

Métacognition et déficience intellectuelle chez l'enfant et l'adolescent : effet d'un entraînement sur la résolution de problèmes

Valérie Pennequin, Olivier Sorel, Isabelle Nanty, Roger Fontaine

DANS **ENFANCE** 2011/2 N° 2, PAGES 225 À 244
ÉDITIONS **NECPLUS**

ISSN 0013-7545

DOI 10.3917/enf1.112.0225

Article disponible en ligne à l'adresse

<https://shs.cairn.info/revue-enfance2-2011-2-page-225?lang=fr>



Découvrir le sommaire de ce numéro, suivre la revue par email, s'abonner...
Flashez ce QR Code pour accéder à la page de ce numéro sur Cairn.info.



Distribution électronique Cairn.info pour NecPlus.

Vous avez l'autorisation de reproduire cet article dans les limites des conditions d'utilisation de Cairn.info ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Détails et conditions sur cairn.info/copyright.

Sauf dispositions légales contraires, les usages numériques à des fins pédagogiques des présentes ressources sont soumises à l'autorisation de l'Éditeur ou, le cas échéant, de l'organisme de gestion collective habilité à cet effet. Il en est ainsi notamment en France avec le CFC qui est l'organisme agréé en la matière.

Métacognition et déficience intellectuelle chez l'enfant et l'adolescent : effet d'un entraînement sur la résolution de problèmes

Valérie PENNEQUIN^{1*}, Olivier SOREL*, Isabelle NANTY* et Roger FONTAINE*

RÉSUMÉ

L'objectif de notre étude est de tester l'effet d'un entraînement métacognitif auprès d'enfants et d'adolescents déficients intellectuels sur les deux composantes métacognitives, les connaissances et les habiletés, ainsi que sur la résolution de problèmes en contexte écologique. Un second objectif est de tester les effets différentiels de l'âge et du niveau de QI sur l'entraînement. Quarante et un enfants et adolescents âgés de 8 à 15 ans, de QI moyen de 56, ont pris part à l'étude et sont divisés en un groupe expérimental et un groupe contrôle. Les participants suivent six séances d'entraînement métacognitif. Les performances de résolution de problèmes ainsi que les connaissances et habiletés métacognitives sont évaluées lors d'un pré-test et d'un post-test. Les connaissances métacognitives sont mesurées par un questionnaire et les habiletés sont mesurées par macro-prédiction. Les résultats montrent un effet bénéfique de l'entraînement sur les habiletés métacognitives ainsi que sur la résolution de problèmes, tant chez les plus jeunes enfants que chez les adolescents. De plus, il n'y a pas de lien entre le niveau de QI et les bénéfices à l'entraînement. Les résultats sont discutés dans le cadre du modèle de Demetriou & Kasi (2001).

MOTS CLÉS : MÉTACOGNITION, DÉFICIENCE INTELLECTUELLE, ENTRAÎNEMENT, RÉSOLUTION DE PROBLÈMES

¹Correspondance : Valérie Pennequin, e-mail : pennequin@univ-tours.fr ; olivier.sorel@univ-tours.fr ; isabelle.nanty@univ-tours.fr ; roger.fontaine@univ-tours.fr

*EA 2114, Université F. Rabelais, 3 rue des tanneurs, 37 041 TOURS CEDEX

ABSTRACT

Metacognition and mental retardation deficiency in children and adolescents: training effect on problem-solving capacities

The central question underlying this study is whether metacognitive training could enhance the two components of metacognition (knowledge and skills) and the problem-solving capacities of children and adolescents with learning disabilities. We also investigated whether metacognitive training had a differential effect according to intellectual level and age. The study involved 41 children aged 8 to 15 years with an average IQ of 56, divided into an experimental and a control group. The participants followed six metacognitive training sessions. Problem-solving performance and metacognitive skills were assessed pre- and post-training. Metacognitive knowledge was evaluated using a questionnaire, while macroprediction was used to evaluate skills. The results showed that participants in the training group had significantly higher post-test metacognitive skills and problem-solving scores. In addition, the beneficial effect of metacognitive training was not linked to the participants' IQ level. The results are discussed in terms of Demetriou and Kasi's model (2001).

KEY-WORDS: METACOGNITION, MENTAL RETARDATION/LEARNING DISABILITY, TRAINING, PROBLEM SOLVING,

Le terme de « métacognition » réfère à un concept multidimensionnel qui permet de « penser sur ses propres processus cognitifs ». Il s'agit de la capacité générale de se représenter son propre fonctionnement mental et de s'interroger sur celui-ci. Il concerne également la capacité de planifier, contrôler et vérifier l'application des stratégies mises en œuvre pour résoudre une tâche (Flavell, 1987). Le concept de métacognition réfère couramment à deux composantes : les connaissances métacognitives et les habiletés métacognitives. Les connaissances métacognitives sont des connaissances déclaratives à propos des stratégies d'apprentissage et de résolution de problèmes. Elles concernent la connaissance et la conscience des stratégies les mieux adaptées selon les contraintes de la tâche et de son propre fonctionnement en tant qu'apprenant. Ces connaissances sont donc à l'interface entre les contraintes cognitives du sujet, celles de la tâche et les stratégies disponibles dans une situation d'apprentissage donnée. Les habiletés métacognitives réfèrent à la régulation et au contrôle des processus cognitifs mis en œuvre dans une tâche (Fernandez-Duque, Baird, & Posner, 2000), c'est-à-dire à la conscience et au contrôle de son propre fonctionnement cognitif. Plus précisément, les habiletés métacognitives comprennent la planification, l'anticipation des étapes et du résultat, le contrôle de l'action, l'autoévaluation et la correction éventuelle d'erreurs. Elles représentent l'aspect procédural de la métacognition.

La métacognition représente une possibilité d'interprétation pour comprendre certains aspects du fonctionnement mental chez les sujets déficients intellectuels, qui ne se réfère pas directement au potentiel cognitif de ces sujets, mais plutôt à leurs capacités à gérer ce potentiel (Flavell & Wellman, 1977 ; Brown, Brandsford, Ferrara, Campione, 1987). Cornoldi et Vianello (1992) ont souligné le rôle critique des deux composantes métacognitives dans le fonctionnement mental du sujet déficient, c'est-à-dire la connaissance et la prise de conscience du sujet pour ses propres pensées, ainsi que la capacité d'activer des stratégies d'exécution et de contrôle. En effet, selon ces auteurs, ces composantes seraient plus défaillantes chez les sujets atteints de déficience mentale que chez les sujets normaux du même âge. D'autres auteurs (Meador & Ellis, 1987 ; Cornoldi & Campari, 1998) ont observé que les personnes ayant une déficience intellectuelle ont des difficultés à réaliser des tâches qui demandent un effort volontaire et une analyse consciente des demandes cognitives.

Notre recherche s'appuie sur le modèle de Demetriou & Kasi (2001) concernant les relations entre les processus cognitifs et métacognitifs. Ces auteurs suggèrent qu'il existe trois niveaux d'organisation reliés entre eux : le premier niveau est celui des processus de base nécessaires à la résolution de la tâche ; par exemple, les capacités numériques et logiques pour une tâche d'arithmétique. Le second niveau concerne les processus cognitifs qui représentent et traitent l'information, ainsi que leurs interactions ; ce niveau concerne les structures de raisonnement, de mémoire, les processus attentionnels. Le troisième niveau ne réfère pas directement aux caractéristiques de l'organisation cognitive, mais plutôt aux capacités de gérer et d'utiliser de façon consciente et stratégiquement efficace

les ressources cognitives disponibles ; ce niveau concerne le système métacognitif. Chacun de ces niveaux peut présenter des distorsions et donc un fonctionnement cognitif anormal. Il s'agit de savoir si la déficience intellectuelle doit être interprétée comme un trouble plus ou moins circonscrit à un niveau spécifique, ou bien comme un trouble cognitif général, ou encore comme un trouble métacognitif. L'orientation de la rééducation va alors dépendre de l'interprétation qui est faite de la déficience mentale. L'ensemble des recherches semble montrer que chacun des niveaux est atteint dans la déficience intellectuelle, ainsi que les liens entre ces niveaux (Detterman, 1987 ; Sternberg et Spear, 1985). En accord avec Masi, Marcheschi, Pfanner (1996), nous pensons que la compréhension de la déficience mentale passe par l'étude des déficiences à chacun des niveaux de fonctionnement, mais aussi par l'étude des rapports et des influences réciproques existant entre ces différents niveaux. L'objectif général de notre recherche est d'étudier si le second niveau d'organisation peut être amélioré grâce à un entraînement du troisième niveau, c'est-à-dire s'il est possible d'augmenter les capacités de résolution de problèmes en développant les capacités métacognitives de sujets déficients intellectuels.

Dans une revue de questions, Büchel et Paour (2005) exposent les différents types d'entraînements métacognitifs qui ont été pratiqués auprès de sujets déficients intellectuels et mettent en évidence la supériorité des entraînements qui allient enseignement des connaissances métacognitives et enseignement de leur mise en œuvre, notamment dans leurs composantes de planification, d'autoévaluation et de contrôle. Les travaux antérieurs semblent montrer qu'il est possible d'entraîner la métacognition de personnes déficientes intellectuelles, toutefois le domaine le plus couramment entraîné est celui de la mémoire (Bray, Huffman, & Grupe, 1998 ; Burack, & Zigler, 1990 ; Comblain, 2001 ; Kendall, Borkowski, & Cavanaugh, 1980 ; Rinaldi, Hessels, Büchel, Hessels-Schlatter, & Kipfer, 2002) auprès d'une population d'adolescents ou de jeunes adultes (Brown, Campione, & Murphy, 1974 ; Büchel, 2001 ; Rinaldi, *et al.* 2002 ; Coutinho, Wiemer-Hastings, Skowronski, Britt, 2005). En effet, Büchel et Paour (2005) relèvent l'existence de difficultés lors de l'application des programmes d'éducation cognitive ; ces difficultés sont d'ordre structural (liées à la limitation du système cognitif en termes de capacité de traitement), d'ordre conceptuel (liées à un niveau minimum de compréhension), et d'ordre langagier et motivationnel, notamment chez les sujets trop jeunes ou atteints d'une déficience intellectuelle sévère. Moreno & Saldana (2005) ont testé l'hypothèse d'un entraînement à la métacognition chez de jeunes adultes déficients intellectuels sévères. Un groupe expérimental de 19 participants et un groupe contrôle de 17 participants ont été constitués avec un QI moyen de 36,23 pour le groupe expérimental et de 31,49 pour le groupe contrôle. Les participants ont suivi un pré-test, des séances d'entraînement assisté par ordinateur pendant trois mois, un post-test, puis un second post-test six mois après la fin de l'entraînement. Les résultats montrent un effet positif de l'entraînement avec des progrès au niveau des différentes

habiletés métacognitives : contrôle de l'impulsivité, planification explicite du comportement, application des conclusions à d'autres contextes, explicitation des stratégies de résolution utilisées, vérification des résultats, attitude critique envers son propre comportement, et dans la formulation de principes généraux relatifs à la résolution de problèmes. Ces progrès sont maintenus six mois plus tard. Au regard des limites signalées par Büchel et Paour (2005), la méthodologie employée par Morena & Saldana (2005) d'apprentissage assisté par ordinateur permet de contourner l'écueil du langage et de la charge cognitive pour les déficients sévères. Comme l'ont relevé Büchel et Paour (2005) dans leur revue de questions, l'efficacité de l'entraînement métacognitif de Morena & Saldana (2005) porte effectivement sur l'amélioration du contrôle du comportement, des capacités de planification et d'autoévaluation.

Parmi les différents domaines sur lesquels l'apprentissage à la métacognition peut générer une optimisation des compétences, nous avons choisi celui de la résolution de problèmes. En effet, de nombreuses recherches ont montré l'efficacité d'un entraînement métacognitif sur la résolution de problèmes mathématiques chez les enfants (Desoete, Royers, and De Clercq, 2003 ; Pennequin, Sorel, Nanty, Fontaine, 2010), adolescents (Kramarski, 2004), jeunes adultes (Masui and De Corte, 1999 ; Fiore, Cuevas, Scielzo, and Salas, 2002) et personnes âgées sans déficience (Pennequin, Sorel, Mainguy, 2010), mais peu se sont intéressées à la résolution de problèmes chez les enfants déficients. Certaines de ces recherches (Chinnapan and Lawson, 1996 ; Pennequin *et al.* 2010) ont étudié les effets différentiels de ces apprentissages selon le niveau de performance des enfants en mathématiques, mais toujours chez des enfants sans déficience intellectuelle. Nous avons choisi la résolution de problèmes de différentes natures (déductif, inductif, analogique), mais dans un contexte écologique afin d'augmenter la motivation et les effets de transfert, limites citées par Büchel et Paour (2005) concernant les effets d'apprentissage chez les déficients intellectuels. Dans une récente recherche, Van der Stel, Veenman (2008) ont étudié la contribution du niveau d'efficacité intellectuelle (QI) et de la métacognition dans les performances d'apprentissage et de résolution de problèmes d'adolescents sans déficience intellectuelle. Leurs résultats montrent que chacun des deux facteurs a sa propre contribution aux capacités d'apprentissage et de résolution de problèmes et que le niveau d'intelligence n'est que modérément corrélé au niveau métacognitif des adolescents. Ces résultats ne contredisent pas Büchel et Paour (2005) puisqu'ils sont observés chez des adolescents non déficients intellectuels. On peut alors se demander si le lien entre le niveau intellectuel et les bénéfices obtenus à un entraînement métacognitif ne serait pas une caractéristique observée dans une population souffrant de déficience intellectuelle. Dans leur article, Büchel et Paour (2005) soulignent également l'importance de la valeur adaptative des stratégies enseignées et de la nature des entraînements. Les stratégies générales ont une valeur adaptative plus grande que les stratégies spécifiques. Büchel et Paour (2005) citent par exemple

la stratégie mnésique d'autorépétition qui a une grande valeur adaptative du fait de sa généralité et de son possible emploi pour retenir une information à court terme, mais qui peut être également utilisée comme une stratégie d'apprentissage pour stocker l'information à long terme. Toutefois, les auteurs notent que les effets de transfert sont parfois difficiles à observer et que la valeur adaptative des méthodes de remédiation n'est pas toujours patente.

Notre étude se propose donc de tester l'effet d'un entraînement métacognitif auprès de sujets déficients intellectuels dans un domaine moins étudié, celui de la résolution de problèmes dans un contexte écologique, et auprès d'une population de jeunes enfants et d'adolescents. Inscrire les tâches dans le contexte de la vie quotidienne, c'est aussi répondre à notre préoccupation de permettre aux sujets de prendre conscience des gains que peuvent leur apporter des connaissances et stratégies métacognitives dans leur quotidien. Nous étudierons également deux limites énoncées par Büchel et Paour (2005), l'effet de l'âge et du niveau de QI sur les effets de l'entraînement. De plus, l'effet de notre entraînement métacognitif sera évalué sur les deux composantes métacognitives : les connaissances et les habiletés. L'effet sur les connaissances métacognitives sera évalué par un questionnaire et l'effet sur les habiletés sera évalué par macro-prédiction et par la performance effective de résolution de problèmes.

Nous nous proposons de tester les deux hypothèses suivantes :

L'entraînement métacognitif a un effet bénéfique sur les deux composantes métacognitives, les connaissances et les habiletés.

L'effet de l'entraînement métacognitif est lié à l'âge des enfants et à leur niveau de QI : les enfants les plus âgés et ayant un plus fort QI sont ceux qui bénéficieront le plus de l'entraînement métacognitif.

MÉTHODE

Participants

Quarante et un enfants et adolescents (17 filles et 24 garçons) âgés de 8 à 15 ans ont participé à l'étude (âge moyen = 11 ; 4 ans, $s = 2$ mois). Ces enfants et adolescents sont scolarisés soit en Institut Médico-éducatif, soit dans une classe SEGPA de la région tourangelles. Tous les participants ont un QI inférieur ou égal à 70, donc présentent une déficience intellectuelle qualifiée de légère à modérée (étendue = 40 à 70, moyenne = 56,2, $s = 9,62$). Il a été expliqué à chaque enfant et adolescent le but de l'expérience et son déroulement afin que chacun choisisse librement d'y participer ou non.

Matériel

Les connaissances métacognitives sont évaluées à partir d'un questionnaire élaboré avec 13 items sous la forme d'affirmations concernant des stratégies

générales de résolution de problèmes (telles « lire plusieurs fois le problème et la question demandée », « encercler les informations pertinentes ») dont le sujet doit juger le degré d'importance sur une échelle graduée allant de 1 (pas important) à 10 (très important). Le score total à l'échelle a donc une étendue de 0 (si le sujet juge toutes les affirmations comme non importantes pour résoudre un problème) à 130 (si le sujet juge, au contraire, toutes les stratégies proposées comme très importantes).

Les habiletés métacognitives sont évaluées d'une part par macro-prédiction (Desoete, Royers, 2006) et, d'autre part, par l'intermédiaire des performances de résolution de problèmes qui permettent la mise en œuvre des stratégies générales entraînées. La macro-prédiction consiste pour l'enfant à anticiper le nombre de problèmes qu'il pense pouvoir résoudre sur les douze problèmes présentés et ce, à la seule lecture de l'énoncé. Le score de macro-prédiction correspond à la valeur absolue de la différence entre la prédiction du participant et le nombre de problèmes correctement résolus. Une faible différence indique que le participant évalue assez précisément par anticipation ses propres performances. Pour la macro-prédiction, l'étendue des scores est donc de 0 (prédiction parfaite) à 12 (prédiction la plus éloignée de la réalité).

Douze problèmes faisant appel à différents raisonnements (inductif, déductif, analogique) et avec un contexte écologique sont proposés aux participants. Certains problèmes ont été adaptés d'un livre scolaire relatif à la métacognition (Côté, 2000) et d'autres à partir de la batterie de résolution de problèmes quotidiens the *Everyday Cognition Battery* (Allaire & Marsiske, 1999) ; par exemple, des questions sont posées au participant à partir de la lecture d'une notice de médicament. Les problèmes sont de difficultés différentes afin d'obtenir de la variance dans les scores de macro-prédiction et dans les scores de résolution de problèmes. 1 point est attribué à chaque problème correctement résolu ; l'étendue des scores est donc de 0 point (aucun problème correctement résolu) à 12 points (tous les problèmes sont résolus) et reflétera la mise en œuvre des stratégies métacognitives. La passation des douze problèmes a été contrebalancée entre les participants. Les douze problèmes sont identiques au pré-test et au post-test et les problèmes utilisés lors des séances d'entraînement sont isomorphes à ceux du pré-test et post-test. Il n'est pas attribué de scores lors des séances d'entraînement.

Procédure

Tous les participants passent un pré-test avec le questionnaire de connaissances métacognitives, la macro-prédiction de leur performance en résolution de problèmes et la résolution effective des problèmes. Six séances d'entraînement, à un rythme d'une séance par semaine, ont été réalisées. Chaque séance avait une durée approximative de 30 minutes. Pour les séances d'entraînement, un groupe expérimental et un groupe contrôle ont été constitués.

Tableau 1.
Caractéristiques du groupe expérimental et du groupe contrôle.

	Groupe expérimental	Groupe contrôle
Effectif	21	20
Répartition des genres	8 filles	9 filles
Moyenne et <i>écart-type</i> de l'âge	11 ; 5 ans ($\sigma = 4 ; 5$)	11 ; 4 ans ($\sigma = 4 ; 6$)
Moyenne et <i>écart-type</i> du QI (WISC III)	56,5 (10,2)	55,9 (10,5)

Le tableau 1 ci-dessus résume les caractéristiques de ces deux groupes :

Il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes concernant l'âge ($t(1, 39) = 0,002$, $p > 0,05$) et le niveau de QI ($t(1, 39) = 0,036$, $p > 0,05$). Tous les participants suivent six séances d'entraînement dont le contenu varie selon que les participants sont affectés au groupe expérimental ou au groupe contrôle. Dans ce dernier, aucune stratégie métacognitive n'est enseignée explicitement ; ce sont des séances de jeu, de lecture, de dessins avec plusieurs partenaires et pendant lesquelles l'accent est davantage porté sur les échanges et la coopération entre les enfants et adolescents. Nous ne nions pas le fait que les séances suivies par les participants du groupe contrôle mettent en œuvre certaines connaissances et habiletés métacognitives, mais aucune stratégie métacognitive n'est enseignée et explicitée délibérément. La comparaison entre les éventuels progrès des deux groupes nous permettra de connaître les effets de nos séances spécifiquement orientées sur l'enseignement des stratégies générales métacognitives de résolution de problèmes.

Le tableau 2 ci-contre résume le contenu de chaque séance :

Les passations du pré-test et du post-test se sont déroulées individuellement au sein de la structure scolaire, tandis que les séances d'entraînement ont eu lieu en petits groupes de 3 ou 4 participants. En effet, en accord avec Portelance et Ouellet (2004), nous pensons que le questionnement individuel ou collectif avec l'ensemble des enfants du groupe est important pour que les interactions verbales de l'expérimentateur avec un enfant puissent s'avérer bénéfiques pour d'autres lorsque ceux-ci ont la possibilité d'entendre le dialogue et d'y participer. La médiation des pairs, autant que celle de l'expérimentateur, est considérée comme une condition essentielle à l'émergence d'activités métacognitives (Cullen, 1985 ; Doly, 1997). De plus, les conflits sociométacognitifs provoqués par l'expression des expériences métacognitives des uns et des autres permettent à la fois d'avoir une meilleure représentation de son propre fonctionnement et d'enrichir son savoir métacognitif en s'appropriant les stratégies d'un autre enfant. L'expérimentateur demande également régulièrement des précisions à l'enfant, reformule ses propos, et les résume de façon claire.

Tableau 2.

Contenu enseigné à chaque séance.

Séances	Groupe expérimental	Groupe contrôle
Pré-test	Questionnaire de métaconnaissances Macro-prédiction Résolution effective des 12 problèmes	Questionnaire de métaconnaissances Macro-prédiction Résolution effective des 12 problèmes
Séance n° 1 : la représentation du problème	Construction d'images mentales, de schémas, diagrammes, graphiques, dessins pour représenter le problème.	Jeux avec plusieurs partenaires
Séance n° 2 : les stratégies générales de compréhension du problème	Lire l'énoncé plusieurs fois, souligner les mots importants, réécrire les informations pertinentes	Dessins sur des thèmes donnés
Séance n° 3 : identification des mots inducteurs de l'unité de mesure	Relever les mots inducteurs de l'unité de mesure : « combien de bonbons ? », « qui ? », « quel âge ? », « combien de temps ? », « combien d'Euros ? »	Invention d'une histoire ou de la fin d'une histoire
Séance n° 4 : identification des mots inducteurs de l'opération logique ou mathématique à utiliser	« Combien reste-t-il ? » indique une soustraction « combien doit-on ajouter ? » indique une addition	Lecture d'histoires et mise en dessins
Séance n° 5 : évaluation du résultat	Le résultat répond-il bien à la question posée ? Est-il plausible ? Vérification du calcul.	Compréhension et résumé d'un petit film
Séance n° 6 : apprentissage à l'autonomie	Utilisation des stratégies enseignées sans les pairs avec observation de l'expérimentateur mais avec un minimum d'aide.	Jeux avec plusieurs partenaires
Post-test	Identique au pré-test	Identique au pré-test

RÉSULTATS

Les résultats seront traités de deux façons différentes : dans un premier temps, nous avons réalisé des analyses de variance afin de tester l'effet de l'entraînement selon que les participants appartiennent au groupe expérimental ou au groupe contrôle. Plusieurs variables dépendantes sont étudiées : les scores au questionnaire de métaconnaissances, les scores de macro-prédiction et les scores de résolution de problèmes. Dans un second temps, les liens entre l'âge, le niveau intellectuel et les bénéfices de l'entraînement seront étudiés par

analyses de régression dans laquelle l'âge des participants et leur niveau de QI seront entrés comme prédicteurs des progrès de résolution de problèmes et de macro-prédiction entre le pré-test et le post-test.

Statistiques descriptives

Le tableau 3 ci-dessous expose les moyennes et écart-types des scores obtenus pour les deux mesures métacognitives ainsi que pour la performance en résolution de problèmes pour chacun des deux groupes :

Tableau 3.
Moyennes et écart-types à chaque épreuve et pour chaque groupe.

	Groupe Expérimental		Groupe Contrôle	
	Moyenne et (Ecart-type) au Pré-test	Moyenne et (Ecart-type) au Post-test	Moyenne et (Ecart-type) au Pré-test	Moyenne (Ecart-type) au Post-test
Connaissances métacognitives	59,67 (3,54)	64,24 (3,71)	58,8 (3,63)	58,75 (3,8)
Macro-prédiction	5,17 (0,63)	2,9 (0,50)	5,32 (0,65)	4,67 (0,51)
Performances en résolution de problèmes	3,31 (0,41)	5,52 (0,43)	3,27 (0,42)	3,9 (0,44)

On peut observer une surestimation de la prédiction : tous les participants (sauf un dans le groupe expérimental et 2 dans le groupe contrôle) surestiment leur performance en résolution de problèmes, que ce soit au pré-test ou au post-test. Pour les analyses statistiques, la différence entre le nombre de problèmes que le participant prédit de résoudre et le nombre de problèmes correctement résolus est calculée en valeur absolue ; en effet, ce qui est important pour évaluer les capacités de macro-prédiction est l'écart entre la prédiction et la performance réelle, que cet écart soit une surestimation ou une sous-estimation.

Analyses de Variances : les effets de l'entraînement

Une première analyse de variance a été réalisée sur la différence entre les scores au questionnaire de connaissances métacognitives obtenus au post-test et au pré-test. Les variables indépendantes sont le type de groupe (expérimental ou contrôle) auquel le participant appartient et l'effet de l'entraînement (différence entre post-test et pré-test). Les résultats ne montrent pas d'effet significatif du type de groupe ($F(1, 39) = 0,40, p > 0,05$) sur l'évolution des connaissances métacognitives. L'effet de l'entraînement n'est pas significatif à $p = 0,05$ ($F(1, 39) = 3,02, p = 0,09$) ni l'interaction entre les deux facteurs ($F(1, 39) = 3,15, p = 0,08$).

Les deux autres analyses de variance ont été réalisées avec les mêmes variables indépendantes (type de groupe), mais pour l'une la variable dépendante est la valeur absolue de la différence de scores obtenus entre la macro-prédiction au pré-test et au post-test, et pour l'autre, la variable dépendante est la différence du nombre de problèmes effectivement résolus entre le pré-test et le post-test. Les figures 1 et 2 illustrent les effets significatifs observés entre le pré-test et le post-test pour les deux groupes (expérimental et contrôle) pour la macro-prédiction et les performances de résolution de problèmes.

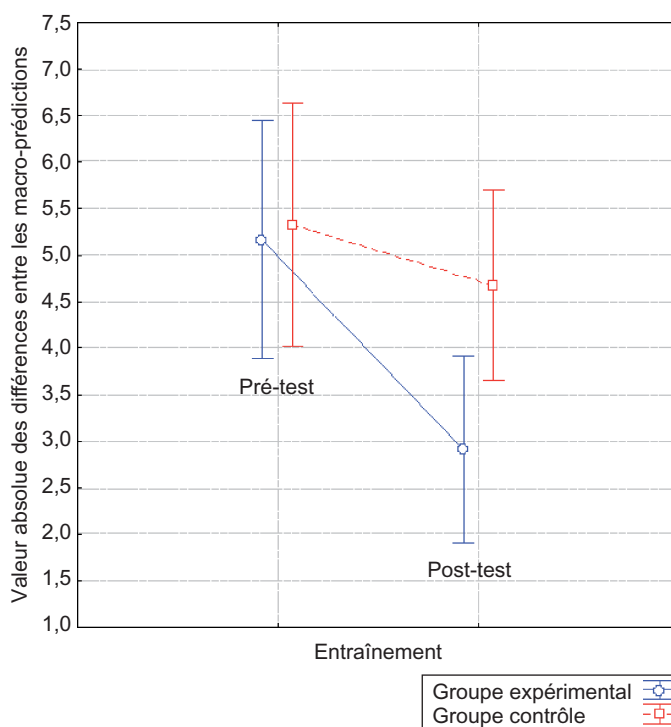


Figure 1.

Effet de l'entraînement sur les performances de macro-prédiction.

L'analyse de variance portant sur la macro-prédiction ne montre pas d'effet du type de groupe, ($F(1, 39) = 1,67$, $p > 0,05$), mais il existe un effet significatif de l'entraînement ($F(1, 39) = 43,43$, $p < 0,0001$). Il est également observé une interaction ($F(1, 39) = 13,31$, $p = 0,01$) montrant que l'effet bénéfique de l'entraînement sur la macro-prédiction n'existe que pour les participants du groupe expérimental. L'analyse de variance portant sur les performances de résolution de problèmes montre des résultats semblables à ceux observés pour la macro-prédiction : il n'est pas observé d'effet du type de groupe, ($F(1, 39) = 2$, $p > 0,05$), mais il existe un effet significatif de l'entraînement ($F(1, 39) = 41,29$, $p < 0,0001$), ainsi qu'une interaction entre les deux facteurs type de groupe x entraînement ($F(1, 39) = 30,37$, $p < 0,0001$) montrant que l'effet bénéfique de

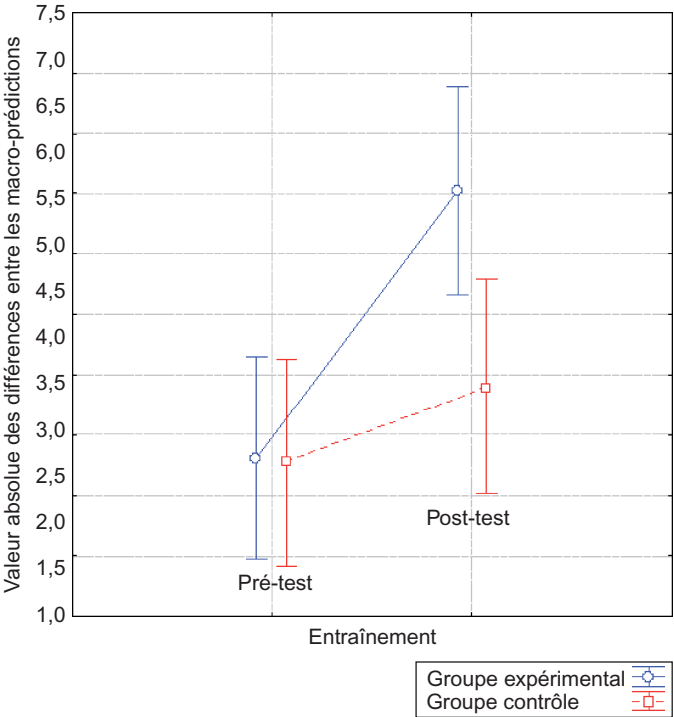


Figure 2.
Effet de l’entraînement sur les performances de résolution de problèmes.

l’entraînement sur les performances de résolution de problèmes n’existe que pour les participants du groupe expérimental.

Il est important d’effectuer une analyse plus différentielle des progrès observés entre le pré-test et le post-test dans le groupe expérimental car une moyenne supérieure ne renseigne pas sur le profil individuel de chaque sujet. Ainsi, nous observons que seuls 2 participants sur 21 du groupe expérimental n’ont pas amélioré leur score de connaissances métacognitives entre le pré-test et le post-test ; sans toutefois le diminuer fortement. Tous les autres participants (90,5 %) ont légèrement augmenté leurs scores mais, comme nous l’avons vu précédemment, de façon non significative. Concernant les scores de macro-prédiction, nous observons que seulement 3 participants n’ont pas amélioré leur prédiction entre le pré-test et le post-test ; 2 d’entre eux ont déjà un très bon score de macro-prédiction au pré-test (ils n’ont qu’un seul problème d’écart entre leur prédiction et leur performance réelle au pré-test et 2 d’écart au post-test) ; 1 seul sujet a gardé le même score de macro-prédiction entre le pré-test et le post-test. On peut donc constater que 85,7 % des participants ont amélioré leur macro-prédiction entre le pré-test et le post-test. Concernant les performances de résolution de problèmes, 100 % des participants ont amélioré leur performance (aucun n’a régressé, ni même stagné) : la moyenne des progrès

est d'environ 2 problèmes supplémentaires correctement résolus au post-test par rapport au pré-test.

Analyses de régression : analyse différentielle des liens entre l'âge et le QI avec les progrès observés

Le tableau 4 ci-dessous présente les corrélations obtenues sur l'échantillon des 21 participants du groupe expérimental entre chacune des variables. Les variables étudiées dans ces analyses sont l'âge, le QI, la différence de scores au questionnaire de métaconnaissances entre le post-test et le pré-test, la valeur absolue de la différence de scores entre la macro-prédiction au pré-test et au post-test, la différence entre les scores de résolution de problème au post-test et au pré-test.

Tableau 4.
Corrélations entre les prédicteurs et les scores métacognitifs pour les participants du groupe expérimental.

	Age	QI	Métaconnaissances	Macro-prédiction	Résolution de problèmes
Age	1				
QI	0,14	1			
métaconnaissances	0,3909*	0,14	1		
Macro-prédiction	0,11	-0,15	0,01	1	
Résolution de problèmes	0,04	0,04	0,15	-0,26	1

* $p < 0,05$

Nous avons réalisé trois analyses de régression en entrant l'âge et le QI comme prédicteurs sur chacune des différences de métaconnaissances, de macro-prédiction et de performances en résolution de problèmes. Le modèle de régression obtenu avec les connaissances métacognitives montre que seul l'âge est significativement corrélé avec les connaissances ($\beta = 0,38$, $p < 0,01$ pour l'âge et $\beta = 0,09$, $p > 0,05$ pour le QI). 16,05 % de la variance des scores de connaissances sont expliqués par les deux prédicteurs. Ni l'âge, ni le QI n'explique la variance des progrès de macro-prédiction dans le second modèle de régression ($\beta = 0,13$, $p > 0,05$ pour l'âge et $\beta = -0,16$, $p > 0,05$ pour le QI ; $R^2 = 0,0385$, $p > 0,05$). De la même façon, le modèle de régression concernant les progrès observés en résolution de problèmes ne met en évidence aucun lien entre les prédicteurs et les scores ($\beta = 0,037$, $p > 0,05$ pour l'âge et $\beta = 0,037$, $p > 0,05$ pour le QI ; $R^2 = 0,0031$, $p > 0,05$).

DISCUSSION

L'objet de notre étude était de tester l'effet d'un entraînement métacognitif auprès de participants enfants et adolescents déficients intellectuels sur la résolution de problèmes en contexte écologique. L'effet de notre entraînement est évalué sur les deux composantes métacognitives, les connaissances et les habiletés. Nous avons également comme objectif de tester les effets de l'âge et du niveau de QI sur les éventuels progrès observés grâce à l'entraînement métacognitif.

La première hypothèse portait sur l'effet de l'entraînement métacognitif sur chacune des deux composantes métacognitives, les connaissances et les habiletés. Nos résultats ont montré un effet positif de l'entraînement sur les habiletés métacognitives, que ce soit dans sa composante de macro-prédiction ou dans l'utilisation des stratégies métacognitives afin de résoudre correctement les problèmes et ce, uniquement pour les participants du groupe expérimental. Les enfants et adolescents déficients intellectuels, tout comme leurs homologues non déficients surestiment leurs performances (Kruger and Dunning, 1999). Même si cette surestimation existe encore au post-test, elle est moindre qu'au pré-test. La prédiction des participants est donc mieux ajustée à leurs performances réelles. Nos résultats sont en accord avec ceux de Moreno & Saldana (2005) sur le bénéfice d'un entraînement métacognitif chez les sujets déficients intellectuels mais ils montrent également qu'il peut exister chez l'enfant et l'adolescent. Nous n'avons pas observé un effet significativement positif de l'entraînement sur les connaissances métacognitives ; les enfants et adolescents déficients intellectuels possèdent dès le pré-test certaines connaissances métacognitives qu'ils semblent toutefois assez peu mettre en œuvre tant pour anticiper et évaluer correctement leur propre performance de résolution de problèmes, que pour les résoudre. Nos résultats sont donc en accord avec l'idée que l'enseignement des connaissances métacognitives seules ne permet que peu de transfert sur les habiletés (Campione, Brown, & Ferrara, 1982). En effet, nous avons observé que les enfants et adolescents ne sont pas dénués de connaissances métacognitives, mais que cette condition n'est pas suffisante pour leur mise en œuvre. Nos séances d'entraînement semblent avoir permis aux enfants et adolescents de prendre conscience de leur propre fonctionnement cognitif et de l'utilité de l'utilisation des stratégies métacognitives. De ce fait, ils les utilisent davantage au post-test et ce, de façon auto-initiée.

Dans le cadre du modèle de Demetriou & Kasi (2001), nos résultats montrent que le second niveau d'organisation cognitive peut être amélioré en entraînant le troisième niveau, c'est-à-dire qu'il est possible d'augmenter les capacités de résolution de problèmes en développant les capacités métacognitives de sujets déficients intellectuels. Nos résultats au pré-test mettent en évidence une difficulté des enfants et adolescents déficients intellectuels au second niveau d'organisation puisque les performances de résolution de problèmes sont assez faibles. Mais ils montrent également des difficultés au troisième niveau d'organisation, puisque les capacités métacognitives sont également faibles,

particulièrement concernant la capacité à anticiper ses propres performances. En accord avec les résultats de Detterman, (1987) et Sternberg et Spear (1985), nos résultats vont dans le sens d'une atteinte de chacun des trois niveaux d'organisation dans la déficience intellectuelle (niveau des processus cognitifs spécifiques à une tâche donnée, niveau des processus cognitifs plus généraux et niveau métacognitif), mais aussi une atteinte des liens entre ces niveaux. Toutefois, nous avons mis en évidence que la déficience intellectuelle ne peut pas être envisagée seulement sous l'angle des déficits, mais qu'elle doit l'être également sous l'angle des compétences. Nos participants déficients intellectuels possèdent certaines connaissances mais éprouvent des difficultés à les mettre en œuvre de façon auto-initiée. Leurs capacités de remédiation ont pu être mises en évidence grâce à l'entraînement explicite de l'utilisation de ces connaissances. Selon Masi, Marcheschi, Pfanner (1996), l'étude des déficits à chacun des niveaux de fonctionnement, mais aussi l'étude des rapports et des influences réciproques existant entre ces différents niveaux d'organisation cognitive nous permettrait de mieux comprendre la déficience mentale. Nos résultats donnent quelques éléments en faveur de cette idée et mettent en évidence les liens entre ces trois niveaux d'organisation : l'entraînement du troisième niveau, le niveau métacognitif, a permis d'augmenter l'efficacité des deux premiers niveaux, celui des processus cognitifs généraux et celui des processus plus spécifiques à la tâche. Dans notre étude, seul le niveau métacognitif a été entraîné, les deux premiers niveaux n'ont pas été directement entraînés ; en effet, notre entraînement ne portait pas sur les procédures logiques elles-mêmes, ni sur les compétences numériques. Cependant, l'augmentation des performances de résolution de problèmes au post-test met en évidence que notre entraînement métacognitif a facilité la mise en œuvre de certaines procédures cognitives générales et spécifiques que possèdent les enfants déficients. Ces résultats permettent de proposer des pistes d'optimisation des capacités latentes dans cette population. Il semble que se focaliser uniquement sur les compétences cognitives spécifiques à la résolution de problèmes ne soit pas suffisant chez les enfants et adolescents déficients intellectuels. L'entraînement au raisonnement logique proprement dit ou aux compétences numériques est nécessaire mais pas suffisant pour optimiser les performances. Prendre également en compte les capacités de ces enfants à réfléchir sur leur propre cognition, à planifier leurs actions, à anticiper leurs performances, à contrôler leurs actions, et à s'auto-évaluer apparaît pertinent. La déficience intellectuelle ne doit pas s'appréhender comme étant uniquement un déficit structural, mais également fonctionnel, pour lequel il est donc possible d'inventer des stratégies de remédiation. C'est une façon de prendre en compte également l'influence de facteurs externes (pédagogique, éducatif, familiaux. . .) sur le développement. Nos résultats peuvent ainsi s'articuler avec une réflexion sur les pratiques pédagogiques spécialisées pour les enfants et les adolescents déficients intellectuels. Le fait, par exemple, que les connaissances métacognitives ne soient pas nécessairement liées aux habiletés suggère que leur enseignement n'est peut-être pas pertinent s'il n'est pas le fruit d'une élaboration subjective

au risque de ne correspondre qu'à une connaissance plaquée. La question porte alors sur le contexte pédagogique qui favorise l'élaboration des compétences métacognitives. Si ordinairement la voie de l'explicitation est privilégiée, on peut toutefois s'interroger sur ce mode de transmission. En effet, dans le domaine du développement des compétences métalinguistiques, Gombert (2000) s'appuie sur Karmiloff-Smith (1983, 1986) pour définir un niveau préalable qualifié d'épiprocessus (les métaprocessus précoces) correspondant à une compétence que l'on peut qualifier de métacognitive dans le sens où le sujet s'appuie sur ses connaissances sans pour autant avoir un contrôle conscient. Par exemple, le sujet peut faire une autocorrection suite à l'observation d'une réponse faite par un pair, mais il ne peut expliquer la nature de son erreur ou les conditions pour ne pas la réitérer. Cette distinction appliquée au domaine de la métacognition sur la résolution de problèmes permet d'envisager de nouvelles pistes de travail (actuellement en cours) où la nature implicite ou explicite (c'est-à-dire « épi » ou « méta ») de la médiation offerte au sujet est prise en compte. L'hypothèse travaillée porte alors sur l'optimisation des effets de l'entraînement lorsqu'il s'appuie sur un matériel et une médiation qui sollicitent une prise de conscience subjective du raisonnement sans contrainte d'élaborations sociocognitives (explications verbales, prise en compte des reformulations faites par le médiateur...). L'entraînement qualifié d'implicite permettrait l'activation de processus représentationnels d'un niveau épigénitif favorisant les effets postérieurs d'un deuxième entraînement, dit explicite, comportant cette fois des processus métacognitifs impliquant un contrôle cognitif conscient. Concrètement, un apprentissage explicite aux stratégies générales de résolution de problèmes, l'utilisation du conflit cognitif entre pairs, le lien de tutelle avec l'adulte, l'incitation à la verbalisation des expériences métacognitives (Efklides, 2006), c'est-à-dire à la verbalisation des affects et émotions pendant la résolution, aident les enfants et adolescents à mettre en œuvre leurs capacités cognitives existantes, qui restent latentes sans ces incitations.

La seconde hypothèse concernait les liens entre l'âge des participants et leur niveau de QI sur les effets bénéfiques de l'entraînement métacognitif : nous supposions plus précisément que les enfants les plus âgés et ayant un plus fort QI sont ceux qui bénéficieraient le plus de l'entraînement métacognitif. Globalement, nos résultats ne mettent en évidence aucun lien entre l'âge, le QI et les progrès réalisés au post-test dans les habiletés métacognitives. Le seul lien observé est celui de l'âge avec les métaconnaissances pour lesquelles nous n'avons pas observé d'effet significatif de l'entraînement. Büchel et Paour (2005) ont fait état d'une limite concernant les bénéfices d'un entraînement auprès d'une population de sujets déficients intellectuels qui concerne une capacité minimale de ces sujets à comprendre la tâche et à mobiliser les ressources de traitement de l'information nécessaires (mémoire de travail, attention). Nos résultats semblent montrer qu'avec un déficit intellectuel allant de léger à modéré, les capacités de compréhension et les ressources attentionnelles sont suffisamment préservées,

en regard de la difficulté des problèmes proposés, pour que les sujets puissent bénéficier de l'entraînement métacognitif et ce, quel que soit leur âge entre 8 et 16 ans. Il est par ailleurs possible qu'avec un déficit intellectuel sévère, les effets d'un entraînement tel que le nôtre soient beaucoup plus modérés, voire inexistants. Concernant l'âge des participants, nous observons que les participants les plus âgés sont ceux qui possèdent le plus de connaissances métacognitives, ce qui peut s'expliquer par la durée de scolarisation. Aucun lien n'est observé entre l'âge et les progrès de macro-prédiction, ni entre l'âge et les progrès en résolution de problèmes ; les enfants les plus jeunes, comme les adolescents profitent de l'entraînement et améliorent leurs performances entre le pré-test et le post-test. Il semble donc que l'entraînement métacognitif chez les jeunes enfants avec déficience intellectuelle légère ou modérée se justifie pleinement.

Pour conclure, notre recherche a pu mettre en évidence un effet bénéfique de l'entraînement métacognitif sur la mise en œuvre des stratégies générales de résolution de problèmes chez les enfants et adolescents présentant une déficience intellectuelle légère et modérée. Cet effet bénéfique s'observe chez les jeunes enfants, comme chez les adolescents et ne semble pas lié au niveau de QI des sujets déficients intellectuels légers ou modérés. La question reste posée pour des enfants et adolescents de QI plus faible, ayant une déficience intellectuelle plus sévère que celle de nos participants. Une question qui reste en suspens dans notre recherche est celle des effets bénéfiques de l'entraînement à long terme et les effets de transfert concernant leurs activités quotidiennes. Il serait intéressant de développer des recherches concernant spécifiquement les effets de maintien à long terme et de transfert des progrès obtenus après l'entraînement. Le manque de transfert est effectivement une limite souvent avancée concernant les programmes d'entraînement cognitif (Lynch, 2002). Büchel et Paour (2005) constatent que les entraînements ayant montré des effets de maintien et de transfert sont ceux qui allient l'entraînement sur l'apprentissage des connaissances métacognitives avec un entraînement aux fonctions exécutives (Kendall, Borkowski, & Cavanaugh, 1980 ; Cornoldi & Campari, 1998). Il est vrai que nous n'avons pas testé les effets à long terme de notre entraînement, toutefois nos séances allient apprentissage et mise en œuvre des stratégies métacognitives avec un entraînement à certains processus exécutifs, notamment la flexibilité mentale (lorsqu'une stratégie se révèle inefficace par exemple) et l'inhibition (pour sélectionner les informations pertinentes de l'énoncé par exemple). Une piste de recherche future pourrait être d'étudier plus explicitement les effets d'un entraînement aux fonctions exécutives sur les performances de résolution de problèmes chez les enfants déficients. Il serait alors ensuite possible de comparer les effets d'un entraînement explicite de stratégies métacognitives par rapport à un entraînement plus implicite des processus exécutifs de base, tels que la flexibilité mentale, l'inhibition des informations non pertinentes et les capacités de remise à jour en mémoire de travail. Cet entraînement aux fonctions exécutives permettrait alors de comparer les effets d'un entraînement du second niveau d'organisation cognitive (celui des processus cognitifs généraux) sur le premier

niveau (celui des procédures spécifiques de résolution de problèmes). Il serait alors possible d'obtenir des informations supplémentaires concernant les liens entre ces niveaux d'organisation cognitive.

BIBLIOGRAPHIE

- Allaire, J. C., & Marsiske, M. (1999). Everyday cognition: Age and intellectual ability correlates. *Psychology and Aging*, 14, 627-644.
- Bray, N. W., Huffman, L., & Grupe, L. (1998). Un cadre conceptuel pour l'étude des déficiences et des compétences de mémorisation chez les enfants présentant un retard mental. In F. P. Büchel, J. L. Paour, Y. Courbois, & U. Scharnhorst (eds.), *Attention, mémoire, apprentissage. Etudes sur le retard mental* (pp. 17-47). Sprimont, Belgique : Mardaga.
- Brown, A. L., Brandsford, J. D., Ferrara, R. A., & Campione, J. C. (1987). Learning, remembering, understanding. In P. H. Mussen (ed.), *Handbook of child psychology* (Vol.III, pp. 77-166). New York : Wiley, 77-166.
- Brown, A. L., Campione, J. C., & Murphy, M. D. (1974). Keeping track of changing variables: Long-term retention of a trained rehearsal strategy by retarded and adolescents. *American Journal of Mental Deficiency*, 78, 446-453.
- Büchel, F. P. (2001). DELF : un programme métacognitif pour adolescents en formation professionnelle. In P. A. Doudin, D. Martin, & O. Albanese (eds.), *Métacognition et éducation* (2e éd. ; pp. 179-200). Berne : P. Lang.
- Büchel, F. P., & Paour, J.-L. (2005). Déficience intellectuelle : déficits et remédiation cognitive. *Enfance*, 3, 227-240.
- Burack, J. A., & Zigler, E. (1990). Intentional and incidental memory in organically mentally retarded, familial retarded, and non-retarded individuals. *American Journal on Mental Retardation*, 94, 532-540.
- Campione, J. C., Brown, A. L., & Ferrara, R. A. (1982). Mental retardation and intelligence. In R. J. Sternberg (ed.), *Handbook of Human Intelligence* (pp. 391-490). New-York : Cambridge University Press.
- Chinnappan, M., & Lawson, M. J. (1996). The effects of training in the use of executive strategies in problem solving. *Learning and Instruction*, 6, 1-17.
- Comblain, A. (2001). Fonctionnement mnésique. In J. A. Rondal, & A. Comblain (eds.), *Manuel de Psychologie des handicaps. Sémiologie et principes de remédiation* (pp. 17-47). Sprimont, Belgique : Mardaga.
- Cornoldi, C. et Campari, S. (1998). Connaissance métacognitive et contrôle métacognitif dans le retard mental. In F. P. Büchel, J. L. Paour, Y. Courbois, & U. Scharnhorst (eds.), *Attention, mémoire, apprentissage. Etudes sur le retard mental* (pp. 17-47). Sprimont, Belgique : Mardaga.
- Cornoldi, C., & Vianello, R. (1992). Metacognitive knowledge, learning disorders and mental retardation, *Advances in Learning and Behavioral Disabilities*, 7, 107-134.
- Côté, C. (2000). Résolution de problèmes. *Chenelière didactique/McGraw-Hill*.
- Coutinho, S. T., Wiemer-Hastings, K., Skowronski, J. J., & Britt, A. (2005). Metacognition, need for cognition and use of explanations during ongoing learning and problem solving. *Learning and Individual Differences*, 15, 321-337.

- Cullen, J. L. (1985). Children's ability to cope with failure : implications of a metacognitive approach for the classroom. In Forrest-Pressley, D. L., Mackinnon, G. E. et Waller, G. (dir.). *Metacognition, Cognition and Human Performance, Vol. 2*. New York : Academic. 267-300.
- Demetriou, A., & Kasi, S. (2001). *Unity and modulatory in the mind and the self*. London : Routledge.
- Desoete, A., & Roeyers, H. (2006). Metacognitive macroevaluations in mathematical problem solving. *Learning and Instruction, 16*, 12-25.
- Desoete, A., Roeyers, H., & De Clercq, A. (2003). Can offline metacognition enhance mathematical problem solving ? *Journal of Educational Psychology, 95*(1), 188-200.
- Detterman, D. K. (1987). Theoretical notions of intelligence and mental retardation, *American Journal of Mental Deficiency, 92*(1), 2-11.
- Doly, A. M. (1997). Métacognition et médiation à l'école. In Meirieu, P. (ed.). *La métacognition, une aide au travail des élèves* (pp. 17-61), Paris : ESF.
- Eklides, A. (2006). Metacognitive experiences: the missing link in the self-regulated learning process. *Educational Psychology Review, 18*, 287-291.
- Fernandez-Duque, D., Baird, J., & Posner, M. (2000). Awareness and metacognition. *Consciousness and Cognition, 9*, 324-326.
- Fiore, S. M., Cuevas, H. M., Scielzo, S., & Salas, E. (2002). Training individuals for distributed teams : problem solving assessment for distributed mission research. *Computers in Human Behavior, 18*, 729-744.
- Flavell, J. H. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. In Weinert, F. E. et Kluwe, R. H. (eds.), *Metacognition, Motivation and Understanding* (pp. 21-29), Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- Flavell, J. H., & Wellman, H. M. (1977). Metamemory. In R. V. Kail, W. Hagen (eds.), *Perspectives on the development of memory and cognition*. Hillsdale, New York : Erlbaum.
- Gombert, E., & Colé, P. (2000). *Activités métalinguistiques, lecture et illettrisme*. In M. Kail, et M. Fayol, (eds.), *L'acquisition du langage. Vol.2. Le langage en développement au-delà de 3 ans*. (pp. 117-150), Paris : PUF.
- Karmiloff-Smith, A. (1983). A note on the concept of 'metaprocedural processes' in linguistic and non-linguistic development. *Archives de Psychologie, 51*, 35-40.
- Karmiloff-Smith, A. (1986). From meta-processes to conscious access: evidence from metalinguistic and repair data. *Cognition, 23*, 95-147.
- Kendall, C. R., Borkowski, J. G., & Cavanaugh, J. C. (1980). Maintenance and generalisation of an interrogative strategy by EMR children. *Intelligence, 4*, 255-270.
- Kramarski, B. (2004). Making sense of graphs: does metacognitive instruction make a difference on students' mathematical conceptions and alternative conceptions? *Learning and Instruction, 14*, 593-619.
- Kruger, J., & Dunning, D. (1999). Unskilled and unaware of it: How difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments. *Journal of Personality and Social Psychology, 77*, 1121-1134.
- Lynch, B. (2002). Historical review of computer-assisted cognitive retraining. *Journal of Head Trauma Rehabilitation, 17*(5), 446-457.
- Masi, G., Marcheschi, M., & Pfanner, P. (1996). Les troubles de l'apprentissage dans la déficience mentale. *Psychiatrie de l'enfant, XXXIX*(2), 411-446.

- Masui, C., & De Corte, E. (1999). Enhancing learning and problem solving skills : Orienting and self-judging, two powerful and trainable learning tools. *Learning and Instruction*, 9, 517-542.
- Meador, D. M., & Ellis, N. R. (1987). Automatic and effortful processing by mentally retarded and non-retarded persons. *American Journal of Mental Deficiency*, 91, 613-619.
- Moreno, J., & Saldana, D. (2005). Use a computer-assisted program to improve metacognition in persons with severe intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 26, 341-357.
- Pennequin, V., Sorel, O., & Mainguy, M. (2010). Metacognition, executive functions and aging: the effect of training in the use of metacognitive skills to solve mathematical word problems. *Journal of Adult Development*, 17(3), 168-176.
- Pennequin, V., Sorel, O., Nanty, I., & Fontaine, R. (2010). Metacognition and low achievement in mathematics: The effect of training in the use of metacognitive skills to solve mathematical word problems. *Thinking and Reasoning*, 16(3), 198-220.
- Portelance, L., & Ouellet, G. (2004). Vers l'énoncé d'interventions susceptibles de favoriser l'émergence de la métacognition chez l'enfant du préscolaire. *Revue de l'Université de Moncton*, 35(2), 67-99.
- Rinaldi, D. O., Hessels, M. G. P., Büchel, F. P., Hessels-Schlatter, C., & Kipfer, N. M. (2002). External memory and verbalization in students with moderate mental retardation. European contributions. *Journal of Cognitive Education and Psychology* (special issue), 2(3), 184-227.
- Sternberg, R. J., & Spear, L. C. (1985). A triarchic theory of mental retardation, *International Review of Research in Mental Retardation*, 13, 301-326.
- Van der Stel, M., & Veenman, M. V. J. (2008). Relation between intellectual ability and metacognitive skilfulness as predictors of learning performance of young students performing tasks in different domains *Learning and Individual Differences*, 18, 128-134.