boscolo, P. (1995). The cognitive approach to writing and writing instruction: A contribution to a critical appraisal. *Current Psychology of Cognition*, 14(4), 343-366.
- Burtis, P.J., Bereiter, C., Scardamalia, M., & Tetroe, J. (1983). The development of planning in writing. In B.M. Kroll & G. Wells (Eds), *Explorations in the development of writing*, (pp. 153-174). New York: Wiley.
- Cantor, J., Engle, R.W., & Hamilton, G. (1991). Short-term memory, working memory, and verbal abilities: How do they relate? *Intelligence*, 15, 229-246.
- Case, R. (1985). *Intellectual development: Birth to adulthood*. New York: Academic Press.
- Chanquoy, L., & Alamargot, D. (2002). Mémoire de travail et rédaction de textes : Evolution des modèles et bilan des premiers travaux. *L'Année Psychologique*, 102, 363-398.
- Ericsson, K.A. & Delanay, P.F. (1998). Long-term working memory as an alternative to capacity models of working memory in everyday skilled performance. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory* (pp. 93-114). Cambridge: Cambridge University Press.
- Ericsson, K.A., & Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102, 211-245.
- Fayol, M. (1996). La production du langage écrit. In J. David & S. Plane (Eds.), *L'apprentissage de l'écriture de l'école au collège*. (pp. 9-36). Paris : Presses Universitaires de France.
- Fayol, M. (1997). *Des idées au texte*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Flower, L.S. & Hayes, J.R. (1980). The dynamic of composing: Making plans and juggling constraints. In L.W. Gregg & E.R. Steinberg (Eds.), *Cognitive processes in writing*, (pp. 31-50). Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates.
- Fodor, J.A. (1983). *The modularity of mind*. Cambridge (MA): M.I.T. Press.
- Hayes, J.R. & Flower, L.S. (1980). Identifying the organization of writing processes. In L. W. Gregg and E.R. Steinberg (Eds.), *Cognitive processes in writing: An interdisciplinary approach* (pp. 3-30). Hillsdale, NJ: L. Erlbaum Associates.
- Hayes, J.R., & Flower, L. (1986). Writing research and the writer. *American Psychologist*, 41, 1106-1113.
- Just, M.A. & Carpenter, P.A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in Working Memory. *Psychological Review*, 99, 122-149.

- Kellogg, R.T. (1996). A model of Working Memory in writing. In C.M. Levy & S. Ransdell (Eds.), *The science of writing: Theories, methods, individual differences and applications* (pp. 57-72). Mahwah, NJ: L. Erlbaum Associates.
- Kellogg, R.T. (1999). Components of working memory in text production. In M. Torrance & G.C. Jeffery (Eds.), *The cognitive demands of writing* (pp. 25-42). Amsterdam: Amsterdam University Press.
- Kellogg, R.T. (2001a). Long-term working memory in text production. *Memory & Cognition*, 29(1), 43-52.
- Kellogg, R.T. (2001b). Competition for working memory among writing processes. *American Journal of Psychology*, 114(2), 175-191.
- McCutchen, D. (1988). « Functional automaticity » in children's writing: A problem of metacognitive control. *Written Communication*, 5, 306-324.
- McCutchen, D. (1994). The magical number three, plus or minus two: Working memory in writing. In E.C. Butterfield (Ed.), *Advances in cognition and Educational Practice. Vol. 2: Children's writing: Toward a process theory of the development of skilled writing* (pp. 1-30). Greenwich (CT): JAI Press.
- McCutchen, D. (1996). A capacity theory of writing: Working memory in composition. *Educational Psychology Review*, 8, 299-325.
- McCutchen, D. (2000). Knowledge, processing, and working memory: Implications for a theory of writing. *Educational Psychologist*, 35, 13-23
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1987). Knowledge telling and knowledge transforming in written composition. In R. Rosenberg (Ed.), *Advances in applied psycholinguistics, Vol. 2: Reading, writing, and language learning* (pp. 142-175). Cambridge: Cambridge University Press.
- Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1991). Literate expertise. In K.A. Ericsson et J. Smith (Eds.), *Toward a general theory of expertise* (pp. 172-194). Cambridge: Cambridge University Press.
- Swanson, H.L. & Berninger, V.W. (1996). Individual differences in children's working memory and writing skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, 63, 358-385.
- Torrance, M. (1996). Is writing expertise like other kinds of expertise? In G. Rijlaarsdam, H. van den Bergh & M. Couzijn (Eds.), *Theories, models and methodology in writing research* (pp. 3-9). Amsterdam: Amsterdam University Press.

## Notes

<sup>1</sup> Adresse pour toute correspondance : Lucile Chanquoy – Université de Nantes – Laboratoire de Psychologie – LabECD – Chemin de la Censive du Tertre – BP 81227 – 44 312 Nantes Cedex 3 – France. Tél.: 33 (0) 2 40 14 13 74 – Fax: 33 (0) 2 40 14 12 55.  
E-mail: [lucile.chanquoy@humana.univ-nantes.fr](mailto:lucile.chanquoy@humana.univ-nantes.fr)