

RAISONNEMENT ANALOGIQUE ET MEMOIRE DE TRAVAIL CHEZ DES ADOLESCENTS AYANT UNE DEFICIENCE INTELLECTUELLE MODEREE

Caroline Denaes Bruttin

Université de Genève
Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education
40, Boulevard du Pont d'Arve
CH-1205 Genève
Caroline.Bruttin@unige.ch

Mots-clés : analogie, mémoire, déficience, écran tactile

Résumé. *THEORIE :* Le raisonnement analogique, activité cognitive complexe, implique la comparaison d'images, l'inférence et la mémorisation de relations. Les personnes ayant une déficience intellectuelle ont un empan mnésique plus petit que les personnes ordinaires, ce qui entrave leur réussite dans les tests analogiques traditionnels. *METHODE :* Notre test, composé de matrices deux sur deux, comporte deux versions : une classique, similaire aux tests traditionnels, et une de construction, permettant la présence de mémoires externes, qui favoriseraient une meilleure réussite des analogies. *RESULTATS :* Grâce aux mémoires externes, les personnes ayant une déficience intellectuelle obtiennent des résultats proches de ceux des enfants de même âge mental et même égaux. *CONCLUSION :* Une aide externe favorise une meilleure résolution des analogies et décharge la mémoire.

1. Contexte théorique

Le raisonnement analogique (RA) est une composante centrale de l'intelligence humaine (Holyoak, Junn, & Billman, 1984). Elle fait partie de la pensée inductive, considérée comme un important mécanisme dans l'apprentissage et la résolution de problèmes (Goswami, 1992). Les analogies classiques représentent la mesure traditionnelle du RA utilisée dans les tests de QI. D'ordinaire, il s'agit de trouver le quatrième élément (D) d'un groupe, en découvrant la relation existante entre les deux premiers éléments de la tâche (A et B) et en l'appliquant à un troisième (C). Par exemple, en ayant *chien* et *niche* en tant qu'éléments A et B et *homme* en tant qu'élément C, nous devrions trouver, par analogie, que l'élément D est *maison*. L'analogie *chien:niche::homme:maison* est présentée dans les tests, soit sous forme linéaire (A:B::C:D), soit en matrice 2×2 . Pour découvrir l'élément manquant, le participant doit suivre la règle « A est à B, ce que C est à D » (Pellegrino, 1985). Afin de parvenir à la solution, plusieurs processus cognitifs entrent en jeu. Sternberg (1977) en a décrit six : l'encodage, l'inférence, le « mapping », l'application, la justification et enfin la réponse.

Un des auteurs les plus connus à avoir théorisé le développement du RA est Piaget, selon qui cette habileté est tardive et n'apparaît que vers les onze-douze ans, dans la période opérationnelle formelle (Piaget, Montangero, & Billeter, 1977). De nombreuses études ont corroboré ce point de vue, alors que d'autres ont démontré l'inverse : de très jeunes enfants, âgés environ de quatre ans, sont capables de résoudre des analogies, tant que les relations impliquées leur sont familières (par ex. Alexander, Willson, White, & Fuqua, 1987; Goswami, 1992).

La familiarité des relations est une variable devant être contrôlée en fonction de la population choisie. Ainsi, il est important de vérifier la connaissance des participants sollicités avant de leur

administrer une tâche. Cependant, la familiarité des relations n'est pas la seule composante de la difficulté des analogies. Une autre est représentée par le nombre de relations impliquées entre les éléments A, B et C, comme la couleur, la forme, la taille, etc. (Mulholland, Pellegrino, & Glaser, 1980), selon les différents niveaux de complexité du test. Afin de découvrir la solution, le participant doit maintenir en mémoire toutes les relations. Ainsi, plus le nombre d'informations à retenir augmente, plus la charge mnésique est importante, ce qui peut provoquer la perte d'une partie des informations (Sternberg, 1977).

Pour les personnes ayant une déficience intellectuelle modérée (DIM ; QI : 35-40 à 50-55 ; âge mental (AM) : 4-8 ans), qui constituent notre population de recherche, les analogies représentent une tâche difficile : en général, elles n'explorent pas toutes les informations à disposition (Paour, 1992). Elles démontrent également un déficit d'attention et ne comparent pas assez les informations entre elles, ce qui est nécessaire pour résoudre les analogies. Elles utilisent rarement l'auto-répétition, processus permettant de maintenir les informations plus longtemps en mémoire (Dulaney & Ellis, 1991). De plus, leur empan mnésique est limité, pouvant généralement maintenir deux ou trois éléments simultanément (Hulme & Mackenzie, 1992), alors que les personnes adultes ordinaires ont un empan de sept plus ou moins deux (Miller, 1956). Dans les tests analogiques traditionnels, les personnes ayant une DIM ne comprennent pas toujours ce qu'elles doivent faire et comme la médiation ou les échanges verbaux durant le test ne sont pas autorisés entre les expérimentateurs et les participants, elles ne parviennent pas toujours à résoudre la tâche et leurs capacités cognitives sont sous-estimées. Pour toutes ces raisons, il convient d'utiliser de préférence des tests d'apprentissage, car ceux-ci permettent une interaction entre l'expérimentateur et les participants, un entraînement ou encore des aides qui favorisent la compréhension de la tâche. Cependant, la principale critique adressée aux tests d'apprentissage est leur manque de standardisation.

Le Test d'Apprentissage de la Pensée Analogique (TAPA) pallie justement à cette critique. Schlatter et Büchel (2000) ont créé ce test en prenant en compte toutes les difficultés rencontrées par les personnes ayant une DIM dans le domaine des tâches analogiques, notamment le fait qu'elles ne comprennent pas systématiquement ce qui leur est demandé. Le TAPA comprend 19 items analogiques, présentés sur des matrices en bois de format 2×2 . Les items sont présentés sous une modalité figurative concrète et géométrique, répartis sur deux niveaux de complexité. L'expérimentateur présente les éléments A, B et C et demande au participant de choisir l'élément D parmi six possibilités de réponse dans le niveau 1 et parmi huit possibilités dans le niveau 2, une seule étant correcte. Le nombre de relations varie également en fonction du degré de complexité : il s'agit d'inférer deux relations dans le premier niveau, c'est-à-dire une relation entre les éléments A et B et une autre entre A et C. Quant au deuxième niveau de complexité, il y a au total trois relations à inférer : deux entre A et B et une seule entre A et C. Les relations varient en couleur, taille, forme, orientation, ajout et nombre. Le test a été administré à 58 adolescents ayant une DIM. Les résultats ont démontré que deux tiers des ces participants ont été capables de résoudre de simples matrices, de premier niveau de complexité (deux relations à inférer), mais pas celles de deuxième niveau de complexité (trois relations à inférer). Afin d'expliquer ces résultats, une hypothèse de surcharge mnésique a été postulée (Büchel, 2006).

Afin d'approfondir cette hypothèse de surcharge mnésique, les Matrices Analogiques de Construction (MAC ; Angeretas & Gonzalez, 2002), un test analogique informatisé, a été créé, réparti sur sept niveaux de complexité. Contrairement au TAPA, les analogies ne sont plus présentées sur une matrice en bois, mais sur un écran tactile. Les participants ne doivent plus choisir la bonne réponse parmi plusieurs propositions, mais la construire en choisissant des éléments disponibles en permanence en-dessous de la matrice. Le MAC a l'avantage de permettre aux participants de construire la réponse pas à pas. Une fois touchés, les éléments glissent à la bonne place, représentant par là-même des mémoires externes. Ainsi, dès que le participant a considéré une relation, il peut traiter la suivante, sans devoir mémoriser la précédente. Par conséquent, la surcharge de la mémoire peut être réduite et les performances améliorées (Büchel, 2006).

Les résultats de l'étude ont montré que les 36 participants ayant une DIM, testés à la fois par le TAPA et le MAC, ont été capables de résoudre des analogies d'un degré de complexité plus élevé dans le MAC. Toutefois, plusieurs critiques ont été avancées : l'aspect visuel des items a été critiqué, car il n'y avait pas d'uniformité dans le design : certains items étaient créés à partir de photos, d'autres à partir de dessins et les éléments n'étaient pas toujours reconnaissables ; deuxièmement, l'ordinateur et son écran tactile peuvent être considérés comme plus motivants que la matrice en bois, ce qui peut justifier de meilleures performances dans le MAC. Enfin, une étude d'évaluation a montré que les niveaux de complexité ne correspondaient pas aux niveaux de difficulté empirique (Büchel, 2006), certains items du troisième niveau de complexité étaient plus difficiles à résoudre que des items du septième niveau de complexité.

2. Objectifs de recherche

Le principal objectif de notre recherche consiste dans l'estimation et dans l'étude de l'importance de la surcharge mnésique dans une tâche de RA. Nous voulons vérifier l'hypothèse qu'un matériel attrayant (écran tactile) et des mémoires externes représentent des conditions qui favorisent une meilleure réussite dans le RA et que, grâce à ces conditions, les participants ayant une DIM obtiennent des résultats proches de ceux des enfants de même AM. Il s'agit d'une élaboration de la recherche menée par Angeretas & Gonzalez (2002), prenant en considération toutes les critiques mentionnées précédemment et en élargissant les hypothèses.

3. Méthode

3.1 Participants

Notre échantillon est composé d'un groupe d'adolescents ayant une DIM ($n = 26$; AC : 12-16 ans ; AM : 4-8 ans), provenant de deux institutions de la ville de Genève, dénommé GDI pour « groupe déficience intellectuelle » et d'un groupe d'enfants du même AM mais sans DIM ($n = 36$), provenant de plusieurs écoles de la même ville, appelé GO pour « groupe ordinaire ». Les deux groupes ont été appariés par rapport à l'AM et sur la base des scores percentiles obtenus aux Matrices Progressives Colorées de Raven (AM: $M = 6.3$, différence entre les groupes = ns).

Compte tenu d'un effet d'institution, nous avons opté pour la division du GDI en deux sous-groupes distincts : GDI1 et GDI2. De même, les différences entre les enfants sans déficience étant très étendues, nous avons opté pour le même choix : GO1 comprend les enfants les plus jeunes (4-6 ans) et GO2 les plus âgés (7-8 ans). Le Tableau 1 indique la répartition des participants selon les groupes, les pourcentages, ainsi que les moyennes pour l'AC et l'AM. Ces quatre groupes permettront une discrimination plus fine des performances.

Groupes	Nombre de participants	Pourcentage	AC (m + SD)	AM
GO1	18	14.5	5;2 (3.37)	5
GO2	18	9.7	7;8 (3.94)	7.5
GDI1	14	22.6	16;5 (11.51)	6.8
GDI2	12	19.4	17;0 (10.33)	5
TOTAL	62	100.0	10;7 (63.86)	6.1

Tableau 1 : Répartition des participants dans chaque groupe, Pourcentage, Moyennes AC et AM

3.2 Instruments

Notre recherche vise à améliorer les faiblesses du MAC, par la création de nouveaux items, tous dessinés par la même personne, une artiste professionnelle (Borel, 2008), ce qui nous permet de garder le même style et de résoudre la première des critiques mentionnées précédemment. En outre, notre test, le MAC-2, est composé de deux versions, une de construction (même principe que dans le MAC) et une classique (même principe que dans le TAPA), ce qui nous permettra de comparer les deux versions sur un même support, qui est l'informatique et de répondre à la deuxième critique faite à la recherche précédente qui était d'avoir comparé un test présenté sur des matrices en bois avec un autre présenté sur écran tactile. Chaque version est composée de matrices analogiques en format 2×2 dans une modalité figurative concrète. Dans la version de construction, la réponse D doit être construite avec des éléments disponibles en permanence en bas de l'écran, tandis que dans la version classique, elle devra être choisie parmi plusieurs possibilités de réponse, une seule étant correcte. La Figure 1 présente l'item « Vélo » dans les deux versions.

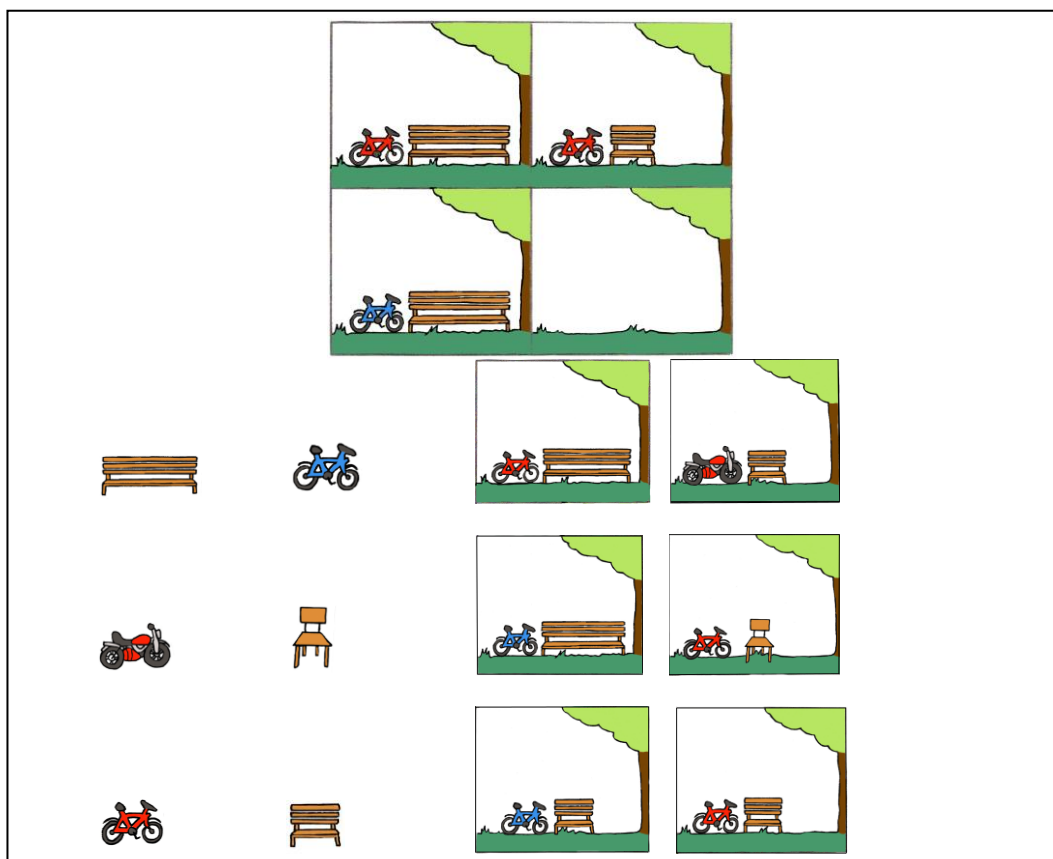


Figure 1 : Item *Vélo* (version de construction à gauche et version classique à droite)

Dans les deux versions, le nombre d'éléments de réponse augmente selon les niveaux de complexité, ce qui nous permet d'améliorer le lien entre le niveau de complexité et la difficulté empirique des items, et de répondre ainsi à la troisième critique énoncée précédemment. De plus, parmi les éléments ou images de réponse, se trouvent une ou deux associations, en l'occurrence la *moto* et la *chaise* dans l'item *Vélo*, car nous voulions vérifier si les participants raisonnaient vraiment par analogie ou étaient attirés par des éléments perturbateurs.

Chaque version est composée de quatre niveaux de complexité, caractérisés par le nombre de relations impliquées dans les matrices. Les participants sont confrontés à des matrices présentées

sur écran tactile, où ils perçoivent les termes A, B et C. La réponse D est à trouver en inférant les relations présentes entre ces trois éléments. Dans le premier niveau de complexité, il s'agit d'inférer une relation entre les éléments A et B et une entre les éléments A et C ; dans le deuxième niveau, trois relations sont à inférer : deux entre les éléments A et B et une entre A et C ; dans le troisième niveau, il y a quatre relations à inférer, dont trois entre les éléments A et B et une seule entre A et C ; enfin, dans le quatrième niveau de complexité, cinq relations sont à inférer, dont trois entre les éléments A et B et deux entre A et C. Afin d'éviter de possibles frustrations chez nos participants, pas plus de cinq relations seront utilisées, conformément à leur empan mnésique limité. Le total des items se monte à seize, dont quatre items par niveaux de complexité, ce qui donne un total de 56 relations.

Les items de test sont précédés par huit items d'entraînement, permettant aux participants de se familiariser avec le matériel (écran tactile) et avec la demande de la tâche. De plus, nous avons dûment vérifié, dans une étude pilote, que les relations utilisées telles que la couleur, la forme, la taille, le type d'objet, le genre, etc. étaient connues de notre population (Borel, 2008). En outre, les participants ont la possibilité d'essayer de résoudre chaque item une seconde fois s'ils échouent lors de leur première tentative, recevant alors une aide standardisée de type « Tu as vu que la couleur avait changé entre A et B, mais regarde bien ce qui change entre A et C ».

Chaque version a été administrée à chaque participant, d'après un ordre contrebalancé, avec un écart de huit semaines entre les deux versions. En ce qui concerne la notation des items, nous avons décidé d'attribuer un point par relation correcte, ce qui monte le total des points à 56, correspondant aux 56 relations du test comme expliquées précédemment. Si nous avons choisi cette manière de coter, c'est afin de valoriser le raisonnement de nos participants. En effet, si nous avons décidé d'attribuer un point pour un item entièrement correct et zéro point pour un item entièrement faux, ce qui était notre intention initiale, nous aurions alors sous-estimé des réponses partiellement correctes comme par exemple deux relations correctes sur un total de quatre.

3.3 Hypothèses

Notre première hypothèse porte sur les différences de scores aux deux versions du test. Nous formulons cette hypothèse selon l'affirmation que, dans le domaine du RA, le principal problème des personnes ayant un AM en-dessous de la moyenne est celui d'une mémoire limitée. Les GDI obtiendront des scores plus élevés dans la version de construction que dans la version classique, grâce aux mémoires externes qui déchargent leur mémoire. Ces mémoires externes aideront également les GO à obtenir plus de points dans la version de construction, mais dans une moindre mesure, car les participants ont un AM correspondant à leur AC.

Notre deuxième hypothèse concerne les groupes : dans la version de construction, les participants ayant une DIM obtiendront des scores proches de ceux des enfants de même AM, grâce aux mémoires externes. Selon la théorie développementale, l'une des deux théories majeures expliquant l'origine de la DI, ces deux groupes devraient avoir le même empan mnésique. Tous les enfants passent par les mêmes stades de développement cognitifs, comme exprimés par Piaget (1977), mais ceux ayant une DI ont besoin de plus de temps et atteignent un niveau moins élevé que ceux sans déficience. Par conséquent, deux personnes avec le même AM, mais un AC différent, devraient obtenir des scores identiques à des tests cognitifs (Hodapp, Burack, & Zigler, 1998). Cette théorie a été contestée par plusieurs auteurs, constatant notamment que les personnes ayant une DI obtenaient des performances inférieures à celles des groupes appariés sur l'AM (Milgram, 1973). Au contraire de la théorie développementale, la théorie déficitaire ou « différence » postule que tous les enfants n'ont pas la même structure cognitive et ne passent pas par les mêmes stades. Ainsi, deux personnes ayant le même AM mais n'ayant pas le même AC, devraient démontrer des différences dans la plupart des tests cognitifs. Plusieurs processus déficients peuvent expliquer cet état de fait, notamment un déficit en mémoire à court terme ou une inefficacité à utiliser des stratégies (Bray, Saarnio, Borges, & Hawk, 1994 ; Brown, Bransford, Ferrara, & Campione, 1983). Afin de répondre à notre deuxième hypothèse, les deux théories vont

être explorées, afin de situer nos participants. En effet, le format attrayant du support informatique, ainsi que les mémoires externes, peuvent favoriser de bonnes performances de la part de nos GDI qui peuvent se rapprocher des performances des GO, voire les égaler.

Notre troisième et dernière hypothèse concerne le temps passé par les participants pour résoudre les analogies. Nous faisons l'hypothèse que dans chaque niveau, les participants ayant une DI auront besoin de plus de temps pour résoudre les analogies que les participants sans déficience, en raison de leur mémoire de travail plus limitée et de leur déficience. Nous avons décidé de séparer tous nos participants en deux groupes distincts : avec et sans déficience, car nous supposons que la déficience a une importance majeure, à contrario de l'âge. Les deux groupes devraient donc se comporter de la même manière, mais ceux ayant une DI mettront plus de temps que ceux sans DI.

4. Résultats

4.1 Résultats concernant la première hypothèse

Notre première hypothèse postulait que les quatre groupes obtiendraient de meilleures performances dans la version de construction que dans la version classique, en raison de la présence de mémoires externes ; cependant les mémoires externes favoriseraient davantage les GDI que les GO, en raison de leur AM en dessous de la moyenne. Le Tableau 2 présente les résultats pour chaque groupe par rapport aux deux versions.

	GO1 (N = 18)	GO2 (N = 18)	GDI1 (N = 14)	GDI2 (N = 12)	Total (N = 62)
	m (sd)	m (sd)	m (sd)	m (sd)	m (sd)
Version de construction	47.17 _a (5.64)	54.28 _b (2.78)	50.50 _{a,b} (6.42)	48.50 _a (4.77)	50.16 (5.66)
Version classique	47.17 _{a,b} (7.15)	54.35 _c (2.69)	49.36 _{b,c} (7.31)	42.00 _a (7.42)	48.66 (7.54)

Les moyennes dans une même ligne partageant une lettre identique ne diffèrent pas significativement (test B de Tukey).

Tableau 2 : Moyennes et écart-types de chaque groupe pour les 2 versions (min = 0 ; max = 56)

Des analyses de variance à mesures répétées ont montré un effet de la version (Trace de Pillai $F(1,57) = 8.361, p < .01, \eta^2 = .13$) ainsi qu'un effet d'interaction entre le groupe et la version (Trace de Pillai $F(3,57) = 5.123, p < .01, \eta^2 = .21$) sur les scores. Ceci signifie premièrement qu'il existe des différences de scores en fonction des groupes et deuxièmement que l'ampleur de ces différences varie en fonction de l'appartenance aux groupes. Pour les deux GO, les scores réalisés aux deux versions ne diffèrent pas de façon significative ($F < 1$). Le même constat est vérifié pour le GDI1, tandis que pour le GDI2, il y a une différence significative ($F(1,11) = 22.043, p < .01, \eta^2 = .67$), car ce dernier groupe obtient de meilleures performances dans la version de construction ($M = 48.50$) que dans la version classique ($M = 42.00$). Notre hypothèse est ainsi vérifiée uniquement pour le GDI2, ce qui signifie que les mémoires externes sont bénéfiques pour ce groupe mais pas pour les trois autres.

Nous pouvons expliquer ces résultats en observant plus en détails les caractéristiques de nos participants des deux GDI. Il s'avère, après l'expérimentation et au vu des résultats exposés, ainsi que selon les scores percentiles obtenus aux Matrices Progressives Colorées de Raven, que les participants du GDI1, ne présentent pas une DIM en général, mais plutôt une DI légère, ce qui n'est pas le cas de nos participants du GDI2, qui eux présentent effectivement une DIM. La

différence du niveau de déficience explique, selon nous, la différence de résultats et des performances qui sont plus élevées pour le GDI1, ce qui lui permet d'être comparable au GO2. Cependant, nous constatons aussi un effet plafond important dans le groupe GO2 et un effet un peu moins important dans les GO1 et GDI1.

Ces résultats démontrent que les participants avec DIM sont capables de raisonner par analogie, une activité cognitive complexe. À noter qu'ils ont été capables d'aller jusqu'au terme de notre test en réussissant des items de 4^e niveau de complexité, totalisant cinq relations à inférer, ce qui représente plus de relations que leur empan mnésique traite d'ordinaire. Toutefois, nous constatons aussi, dans les deux GDI et dans le GO1, un écart-type plus élevé d'un tiers par rapport à l'écart-type observé dans le GO2, ce qui annonce des différences interindividuelles importantes par rapport au besoin d'une mémoire externe. Cependant, une fois de plus, la variance relativement modeste du GO2 peut aussi s'expliquer par l'effet plafond (Anastasi, 1990).

4.2 Résultats concernant la deuxième hypothèse

Notre seconde hypothèse a postulé, pour les GDI, une augmentation des scores dans la version de construction par rapport aux scores dans la version classique, telle que ces groupes se rapprocheraient des GO. Les analyses de variance révèlent des différences entre les groupes significatives tant pour la version classique ($F(3,58) = 9.395, p < .001, \eta^2 = .33$) que pour la version de construction ($F(3,58) = 6.637, p < .01, \eta^2 = .26$). L'ampleur de ces différences est toutefois plus faible dans la version de construction qu'elle ne l'est dans la version classique.

Les tests post-hoc révèlent que notre hypothèse est partiellement confirmée : grâce aux mémoires externes, les performances du GDI1, à la version de construction, sont proches de celles des GO et ne sont ainsi pas significativement différentes (GDI1 = 50.50 comparé avec GO1 = 47.17 et GO2 = 54.28). Par contre, bien que légèrement supérieures aux performances du GO1, les performances du GDI2 sont significativement inférieures à celles du GO2 (GDI2 = 48.50 comparé avec GO2 = 54.28). Toutefois, concernant la version classique, les résultats indiquent que le manque de mémoires externes engendre des résultats significativement moins élevés pour le GDI2, signifiant que la tâche est plus difficile. Les performances les plus élevées sont réalisées par les élèves les plus âgés sans DI, et ceci dans les deux versions, suivies de celles du GDI1. Quant aux performances du GO1, elles ne sont pas significativement différentes de celles du GDI2, que ce soit dans la version de construction ou classique. En résumé, le GDI1 obtient des résultats égaux au GO2 dans les deux versions. Tandis que le GDI2 obtient des résultats significativement inférieurs au GO2 mais égaux au GO1 dans les deux versions.

Nous avons énoncé, dans notre partie théorique, deux positions majeures expliquant la présence ou non de différences entre personnes de même AM mais d'AC différent. Au vu de nos résultats, le GDI2, le seul ayant réellement une DIM a des résultats proches mais non égaux aux GO, ce qui tend vers la position déficitaire. Tandis que le GDI1, ayant plus une DI légère, obtient des résultats quasi égaux comparés à ceux des GO, les différences n'étant pas significatives, ce qui tend vers une position développementale. Nous constatons donc le rôle joué par le degré de déficience, duquel dépend le niveau de performances. Selon Büchel et Paour (2005), cette différence de performance pourrait être due à un sous-fonctionnement cognitif d'origine motivationnelle. Notre test est composé de deux versions qui dureraient chacune environ trente minutes, ce qui représente une longue période d'attention soutenue. En effet, dans notre GDI2, les tâches quotidiennes exercées par nos participants n'excédaient pas dix minutes. Chaque version représentait ainsi trois fois la durée maximale d'attention demandée par les éducateurs. De même, pour les enfants ordinaires les plus jeunes, cette quantité de temps pouvait représenter une demande attentionnelle trop importante. Néanmoins, chaque participant est parvenu jusqu'au terme de notre test, ce qui peut s'expliquer par l'attrait du matériel (écran tactile) et par la familiarité des dessins. Par contre, les derniers items, étant aussi les plus complexes, ont pu souffrir d'une baisse de motivation et d'attention, ce qui pourrait expliquer des résultats plus nuancés.

4.3 Résultats concernant la troisième hypothèse

Notre troisième hypothèse postulait que les participants ayant une DI auraient besoin de plus de temps pour résoudre les analogies que les participants sans DI. Nous attendions une tendance linéaire, car nous supposons que tous nos participants démontreraient le même comportement, c'est-à-dire passer plus de temps dans les niveaux plus complexes. Le Tableau 3 présente les moyennes et les écarts-types sur le temps (exprimé en secondes) passé dans chaque niveau et dans chaque version.

	Version de construction		Version classique	
	Sans DI	Avec DI	Sans DI	Avec DI
	(N = 36)	(N = 26)	(N = 36)	(N = 26)
	m (sd)	m (sd)	m (sd)	M (sd)
1er niveau	12.90 (5.48)	19.43 (8.78)	8.69 (3.92)	15.89 (6.89)
2e niveau	22.54 (8.1)	28.01 (12.42)	12.64 (6.33)	19.57 (9.03)
3e niveau	31.59 (10.85)	38.51 (17.53)	17.56 (17.08)	20.96 (8.72)
4e niveau	44.63 (14.62)	47.86 (18.29)	19.86 (9.81)	19.98 (6.71)

Tableau 3 : Moyennes et écart-types de chaque groupe pour les 2 versions (min = 0 ; max = 56)

Les analyses de variance révèlent un effet de groupe sur le temps passé dans la version classique ($F(3, 58) = 8.06, p < 0.01, \eta^2 = .36$) et dans la version de construction ($F(3, 58) = 3.19, p < 0.5, \eta^2 = .18$). Les différences ne sont significatives que pour les deux premiers niveaux, ce qui signifie que le groupe avec DI passe plus de temps à résoudre les analogies que le groupe sans DI. Pour les deux derniers niveaux, les deux groupes passent environ le même laps de temps à résoudre les items. Notre hypothèse est donc confirmée seulement pour les 1^{er} et 2^e niveaux, ce qui est un résultat positif pour les participants ayant une DI. En effet, dans les niveaux les plus complexes du test, ils se comportent de la même manière que les participants sans DI. Ces résultats sont en contradiction avec ceux de plusieurs auteurs (par ex., McConaghy & Kirby, 1987 ; Sternberg, 1977) qui affirmaient que les enfants ayant une intelligence en dessous de la moyenne passaient plus de temps à résoudre des analogies que les enfants ayant une intelligence moyenne.

5. Discussion

De manière générale, les groupes avec l'AM le plus élevé obtiennent de meilleures performances que les deux autres groupes : leurs scores sont meilleurs dans les deux versions. Par contre, l'hypothèse principale de notre recherche est confirmée, puisque dans la version de construction, permettant de décharger la mémoire grâce aux supports externes, les GDI obtiennent des performances proches de celles des GO, qui n'ont pas de déficience, ou quasiment les mêmes scores, les différences n'étant pas significatives. De plus, le temps passé pour résoudre les analogies est approximativement le même entre les participants dans les niveaux les plus complexes de notre test. Il semble donc qu'un test informatisé présentant des mémoires externes favorise les performances en RA des participants ayant une DI. Dans son article, Büchel (2006) exposait la question de savoir si les personnes ayant une DIM avaient une limitation dans le domaine du RA ou plutôt une limitation de mémoire. Nos résultats indiquent que moyennant un soutien de mémoire, ces personnes sont tout à fait aptes à raisonner par analogie et n'auraient donc que des limitations qui correspondent à leur AM dans ce domaine, ce qui coïncide également avec leur empan mnésique.

Toutefois, la version de construction de notre test ne représente pas uniquement un support de mémorisation, mais peut également favoriser une manière plus analytique de résoudre les analogies. En effet, de par la décomposition des éléments de réponse, les participants peuvent traiter une relation après l'autre, sans tenir compte des autres relations présentes dans les éléments A, B et C. Ils se concentrent ainsi sur un seul aspect à la fois, au lieu de devoir observer

l'ensemble d'une image comme dans la version classique, où leur manière d'analyser est plus globale. Les résultats concernant les associations vont également dans cette direction, puisque tous les participants avaient plus tendance à raisonner par association dans la version classique que dans la version de construction. La perception d'un ensemble d'éléments les conduit à être attirés par des images associatives, ce qui n'est pas le cas avec la perception d'éléments séparés. Le traitement de la tâche pas à pas facilite également la régulation du contrôle métacognitif, puisque les participants choisissent un élément après l'autre, tandis que dans la version classique, ils doivent observer tous les éléments en même temps. Néanmoins, les recherches ont montré que les stratégies métacognitives (l'anticipation, la planification et le contrôle) sont très exigeantes en ressources mnésiques. Ceci signifie que l'argument métacognitif représente finalement aussi un argument de mémoire, comme nous l'avons postulé (Büchel, 2006).

Cependant, notre étude comporte quelques problèmes : premièrement à cause des GDI ; lorsque nous nous étions adressés aux institutions, nous avons émis le souhait de disposer de participants ayant une DIM, mais ceci n'a été le cas que pour le GDI2, l'autre ayant une DI plutôt légère. Ceci nous a conduits à séparer le groupe DI en deux sous-groupes, ce qui a réduit la puissance des tests statistiques utilisés. Deuxièmement, les deux versions de notre test se sont avérées trop faciles pour le GO2 et le GDI1, c'est-à-dire les deux groupes ayant l'AM le plus élevé, ce qui a provoqué des effets plafond. Par conséquent, la comparaison de ces deux groupes avec les deux autres ayant l'AM le plus bas est à considérer avec précaution.

6. Conclusion et perspective

Nos résultats ont des conséquences pédagogiques pour les personnes ayant une DIM, car ils démontrent que ces dernières sont capables de résoudre des matrices analogiques de différents niveaux de complexité et qu'elles peuvent obtenir des résultats proches ou égaux de ceux d'enfants de même AM lorsque les tâches leur offrent la possibilité d'utiliser des mémoires externes.

Il semble donc qu'une procédure comportant des mémoires externes permette de meilleures performances pour cette population dans le domaine du RA. Les implications pédagogiques de ce type d'études vont à l'encontre de ce qui est généralement pensé par les professionnels : les personnes ayant une DIM sont capables d'atteindre des niveaux de raisonnement abstrait plus élevés que ce qu'on les croit habituellement capables de réaliser.

En outre, le support informatique s'est révélé attrayant pour tous nos participants, car ils pouvaient agir sur les éléments présentés (en les touchant avec leur doigt, ils les voyaient glisser au bon endroit). De nombreux participants ayant une DI ont, en plus, une motricité fine qui n'est pas très développée, ce qui les empêche de manipuler la souris informatique. Notre test leur a permis d'avoir un effet concret sur des éléments sans devoir être très précis. Cette motivation était aussi accompagnée d'un intérêt pour la tâche : nous avons remarqué que l'attention de tous nos participants a été maintenue en-deçà de nos attentes. En effet, les éducateurs et enseignants parvenaient à maintenir l'attention de leurs élèves durant environ 10-15 minutes ; or, chaque version de notre test durait 30 minutes. Tous les participants parvenant au terme de chaque version, ceci représente un maintien de l'attention deux à trois fois supérieur à l'attention maintenue dans les tâches quotidiennes. Il semble donc que nos regards doivent être tournés par l'essor des nouvelles technologies, qui ont beaucoup à offrir, surtout pour les personnes ayant des capacités moindres par rapport aux personnes ordinaires.

7. Bibliographie

Anastasi, A. (1990). *Psychological Testing* (6th edition). New York: Macmillan Publ. Comp.

Alexander, P.A., Willson, V.L., White, C.S., & Fuqua, J.D. (1987). Analogical reasoning in young children. *Journal of Educational Psychology*, 79(4), 401-408.

Angeretas, I., & Gonzalez, L. (2002). *Construction d'un test d'apprentissage informatisé : Matrices Analogiques de Construction (MAC). De l'élaboration des items à l'analyse des résultats*. Mémoire de licence [non publié] soutenu à l'Université de Genève, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation.

Borel, N. (2008). *Conceptualisation et mise en images des nouveaux items du test d'apprentissage informatisé Matrices Analogiques de Construction (MAC)*. Mémoire de licence [non publié] soutenu à l'Université de Genève, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation.

Bray, N.W., Saarnio, D.A., Borges, L.M., & Hawk, L.W. (1994). Intellectual and Developmental Differences in External Memory Strategies. *American Journal on Mental Retardation*, 99(1), 19-31.

Brown, A.L., Bransford, J.D., Ferrara, R.A., & Campione, J.C. (1983). Learning, Remembering, and Understanding. In J.H. Flavell & E.M. Markman (Eds.), *Carmichael's Manual of Child Psychology* (Vol.3, pp. 515-529). New York: Wiley.

Büchel, F.P. (2006). Analogical reasoning in students with moderate intellectual disability: Reasoning capacity limitations or memory overload? *Educational and Child Psychology*, 23(3), 61-80.

Büchel, F.P., & Paour, J.-L. (2005). Déficience intellectuelle : déficits et remédiation cognitive. *Enfance*, 3, 227-240.

Dulaney, C.L., & Ellis, N.R. (1991). Long-term recognition memory for items and attributes by retarded and nonretarded persons. *Intelligence*, 15, 105-115.

Goswami, U. (1992). *Analogical reasoning in children*. East Sussex, UK: Erlbaum.

Hodapp, R.M., Burack, J.A., & Zigler, E. (1998). Developmental approaches to mental retardation: A short introduction. In J.A. Burack, R.M. Hodapp, & E. Zigler (Eds.), *Handbook of Mental Retardation and Development* (pp. 3-19). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Holyoak, K.J., Junn, E.N., & Billman, D.O. (1984). Development of Analogical Problem-Solving Skill. *Child Development*, 55, 2042-2055.

Hulme, C., & Mackenzie, S. (1992). *Working Memory and Severe Learning Difficulties*. East Sussex, UK: Erlbaum.

McConaghy, J., & Kirby, N.H. (1987). Using the componential method to train mentally retarded individuals to solve analogies. *American Journal of Mental Deficiency*, 92(1), 12-23.

Milgram, N.A. (1973). Cognition and language in mental retardation: Distinctions and implications. In D.K. Routh (Ed.), *The experimental psychology of mental retardation*. Chicago: Adline.

Miller, G.A. (1956). The magical number seven, plus or minus two. Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97.

Mulholland, T.M., Pellegrino, J.W., & Glaser, R. (1980). Components of geometric analogy solution. *Cognitive Psychology*, 12, 252-284.

Paour, J.-L. (1992). Induction of logic structures in the mentally retarded: An assessment and intervention instrument. In H.C. Haywood & D. Tzuriel (Eds.), *Interactive Assessment* (pp.119-166). New York : Springer Verlag.

Pellegrino, J.W. (1985). Inductive reasoning ability. In R.J. Sternberg (Ed.), *Human abilities. An information processing approach* (pp. 195-226). New York: Freeman.

Piaget, J., Montangero, J., & Billeter, J. (1977). Correlates formation. In J. Piaget (Ed.), *Recherches sur l'abstraction réfléchissante. Vol. 1. L'abstraction des relations logico-mathématiques* (pp. 115-129). Paris: PUF.

Schlatter, C., & Büchel, F.P. (2000). Detecting reasoning abilities of persons with moderate mental retardation: The Analogical Reasoning Learning Test (ARLT). In C.S. Lidz & J. Elliott (Eds.), *Dynamic assessment: Prevailing models and applications* (pp. 155-186). New York: Elsevier.

Sternberg, R.J. (1977). *Intelligence, information processing, and analogical reasoning: The componential analysis of human abilities*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.