



**HAL**  
open science

## Les performances aux RAN, prédictives des performances scolaires ?

Anne Philippon, Aline Romain

► **To cite this version:**

Anne Philippon, Aline Romain. Les performances aux RAN, prédictives des performances scolaires ?. Sciences cognitives. 2014. dumas-01076531

**HAL Id: dumas-01076531**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01076531>**

Submitted on 2 Nov 2015

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**ACADEMIE DE PARIS  
UNIVERSITE PARIS-VI PIERRE & MARIE CURIE**

**MEMOIRE POUR LE CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE**

**Les performances aux RAN, prédictives des performances scolaires ?**

**Sous la direction de Michel FAYOL  
2013 - 2014**

Anne PHILIPPON  
Née le 05 mars 1987

Aline ROMAIN  
Née le 07 mars 1989

## REMERCIEMENTS

Merci à Monsieur Michel Fayol, Directeur de ce mémoire pour l'aide qu'il nous a apportée.

Merci aux directeurs, aux enseignants et aux enfants des écoles primaires : Robert Fontaine, Les Pierres Bleues, Saint-Joseph et celle du Sacré-Coeur pour leur accueil, leur motivation et leur participation.

Merci à nos familles pour leur soutien et leurs chaleureux encouragements dans ce long travail.

Nous, soussignées Anne PHILIPPON et Aline ROMAIN, déclarons être pleinement conscientes que le plagiat de document ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, nous nous engageons à citer toutes les sources que nous avons utilisées pour écrire ce mémoire.

## TABLE DES MATIERES

<b>I. INTRODUCTION</b>	1
<b>II. THEORIE</b>	2
<b>A. PRESENTATION DU RAN</b>	2
<u>1. Historique du RAN</u>	
<u>2. Le RAN dans tous ses états</u>	3
a) Les mesures	3
b) Les stimuli : nature, quantité et nombre de répétitions	3
c) Les versions du RAN	5
d) Les variantes du RAN	6
<u>3. Epreuve prédictive de capacités</u>	6
a) En lecture	6
b) En mathématiques	7
c) RAN et aptitudes phonologiques	8
<b>B. MODELES DES FONCTIONS LANGAGIERES MOBILISEES DANS LA DENOMINATION RAPIDE AUTOMATISEE</b>	9
<u>1. Le modèle unique proposé par Denckla et Rudel</u>	10
<u>2. Différents modèles pour différents stimuli</u>	12
a) Dénomination d'objets	12
b) Dénomination de lettres	13
c) Dénomination de chiffres, dés, jetons et configurations de doigts	14
<u>3. Différents modèles pour différents apprentissages</u>	16
a) Lecture	16
b) Arithmétique	19

<b>C. RAN ET APPRENTISSAGES</b>	21
<u>1. Pourquoi le RAN est-il prédictif ?</u>	21
<u>2. L'évolution des performances dans les apprentissages et le RAN</u>	22
<b>III. PROBLEMATIQUE</b>	22
<b>IV. HYPOTHESES</b>	23
<b>V. PARTIE PRATIQUE</b>	24
<b>A. METHODOLOGIE</b>	24
<u>1. Participants</u>	24
<u>2. Procédures</u>	25
<u>3. RAN</u>	26
a) Tâches proposées	26
b) Passation et cotation des épreuves	28
<u>4. Epreuves académiques</u>	29
a) Langage écrit - Lecture	29
b) Langage écrit - Transcription	30
c) Arithmétique	31
d) Passation et cotation des épreuves	34
<b>B. ANALYSE STATISTIQUE DES RESULTATS</b>	35
<u>1. Le RAN : plusieurs dimensions ou un modele unique ?</u>	35
a) Analyse factorielle du CP	37
b) Analyse factorielle du CE1	37
c) Un modèle hybride à 2 dimensions	38
<u>2. Le RAN, prédicteur des performances académiques ? Résultats et corrélations des 2 dimensions avec les taches</u>	39
a) Analyse des corrélations en CP	41

b) Analyse des corrélations en CE1	41
c) Analyse des corrélations en CP et CE1	42
<u>3. Analyse de régression : quel RAN pour quelle épreuve académique ?</u>	43
a) En CP	43
b) En CE1	44
c) En CP et CE1	45
<u>4. Conclusion</u>	46
<b>C. ETUDES DE CAS</b>	48
<u>1. Profils attendus :</u>	48
a) Meilleures performances : cas de M.	48
b) Performances faibles : cas de A.	50
c) Profil hétérogène : cas de J.	51
<u>2. Profils dissociés par rapport à nos attentes</u>	53
a) En CE1 : cas de T.	53
b) En CP : cas de L.	54
c) Interprétation des dissociations	55
<b>VI. DISCUSSION</b>	56
<b>VII. CONCLUSION</b>	59
<b>VIII. BIBLIOGRAPHIE</b>	61
<b>IX. ANNEXES</b>	67

## **LISTE DES FIGURES**

Fig. 1. Items objets et lettres présentés dans le même format que Denckla et Rudel (1976)

Fig. 2. Description des méthodologies de 5 études (De Meyer de Wilde, 2013)

Fig. 3. Etapes cognitives nécessaires à la dénomination selon Segui et Ferrand (2000)

Fig. 4. Modèle proposé pour la dénomination d'un item lettre, chiffre, objet et couleur par Denckla et Rudel (1999) et correspondance avec le modèle de Segui et Ferrand (2000)

Fig. 5. Modèle de Chomel-Guillaume, Leloup et coll. (2010) et correspondance avec le modèle de Segui et Ferrand (2000)

Fig. 6. Modèle de dénomination visuelle pour les stimuli lettres, d'après Wolf et Bowers (1999)

Fig. 7. Modèle proposé par Roelofs (2006) avec ajout des configurations de doigts et correspondance avec le modèle de Segui et Ferrand (2000)

Fig. 8. Modèle proposé par Herrera et Macizo (2012) avec ajout des configurations de doigts

Fig. 9. Modèle à double voie de Coltheart & coll. (2001)

Fig. 10. Modélisation de Chomel-Guillaume & coll. (2010) et mise en relation avec les modélisations des tâches du RAN

Fig. 11. Modèle du triple code de Dehaene et Cohen (1992)

Fig. 12. Effectifs par écoles et pourcentages

Fig. 13. Répartition du genre des sujets par classe

Fig. 14. Catégorisation des problèmes et taux de réussite selon Riley, Greeno et Heller (1983)

Fig. 15. Moyennes et écarts-types obtenus aux 7 tâches du RAN en fonction des niveaux scolaires

Fig. 16. Moyennes et écarts-types obtenus aux épreuves académiques en fonction des niveaux scolaires

Fig. 17. Analyse en composantes principales : mise en évidence de deux facteurs chez les CE1

Fig. 18. Quantité de variance expliquée par chacun des facteurs selon les groupes

Fig. 19. Moyennes et écarts-types obtenus aux épreuves académiques pour les enfants de CP et de CE1

Fig. 20. Corrélations entre RAN et épreuves académiques pour les enfants de CP

Fig. 21. Corrélations entre RAN et épreuves académiques pour les enfants de CE1

Fig. 22. Corrélations entre RAN et épreuves académiques pour les enfants de CE1

Fig. 23. Notes Z de M. par rapport au groupe de CP pour chaque RAN et chaque domaine des épreuves académiques

Fig. 24. Notes Z de M. par rapport au groupe de CE1 pour chaque RAN et chaque domaine des épreuves académiques

Fig. 25. Notes Z de A. par rapport au groupe de CE1 pour chaque RAN et chaque domaine des épreuves académiques

Fig. 26. Notes Z de J. par rapport au groupe de CE1 pour chaque RAN et chaque domaine des épreuves académiques

Fig. 27. Notes Z de T. par rapport au groupe de CE1 pour chaque RAN et chaque domaine des épreuves académiques

Fig. 28. Notes Z de L. par rapport au groupe de CP pour chaque RAN et chaque domaine des épreuves académiques

Fig. 29. Proposition d'une modélisation de synthèse pour la dénomination des différents stimuli des RAN par A. Romain et A. Philippon (2014)

## **I. INTRODUCTION**

Si le traitement des troubles des apprentissages s'est grandement amélioré via les avancées scientifiques et neuropsychologiques, le dépistage et la prévention de ceux-ci constituent l'un des prochains défis de l'orthophonie. Nous savons qu'une intervention précoce de rééducation et des adaptations scolaires sont bénéfiques pour le bon développement de l'enfant. Ceux qui présentent des troubles des apprentissages ont fréquemment des difficultés dans le développement du langage oral, or celles-ci peuvent passer inaperçues. Auquel cas, ce n'est que lorsque les apprentissages sont formellement engagés que les troubles sont détectés et que les écarts se creusent. Ces enfants peuvent alors être gênés non seulement sur le plan scolaire mais aussi sur les plans personnel et social, d'où l'intérêt majeur de la démarche préventive pour les professionnels concernés et la mise en place d'outils adéquats.

Dans cette optique, le test de Rapid Automated Naming (RAN) ou Dénomination Rapide Automatisée (DRA) pourrait être un de ces outils. En effet, ce test fait l'objet de nombreuses études mettant en évidence sa relation avec les apprentissages : les résultats aux RAN seraient corrélés à des difficultés notamment en lecture mais aussi en arithmétique. Toutefois, les données de la littérature sont peu claires pour deux raisons : d'une part, plusieurs versions du RAN existent dont on connaît mal les liens ; d'autre part, la valeur prédictive a été testée de manière peu rigoureuse.

Notre objectif est d'améliorer la connaissance de cette épreuve concernant les variantes et leurs valeurs prédictives respectives. Nous allons donc tenter d'établir des corrélations entre l'épreuve des RAN et les capacités en lecture, transcription et arithmétique.

Nous avons sélectionné sept tâches de dénomination rapide correspondant à sept catégories différentes de stimuli : couleurs, chiffres, images d'objets, constellations non-canoniques, configurations conventionnelles de doigts, dés et consonnes. Dans un premier temps, nous avons proposé ces RAN à des enfants de CP et de CE1 en début d'année scolaire. Dans un second temps, nous leur

avons fait passer des épreuves académiques deux mois plus tard. A partir des données récoltées, nous tenterons de répondre à nos questions.

## **II. THEORIE**

### **A. PRESENTATION DU RAN**

Le RAN (Rapid Automated Naming) ou DRA (Dénomination Rapide Automatisée) exige de nommer aussi vite que possible un nombre fixe de stimuli présentés de manière répétée et dans un ordre aléatoire, sans jamais que deux stimuli identiques ne se suivent. Avant l'épreuve, une ligne d'entraînement est présentée, constituée de chaque item, afin de s'assurer que le sujet connaît le mot-cible attendu.

#### **1. Historique du RAN (Aline)**

Le neurologue américain Norman Geschwind a consacré une importante partie de ses recherches à l'aphasie, à l'épilepsie et à la dyslexie. Ses investigations le mènent au constat suivant : la conséquence de l'alexie viendrait d'une déconnexion entre les processus visuel et verbal au niveau cérébral (Geschwind, 1965). A l'instar de Wernicke, Geschwind met alors en exergue la connectivité qui s'opère entre les différentes régions cérébrales, en particulier au niveau du gyrus angulaire.

Il présente le cas d'un patient souffrant d'alexie mais qui montre également une grande difficulté à nommer les couleurs en dépit d'une excellente perception ou utilisation de celles-ci (Geschwind & coll., 1966). Geschwind s'intéresse ainsi à la lenteur du traitement et met au point un test chronométré de dénomination de couleurs : la DRA est née. Il suggère que ce déficit prégnant pour nommer les couleurs est dû à un défaut de connexion entre les aires visuelles et auditives. Le chercheur postule que les circuits neuronaux qui sous-

tendent la DRA sont similaires à ceux impliqués dans la lecture.

Denckla explore davantage l'idée d'une relation entre la dénomination et la lecture. Elle teste des garçons ayant des difficultés de lecture sur une tâche de dénomination accélérée en utilisant la même méthodologie que Geschwind. Si la capacité à dénommer n'est pas altérée chez les enfants dyslexiques, elle découvre que ceux-ci étaient particulièrement lents et considérablement en échec au RAN par rapport à leurs pairs et ce malgré une intelligence et une vision normales (Denckla, 1972). Denckla et Rudel introduisent de nouveaux stimuli au test du RAN et le nomment comme tel (Denckla & Rudel 1976b).

## **2. Le RAN dans tous ses états (Aline)**

La majorité des versions du RAN suivent le modèle de Denckla et Rudel qui fait consensus. Cependant, d'autres versions ont été élaborées : elles varient en fonction de la nature des stimuli proposés, leur nombre, le format de présentation et la consigne de passation.

### **a) Les mesures**

La mesure décisive du RAN est le temps nécessaire au sujet pour dénommer la totalité des items (Norton & coll., 2012). Toutefois, d'aucuns prennent aussi en considération les erreurs commises ainsi que les auto-corrections au sein d'une analyse qualitative, démarche que nous avons suivie.

### **b) Les stimuli : nature, quantité et nombre de répétitions**

Les stimuli les plus répandus sont les suivants : couleurs, chiffres, objets et lettres. Le modèle de référence de Denckla et Rudel (1974) utilise "a, d, s, o, p", "hand, star, book, dog, chair", "green, red, blue, black, yellow" et "2, 4, 9, 6, 7". Les récentes recherches à propos du RAN ont proposé davantage de stimuli comme de la lecture de mots, des images d'animaux, reconnaissance du nombre

de points sur un dé, de constellations aléatoires, etc. Le nom des objets prend en compte les contraintes linguistiques de la langue maternelle afin qu'il n'y ait qu'une syllabe par item. La nature des stimuli est donc vaste et hétéroclite.

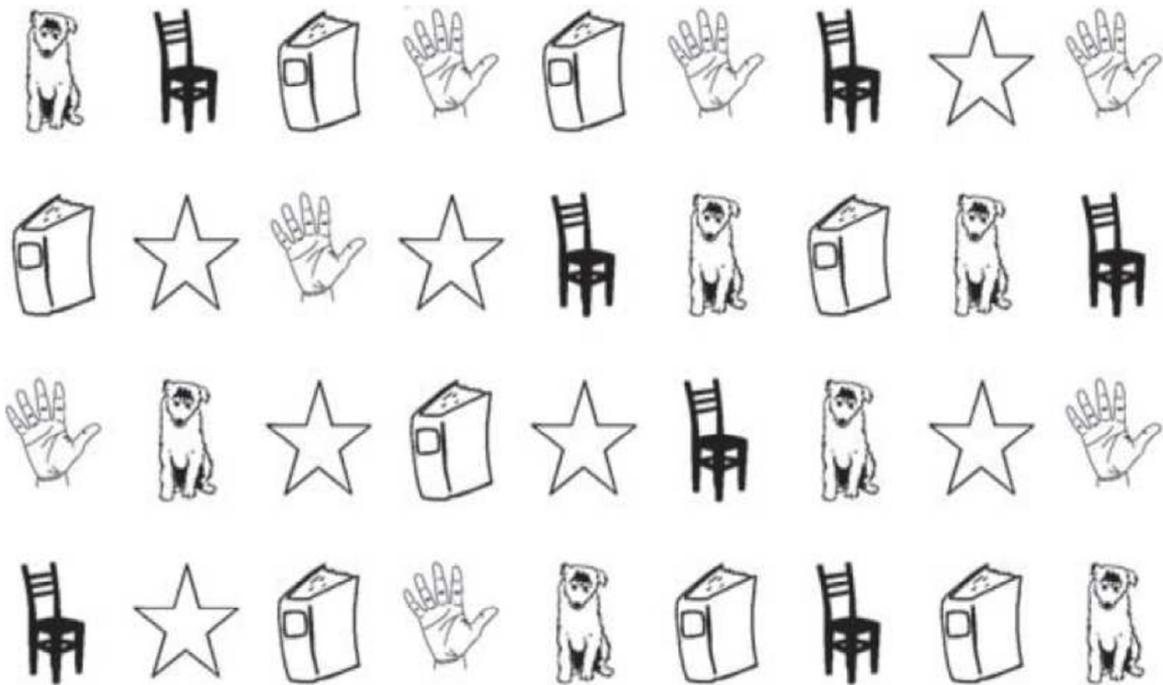


Fig. 1. Items objets présentés dans le même format que Denckla et Rudel (1976)

Quant à la quantité d'items à dénommer, là aussi des variantes existent: Denckla et Rudel en ont d'abord proposé 5, d'autres études 10 ou 9 (comme dans le CTOPP rapid naming subtest) voire seulement 2.

La fréquence d'apparition des items varie aussi, nous observons 5 répétitions de chaque item (selon le modèle de Denckla et Rudel) mais aussi de 8 à 25 apparitions. Le tableau suivant (De Meyer de Wilde, 2013) met en exergue l'hétérogénéité des versions du RAN. (Denckla & coll., 1974 ; Katz & coll., 1985 ; Castel & coll., 2008 ; Lervag & coll. 2009 ; Georgiou & coll., 2012).

	Denckla et Rudel (1974)	Katz et Shankweiler (1985)	Castel, Pech-Georgel et coll. (2004)		Lervåg et Hulme (2009)					Georgiou, Papadopoulos et coll. (2012)			
Population	Enfants de 5 à 11 ans	18 enfants de 7-8 ans scolarisés	24 enfants dyslexiques hospitalisés en neuropédiatrie		192 enfants, testés 5 fois.					Enfants de 7 ans et de 10 ans			
					début GS	début CP	fin CP	début CE1	fin CE1				
Version	Classique	Classique	Classique	Discrète	Classique					Classique			
Lettres	a, d, s, o, p	a, d, s, o, p	a, d, s, o, p		-	Oui*	Oui*	Oui*	Oui*	Oui*	-	-	-
Items répétés	Oui, 10 x5	Oui, 10x5	Oui, 10 x5		-	Oui 5x8	Oui 5x8	Oui 5x8	Oui 5x8	Oui 5x8	-	-	-
Objets	hand, star, book, dog, chair	ball, box, door, hat, table	jupe, lampe, singe, tasse, vase bague, mouche, cage, bol, pelle		Oui*	Oui*	Oui*	Oui*	Oui*	Oui*	ball, tree, cat, apple, chicken,	appel, chicken	cheese, foot, baby, ruler, belt, ball, cat, tree, chicken, apple
Items répétés	Oui, 5x10	Oui, 10x5	Oui, 10 x5		Oui 5x8	Oui 5x8	Oui 5x8	Oui 5x8	Oui 5x8	Oui 5x8	Oui, 5x10	Oui, 2x25	Oui, 10x5
Couleurs	green, red, blue, black, yellow	green, red, blue, black, yellow	-		Oui*	Oui*	Oui*	Oui*	Oui*	Oui*	-	-	-
Items répétés	Oui, 10 x5	Oui, 10x5	-		Oui 5x8	Oui 5x8	Oui 5x8	Oui 5x8	Oui 5x8	Oui 5x8	-	-	-
Chiffres	2, 4, 6, 7, 9	-	2, 4, 6, 7, 9		-	Oui*	Oui*	Oui*	Oui*	Oui*	2, 5, 7, 9	2, 5	1 à 9
Items répétés	Oui, 10 x5	-	Oui, 10 x5		-	Oui 5x8	Oui 5x8	Oui 5x8	Oui 5x8	Oui 5x8	Oui, 10 x5	Oui, 25x2	Oui, 5x10
Lecture de mots écrits	-	ball, box, door, hat, table	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Items répétés	-	Oui, 10x5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Animaux	-	bird, cow, dog, goat, pig	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Items répétés	-	Oui, 10x5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fig. 2. Description des méthodologies de 5 études (De Meyer de Wilde, 2013)

### c) Les versions du RAN

Le RAN est couramment présenté sur support papier, la totalité des items à dénommer prenant la forme d'une matrice. La consigne de dénomination des éléments est homologue à celle de la lecture : de gauche à droite, de ligne en ligne. Dans ce cas, il s'agit de la version dite continue ou classique (Castel & coll., 2008). Une version discrète existe dans laquelle chaque item est présenté séparément, la totalité des éléments se succédant un à un. Cette version exige un matériel informatique adéquat, avec un mode de présentation qui supprime la contrainte visuo-attentionnelle de balayage oculaire et de suivi de ligne.

Certaines études montrent que la version importe peu, excepté pour les chiffres où les résultats des enfants dyslexiques sont plus déficitaires dans la version discrète (Castel & coll., 2008). Ecarter une méthode au profit d'une autre fait débat : force est de constater que le format discret permet une mesure plus

pure du RAN puisque faite sans exigence motrice visuelle ni cognitive. Au contraire, les défenseurs de la version continue y voient là la force du RAN puisque ces contraintes se rapprochent intrinsèquement de celles de la lecture : balayage de gauche à droite et de ligne en ligne (Misra & coll., 2004 ; Wolf & coll., 2000). De plus, ces deux formats requièrent les fonctions exécutives de façon diamétralement opposée : si la flexibilité et l'attention sont en jeu dans la version classique, ces deux compétences sont très réduites dans la version discrète.

#### d) Les variantes du RAN

Il existe une deuxième dimension méthodologique. Dans les années 1980 Wolf propose un RAN d'items de catégories différentes : des couleurs, des chiffres et lettres mélangés et réunis sur une même matrice (Norton & coll., 2012). Cette variante du RAN exige de fortes capacités de flexibilité car il est nécessaire non seulement de passer d'un item à un autre mais aussi d'une catégorie à une autre.

Le Colorado Learning Disabilities Research Project présente aussi une autre alternative du RAN : la consigne étant de dénommer le maximum de stimuli en 15 secondes (Compton & coll., 2002). L'indice retenu n'est donc plus le temps mais le nombre d'items dénommés.

### **3. Epreuve prédictive de capacités (Aline & Anne)**

#### a) En lecture

Norton & Wolf comparent le fait de lire à une symphonie : la lecture requiert en effet de nombreuses compétences à mettre en œuvre de façon simultanée. Les systèmes neuronaux activés lors de la lecture impliquent : d'une part les processus visuels (moteurs et cognitifs) mais aussi la langue (phonologie, morphologie, syntaxe et sémantique), la mémoire de travail,

l'attention, la flexibilité (Norton & coll., 2012). Un vaste corpus de recherches considère le RAN comme universellement prédictif de la fluidité de lecture en tant que rapidité et qualité de la lecture à haute voix (Georgiou & coll., 2008). Dans cette perspective, le RAN et la lecture sont perçus comme nécessitant un grand nombre de mêmes procédés : saccades oculaires, capacités attentionnelles et exécutives dont notamment la mémoire de travail pour la connexion entre représentations orthographiques et phonologiques. D'ailleurs une récente étude visant à décomposer les relations entre RAN et habiletés de lecture montre que l'encodage en mémoire de travail constitue une partie importante de ces relations. Une corrélation entre RAN et lecture a été mise en exergue surtout chez les lecteurs en difficulté, de façon moindre chez les normo-lecteurs (Frijters & coll., 2011). En outre, le RAN permet de faire la différence entre les enfants dyslexiques ou normo-lecteurs (Raschle & coll., 2011). Les corrélations sur un certain nombre d'autres variables : l'expression, la compréhension et les compétences phonologiques ne mettent pas significativement en évidence une différence entre les groupes contrairement au RAN. La majorité des études suggèrent que le RAN est un processus universel qui permet de prédire la capacité ultérieure de l'enfant en lecture.

#### b) En mathématiques

L'arithmétique est une discipline à large spectre : elle nécessite de comprendre le langage (vocabulaire spécifique dans les problèmes, manipulation des signifiants des nombres et de la chaîne verbale) mais aussi d'avoir accès au sens du nombre, discerner les quantités, maîtriser l'espace et le temps ainsi que les techniques opératoires. Les tests prédictifs des capacités de lecture détermineraient aussi l'accès au sens du nombre via des facteurs cognitifs communs (Jordan & coll., 2006).

La neuro-imagerie montre que le RAN et les mathématiques sont tous les deux associés au cortex temporo-pariétal gauche notamment le gyrus angulaire gauche (Georgiou & coll. 2013). Le RAN serait donc particulièrement robuste

pour prédire les difficultés futures en mathématiques (Mazzocco & coll., 2013). Les stimuli les plus corrélés à ces compétences arithmétiques sont : dénomination de couleurs, chiffres et jetons. (Foster, 2012 ; Bull & coll., 2001 ; Van der Sluis & coll., 2004 ; Willburger & coll., 2008). Le lien entre compétences au RAN et habiletés mathématiques n'est plus à démontrer. En 2012, l'étude de Foster corrobore ces résultats : il confirme que les performances au RAN couleurs sont corrélées aux performances en numération, addition, soustraction et mesures. Koponen & coll. (2007) trouvent aussi de fortes corrélations entre les performances au RAN et les performances en calcul. Plusieurs études ont mis en évidence de fortes corrélations entre difficultés en calcul et faibles performances au RAN jetons notamment (Van der Sluis & coll., 2004 ; Willburger et coll., 2008). Les liens entre RAN chiffres et capacités arithmétiques font débat : Landerl & coll. appuyés par Van der Sluis & coll. ont mis en évidence en 2004 des corrélations élevées. Toutefois Willburger & coll. (2008) n'ont pas abouti à des résultats similaires. En effet, le calcul ne nécessite pas seulement la connaissance symbolique des nombres, ce qui pourrait expliquer que la maîtrise du code arabe n'est pas la seule condition à la bonne manipulation des chiffres. Cependant l'accès au code symbolique simplifie le calcul : « *Les opérations présentées sous forme de mots écrits "sept fois trois" donnent lieu à 30% de plus d'erreurs que les mêmes fournies avec des chiffres arabes "7x3"* » (Fayol, 2012). Si les résultats décrits ne permettent pas d'aboutir avec certitude, nous savons de façon empirique que le RAN est une tâche en partie prédictive. Néanmoins, les stimuli ne sont pas tous corrélés aux capacités en mathématiques, discipline couvrant de nombreuses capacités à mobiliser.

### c) RAN et aptitudes phonologiques

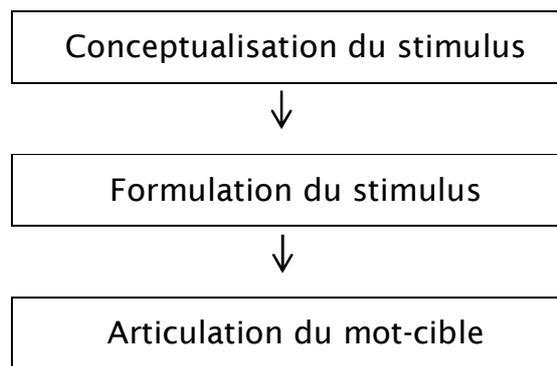
La plupart des études permettant d'établir un lien entre RAN et aptitudes phonologiques se basent sur la comparaison de groupes d'enfants dyslexiques et de groupes d'enfants normo-lecteurs. Les critères diagnostiques de la dyslexie incluent des processus phonologiques déficitaires ainsi qu'une lenteur de

dénomination rapide. On peut supposer que lien entre RAN et lecture ait donc une explication phonologique. Cependant, en élaborant la théorie du double déficit, Wolf & Bowers (1999) ont montré que les aspects phonologiques mis en jeu lors de la dénomination rapide seraient en partie indépendants de ceux utilisés dans des tâches de conscience phonologique classiques. Néanmoins, parmi les enfants participant à leur étude, ceux présentant à la fois un déficit en dénomination rapide et en conscience phonologique avaient une dyslexie plus sévère : ainsi la tâche de RAN est partiellement indépendante de la conscience phonologique (Castel & coll., 2008). Celle-ci serait liée de façon plus importante à la capacité d'épellation (Furnes & coll., 2011), en effet la phonologie permet alors de faire le lien entre phonème et graphème. D'autres auteurs ont montré que la valeur prédictive du RAN en lecture ne dépend pas d'autres prédicteurs tels que la mémoire phonologique.

D'ailleurs, le QI verbal n'est pas corrélé aux capacités de lecture chez les lecteurs en difficulté alors qu'il l'est chez des bons lecteurs (McBride-Chang & coll., 1996). L'aspect prédictif du RAN en lecture ne peut donc pas être mis uniquement sur le compte des capacités phonologiques.

## **B. MODELES DES FONCTIONS LANGAGIERES MOBILISEES DANS LA DENOMINATION RAPIDE (Aline & Anne)**

Segui & Ferrand (2000) ont proposé une conceptualisation de l'activité cognitive que nécessite le RAN, à savoir dénommer. Si cette compétence peut paraître anodine et rudimentaire, elle requiert pourtant 3 étapes cognitives majeures : conceptualisation / formulation / articulation. Dans les différents modèles ci-après, nous avons mis en évidence chacune de ces 3 étapes.

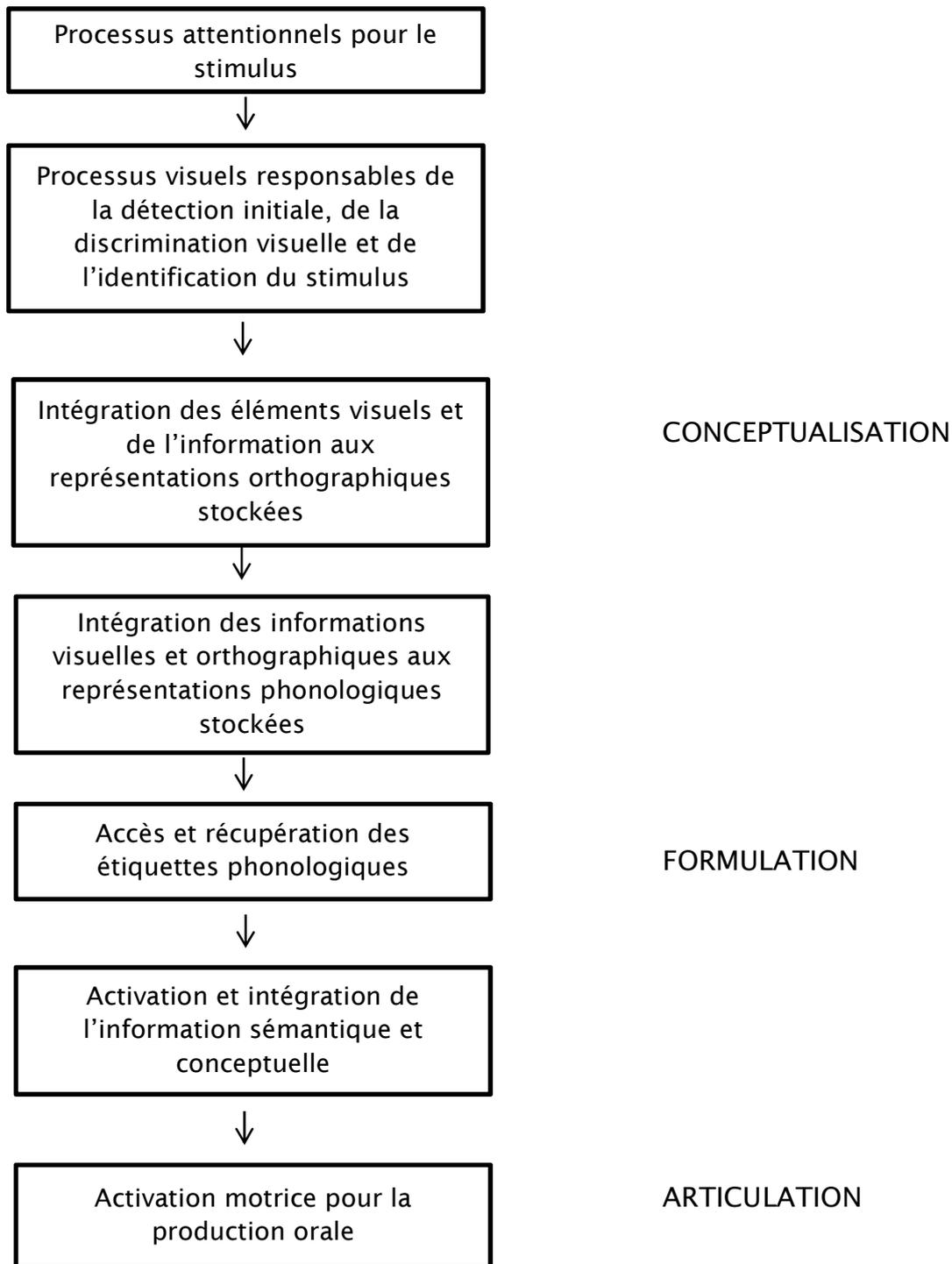


*Fig. 3. Etapes cognitives nécessaires à la dénomination selon Segui et Ferrand (2000)*

L'étape première de conceptualisation correspond à l'idée qu'évoque le stimulus. La formulation est le codage de l'idée en message verbal concret : en d'autres termes c'est l'accès au lexique mental. L'articulation quant à elle correspond au fait d'énoncer le mot-cible, c'est la production orale (Chomel-Guillaume & coll., 2010). Au-delà de l'aspect langagier, le succès au RAN suppose d'autres compétences cognitives et exécutives. En effet, le RAN implique des processus visuo-spatiaux avec le balayage visuel item par item et le retour à la ligne dans sa version continue. Ensuite, des compétences attentionnelles sont nécessaires : attention soutenue notamment pour se focaliser sur la tâche (Van der Sluis & coll., 2004). Puis, le RAN requiert aussi les processus mnésiques afin de récupérer en mémoire à long terme le mot nommant l'item-cible (Wolf & coll., 2002).

### **1. Le modèle unique proposé par Denckla et Rudel**

Le modèle de Denckla et Rudel est la première architecture cognitive construite par rapport au RAN. Ce modèle repose sur le postulat suivant : quel que soit le type de stimuli, il en découle une activation de la voie sémantique. Par ailleurs ce modèle est appliqué par Misra & coll. en 2004 dans le cadre de la dénomination orale de lettres.

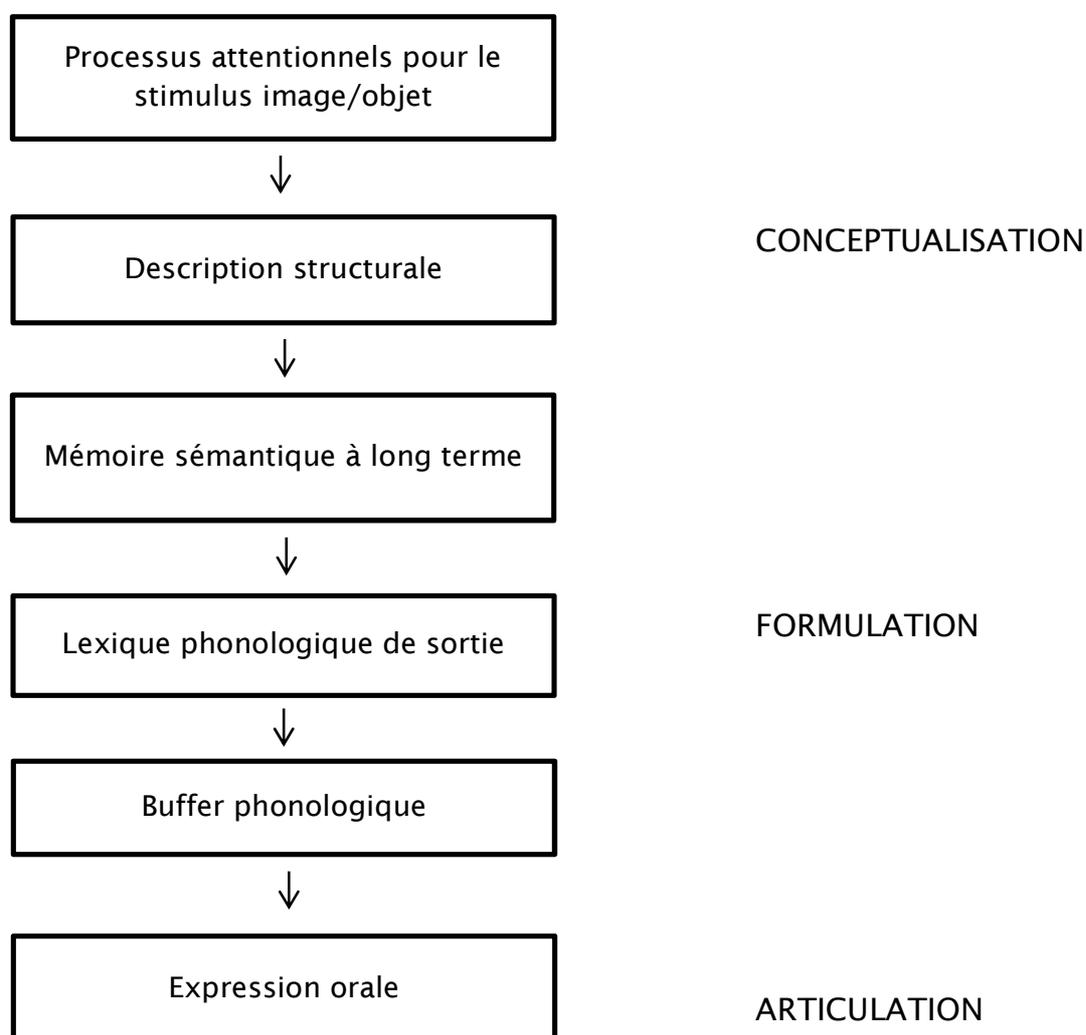


*Fig. 4. Modèle proposé pour la dénomination d'un item lettre, chiffre, objet et couleur par Denckla et Rudel (1999) et correspondance avec le modèle de Segui et Ferrand (2000)*

## 2. Différents modèles pour différents stimuli

### a) Dénomination d'objets

Dans ce modèle, émerge l'idée d'une composante supplémentaire à savoir la mémoire sémantique à long terme. L'idée d'un buffer phonologique est aussi montrée au sein de l'étape de formulation. Il s'agit très exactement du maintien de la séquence phonologique et de la planification articulatoire (Chomel-Guillaume & coll., 2010).



*Fig. 5. Modèle de Chomel-Guillaume, Leloup et coll. (2010) et correspondance avec le modèle de Segui et Ferrand (2000)*

b) Dénomination de lettres

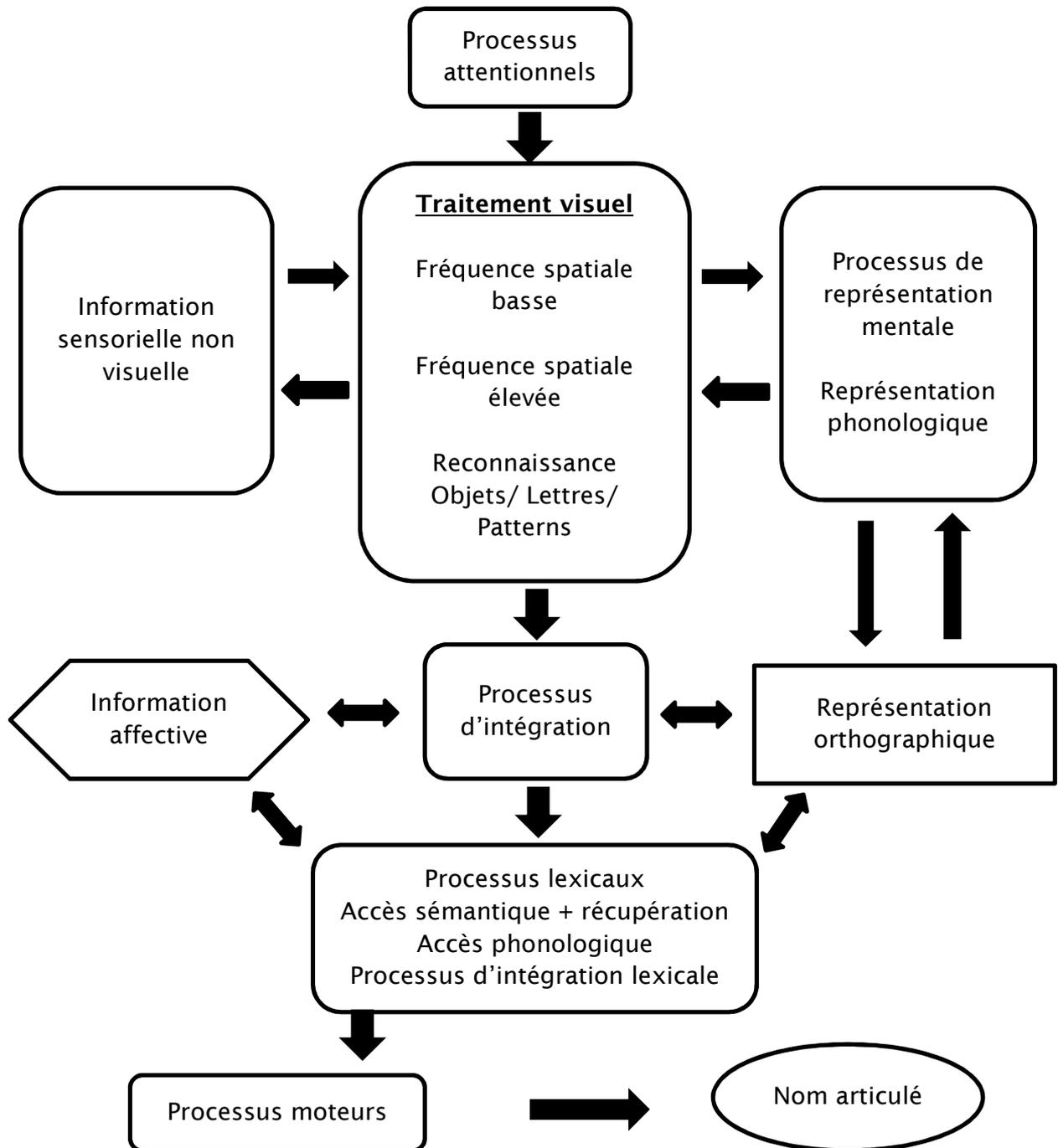


Fig. 6. Le modèle de dénomination visuelle pour les stimuli lettres, d'après Wolf et Bowers (1999)

Le modèle du double déficit appliqué à la dyslexie par Wolf & Bowers présuppose qu'au-delà du déficit phonologique, il existe une lenteur de traitement lors de difficultés de dénomination.

c) Dénomination de chiffres, dés, jetons et configurations de doigts

A l'instar d'un nom commun, pour dénommer un numéral il est nécessaire de récupérer la forme phonologique appropriée. Quel que soit le stimulus visuel de la quantité (chiffres arabes, constellations canoniques, chiffres romains ou code verbal écrit), ces différents faisceaux convergent vers la même forme phonologique (Herrera & coll., 2012).

Roelofs propose une modélisation de la dénomination d'items liés à l'arithmétique quel que soit le type de stimulus : constellations canoniques (dés), chiffres arabes (7) et code verbal (sept) auxquels nous avons ajouté les configurations canoniques de doigts (index et pouce levés pour signifier 2).

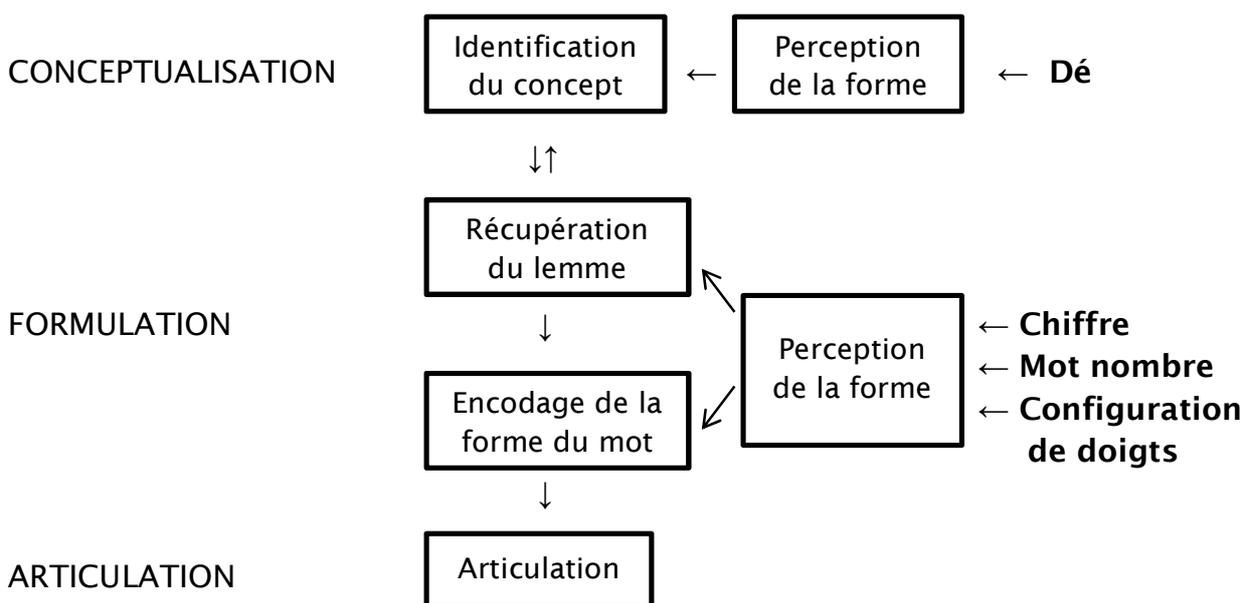
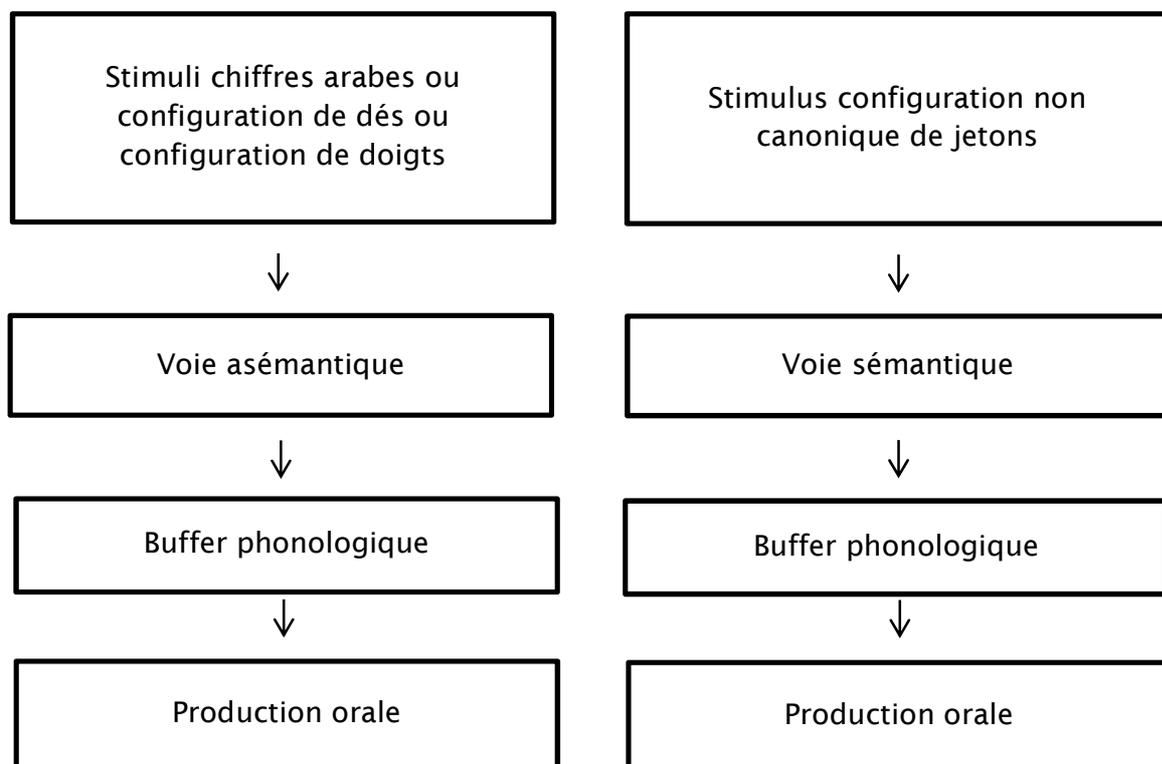


Fig. 7. Modèle proposé par Roelofs (2006) avec ajout des configurations de doigts et correspondance avec le modèle de Segui et Ferrand (2000)

En effet, cet ajout s'avère pertinent puisque nous savons que ces configurations de doigts sont canoniques donc conventionnelles, elles peuvent alors s'appliquer à ce modèle : elles sont traitées comme des chiffres arabes et rejoignent la même voie sémantique (Fayol, 2012).

Herrera & coll. en 2012 propose une alternative au modèle de Roelofs. Ces deux auteurs considèrent que la dénomination du matériel mathématique est différente du point de vue de l'activation sémantique.



*Fig. 8. Modèle proposé par Herrera et Macizo 2012 avec ajout des configurations de doigts*

Ainsi, selon le type de stimulus, la voie sémantique sera inhibée car non-nécessaire ou bien activée. Dans les deux cas, la forme phonologique récupérée et produite par le sujet ne dépend donc pas de cette voie sémantique. Selon ce

modèle, la dénomination de constellations canoniques (dés) et de chiffres arabes emprunte une voie asémantique pour parvenir directement à l'information phonologique adéquate tandis que la dénomination de chiffres romains et constellations non-canoniques (jetons) suppose une activation de la voie sémantique pour récupérer cette même forme phonologique (Herrera & coll., 2012).

### **3. Différents modèles pour différents apprentissages**

#### **a) Lecture**

Selon les modèles développementaux, il existe deux processus de traitement de la lecture : la procédure directe et la procédure indirecte. La procédure directe d'accès au lexique (voie d'adressage) repose uniquement sur le traitement de représentations orthographiques, récupéré dans le lexique mental sans faire appel à un traitement phonologique (conversion grapho-phonémique non-nécessaire). Quant à la procédure indirecte (voie d'assemblage), il s'agit d'un traitement du message écrit par correspondance graphème-phonème pour convoquer le mot dans le lexique mental. Cet apprentissage du déchiffrement requiert un apprentissage particulier car académique. La voie directe est celle privilégiée par le lecteur expert qui reconnaît d'emblée les mots sans les déchiffrer, simplement en les récupérant en mémoire à long terme. C'est aussi la voie utilisée pour identifier un mot irrégulier (galop, fils...). La voie d'assemblage permet quant à elle de déchiffrer les mots qui ne sont pas connus ou les logatomes

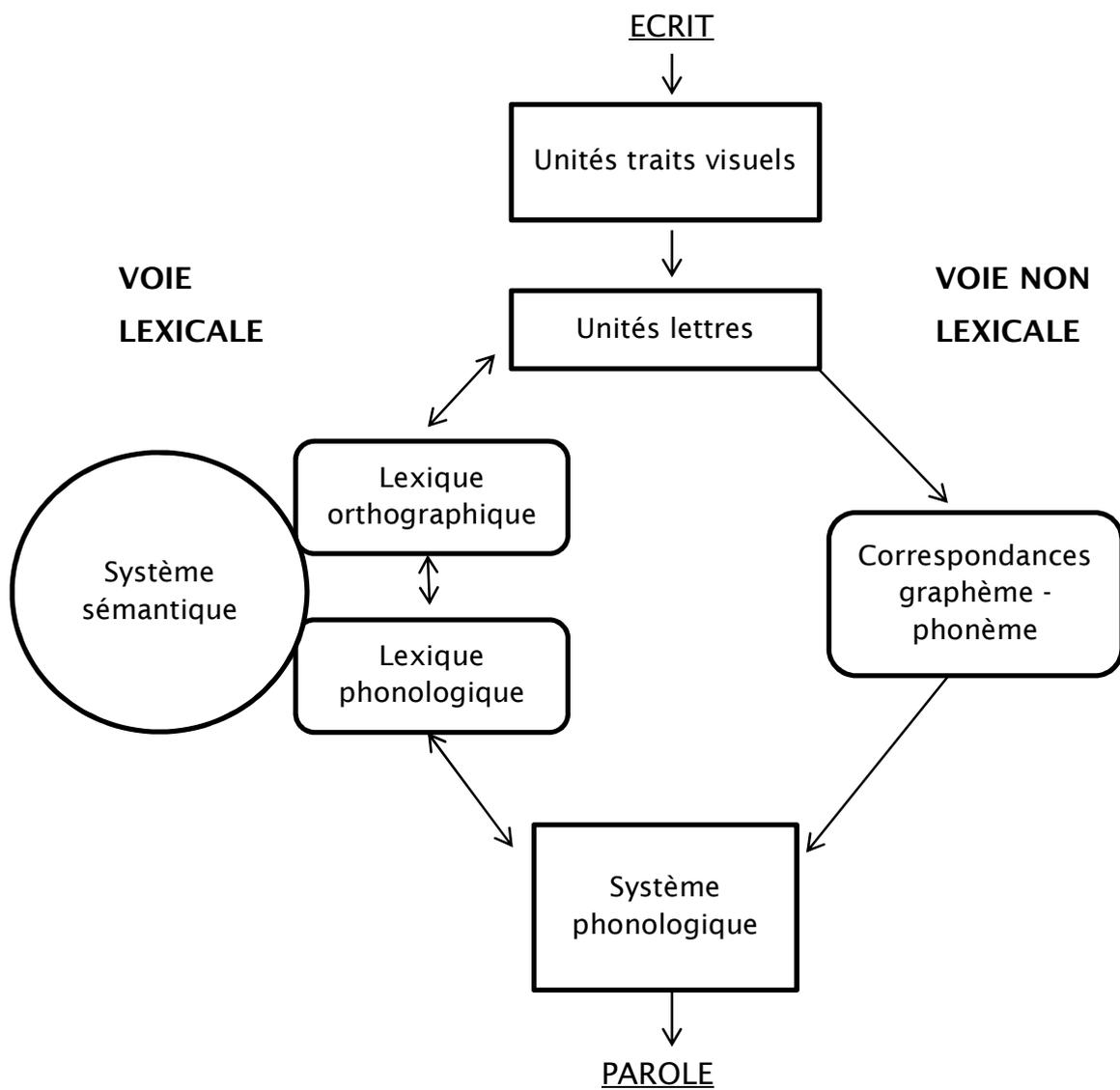


Fig. 9. Le modèle à double voie de Coltheart & coll. (2001)

Comme lors de la dénomination lors d'une tâche de RAN, l'aboutissement à l'identification d'un mot suit une séquence bien précise :

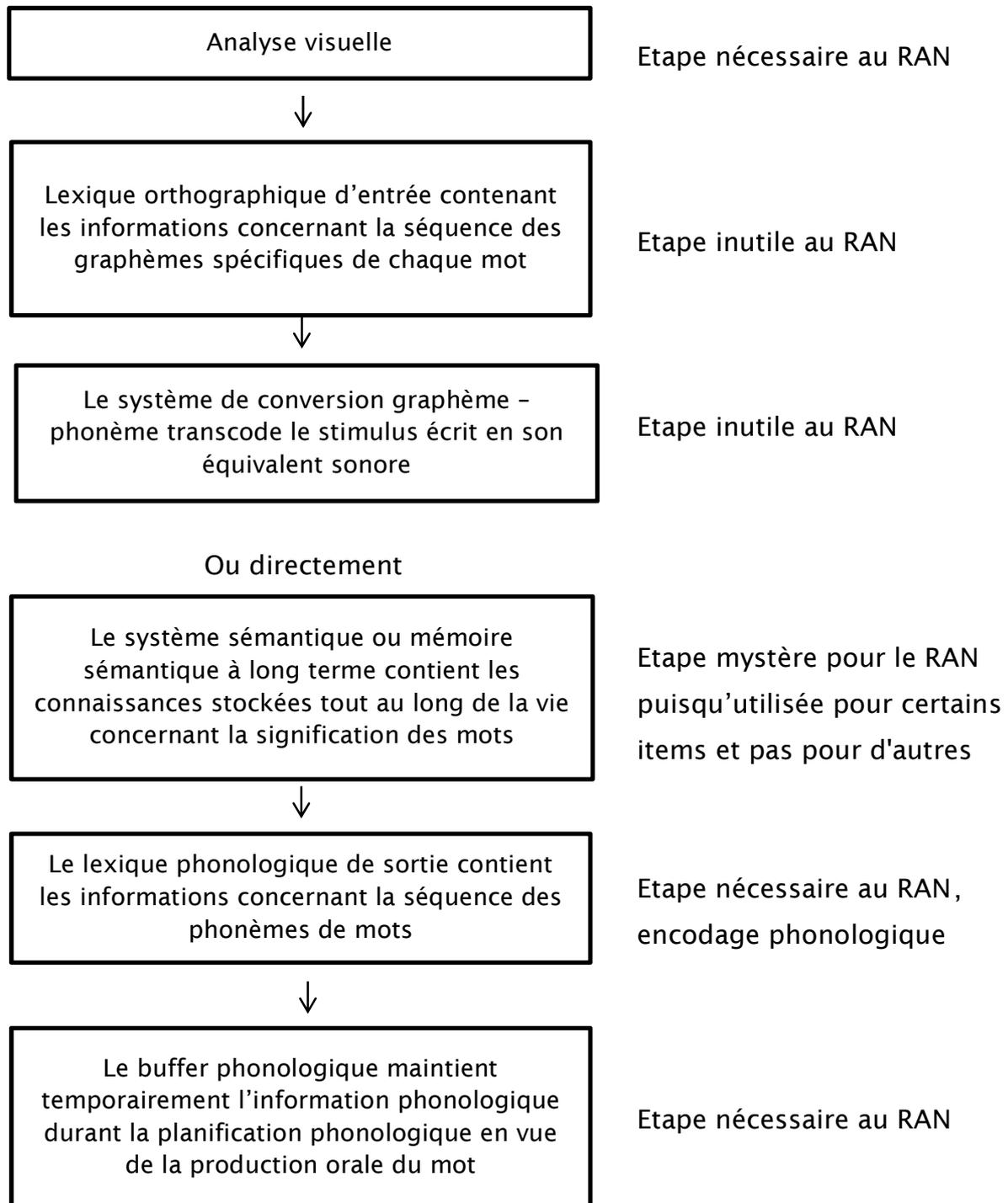


Fig. 10. Modélisation de Chomel-Guillaume & coll. (2010) et mise en relation avec les modélisations des tâches du RAN

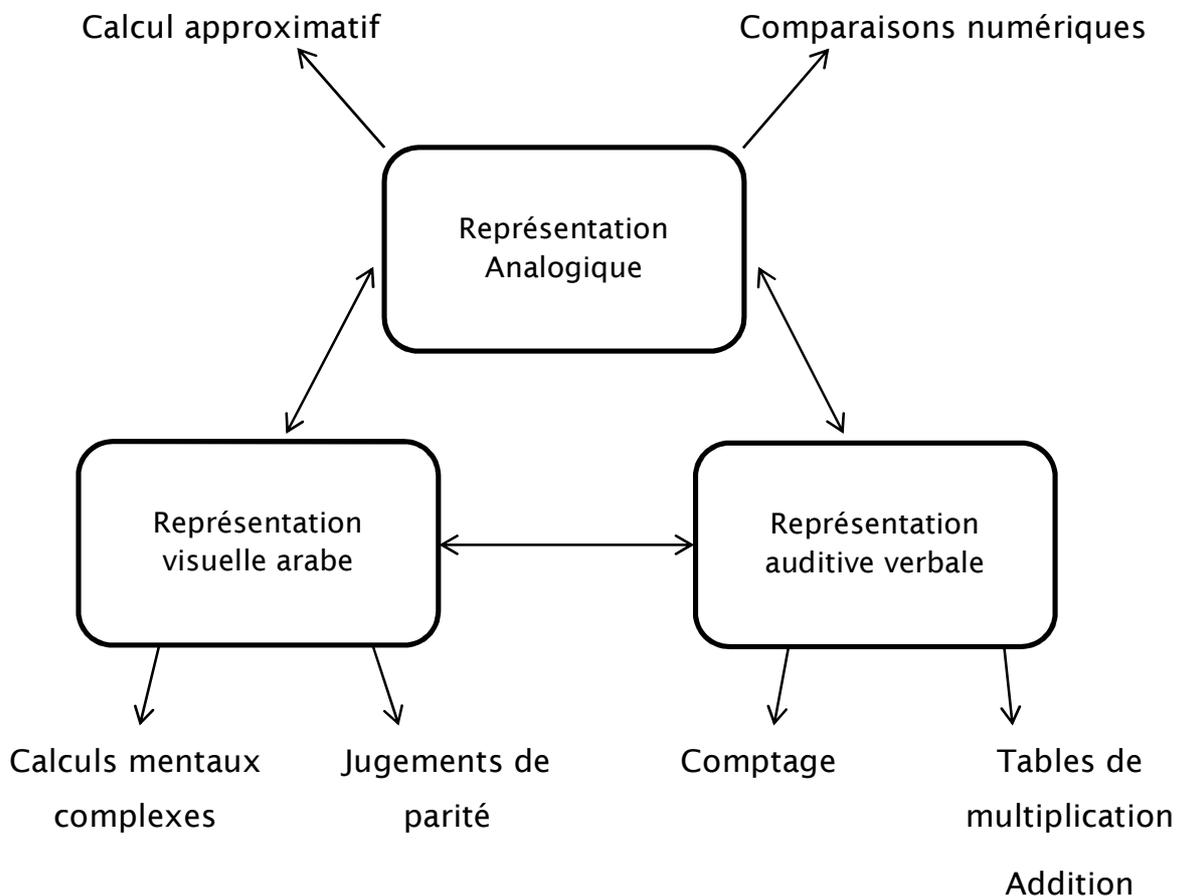
Seules deux étapes supplémentaires sont nécessaires au processus de lecture. Ces deux étapes étant intrinsèquement liées au langage écrit, nous pouvons donc établir un fort parallèle entre RAN et lecture.

b) Arithmétique (Aline)

En 1985, McCloskey & coll. conçoivent la première architecture neuro-cognitiviste du traitement du calcul. D'après leur modèle, les notions arithmétiques sont rassemblées autour de trois modules distincts et indépendants les uns des autres : compréhension des nombres, production et mécanismes de calcul. La compréhension des nombres permet d'accéder à une représentation sémantique quel que soit le type de stimuli : visuel (chiffres arabes) ou auditif (nombre énoncé à l'oral) et réciproquement, la production permet de passer d'une représentation sémantique du nombre à un nombre verbal ou écrit (chiffres arabes). Quant aux mécanismes de calcul, ils réunissent les faits arithmétiques stockés en mémoire à long terme et les procédures de calcul (Inserm, 2007).

Dans la continuité de ces travaux, Stanislas Dehaene implante le modèle du Triple Code au sein d'une nouvelle architecture cognitive du traitement numérique (Dehaene 1992, 1997 ; Dehaene et Cohen, 1995, 2000). C'est aujourd'hui ce modèle du Triple Code qui fait consensus au niveau international. Les nombres sont représentés mentalement dans trois codes distincts : code analogique, code verbal et code visuel arabe. En effet, l'originalité essentielle du Triple Code est l'introduction d'une représentation de type analogique c'est-à-dire une évaluation innée et spontanée de la quantité par des mécanismes primitifs de détection de la numérosité (représentation non-symbolique des quantités). Ce mécanisme appelé subitizing permet de détecter de la numérosité sans compter ni dénombrer, et constitue la base des capacités d'estimation. Ainsi, la représentation analogique est un accès direct au « sens du nombre », elle est en outre indépendante de la langue maternelle donc universelle.

L'information numérique dans le modèle du Triple Code est traitée sous 3 représentations certes différentes mais connectées d'une façon bien spécifique : on peut passer d'une représentation à l'autre sans passer par la troisième. Ces 3 codes trouveraient leur implantation dans 3 réseaux cérébraux distincts mais connectés les uns aux autres. En outre, le code verbal permet le comptage, l'apprentissage et le maintien des faits numériques stockés en mémoire à long terme sous forme verbale. Le code visuel ou code arabe permet les calculs complexes et les jugements de parité (Inserm, 2007).



*Fig. 11. Modèle du triple code de Dehaene et Cohen (1992)*

## C. RAN ET APPRENTISSAGES (Anne)

### 1. Pourquoi le RAN est-il prédictif ?

De nombreuses études ont cherché à mettre en exergue le facteur qui explique les liens entre RAN et lecture. Certaines hypothèses avancées ont finalement été réfutées. Ainsi, alors que le trouble articulaire était évoqué, Neuhaus & coll. (2001) ont montré que l'élément pertinent et corrélé au niveau de lecture était le temps de pause entre les items et non le temps d'articulation. L'implication forte des processus visuo-attentionnels a elle aussi été discutée. C'est la comparaison des versions continue et discrète du RAN qui a écarté cette hypothèse, les études donnant des résultats disparates (Castel & coll., 2008).

De plus, il a été démontré que les principaux prédicteurs de la réussite en lecture, et surtout du décodage comme base de la lecture, sont les capacités phonologiques, la connaissance des lettres et la dénomination rapide (RAN). Nous pourrions penser que l'aspect prédictif du RAN réside dans ce qu'il a de commun avec la lecture ou les mathématiques. En effet, le RAN implique une mise en relation rapide et automatique entre le domaine symbolique et le domaine phonologique (Castel & coll., 2008), ce qui est vrai en lecture comme en mathématiques, dans le cas où l'on manipule du code verbal. Ainsi, Norton & Wolf (2011) pensent que l'aspect prédictif du RAN en lecture réside dans la capacité à automatiser l'accès au mot-cible à partir d'un stimulus visuel.

En supposant que la capacité à automatiser est à mettre en lien avec l'accroissement de la vitesse d'exécution d'un processus, l'hypothèse de la participation d'un autre facteur hors du système de la lecture ou des processus linguistiques a été faite par Kail dans différents travaux. Ce facteur serait la vitesse des processus (Kail & coll., 1994). Une étude ultérieure a prouvé que cet aspect entrait en jeu mais ne justifiait pas complètement la relation RAN - lecture (Powell & coll., 2007). L'étude s'attachait à mettre en lien les différentes théories, parvenant à la conclusion que la recherche doit s'orienter vers des déficits précis de processus mis en jeu dans la lecture et le RAN pour une identification plus

précise de la cause. Finalement, même si la valeur prédictive du RAN quant aux difficultés d'apprentissage en lecture est une idée consensuelle, la ou les causes ne sont pas parfaitement établies.

## **2. L'évolution des performances dans les apprentissages et le RAN**

Lorsque les enfants entrent dans les apprentissages, et se familiarisent avec le matériel verbal et le code arabe, le RAN « alphanumérique » (chiffres ou lettres) devient plus associé aux capacités de lecture (Meyer & coll., 1998). Ainsi, il est pertinent de séparer les RAN chiffres et lettres des autres versions du RAN puisqu'ils sont plus corrélés aux apprentissages. De plus, chez les enfants dyslexiques, l'aspect prédictif du RAN quant à la lecture serait plus important et plus durable (McBride-Chang & coll., 1996).

Concernant le RAN chez des individus plus âgés, les conclusions diffèrent. Dans l'étude transversale de Roman et coll. (2009) menée avec des enfants des grades 4 (CM1), 6 (6ème) et 8 (4ème), il n'y a pas d'impact significatif du RAN alors que les connaissances phonologiques, morphologiques et orthographiques apportent une contribution aux performances en lecture (mots et pseudo-mots). Dans une étude longitudinale menée auprès d'enfants entre 5 et 10 ans, Kirby & coll. (2003) montrent que la contribution du RAN augmente avec l'âge. D'autres études ont montré que les capacités au RAN restent plus faibles chez de jeunes adultes dyslexiques (Norton & coll., 2012). Cette perspective reste à affiner.

### **III. PROBLEMATIQUE**

Notre objectif est d'améliorer la connaissance du RAN. Nous allons donc tenter d'établir des corrélations entre d'une part, différentes catégories de stimuli et d'autre part, les performances relevées dans plusieurs domaines disciplinaires à des niveaux scolaires différents (CP et CE1) : le langage écrit et

l'arithmétique.

Nous étudierons les corrélations entre les performances à différents RAN (nombre d'erreurs et vitesse de dénomination) et les apprentissages (épreuves de lecture, transcription, arithmétique).

Le but est finalement d'établir ou non l'existence d'un facteur prédictif des capacités en langage écrit et en arithmétique, afin de déterminer plus précisément ce facteur et ses implications.

Nous cherchons à affiner la valeur prédictive du RAN selon l'item proposé et l'apprentissage concerné. Dans cette perspective, nous tenterons de répondre à différentes questions. Quelle sera l'évolution des performances aux tâches de RAN entre le CP et le CE1 ? Quels RAN sont les plus prédictifs des performances ultérieures et cela s'organise-t-il autour d'une seule dimension ? Si cette dimension est objectivée, sera-t-elle corrélée aux résultats académiques ?

#### **IV. HYPOTHESES**

1. Les différentes versions du RAN (objets, chiffres, consonnes, dés, constellations aléatoires, configurations canoniques de doigts, couleurs) sont corrélées mais présentent aussi des spécificités.
2. Certaines versions sont plus spécifiquement associées aux performances relatives à certains domaines disciplinaires, par exemple le RAN chiffres avec les résultats en arithmétique; le RAN consonnes avec le langage écrit.
3. L'efficacité de la dénomination des différents items du RAN évoluera positivement entre le CP et le CE1, de manière générale.

## **V. PARTIE PRATIQUE**

L'objectif de notre travail est double. D'une part, nous partons du constat que l'épreuve de type RAN présente de nombreuses variations de formes dans les recherches publiées et que peu de personnes jusqu'alors se sont inquiétées de déterminer si ces différentes formes étaient équivalentes.

Notre premier objectif sera d'évaluer dans quelle mesure différentes formes renvoient aux mêmes dimensions. Pour cela, nous étudierons les corrélations entre les performances des mêmes individus à ces différentes formes et rechercherons ces dimensions par le biais d'analyses factorielles. Nous le ferons à deux niveaux de la scolarité : en cours préparatoire (CP) et cours élémentaire première année (CE1).

De plus, certaines au moins des épreuves du RAN sont réputées être corrélées aux performances académiques (e.g. la lecture) et permettre d'en prédire la réussite ou l'échec avec une bonne précision. Là encore, les résultats varient d'une recherche à une autre. Nous étudierons dans quelle mesure, aux deux niveaux scolaires considérés, les performances aux différentes formes de RAN sont corrélées à différentes performances académiques (lecture, transcription, calcul et problèmes).

### **A. METHODOLOGIE**

#### **1. Participants**

Nous nous sommes intéressées à une population d'enfants scolarisés dans trois écoles primaires différentes. Ces écoles, situées à Segré dans le Maine-et-Loire, rassemblent des enfants de milieux sociaux variés ainsi que d'origines diverses. Les enfants de CP et d'une des classes de CE1 sont issus de 2 écoles publiques ; l'autre classe de CE1 se situe dans une école privée. Les enfants de CP sont âgés en moyenne de 6 ans 2 mois (étendue : 5 ans 8 mois - 6 ans 8

mois). Les enfants de CE1 sont âgés en moyenne de 7 ans 4 mois (étendue : 6 ans 1 mois – 8 ans 3 mois). Pour chaque classe, nous avons évalué tous les enfants sans distinction. Voici quelques données de répartition.

	<b>Robert Fontaine</b>	<b>Saint Joseph</b>	<b>Les Pierres Bleues</b>	<b>Total :</b>
<b>CP</b>	15 (16%)	0	23 (25%)	38 (41%)
<b>CE1</b>	0	24 (26%)	31 (33%)	55 (59%)

*Fig. 12. Effectifs par écoles et pourcentages*

	<b>CP Robert Fontaine</b>	<b>CP Les Pierres Bleues</b>	<b>CE1 Saint Joseph</b>	<b>CE1 Les Pierres Bleues</b>
<b>Filles</b>	7 (47 %)	9 (39%)	11 (46%)	17 (55%)
<b>Garçons</b>	8 (53%)	14 (61%)	13 (54%)	14 (45%)

*Fig.13. Répartition du genre des sujets par classe*

Que ce soit auprès des enfants ou après des enseignants et directeurs d'écoles, il n'a pas été possible de recueillir l'ensemble des professions parentales. Nous ne pouvons donc pas effectuer d'analyse de la répartition socio-professionnelle.

## **2. Procédures**

Les tests se sont déroulés avec le consentement écrit de chaque parent des participants. Les enfants sont testés dans leur école sur le temps scolaire. La première série de passations concernant le RAN a tout d'abord été menée en octobre 2013 auprès des 93 enfants.

Puis une seconde série concernant les épreuves académiques a eu lieu en décembre 2013, avec les mêmes enfants. Un intervalle de temps de deux mois a volontairement été respecté afin d'observer le caractère purement prédictif du RAN concernant les apprentissages.

Chaque entretien fut individuel avec indifféremment l'une ou l'autre des étudiantes. Une session de tests de RAN a duré entre 15 et 40 minutes selon les enfants. Des temps similaires ont été observés concernant la passation des épreuves académiques.

### 3. RAN

Le matériel est présenté dans la partie « Annexes ». Concernant la passation des RAN, les enfants réalisent les sept tâches proposées, dont l'ordre de présentation reste le même pour tous les enfants.

Six des sept épreuves de dénomination rapide ont été constituées à partir du matériel issu du mémoire de recherche de Madame Katy De Meyer de Wilde (2012-2013) sous la direction de Monsieur Michel Fayol, avec son aimable autorisation. Ce matériel ayant été lui-même élaboré à partir de la tâche de RAN de Denckla et Rudel (1972, 1974, 1976). Cependant, nous avons ajouté un RAN de consonnes, item qui nous semblait pertinent dans les associations entre RAN et langage écrit. Pour chaque épreuve, deux planches ont été composées chacune de cinq items-cibles répartis sous forme de matrice de cinq lignes et huit colonnes de façon aléatoire et itérative. Chaque item est présenté huit fois sur une planche afin de respecter une équité de quantité.

#### a) Tâches proposées

Le protocole était présenté comme suit :

##### 1. Dénomination des couleurs (cf. annexe 1)

Les couleurs choisies correspondent à celles proposées par Denckla et Rudel en 1974 : rouge, bleu, jaune, noir, vert.

## 2. Dénomination des configurations de doigts (cf. annexe 2)

Les quantités associées aux planches du RAN chiffres (1, 2, 3, 4, 5) ont été représentées selon la configuration conventionnelle de doigts correspondante. Cette épreuve met en relation les capacités perceptives et le sens du nombre.

## 3. Dénomination de consonnes (cf. annexe 3)

Nous avons créé cette planche avec les consonnes B, J, Q, T, V. La dénomination de leur nom exige d'abord la production du phonème correspondant. Ainsi, pour la lettre B, le premier phonème prononcé est donc le [ b ]. Selon ce principe, le choix de la lettre F n'était pas pertinent puisqu'elle se prononce [ ε f ]; dans ce cas le premier phonème prononcé [ ε ] ne correspond au phonème [ f ]. Nous avons aussi éliminé les confusions fréquentes de voisement : p / b ; t / d ; f / v en ne choisissant qu'une seule lettre sur ces couples.

## 4. Dénomination de dés (cf. annexe 4)

Ici, les quantités (1, 2, 3, 4, 5) ont été représentées par les constellations canoniques telles qu'elles sont présentées habituellement sur un dé.

## 5. Dénomination d'images d'objets (cf. annexe 5)

Les planches ont été constituées à partir d'objets issus de la banque de données d'images informatisées BD21 de Grenoble (Cannard, Bonthoux et Coll., 2006). Les items choisis (pied, arbre, livre, table, chien) ont obtenu 100% de réussite en identification et en dénomination pour des enfants français de 5 ans.

## 6. Dénomination de chiffres (cf. annexe 6)

Ces 5 items-cibles (1, 2, 3, 4, 5) correspondent aux bases de la numération et aux premiers apprentissages du lien entre codes symbolique verbal et arabe.

## 7. Dénomination de constellations (cf. annexe 7)

Les constellations canoniques de dés (1, 2, 3, 4, 5) ont été remplacées par des constellations non-canoniques fixes. Pour une quantité donnée, la disposition des jetons ne varie pas.

### b) Passation et cotation des épreuves

- **Equipement :**

1 chronomètre, 12 planches de passation (décrites précédemment et visibles en pages annexes) et 6 planches d'exemple présentant les items-cibles (visibles en pages annexes)

- **Conditions de passation :**

Les conditions de passation et l'ordre des tâches ont été les mêmes pour chaque enfant. Afin de ne pas gêner la concentration des enfants durant l'exécution des tâches, les directeurs des écoles ont aimablement mis une salle à disposition, au calme. Les temps de pause du rythme scolaire ont été respectés. Avant la présentation des planches de 40 stimuli, nous nous sommes assurées que l'enfant connaissait les items-cibles à l'aide de la planche exemple correspondante, et ce pour chaque catégorie de stimuli (visibles en pages annexes). L'enfant dénommait ensuite tous les items de la planche 1, puis, après une pause, ceux de la planche 2, l'un après l'autre aussi vite que possible, en tâchant de ne pas faire d'erreur. La passation était chronométrée. Nous avons obtenu une performance en secondes pour chaque planche et avons compté le nombre d'erreurs commises puisque ce nombre était significatif.

- **Cotation et résultats reportés :**

Tout a été noté sur les feuilles de scores : le temps de l'énonciation de chaque planche, les erreurs, ainsi que des remarques pertinentes pour l'analyse qualitative. Les résultats finaux en temps correspondent à la moyenne des résultats des 2 planches de passation. Le nombre d'erreurs a été suffisamment important pour qu'il nous semble pertinent de le prendre en compte. Nous avons donc compté le nombre d'items réussis sur quatre-vingts (total des items des

deux planches) ainsi que le temps total pour les deux planches. Les notes brutes ont été regroupées sous forme d'indice d'efficacité qui correspond au rapport du temps total sur le nombre d'items réussis. Nous avons obtenu un temps par item réussi. Par ailleurs, à partir de ces indices, nous avons calculé la moyenne et l'écart-type de chaque RAN afin d'établir une note Z pour chacun des RAN des enfants selon la formule :

$$nZ = (\text{moyenne} - \text{note brute}) / \text{écart-type.}$$

En effet, moins l'enfant met de temps à dénommer, plus il est performant.

#### **4. Epreuves académiques**

Nous avons établi un protocole de passation d'épreuves académiques regroupant trois grands domaines : lecture, transcription et arithmétique.

Les enfants devaient réaliser toutes les tâches proposées, quel que soit leur niveau. Nous les avons présentées à chaque fois dans le même ordre. Le protocole s'est déroulé comme suit :

##### **a) Langage écrit – lecture**

Les épreuves proposées aux enfants de CP ont été tirées de l'EDA (Evaluation Des fonctions cognitives et Apprentissages) et de la BELO (Batterie d'Evaluation de Lecture et d'Transcription). En effet, nous avons jugé préférable de ne pas mettre en échec des élèves de CP alors qu'ils n'étaient qu'au premier trimestre de leur année scolaire.

Lettres : e u r n t f p j b v m d

Cette épreuve est issue de l'EDA et gardée comme tel. Un point a été compté pour chaque lettre correctement lue : ce qui donne un score sur douze.

Syllabes : me ta ron po fi vu na do lin ja so ba

Cette épreuve est issue de l'EDA et gardée comme tel. Un point a été compté

pour chaque lettre correctement lue : ce qui donne un score sur douze.

Mots : rue, pour, chat, dans, elle, ballon, armoire, loin, porte, mousse, guitare, table, cintre, girafe, champignon, pigeon, costume.

Certains mots sont issus de l'EDA : rue, pour, chat, dans, elle, ballon. Les autres de la BELO. Ce choix a été fait délibérément : nous voulions tester les conversions grapho-phonémiques via des mots réguliers mais présentant des groupes consonantiques, des graphies contextuelles, des digraphes et trigraphes ainsi que des mots-outils censés être reconnus en lecture globale (voie d'adressage). Un point a été accordé pour chaque mot correctement lu : ce qui donne un score sur dix-sept.

Phrases : Le gros gâteau / Les enfants jouent avec le robot / Où est le gros rond rouge du tableau ?

Pour la dernière phrase les enfants devaient désigner l'objet adéquat sur une image issue de l'EDA, ce qui teste aussi la compréhension. Un point a été accordé pour chaque phrase correctement lue et un point pour la compréhension de la dernière phrase.

Finalement, nous avons retenu une note globale en lecture sur quarante-cinq points.

#### b) Langage écrit – transcription

Lettres : a i m b e r t

Cette épreuve est tirée de l'EDA. Un point a été accordé par lettre correctement écrite : ce qui donne un score sur sept.

Syllabes : ba si jo fu bou da mu non pan pro

Cette épreuve est tirée de l'EDA. Un point a été accordé par syllabe correctement écrite : ce qui donne un score sur dix.

Dictée de mots : vélo, lion, classe, sardine, animal, cravate, libre, rouge, poste, branche.

Les mots choisis sont issus de la BELO. Un point a été accordé par mot correctement écrit : ce qui donne un score sur dix. Aucun point n'a été attribué si le mot n'était pas correctement orthographié et ce même si la phonétique était respectée. Les enfants faisaient donc appel au lexique orthographique de sortie. De la même façon qu'en lecture, les mots sont réguliers avec d'éventuels groupes consonantiques, graphies contextuelles et digraphes.

Phrase : « elle joue avec le petit chat noir ».

Issue de l'EDA : un point a été accordé par mot correctement orthographié : ce qui donne un score sur sept.

Finalement, nous avons retenu une note globale en transcription sur trente-quatre points.

### c) Arithmétique

Calcul mental :

$3 + 3$  ;  $6 + 4$  ;  $2 + 5$  ;  $9 + 6$  ;  $27 + 10$  ;  $8 + 0$  ;  $4 - 2$  ;  $9 - 5$  ;  $6 - 6$  ;  $3 - 0$

Les items étaient présentés avec un support visuel (code arabe) pour limiter l'impact de la mémoire de travail auditivo-verbale. Les calculs étaient proposés séparément pour éviter les interférences. En cas d'erreur, il était demandé une seule fois à l'enfant s'il était certain de sa réponse. Ces additions et soustractions sont inspirées du Tedi-Math (Test diagnostic des compétences de base en mathématiques). Un point était accordé par item réussi : ce qui donne un score sur dix.

Problèmes :

Nous avons élaboré nous-mêmes les 6 problèmes suivants.

1. Anne avait 3 billes. Puis Aline lui a donné 5 billes. Combien de billes a maintenant Anne ?

2. Marie avait 2 bonbons. Brigitte lui en a donné. Marie a maintenant 8 bonbons ! Combien de bonbons Brigitte a donné à Marie ?
3. Michel a 5 cerises. Il en mange 2. Combien de cerises lui reste-t-il ?
4. Alice a 3 poupées. Elsa a 1 poupée de moins. Combien Elsa a-t-elle de poupées ?
5. Violette avait des billes. Sophie lui en a donné 5 de plus. Maintenant, Violette a 8 billes. Combien Violette avait-elle de billes au départ ?
6. Patrick a 7 playmobils® et Pierre a 4 playmobils®. Combien Patrick a-t-il de playmobils® de plus que Pierre ?

Chaque problème a été noté sur deux points : ce qui donne un score total sur douze. Un point a été accordé pour le raisonnement et un point pour la résolution du calcul. Ainsi, si l'enfant donnait directement la bonne réponse on lui attribuait deux points et si la réponse était fausse, on lui demandait quel calcul il avait effectué. Nous avons alors attribué un point si le calcul, et donc le raisonnement, était bon mais qu'il était mal réalisé.

Finalement, nous avons retenu une note globale en arithmétique sur vingt-deux points.

Nous avons choisi ces problèmes selon la sensibilité de réussite en fonction de l'âge des enfants (Fayol et coll., 2005). Nous nous sommes basées sur les réussites en fonction des types de problèmes données par le tableau ci-après.

TYPES DE PROBLEMES		TAUX DE REUSSITE	
PROBLEME DE CHANGEMENT		CP	CE1
Changement 1	X avait 3 billes. Puis Y lui a donné 5 billes. Combien de billes a maintenant X ?	1.00	1.00
Changement 2	X avait 8 billes. Puis il a donné 5 billes à Y. Combien de billes a maintenant X ?	1.00	1.00
Changement 3	X avait 3 billes. Y lui en a donné. X a maintenant 8 billes. Combien de billes Y a-t-il donné à X ?	0.56	1.00
Changement 4	X avait 8 billes. Il en a donné à Y. Maintenant X a 3 billes. Combien a-t-il donné de billes à Y ?	0.78	1.00
Changement 5	X avait des billes. Y lui en a donné 5 de plus. Maintenant X a 8 billes. Combien X avait-il de billes ?	0.28	0.80
Changement 6	X avait des billes. Il en a donné 5 à Y. Maintenant X a 3 billes. Combien avait-il de billes ?	0.39	0.70
PROBLEMES DE COMBINAISON			
Combinaison 1	X a 3 billes. Y a 5 billes. Combien X et Y ont-ils de billes ensemble ?	1.00	1.00
Combinaison 2	X et Y ont ensemble 8 billes. X a 3 billes. Combien Y a-t-il de billes ?	0.39	0.70
PROBLEMES DE COMPARAISON			
Comparaison 1	X a 8 billes. Y a 5 billes. Combien X a-t-il de billes de plus que Y ?	0.28	0.85
Comparaison 2	X a 8 billes. Y a 5 billes. Combien Y a-t-il de billes de moins que X ?	0.22	0.75
Comparaison 3	X a 3 billes. Y a 5 billes de plus que X. Combien Y a-t-il de billes ?	0.17	0.80
Comparaison 4	X a 8 billes. Y a 5 billes de moins. Combien Y a-t-il de billes ?	0.28	0.90
Comparaison 5	X a 8 billes. Il a 5 billes de plus que Y. Combien Y a-t-il de billes ?	0.11	0.65
Comparaison 6	X a 3 billes. Il a 5 billes de moins que Y. Combien Y a-t-il de billes ?	0.06	0.35

*Fig. 14. Catégorisation des problèmes et taux de réussite selon Riley, Greeno et Heller (1983)*

#### d) Passation et cotation des épreuves

- Equipements :

Les planches de tâches de passation décrites précédemment, crayons et papiers.

- Conditions de passation :

Comme pour les RAN, les conditions de passation et l'ordre des tâches sont les mêmes pour chaque enfant : à savoir un entretien individuel dans une salle au calme. Une consigne simple est donnée à l'enfant. Pour pallier une éventuelle anxiété de performance, nous prévenons l'enfant qu'il n'est pas en situation d'évaluation et nous nous efforçons d'être rassurantes. Concernant les épreuves de lecture, malgré une erreur d'item, la correction leur était indiquée afin que l'erreur en question ne se répète pas sur les exercices suivants. S'agissant de l'arithmétique, les enfants ont été prévenus en amont qu'on ne pouvait répéter l'énoncé d'un problème qu'une seule fois, afin de maintenir un certain cadre et un degré d'attention.

- Cotation et résultats reportés :

On récolte le nombre de points pour chaque tâche de chaque domaine. Une note Z est établie pour chaque catégorie afin de situer la performance de l'enfant par rapport à ses pairs. Cette fois la note Z pour chaque épreuve est calculée selon la formule :  $nZ = (\text{note brute} - \text{moyenne}) / \text{écart-type}$ .

## **B. ANALYSE STATISTIQUE DES RESULTATS**

### **1. Le RAN : plusieurs dimensions ou modèle unique ?**

Dans un premier temps, la série d'analyses effectuées ne concerne que les épreuves du RAN que nous avons faites passer en début d'année scolaire (Octobre). Notre but est de savoir si les compétences mises en œuvre dans la passation du RAN s'organisent autour d'une seule dimension. Nous avons fait passer sept RAN (deux planches sous forme de matrice 5 X 8) dans l'ordre suivant : couleurs, configurations de doigts, consonnes, dés, objets, chiffres, constellations. Nous avons regroupé les moyennes et écarts-types obtenus pour chaque RAN dans les deux niveaux scolaires considérés.

<b>VARIABLES</b>	<b>ITEMS</b>	<b>MOYENNES</b>	<b>ECARTS-TYPES</b>
CP	couleurs	1,41463	0,52237
	doigts	1,35609	0,33768
	consonnes	1,89176	0,64646
	dés	1,31387	0,34532
	objets	1,79697	0,55880
	chiffres	1,24369	0,36132
	constellations	1,53415	0,52816
CE1	couleurs	1,18830	0,47064
	doigts	1,09110	0,29697
	consonnes	1,15278	0,61549
	dés	0,97741	0,31438
	objets	1,50274	0,53425
	chiffres	0,88901	0,45195
	constellations	1,12752	0,34992

*Fig. 15. Moyennes et écarts-types obtenus aux 7 tâches du RAN en fonction des niveaux scolaires*

Nous rappelons que les performances sont recueillies en termes d'indices d'efficacité correspondant au rapport du nombre d'items réussis sur le temps total. Cela équivaut donc au temps passé par item : plus il est faible, plus l'enfant est performant. Tout d'abord, la comparaison des moyennes des CP et CE1 montre que toutes les différences sont significatives ( $p < 0.05$  au moins). Cela atteste qu'en une année scolaire les élèves progressent dans toutes les mesures administrées : ils deviennent plus rapides et ont des scores plus élevés. Ainsi les apprentissages permettent une augmentation de la vitesse de traitement sur une épreuve de dénomination.

Alors qu'en CP, le RAN consonnes est celui qui est réalisé le plus lentement, les élèves de CE1 le dénomment avec en moyenne un gain de 75 centièmes de seconde en efficacité. De tous les RAN, c'est celui pour lequel on note la plus forte augmentation en efficacité. La première année d'apprentissage formel du langage écrit (CP) a donc un fort impact sur l'augmentation de la vitesse de dénomination des consonnes et/ou d'identification. De plus, cet item donne les écarts-types les plus forts traduisant des performances plus disparates entre les enfants et témoignant d'une plus importante sensibilité que les autres RAN.

En outre le RAN objets reste une épreuve laborieuse même pour les élèves de CE1. Alors que des items tels que les chiffres, ou nécessitant du subitizing (détection immédiate de faibles quantités) sont des stimuli plus automatisés du fait de la rencontre fréquente par les enfants, les objets sont considérés comme peu automatisés puisque le lien entre la forme et le nom est plus variable. En effet, il peut exister plusieurs signifiants pour un même signifié (Castel & coll., 2008). Ainsi pour dénommer « livre », certains enfants proposaient spontanément « cahier ».

D'une manière générale, compte tenu des différences significatives entre CP et CE1, nous avons procédé à deux analyses factorielles, une pour chaque niveau.

a) Analyse factorielle du CP

RAN	Facteur 1	Facteur 2
Couleurs	0,835	0,202
Doigts	0,947	- 0,085
Consonnes	0,754	0,599
Dés	0,938	- 0,104
Objets	0,854	- 0,151
Chiffres	0,898	- 0,117
Constellations	0,853	- 0,245

*Fig. 16. Analyse en composantes principales : mise en évidence de deux facteurs chez les CP*

Comme le montre le tableau ci-dessus, en CP, l'analyse aboutit à extraire deux facteurs. Les RAN couleurs, doigts, dés, objets chiffres et constellations saturent le premier facteur (qui explique 76% de la variance) plus que le deuxième qui est surtout défini par le RAN consonnes (et explique seulement 7% de la variance).

b) Analyse factorielle du CE1

RAN	Facteur 1	Facteur 2
Couleurs	0,878	0,222
Doigts	0,842	0,316
Consonnes	0,307	0,937
Dés	0,875	0,402
Objets	0,825	0,428
Chiffres	0,896	0,325
Constellations	0,743	0,535

*Fig. 17. Analyse en composantes principales : mise en évidence de deux facteurs chez les CE1*

Comme le montre le tableau ci-dessus, en CE1, le résultat est le même : les RAN couleurs, doigts, dés, objets chiffres et constellations saturent le premier facteur (qui explique 80% de la variance) plus que le deuxième qui est surtout défini par le RAN consonnes (et explique seulement 8% de la variance).

c) Un modèle hybride à 2 dimensions

Concernant l'analyse factorielle, les résultats obtenus aux deux niveaux sont très proches et mettent en exergue 2 axes (donc 2 dimensions) et des pourcentages de variances similaires. Ces données suggèrent qu'en CP comme en CE1, les différentes variantes de RAN s'organisent autour de deux dimensions, dont l'une a un poids plus important que l'autre. De la même manière, le regroupement des deux niveaux scolaires en une seule base conduit lui aussi à deux axes expliquant respectivement 79 % et 7 % de la variance. Nous avons regroupé les indices de variances obtenus pour les deux facteurs dans le tableau ci-dessous.

	CP	CE1	CP + CE1
<b>Facteur 1</b>	75,792	79,694	79,334
<b>Facteur 2</b>	7,352	8,008	7,104

*Fig. 18. Quantité de variance expliquée par chacun des facteurs selon les groupes*

Ainsi, les performances aux variantes de RAN ne s'organisent pas autour d'une seule mais de deux dimensions, ce qui explique pourquoi cette épreuve reste mystérieuse. Elle ne met pas en jeu qu'une seule compétence, raison pour laquelle on ne retrouve pas de modèle unique dans la littérature et que le RAN intrigue encore aujourd'hui. Cela aboutit à discuter l'homogénéité de cette tâche.

## 2. Le RAN, prédicteur des performances académiques ?

### Résultats et corrélations des deux dimensions avec les tâches

VARIABLES			MOYENNES	ECARTS-TYPES
CP	Lecture	Lettres (sur 12)	9,3684	2,8038
		Syllabes (sur 12)	7,5263	2,9384
		Mots (sur 17)	6,1316	4,5983
		Phrases (sur 4)	1,0789	1,14801
		TOTAL (sur 45)	24,1579	10,4015
	Transcription	Lettres (sur 7)	6,1842	1,15911
		Syllabes (sur 10)	4,7632	3,5446
		Mots (sur 10)	1,7632	2,2353
		Phrase (sur 7)	2,3684	1,7771
		TOTAL (sur 45)	15,0789	7,5027
	Arithmétique	Calcul mental (sur 10)	6,8947	2,4250
		Problèmes (sur 12)	5,9474	3,2628
TOTAL (sur 22)		12,8421	5,1859	
CE1	Lecture	Lettres (sur 12)	11,4259	1,1260
		Syllabes (sur 12)	11,3704	1,3913
		Mots (sur 17)	15,2407	2,7192
		Phrases (sur 4)	3,3889	0,9197
		TOTAL (sur 45)	41,4630	5,5447
	Transcription	Lettres (sur 7)	6,8704	0,3908
		Syllabes (sur 10)	9,1111	1,9099
		Mots (sur 10)	7,0000	2,4649
		Phrase (sur 7)	5,3704	1,8864
		TOTAL (sur 45)	28,3519	5,8218
	Arithmétique	Calcul mental (sur 10)	8,6296	1,4048
		Problèmes (sur 12)	8,5185	2,7039
TOTAL (sur 22)		17,1481	3,3501	

*Fig. 19. Moyennes et écarts-types obtenus aux épreuves académiques pour les enfants de CP et de CE1*

Nous rappelons que les performances académiques ont été recueillies deux mois après la passation des RAN et selon un protocole restitué plus haut. Les scores sont calculés en nombres de points positifs. Nous avons regroupé les moyennes et écarts-types obtenus selon le niveau scolaire dans le tableau précédent.

Tout d'abord, les moyennes observées entre les élèves de CP et ceux de CE1 ont toutes augmenté de manière importante ce qui n'est pas surprenant compte tenu du fait que nous avons présenté les mêmes épreuves académiques aux deux niveaux. Par ailleurs, l'écart-type du score total en lecture a diminué de moitié entre le CP et le CE1 attestant de grandes différences inter-individuelles en CP qui s'amenuisent ensuite en CE1. En effet, l'écart-type le plus important dans ces épreuves (sans tenir compte des totaux) concerne la lecture de mots en CP. Force est de constater que le CP est une année charnière dans les apprentissages. C'est d'autant plus vrai pour le langage écrit puisque c'est l'un des objectifs majeurs de cette année scolaire. C'est cependant moins vrai pour l'arithmétique, notre épreuve étant bien adaptée au niveau CP et trop évidente pour des CE1.

Nous avons ensuite effectué une série d'analyses concernant RAN et épreuves académiques. Pour répondre à cette question, au lieu d'utiliser chaque épreuve du RAN, nous avons utilisé les facteurs isolés par l'analyse factorielle ci-dessus décrite. Le facteur dit Consonnes est associé au RAN consonnes et le facteur dit Chiffres est associé aux RAN couleurs, doigts, dés, objets, chiffres et constellations. Nous avons ensuite calculé les corrélations entre chacune de ces variables et les performances aux épreuves académiques proposées. Notre but est de savoir si les deux dimensions sont associées aux performances académiques et de quelle manière.

Dans les tableaux suivants, le gris le plus soutenu traduit de fortes corrélations alors que le gris plus clair traduit des corrélations significatives mais plus faibles.

a) Analyse des corrélations en CP

VARIABLES		FACTEUR CHIFFRES	FACTEUR CONSONNES
Lecture	Lettres	0,052	- 0,659
	Syllabes	- 0,191	- 0,657
	Mots	- 0,373	- 0,571
	Phrases	- 0,228	- 0,429
	TOTAL	- 0,254	- 0,664
Transcription	Lettres	- 0,076	- 0,590
	Syllabes	- 0,307	- 0,601
	Mots	- 0,285	- 0,419
	Phrase	- 0,147	- 0,334
	TOTAL	- 0,284	- 0,586
Arithmétique	Calcul mental	- 0,365	- 0,341
	Problèmes	- 0,437	- 0,237
	TOTAL	- 0,451	- 0,310

*Fig. 20. Corrélations entre RAN et épreuves académiques pour les enfants de CP*

D'une part, on constate que le facteur Consonnes corrèle fortement avec les mesures en lecture et transcription (respectivement  $r = -0.66$  et  $r = -0.59$ ) et avec le calcul mental mais de façon moins significative ( $r = 0.34$ ). D'autre part et de façon étonnante, le facteur Chiffres corrèle avec la lecture de mots ( $r = 0.37$ ) et l'arithmétique : aussi bien avec le calcul ( $r = 0.37$ ) et les problèmes ( $r = 0.44$ ).

b) Analyse des corrélations en CE1

VARIABLES		FACTEUR CHIFFRES	FACTEUR CONSONNES
Lecture	Lettres	- 0,056	- 0,693
	Syllabes	- 0,116	- 0,702
	Mots	- 0,263	- 0,769
	Phrases	- 0,317	- 0,588
	TOTAL	- 0,224	- 0,793
Transcription	Lettres	- 0,044	- 0,554
	Syllabes	- 0,081	- 0,683
	Mots	- 0,324	- 0,638
	Phrase	- 0,143	- 0,569
	TOTAL	- 0,213	- 0,716
Arithmétique	Calcul mental	0,050	0,002
	Problèmes	- 0,320	- 0,180
	TOTAL	- 0,237	- 0,145

*Fig. 21. Corrélations entre RAN et épreuves académiques pour les enfants de CE1*

Le facteur Consonnes corrèle fortement avec la totalité des mesures en langage écrit : à la fois en lecture et en transcription. Néanmoins, contrairement au CP ce facteur Consonnes ne corrèle pas du tout avec l'arithmétique.

Quant au facteur Chiffres, il corrèle avec quelques mesures de langage écrit dont la lecture de phrases ( $r = -0.32$ ), la transcription de mots ( $r = -0.32$ ) et les problèmes arithmétiques ( $r = -0.32$ ). Les tâches de calcul mental proposées semblent trop faciles pour des enfants de CE1 dont les résultats plafonnent et ne discriminent pas assez les élèves entre eux. En revanche, au CP la relation facteur Chiffres et calcul est encore significative.

c) Analyse des corrélations en CP et CE1

VARIABLES		FACTEUR CHIFFRES	FACTEUR CONSONNES
Lecture	Lettres	- 0,025	- 0,681
	Syllabes	- 0,129	- 0,768
	Mots	- 0,176	- 0,830
	Phrases	- 0,191	- 0,728
	TOTAL	- 0,155	- 0,834
Transcription	Lettres	- 0,084	- 0,554
	Syllabes	- 0,135	- 0,778
	Mots	- 0,228	- 0,733
	Phrase	- 0,137	- 0,644
	TOTAL	- 0,182	- 0,789
Arithmétique	Calcul mental	- 0,072	- 0,456
	Problèmes	- 0,300	- 0,435
	TOTAL	- 0,242	- 0,502

*Fig. 22. Corrélations entre RAN et épreuves académiques pour les enfants de CE1*

Toutes les corrélations sont très significatives entre le facteur Consonnes et les performances scolaires (de  $r = -0.44$  à  $r = -0.83$ ). De plus, le facteur Chiffres corrèle de manière significative avec la transcription de mots ( $r = -0.23$ ,  $p < 0.05$ ), avec le score total en arithmétique ( $r = -0.24$ ) mais surtout avec les problèmes ( $r = -0.30$ ,  $p < 0.01$ ). Le facteur Consonnes est un bon prédicteur pour la lecture et la transcription comparé au facteur Chiffres. Nous verrons si ces mesures sont confirmées par les analyses régressives ci-après.

### **3. Analyse de régression : quel RAN pour quelle épreuve académique ?**

L'objectif est de déterminer si un facteur ou les deux précédemment isolés interviennent dans la prédiction des performances académiques : en lecture, en transcription ou arithmétique. De fait, jusqu'alors, nous avons travaillé en cherchant à isoler des facteurs et à étudier leurs corrélations avec les performances scolaires. Nous adoptons une nouvelle perspective : rien n'assure qu'une seule des deux dimensions intervienne dans les performances académiques. Aussi allons-nous recourir à un nouveau type d'analyse : les analyses de régression. Celles-ci permettent d'évaluer la contribution (significative ou non d'abord ; en termes de pourcentage de variance expliquée ensuite) de chacun des facteurs considérés. De manière générale, on teste d'abord un modèle à un seul facteur, ce qui permet d'isoler la contribution la plus forte (est-elle significative ? Quel est son poids en % de variance ?). On passe alors à un modèle à deux facteurs, ce qui permet d'observer si le second facteur contribue significativement, et à quelle hauteur (en % de variance expliquée). Le modèle 1 représente le facteur le plus corrélé à la performance académique choisie.

#### a) En CP

Concernant la lecture, les deux facteurs sont significatifs à  $p < 0.05$ . Le modèle 1 (facteur Consonnes) explique à lui seul 42 % de la variance alors que le modèle 2 (facteurs Chiffres et Consonnes réunis) explique 47 % de la variance. L'ajout du facteur Chiffres dans le modèle 2 conduit à un gain modeste mais significatif de variance expliquée (+ 5 %).

Concernant la transcription, les deux facteurs sont significatifs ( $p < 0.05$ ). Le modèle 1 (facteur Consonnes) explique 32 % de la variance alors que le modèle 2 (facteurs Chiffres et Consonnes ensemble) explique 39 % de la variance. L'ajout du facteur Chiffres (modèle 2) apporte un gain modeste mais

significatif de variance expliquée (+ 7 %).

Concernant le calcul mental, une fois de plus, les deux facteurs sont significatifs (à  $p < 0.05$ ). Le modèle 1 (Chiffres) explique 10 % de la variance alors que le Modèle 2 (facteurs Chiffres et Consonnes réunis) explique le double (20 %) de la variance.

Concernant les problèmes, un seul facteur est significatif à  $p < 0.05$  : le facteur Chiffres. Le Modèle 1 (Chiffres) explique 17 % de la variance.

Concernant le total en arithmétique, les deux facteurs sont significatifs à  $p < 0.05$ ). Le Modèle 1 (facteur Chiffres) explique 18 % de la variance alors que le Modèle 2 (facteurs Chiffres et Consonnes réunis) explique 26 % de la variance.

Les modèles choisis n'expliquent pas 100 % de la variance. On peut donc estimer qu'ils ne sont pas les seuls mis en jeu dans le processus de dénomination. Cependant, le modèle 1 Consonnes explique une grande part de la variance observée en langage écrit.

#### b) En CE1

Concernant la lecture, les deux facteurs sont significatifs à  $p < 0.01$ . Le Modèle 1 (facteur Consonnes) explique 63 % de la variance alors que le modèle 2 (les facteurs Chiffres et Consonnes ensemble) explique 67 % de la variance. L'ajout du facteur Chiffres au sein du modèle 2 conduit à un gain modeste mais significatif de variance expliquée (+ 4 %).

Pour la transcription, les deux facteurs sont significatifs à  $p < 0.05$ . Le Modèle 1 (facteur Consonnes) explique 51 % de la variance alors que le modèle 2 (Chiffres et Consonnes réunis) explique 56 % de la variance. L'ajout du facteur Chiffres (modèle 2) apporte un gain modeste mais significatif de variance expliquée (+ 5 %).

Au sujet du calcul mental, aucun des deux facteurs n'est significatif. Concernant les problèmes, un seul facteur est significatif à  $p < 0.05$  : le facteur Chiffres. Le Modèle 1 (facteur Chiffres) explique seulement 9 % de la variance.

A propos du total en arithmétique, aucun des deux facteurs n'est significatif à cause notamment du calcul mental a priori trop facile pour des élèves de CE1.

Le pourcentage de la variance expliquée n'atteint toujours pas 100 %. Cependant il est manifestement plus important qu'en CP et la modélisation choisie justifie même la majorité de la variance (au-delà de 50 %).

### c) En CP et CE1

En ce qui concerne la lecture, les deux facteurs sont significatifs à  $p < 0.01$ . Le Modèle 1 (facteur Consonnes) explique 69 % de la variance alors que le modèle 2 (facteurs Chiffres et Consonnes réunis) explique 71 % de la variance. L'ajout du facteur Chiffres au sein du modèle 2 apporte un gain modeste mais significatif de variance expliquée (+ 2 %).

Pour la transcription, les deux facteurs sont significatifs à  $p < 0.01$ . Le Modèle 1 (Consonnes) explique 62 % de la variance alors que le modèle 2 (Chiffres + Consonnes) explique 65 % de la variance. Ainsi, l'ajout du facteur Chiffres (modèle 2) conduit à un gain modeste mais significatif de variance expliquée (+ 3 %).

Au sujet du calcul mental, un seul facteur est significatif à  $p < 0.05$  : le facteur Chiffres. Le Modèle 1 (Chiffres) explique 20 % de la variance. Concernant les problèmes, les deux facteurs sont significatifs à  $p < 0.01$ . Le Modèle 1 (Chiffres) explique 18 % de la variance alors que le Modèle 2 (Chiffres + Consonnes) explique 26 % de la variance. L'ajout du facteur Consonnes (modèle 2) conduit à un gain modeste mais significatif de variance expliquée (+ 8%).

A propos du score total en arithmétique, les deux facteurs sont significatifs à  $p < 0.01$ . Le Modèle 1 (facteur Chiffres) explique 24 % de la variance alors que le Modèle 2 (Chiffres + Consonnes) explique 30 % de la variance. L'ajout du facteur Consonnes (modèle 2) conduit à un gain modeste mais significatif de variance expliquée (+ 6 %).

Lorsque l'on réunit les 2 niveaux de CP et CE1, le pourcentage de variance expliquée est bien plus élevé par rapport aux groupes considérés isolément et ce dans les trois disciplines scolaires étudiées. On pourrait s'interroger sur une telle variance par rapport à celle observée quand les groupes sont isolés. La réponse réside peut-être dans une stabilité des données lorsque la population augmente, ce qui est le cas si l'on réunit les 2 groupes de CP et CE1.

#### **4. Conclusion**

Concernant les RAN, celui pour lequel on note la plus forte augmentation en efficacité (entre CP et CE1) est le RAN consonnes, témoignant d'un apprentissage de reconnaissance des lettres qui sera en partie la base d'une automatisation des processus de conversion graphème - phonème durant le CP. Le RAN objets reste celui dont la moyenne en efficacité est la plus faible, cela va dans le sens de la mise en jeu des processus d'automatisation prégnants dans le RAN et dans les apprentissages, hypothèse défendue par Kail. De la même manière, Castel & coll. soulignent que moins les items sont automatisés plus il y a des interférences avec le processus de dénomination.

De ces résultats aux différents RAN, nous avons dégagé un modèle bi-dimensionnel sous-jacent : les items couleurs, doigts, dés, chiffres, objets et constellations constituent le facteur Chiffres. De la même manière, les items consonnes du RAN constituent le facteur Consonnes. Ces deux axes semblent impliquer différentes compétences requises pour réussir les tâches de RAN.

A propos des corrélations entre RAN et épreuves académiques, d'une manière générale, le facteur Consonnes (associé au RAN consonnes uniquement) est significativement corrélé aux scores obtenus dans les tâches de langage écrit. En effet, RAN consonnes et langage écrit impliquent des processus similaires (capacités phonologiques, automatisation des conversions).

Le facteur Chiffres qui réunit tous les autres items du RAN corrèle avec les problèmes arithmétiques quel que soit le niveau scolaire mais de façon moindre pour le CE1. Par ailleurs, si ce facteur Chiffres corrèle avec le calcul mental en

CP, cela ne se vérifie plus pour le CE1. Nous pouvons l'expliquer par la saturation des résultats aux épreuves proposées.

L'analyse de régression suggère que la variance ne peut être totalement expliquée par les modèles que nous avons étudiés. Ainsi, l'aspect prédictif du RAN est indéniable mais incomplet. Nous allons tenter d'apporter des interprétations quant aux pourcentages de variances expliquées.

Si l'on étudie le langage écrit : en CP, la variance expliquée est à mettre en lien avec la maîtrise des conversions grapho-phonémiques. L'augmentation de ce pourcentage en CE1 est à mettre en lien avec la consolidation de ces correspondances qui aura eu lieu pendant l'année du CP. En effet, si l'on suppose que le RAN met en exergue les qualités des correspondances entre représentations visuelles et verbales, alors l'importance des relations entre RAN et langage écrit doit augmenter avec les apprentissages en primaire (Georgiou & coll., 2013).

Dans tous les cas, l'ajout d'un second facteur au modèle 1 permettrait un faible gain car, bien qu'indirectement lié à la tâche initiale, chaque RAN nécessiterait la mise en jeu d'automatisation des associations entre représentations visuelles et verbales et l'on retrouve cette compétence dans les apprentissages.

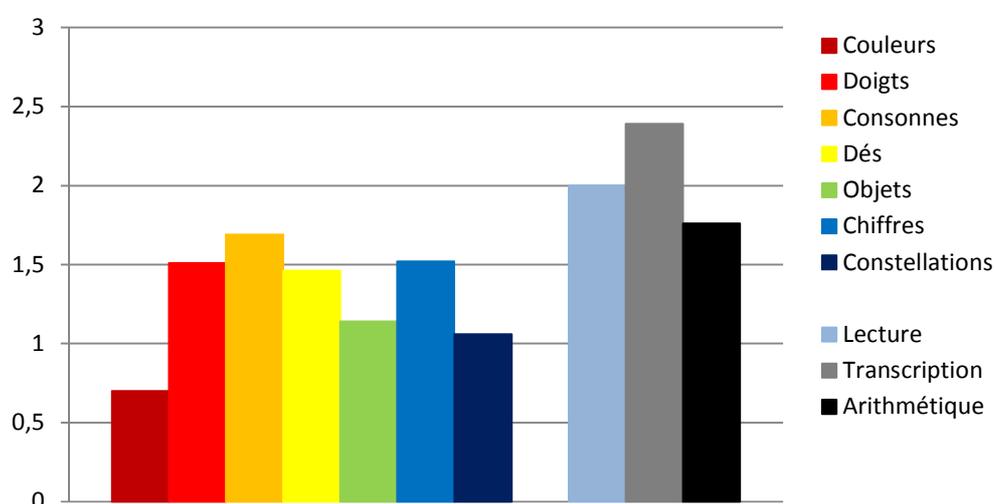
Dans le domaine arithmétique, en calcul mental, l'ajout du facteur Consonnes au modèle 1 double la variance expliquée qui est alors de 20%. Cela peut s'expliquer par la mise en jeu dans les RAN, comme dans cette épreuve académique d'un traitement du symbolique. Pour les problèmes, seul le modèle 1 constitué du facteur Chiffres est pertinent mais avec une faible variance expliquée. Le traitement des problèmes met en jeu de très nombreuses capacités dont le traitement du langage, le repérage des données numériques en code verbal, la manipulation de ces informations à l'aide des fonctions exécutives (mémoire de travail, hiérarchisation, planification, flexibilité...).

## C. ETUDES DE CAS

### 1. Profils attendus

#### a) Meilleures performances : cas de M.

M. est un petit garçon de 5 ans 8 mois au moment des passations (né le 11/01/08). Il est scolarisé en CP aux Pierres Bleues (école publique) et a un an d'avance sur les apprentissages scolaires. Voici ses résultats aux RAN et épreuves académiques (en note Z) par rapport au groupe de CP :

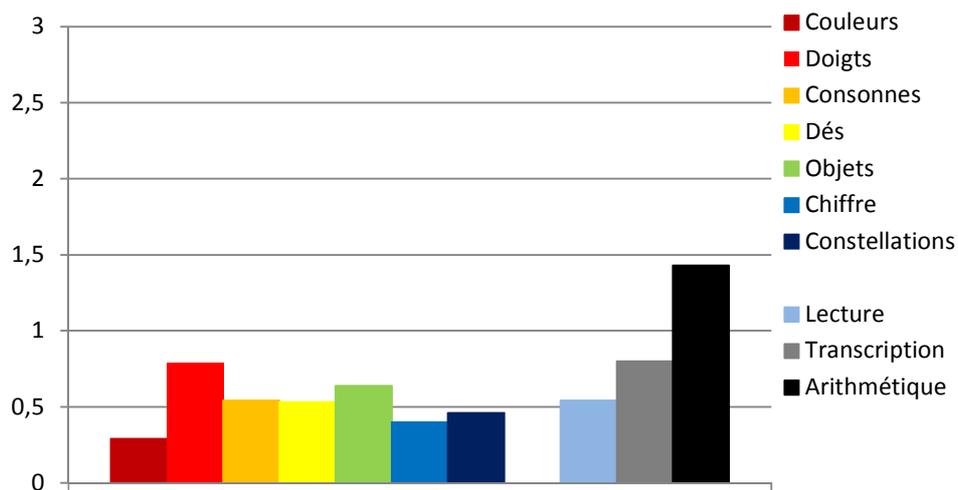


*Fig. 23. Notes Z de M. par rapport au groupe de CP pour chaque RAN et chaque domaine des épreuves académiques*

Concernant les RAN, M. est un des enfants les plus performants en CP. Il ne commet aucune erreur de dénomination. Lors de la passation, le chronomètre le met dans un état de légère anxiété de performance ralentissant l'accès lexical qui, une fois l'enfant rassuré, a disparu pour la suite des tâches. Cela explique son indice d'efficacité un peu plus faible pour le RAN couleurs. L'enfant n'utilise pas le pointage digital alors que beaucoup de ses camarades y ont recours. Le balayage est efficace et rapide. La connaissance des lettres est bonne.

Lors des épreuves académiques, M. est serein et sûr de lui. Il ne commet aucune erreur en lecture. En transcription, la seule difficulté rencontrée est sur le mot « chat » que M. écrit « chin ». On note donc une paraphrasie sémantique associée à une paraphrasie littérale, tout à fait admissible pour un enfant de son âge. Le graphisme est parfaitement soigné, l'organisation spatiale est bonne, la segmentation est nette contrairement à d'autres enfants de CP.

En arithmétique, M. est excellent puisqu'on ne relève aucune erreur ni en calcul ni en problème. Le calcul mental est rapide. Le niveau raisonné est très bon. L'ensemble des épreuves (RAN et épreuves académiques) montre que le profil de M. est homogène. Afin de mieux cerner les capacités de M., nous avons décidé d'établir une comparaison de ses résultats avec ceux des enfants de CE1.



*Fig. 24. Notes Z de M. par rapport au groupe de CE1 pour chaque RAN et chaque domaine des épreuves académiques*

Nous avons délibérément conservé la même échelle qu'au graphique précédent afin de mieux visualiser la comparaison des résultats. Toutes les performances conservent une note Z positive même comparées à celles d'enfants ayant bénéficié d'une année d'apprentissage supplémentaire. Sur le plan clinique comme sur le plan quantitatif, la passation des RAN de M. nous laissait penser que les épreuves académiques allaient être réussies. Dans le cas de cet enfant, le

RAN apparaît comme tout à fait prédictif de ses performances scolaires et ce dans l'ensemble des domaines évalués. D'un point de vue général, le niveau cognitif de M. semble supérieur à celui des enfants de son âge avec des automatismes déjà mis en place. Nous rappelons qu'il a déjà un an d'avance. Dans ce contexte, il serait pertinent d'évaluer son quotient intellectuel afin de vérifier s'il existe une précocité.

b) Performances faibles : cas de A.

A. est un petit garçon de 7 ans 1 mois dont le père est électricien et la mère sans profession. Il est scolarisé en CE1 aux Pierres Bleues (école publique), et n'a jamais redoublé. Voici ses résultats aux RAN et épreuves académiques (en note Z) par rapport au groupe de CE1 .

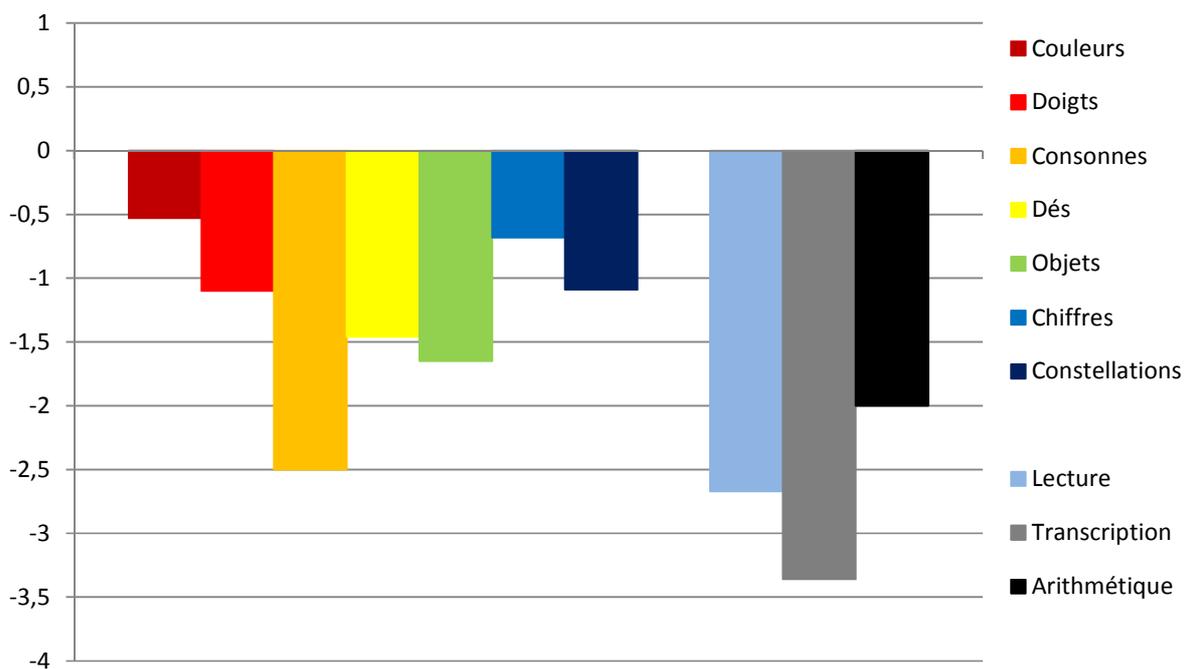


Fig. 25. Notes Z de A. par rapport au groupe de CE1 pour chaque RAN et chaque domaine des épreuves académiques

Concernant les RAN, A. ne commet aucune erreur de dénomination. Seule

sa lenteur explique ses résultats déficitaires. L'aspect prédictif du RAN est ici encore respecté puisque les performances académiques se situent dans les plus faibles du groupe des CE1.

Lors des épreuves académiques, A. commet de nombreuses erreurs en lecture. Il ne peut pas nommer toutes les lettres. Il ne lit que 6 mots sur les 17 proposés (on rappelle que ceux-ci étaient réguliers). En transcription, il ne peut pas écrire la lettre « b », erreur qui va persister dans la suite de l'épreuve. Les erreurs sont intéressantes à étudier : « ba » est transcrit « tau » et de la même manière « bou » est transcrit « tou », « da » est transcrit « ta ». Dans les mots, il y a des auto-corrections mais « lion » est transcrit « lounp » et « classe » est transcrit « jtounp ». Il réussit seulement à écrire « vélo » (mais sans l'accent). La phrase (elle joue avec le petit chat noir) est restituée comme suit : « l' jounp veac le piti chamou ourono ». La conversion grapho-phonémique n'est pas du tout maîtrisée. On note un trouble de la séquentialité. La segmentation est bonne mais l'enfant ajoute des graphèmes aux mots notamment avec ce « np » final qui persévère. La plupart des sons sont transcrits mais sans respect de la séquence et avec des ajouts.

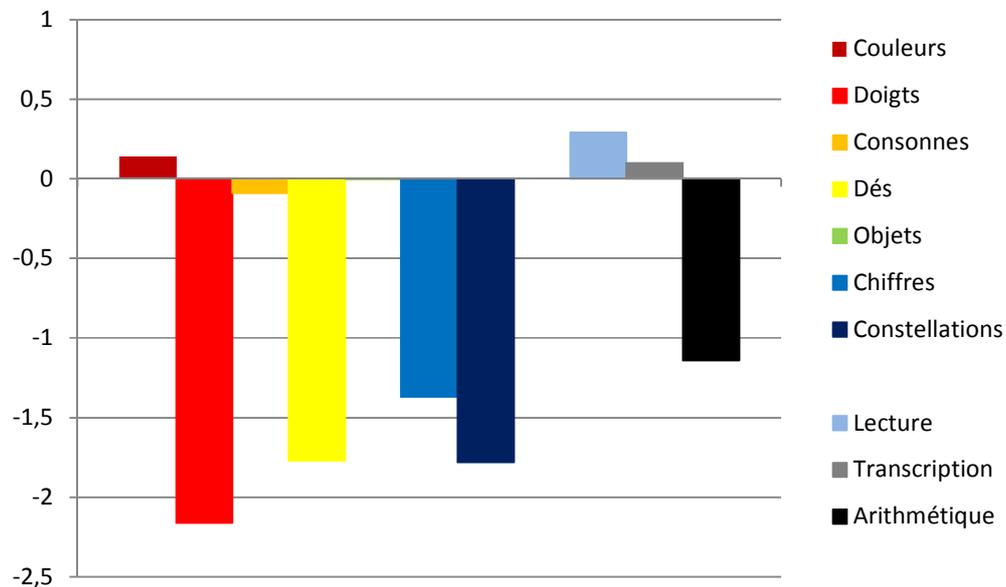
En arithmétique, A. éprouve de nombreuses difficultés notamment dans les problèmes. Le calcul mental se situe dans la norme (8/10 → -0,4 E.T.). Il ne réussit que le problème soustractif. Ceux d'addition, de transformation, de comparaison et de recherche de l'état initial sont échoués tant sur le plan raisonnement que sur le plan du calcul. Etant donné que le calcul mental est plutôt réussi, cela signifie que c'est le traitement des données et la prise d'informations numériques qui gênent A.

Concernant l'ensemble des épreuves (RAN et épreuves académiques), notre étude dégage un profil homogène chez A.

### c) Profil hétérogène : cas de J.

J. est un petit garçon de 7 ans 6 dont le père est ouvrier et la mère nourrice. Il est scolarisé en CE1 aux Pierres Bleues (école publique), et n'a jamais

redoublé. Voici ses résultats aux RAN et épreuves académiques (en note Z) par rapport au groupe de CE1.



*Fig. 26. Notes Z de J. par rapport au groupe de CE1 pour chaque RAN et chaque domaine des épreuves académiques*

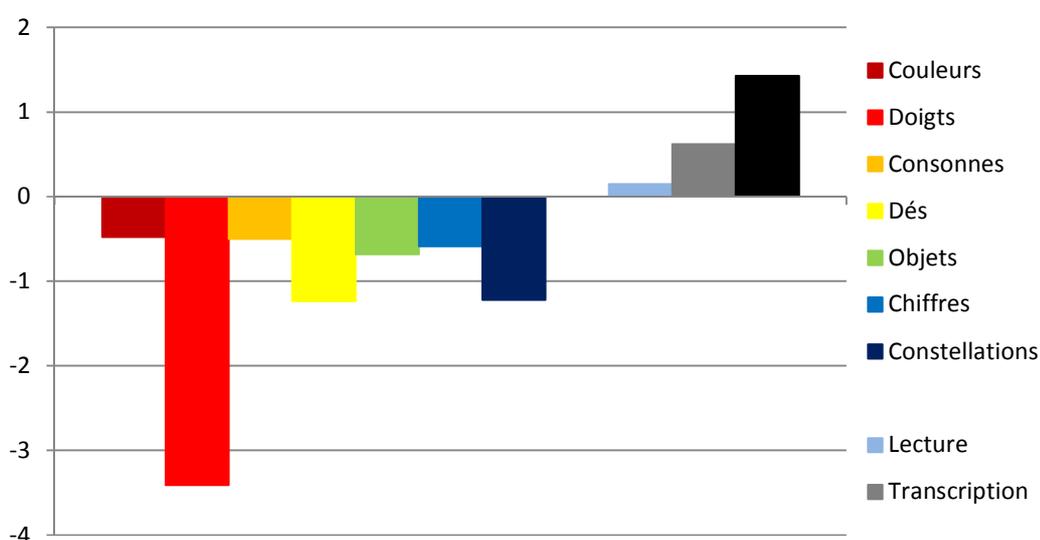
Ce profil illustre bien les corrélations mises en exergue dans notre analyse statistique. Nous notons une hétérogénéité dans les performances que ce soit dans les RAN ou dans les épreuves académiques.

Ainsi, alors que certains RAN montrent une lenteur (J. n'avait commis aucune erreur), le RAN consonnes se situe dans la moyenne (de même que les RAN objets et couleurs), corrélant avec les épreuves de langage écrit qui sont correctement réussies. Les autres RAN (doigts, dés, chiffres, constellations) qui participent au facteur Chiffres donnent des résultats déficitaires et l'on note que l'arithmétique est plutôt échouée notamment les problèmes comme l'on pouvait s'y attendre (4/12  $\rightarrow$  - 1,6 E.T.). Nous constatons qu'il ne réussit que les problèmes d'addition et de soustraction.

## 2. Profils dissociés par rapport à nos attentes

### a) En CE1 : cas de T.

T. est un garçon de 7 ans 6 scolarisé en CE1 à St Joseph (école privée), et n'a jamais redoublé. Voici ses résultats aux RAN et épreuves académiques (en note Z) par rapport au groupe de CE1.



*Fig. 27. Notes Z de T. par rapport au groupe de CE1 pour chaque RAN et chaque domaine des épreuves académiques*

Toutes les performances aux RAN sont déficitaires de façon plus ou moins importante. T. n'a pas fait preuve de lenteur mais a commis des erreurs de dénomination.

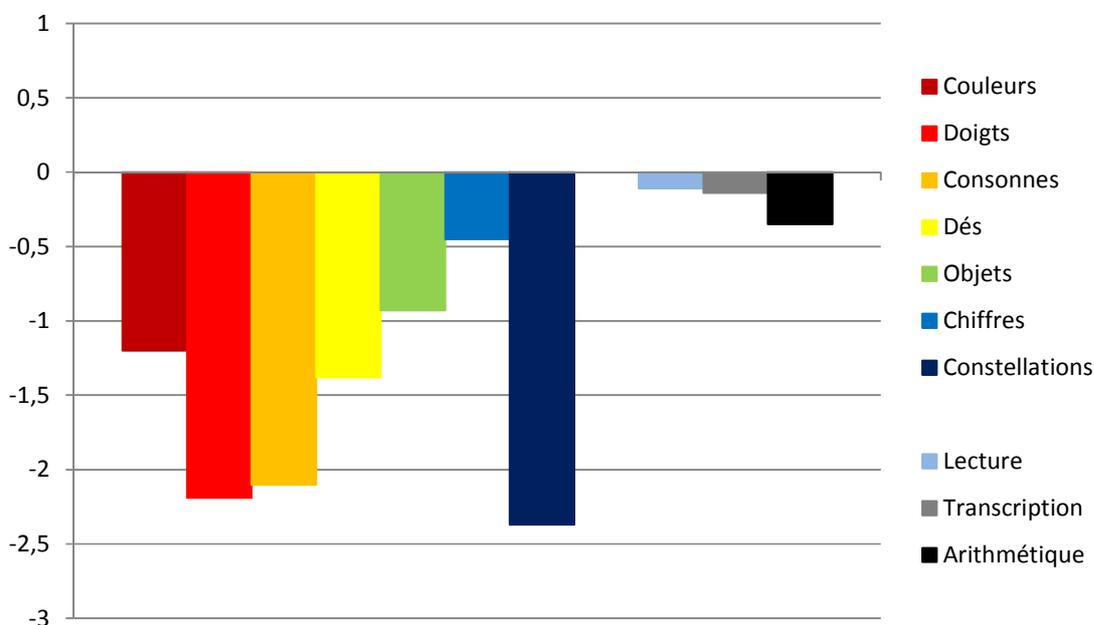
Le RAN consonnes se situe dans la moyenne et les performances en langage écrit sont plutôt réussies. T. ne commet qu'une seule erreur en transcription, phonologiquement plausible : il écrit « kravate » pour « cravate ». Nous pouvons nous attendre à ce résultat à la lumière de nos analyses statistiques. Cependant, les autres RAN se situent dans la moyenne faible et le RAN doigts est même très chuté (2 erreurs ; environ deux fois plus de temps que la moyenne des CE1 ; - 3,41 E.T.). Les épreuves en arithmétique sont quant à

elles parfaitement réussies, il ne commet aucune erreur.

L'épreuve de configuration de doigts met en relation les capacités perceptives et le sens du nombre. D'ailleurs d'après Fayol (2012) la dénomination des configurations conventionnelles des doigts si celles-ci sont canoniques et fonctionnent comme des symboles, suit la même voie que la dénomination des chiffres arabes. Etant donné les résultats aux RAN dés, chiffres et constellations de T., on peut s'interroger sur la perception qu'il a de ces configurations. Il est possible qu'il n'y ait été que peu confronté d'où un effort cognitif important coûteux sur le plan du temps.

#### b) En CP : cas de L.

L. est une petite fille de 5 ans 10 scolarisé en CP aux Pierres Bleues (école publique) et n'a jamais redoublé. Voici ses résultats aux RAN et épreuves académiques (en note Z) par rapport au groupe de CP.



*Fig. 28. Notes Z de L. par rapport au groupe de CP pour chaque RAN et chaque domaine des épreuves académiques*

Ici aussi, toutes les performances aux RAN sont déficitaires de façon plus ou moins importante. Ainsi, les deux facteurs sont concernés. L. n'a pas seulement fait preuve de lenteur mais a aussi commis des erreurs de dénomination (excepté pour les RAN dés et objets).

En nous axant sur le facteur Consonnes, le RAN consonnes donne une note Z en-deçà de - 2 E.T., L. a commis 6 erreurs sur ce RAN témoignant de l'instabilité de la connaissance des lettres. On note pourtant des performances dans la moyenne en langage écrit. En transcription, le graphisme est plutôt soigné, les lettres sont correctement restituées la correspondance grapho-phonémique est plutôt stable puisque « libre » est correctement transcrit alors que ce n'est pas un mot fréquemment rencontré à cet âge. Ce résultat est inattendu compte tenu de la forte corrélation existant entre le facteur Consonnes et lecture et transcription.

En nous axant sur le facteur Chiffres, certains des RAN sont très chutés (notamment configurations de doigts et constellations aléatoires). Les épreuves en arithmétique sont quant à elles dans la moyenne basse avec un calcul mental dans la moyenne et une résolution des problèmes à - 0,6 E.T. Or les corrélations établissent un lien entre facteur Chiffres et problèmes, nous aurions donc pu nous attendre à un résultat encore plus faible en problème compte tenu des difficultés dans les RAN constellations et doigts.

### c) Interprétation des dissociations

Plusieurs hypothèses peuvent expliquer de tels profils. Il est possible que lors de la passation du RAN, le contexte ait favorisé l'apparition d'erreurs (sortie de la classe, épreuve inconnue et chronométrée, examinatrice inconnue). Or les enfants savaient que nous viendrions une deuxième fois pour d'autres types d'épreuves cette fois plus en accord avec ce qui est proposé en classe et non chronométrées, donc dans un contexte plus décontracté. Dans l'intervalle de temps entre les passations du RAN et des épreuves académiques, les enfants ont pu avoir progressé.

Pour ces deux profils, on s'aperçoit que ce n'est pas que la lenteur qui explique la faiblesse des RAN mais aussi les erreurs. La possible précipitation (souvent observée chez les enfants) engendrée par le chronomètre peut entraîner une anxiété de performance empêchant l'utilisation optimale des fonctions exécutives.

Nous n'avons pas objectivé d'autres profils dissociés, témoignant d'une importante homogénéité des résultats. Cela est plutôt satisfaisant, d'une part pour notre travail, d'autre part dans l'hypothèse où le RAN pourrait devenir un outil de dépistage concernant l'apparition de difficultés d'apprentissages.

## **VI. DISCUSSION**

La finalité de cette étude est de vérifier l'aspect prédictif du RAN quant aux apprentissages scolaires. Nous rappelons que nous avons fait passer 7 tâches de RAN à des enfants de CP et CE1 en début d'année scolaire. Deux mois après, nous leur avons proposé des épreuves académiques dans trois grands domaines (lecture, transcription, arithmétique). Les tâches de RAN, épreuves scolaires et conditions de passation étaient strictement identiques pour les deux groupes d'enfants.

Nous avons mis en exergue des facteurs dont nous avons étudié les corrélations avec les performances scolaires. Par la suite, nous avons procédé à des analyses de régression afin d'évaluer la contribution de chacun de ces facteurs. Nous allons maintenant discuter de nos hypothèses.

La première hypothèse formulée concerne les corrélations des RAN entre eux. L'analyse factorielle aboutit à l'extraction de deux facteurs qui sont similaires pour les deux niveaux. L'un est constitué des RAN couleurs, doigts, dés, objets, chiffres et constellations, appelés facteur Chiffres ; l'autre n'est constitué que du RAN consonnes, appelé facteur Consonnes. Ainsi l'homogénéité de la tâche RAN est discutable comme l'a montré la littérature (Castel & coll., 2008). Cela dit, alors que nous pouvons supposer que les RAN

alphanumériques (consonnes, chiffres, dés, jetons et éventuellement doigts) allait se distinguer des RAN couleurs et objets, nous n'avons pas retrouvé ces résultats ici.

La deuxième hypothèse formulée affirme que certains RAN sont plus spécifiquement associées aux performances relatives à certains domaines disciplinaires, par exemple le RAN chiffres avec les résultats en arithmétique; le RAN consonnes avec le langage écrit. Cela a finalement été étudié à l'aide du modèle bi-dimensionnel et non pas à partir de chaque RAN, ainsi la nature des items sous-tend des compétences différentes mais qui se rejoignent. Comme l'on pouvait s'y attendre, le facteur Consonnes est très corrélé au langage écrit que ce soit au sein de chaque niveau scolaire ou pour les deux niveaux ensemble (-0,834 en lecture, -0,789 en transcription). Cela s'explique par le lien fort entre reconnaissance des lettres et apprentissage du langage écrit. On peut s'interroger sur le fait que tous les autres RAN participent à un unique facteur. Ceci dit, dans le cas où le RAN fait en partie intervenir une automatisation des processus entre une représentation visuelle et une représentation phonologique, alors on peut les considérer comme un tout. Le facteur Chiffres n'est pas corrélé au langage écrit mais il est modérément corrélé aux problèmes pour chaque niveau.

Les analyses de régression corroborent ces résultats. Les modèles évoqués pour le langage écrit justifient un pourcentage de variance très significatif. En revanche, pour l'arithmétique, les modèles retenus expliquent des pourcentages plus faibles. Nous gardons en tête que le calcul mental demande bien d'autres compétences que celle de reconnaître les chiffres (RAN chiffres) ou de faire du subitizing (RAN constellations). Cela nécessite de maîtriser le code arabe (présentation visuelle du calcul) mais aussi de la manipuler et de posséder quelque connaissances (neutralité du 0, base 10, passage de l'addition à la soustraction). De même, nous rappelons que la résolution de problème nécessite un traitement du langage et la mise en jeu des fonctions exécutives.

Ainsi, le RAN persiste dans sa valeur prédictive mais aussi dans le mystère qu'il renferme.

Notre troisième hypothèse a déjà été vérifiée auparavant. L'efficacité de dénomination des différents items du RAN évolue positivement entre le CP et le CE1. Deux explications à cette augmentation : les effets d'apprentissage et la maturation cognitive des enfants. A propos du RAN consonnes, qui enregistre la plus forte augmentation de moyenne entre CP et CE1, il est évident que l'apprentissage durant le CP est à la base des progrès. Les erreurs, nombreuses en CP, n'existent plus en CE1 et les enfants sont beaucoup plus rapides. Etant donné que l'efficacité est meilleure pour toutes les tâches, cela signifie que les enfants ont gagné en vitesse de dénomination, mais ont aussi fait moins d'erreurs. Ils auraient donc automatisé des processus au cours du CP, non seulement grâce aux apprentissages (qui permettent, par la répétition, d'augmenter la vitesse d'exécution) mais aussi grâce au développement.

### **Limites et intérêts :**

La première série de passation des épreuves du RAN hors de la classe, avec un adulte inconnu et à l'aide d'un chronomètre, a pu entraîner une légère anxiété de performance chez certains enfants que nous n'avons pas rencontrée lors des épreuves académiques. De plus, la dénomination des 560 items était coûteuse, les enfants se sont fatigués pendant la passation. De ce fait, ils nous ont montré un certain entrain au départ mais qu'ils n'avaient plus du tout à la fin.

Le RAN est prédictif des apprentissages, c'est le point sur lequel s'accordent toutes les études bien qu'il n'y ait pas de consensus sur ce qui fait cette qualité. Il faut donc poursuivre les recherches sur la cause de ce caractère prédictif pour envisager que le RAN devienne un outil de dépistage fiable des troubles des apprentissages.

## **VII. CONCLUSION**

Notre étude montre que les corrélations entre RAN et performances académiques se renforcent entre le CP et le CE1, attestant de la qualité du RAN comme outil prédictif des apprentissages. De surcroît, nous sommes parvenues au constat suivant : il existe des épreuves académiques mieux réussies que celles du RAN et réciproquement des performances scolaires faibles avec des scores d'autant plus faibles au RAN. Ces postulats garantissent la sensibilité de ce test. Aussi, le temps laissé à l'appropriation des connaissances ne fait que renforcer le caractère prédictif du RAN. En cela, le RAN est donc prédictif des performances scolaires. Jusqu'ici, les recherches se sont attachées à traiter les capacités prédictives du RAN par rapport à la lecture. Nous constatons que le lien peut être établi avec les trois domaines étudiés dans notre recherche : lecture, transcription et arithmétique.

Actuellement, la littérature sépare les modèles de dénomination selon les stimuli et ne propose pas de modèle commun. Cependant, il nous semble pertinent de proposer un modèle de synthèse. Ce modèle s'appliquerait aux RAN du facteur Chiffres dès le CP et serait applicable au RAN consonnes plus tard, après que les enfants ont automatisé la reconnaissance des lettres (fin CP/début CE1). Il s'agirait finalement d'un modèle unique et valide pour tous les RAN, mettant en avant la nécessité d'une automatisation de certains processus nécessaires à une dénomination rapide. Dans la mesure où il existe des relations particulières entre RAN et capacités d'apprentissages, la prise en charge orthophonique consisterait à entraîner spécifiquement ces processus pour vérifier l'effet sur les apprentissages. Nous présentons ce modèle ci-après.

Le RAN persiste comme étant une épreuve mystérieuse. Donner une autre envergure à notre étude serait utile dans le but de dégager des profils atypiques avec des dissociations significatives entre les RAN afin de mieux comprendre l'essence de cette épreuve. Il serait judicieux de s'intéresser à des enfants présentant des déficits spécifiques. Cela constituerait un test rapide, ludique et peu coûteux cognitivement dans l'étape de screening en orthophonie.

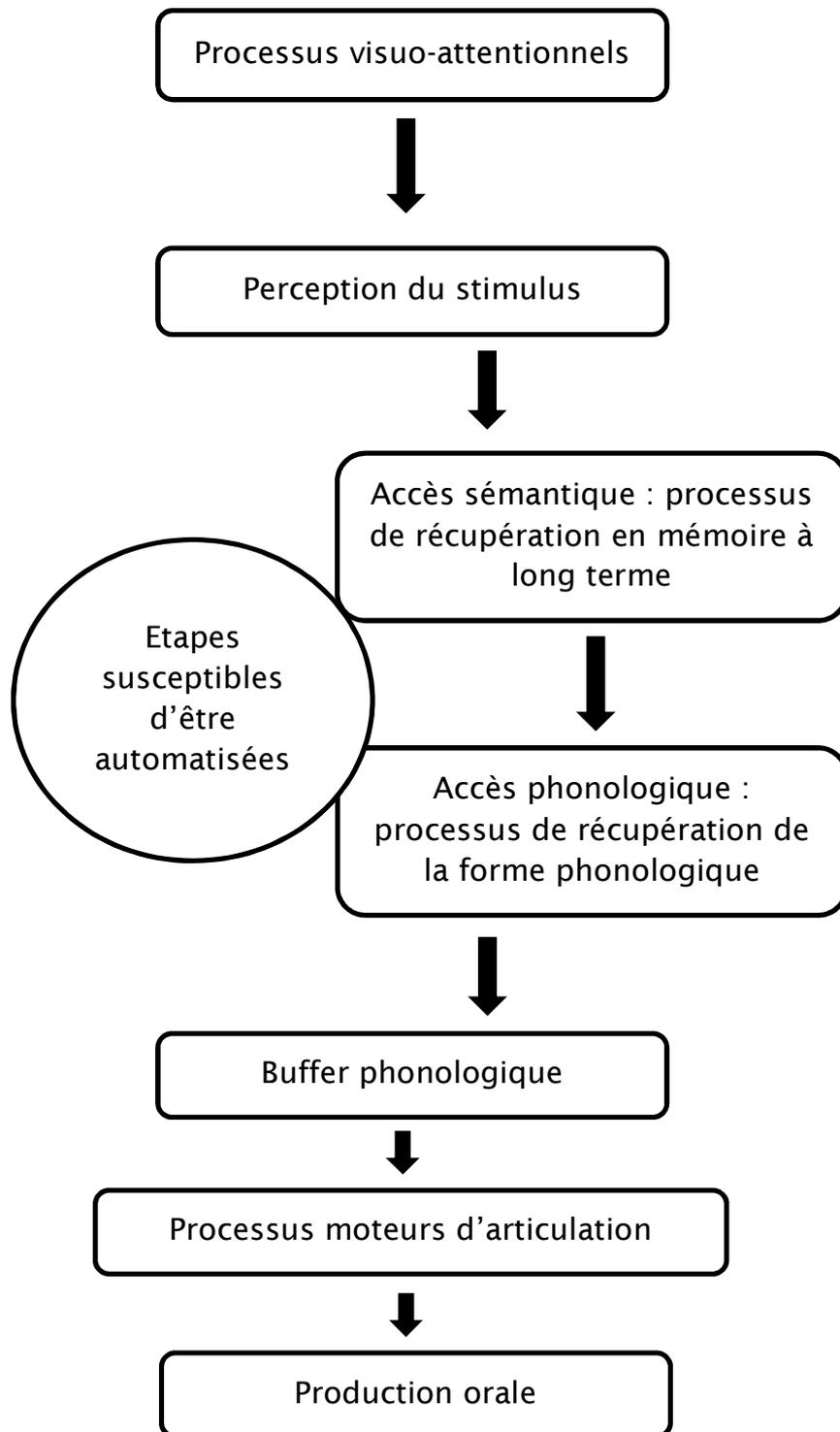


Fig. 29. Proposition d'une modélisation de synthèse pour la dénomination des différents stimuli des RAN par A. Romain et A. Philippon (2014)

## **VIII. BIBLIOGRAPHIE**

- ARNELL, K.M., JAONISSE, M., KLEIN, R., BUSSERI, M.A., TANNOCK, R. (2009). Decomposing the relation between rapid automatized naming (RAN) and reading ability. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 63, 173-184.
- BILLARD, C., TOUZIN, M. (2012). EDA : Evaluation Des fonctions cognitives et Apprentissages de l'enfant.
- CANNARD C., BONTHOUX F., BLAYE A., SCHEUNER N., SCHREIBER A.C., TRINQUART J (2006). BD2I : Normes sur l'identification de 274 images d'objets et leur mise en relation chez l'enfant français de 3 à 8 ans. *L'année psychologique*, 106, 375-396.
- CASALIS, S., LELOUP, G., BOIS-PARRIAUD, F. (2013). Prise en charge des troubles du langage écrit chez l'enfant (pp. 10-11-42). Elsevier Masson.
- CASTEL, C., PECH-GEORGEL, C., GEORGE, F., ZIEGLER, J.C. (2008). Lien entre dénomination rapide et lecture chez les enfants dyslexiques. *L'année psychologique*, 108, 395-422.
- CHOMEL-GUILLAUME, S., LELOUP, G. ET BERNARD, I. (2010). Les Aphasies. Evaluation et Rééducation (pp.21-31). Issy-les-Moulineaux : Masson.
- COLTHEART, M., RASTLE, K., PERRY, C., LANGDON, R., ZIEGLER, J., (2001). DRC: a dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological review* 108, 56-204.
- COMPTON, D.L., OLSON, R.K., DE FRIES, J.C., PENNINGTON, B.F. (2002). Comparing the relationships among two different versions of alphanumeric rapid automatized naming and word level reading skills. *Scientific Studies of Reading*, 6(4), 343-368.
- CUTTING, L.E., DENCKLA, M.B. (2001). The relationship of rapid serial naming and word reading in normally developing readers: an exploratory model. *Reading and Writing*, 14 (7-8), 673-705.
- DEHAENE, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44, 1-42.
- DEHAENE, S., COHEN, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical Cognition*, 1, 83-120.

DEHAENE, S. (1997). The number sense: How the mind creates mathematics. Oxford : Oxford University Press.

DEHAENE, S., COHEN, L. (2000). Un modèle anatomique et fonctionnel de l'arithmétique mentale. In M. Pesenti, X. Seron, (Eds), Neuropsychologie des troubles du calcul et du traitement des nombres, 191-232.

DE MEYER DE WILDE, K. (2013). Le RAN ou les RAN ? Evolution des performances et corrélations entre les tâches. Mémoire pour l'obtention du Certificat de capacité en orthophonie de l'université Paris-VI.

DENCKLA, M.B. (1972). Color naming deficits in dyslexic boys. Cortex, 8, 164-176.

DENCKLA, M.B., RUDEL, R.G. (1974). Rapid "automatized" naming of pictured objects, colors, letters, and numbers by normal children. Cortex, 10, 186-202.

DENCKLA, M.B., RUDEL, R.G. (1976a). Naming of objects by dyslexic and other learning disabled children. Brain Lang, 3, 1-15.

DENCKLA, M.B., RUDEL, R.G. (1976b). Rapid automatized naming (R.A.N.): dyslexia differentiated from other learning disabilities. Neuropsychologia, 14, 471-479.

EXPERTISE COLLECTIVE (2007). Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie. Bilan des données scientifiques.

FAYOL, M., THEVENOT, C., DEVIDAL, M. (2005). Résolution de problèmes et résolution de problèmes arithmétiques. In M-P. Noël (Ed.), Approche neuropsychologique et développementale des difficultés de calcul chez l'enfant. Marseille : Editions Solal.

FAYOL, M., CROLLEN, V., SERON, X., NOËL, M.P. (2011). Is Finger-counting Necessary for the Development of Arithmetic Abilities? Frontiers in Psychology, 2, 242.

FAYOL, M. (2012). L'acquisition du nombre. Collection « Que sais-je ? », Paris : Puf.

FOSTER, M.E. (2012). Indicators of Mathematics Skill Acquisition in Children with Mild Intellectual Disability: Phonological Awareness, Naming Speed, and Vocabulary Knowledge. Psychology Theses, 91.

FRIJTERS, J.C., LOVETT, M.W., STEINBACH, K.A., WOLF, M., SEVCIK, R.A., MORRIS, R.D. (2011) Neurocognitive predictors of reading outcomes for children with reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 44, 66-150.

FURNES, B., SAMUELSSON, S. (2011). Phonological awareness and rapid automatized naming predicting early development in reading and spelling: Results from a cross-linguistic longitudinal study. *Learning and individual differences*, (21), 1, 85-96.

GEORGE, F., PECH-GEORGEL, C. (2006). *BELO : Batterie d'Evaluation de Lecture et d'Orthographe*. Editions Solal.

GEORGIU, G.K., PARRILA, R., KIRBY, J. (2006). Rapid naming speed components and early reading acquisition. *Studies of Reading*, 10, 199-220.

GEORGIU, G.K., PARRILA, R., PAPADOPOULOS, T.C. (2008). Predictors of word decoding and reading fluency in English and Greek: A cross-linguistic comparison. *Journal of Educational Psychology*, 100, 566-580.

GEORGIU, G.K., TZIRAKI, N., MANOLITSIS, G., FELLA, A. (2013). Is rapid automatized naming related to reading and mathematics for the same reason(s)? A follow-up study from kindergarten to Grade 1. *Journal of Experimental Child Psychology*, 482.

GEORGIU, G., PAPADOPOULOS, T.C., FELLA, A., PARRILA, R. (2012). Rapid Naming speed components and reading development in a consistent orthography. *Journal of Experimental Child Psychology*, 112, 1-17.

GEORGIU, G.K., PARRILA, R., CUI, Y., PAPADOPOULOS, T.C. (2012). Why is rapid automatized naming related to reading? *Journal of Experimental Child Psychology*, 115 (1), 218-25.

GESCHWIND. (1965). Disconnexion syndromes in animals and man. *Neuropsychology review* [1040-7308] Geschwind, Norman (2010). 20 (2), 128 - 157.

GESCHWIND, M., FUSILLO, M. (1966). Color-Naming Defects in Association With Alexia. *Archives of Neurology*, 15 (2), 137-146.

HERRERA, A., MACIZO, P. (2012). Semantic Processing in the Production of Numerals Across Notations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 38 (1), 40-51.

JORDAN, N.C., KAPLAN, D., NABORS OLAH, L., LOCUNIAK, M.N. (2006). Number sense growth in kindergarten: A longitudinal investigation of children, at risk for mathematics difficulties. *Child Development*, 77 (1), 153-175.

KAIL, R., HALL, L.K. (1994). Speed of processing, naming speed and reading. *Developmental Psychology*, 30, 949-954.

KATZ, R.B., SHANKWEILER, D. (1985). Repetitive naming and the detection of word retrieval deficits in the beginning reader. *Cortex*, 21, 617-625.

KIRBY, J.R., PARILLA, R., & PFEIFFER, S. (2003). Naming speed and phonological processing as predictors of reading development. *Journal of Educational Psychology*, 95, 453-464.

KOPONEN, T., AUNOLA, K., AHONEN, T., NURMI, J.E. (2007). Cognitive predictors of single-digit and procedural calculation skills and their covariation with reading skill. *Journal of Experimental Child Psychology*, 97, 220-241.

LANDERL, K., BEVAN, A., BUTTERWORTH, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: A study of 8-9-year-old students. *Cognition*, 93, 99-125.

LERVÅG, A., HULME, C. (2009). Rapid Automated Naming (RAN) Taps a Mechanism That Places Constraints on the Development of Early Reading Fluency. *Psychological Science*, 20 (8), 1040-1048.

MAZZOCCO, M.M.M., GRIMM, K.J. (2013). Growth in Rapid Automated Naming From Grades K to 8 in Children With Math or Reading Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 28.

MCBRIDE-CHANG, C., MANIS, F. (1996). Structural invariance in the associations of naming speed, phonological awareness, and verbal reasoning in good and poor readers: A test of the double deficit hypothesis. *Reading and writing: An interdisciplinary journal*, 8, 323-339.

MCCLOSKEY, M., CARAMAZZA. A. (1985). Cognitive mechanisms in number processing and calculation: Evidence from dyscalculia. *Brain and cognition*, 4 (2), 171-196.

MEYER, M.S., WOOD, F.B., HART, L.A., FELTON, R.H. (1998). Selective predictive value of rapid automatized naming in poor readers. *Journal of Learning Disabilities*, 31, 17-106.

MISRA, M., KATZIR, T., WOLF, M., POLDRACK, R.A. (2004). Neural systems for rapid automatized naming in skilled readers: unraveling the RAN-reading relationship. *Scientific Studies of Reading*, 8 (3), 241-256.

NEUHAUS, G., FOORMAN, B.R., FRANCIS, D.J., CARLSON, C.D. (2001). Measures of information processing in rapid automatized naming (RAN) and their relation to reading. *Journal of experimental child psychology*, 78 (4), 359-373.

NORTON, E.S., WOLF, M. (2012). Rapid Automatized Naming (RAN) and Reading Fluency: Implications for Understanding and Treatment of Reading Disabilities. *Revue Psychologique* 2012, 63, 427-452.

POWELL, D., STAINTHORP, R., STUART, M., GARWOOD, H., QUINLAN, P. (2007). An experimental comparison between rival theories of rapid automatized naming performance and its relationship to reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, 98, 46-68.

RASCHLE, N.M., CHANG, M., GAAB, N. (2011) Structural brain alterations associated with dyslexia predate reading onset. *Neuroimage*, 57, 49-742.

RILEY, M.S., GREENO, J.G., & HELLER, J.I. (1983). Development of children's problem solving ability in arithmetic. In H.P. Ginsburg (Ed.), *The development of mathematical thinking*. New York: Academic Press.

ROELOFS, A. (2006). Functional architecture of naming dice, digits, and number words. *Language and Cognitive Processes*, 21, 1-3, 78-111.

ROMAN, A.A., KIRBY, J.R., PARILLA, R.K., WADE-WOOLEY, L., & DEACON, S.H. (2009). Toward a comprehensive view of the skills involved in word reading in Grades 4, 6, and 8. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102, 96-113.

SEGUI, J., FERRAND, L. (2000). *Leçons de parole*. Paris : Odile Jacob.

- VAN DER SLUIS, S., DE JONG, P.F., VAN DER LEIJ, A. (2004). Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87, 239-266.
- VAN NIEUWENHOVEN, C., GRÉGOIRE, J., NOËL, M.P. (2001). TEDI-MATH : Test Diagnostique des compétences de base en mathématiques.
- WILLBURGER, E., FUSSENEGGER, B. (2008). Naming speed in dyslexia and dyscalculia. *Learning and Individual Differences*, 18, 224-236.
- WOLF, M. (1986). Rapid alternating stimulus naming in the developmental dyslexia. *Brain Lang*, 27 (2), 360-379.
- WOLF, M., BOWERS, P., (1999). The double-deficit hypothesis for the developmental dyslexias. *J Educ Psychol* 91(3) : 415-38
- WOLF, M., BOWERS, P.G., BIDDLE, K. (2000). Naming-Speed Processes, Timing and Reading: A Conceptual Review. *Journal of Learning Disabilities*, 33 (4), 387-407.
- WOLF, M., GOLDBERG, A., O'ROURKE, G.A., GIDNEY, C., LOVETT, M., CIRINO, P., MORRIS, R. (2002). The second deficit: An investigation of the independence of phonological and naming-speed deficits in developmental dyslexia. *Reading and Writing : An Interdisciplinary Journal*, 15, 43-72.

## **IX. ANNEXES**

Annexe 1 : RAN couleurs

Annexe 2 : RAN configurations canoniques de doigts

Annexe 3 : RAN consonnes

Annexe 4 : RAN dés (constellations canoniques)

Annexe 5 : RAN objets

Annexe 6 : RAN chiffres arabes

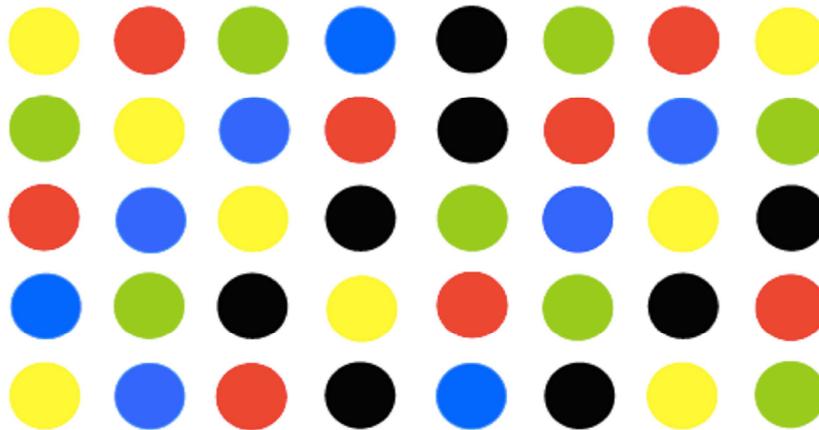
Annexe 7 : RAN constellations aléatoires

Annexe 1 :

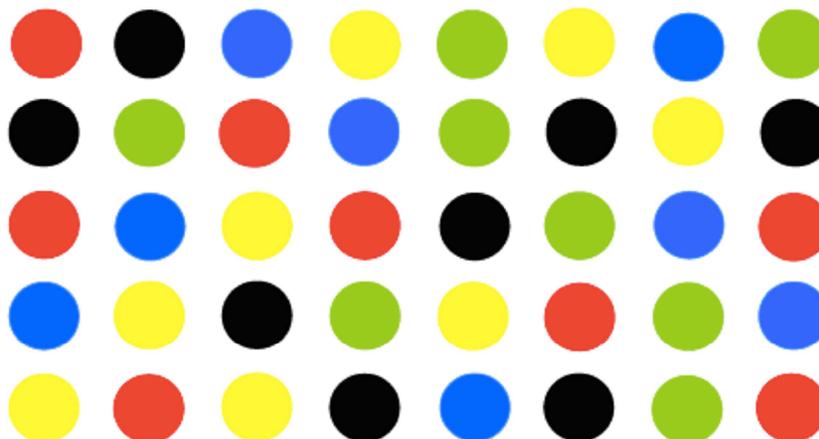
RAN couleurs : items-essais



Couleurs (page 1)



Couleurs (page 2)



Annexe 2 :

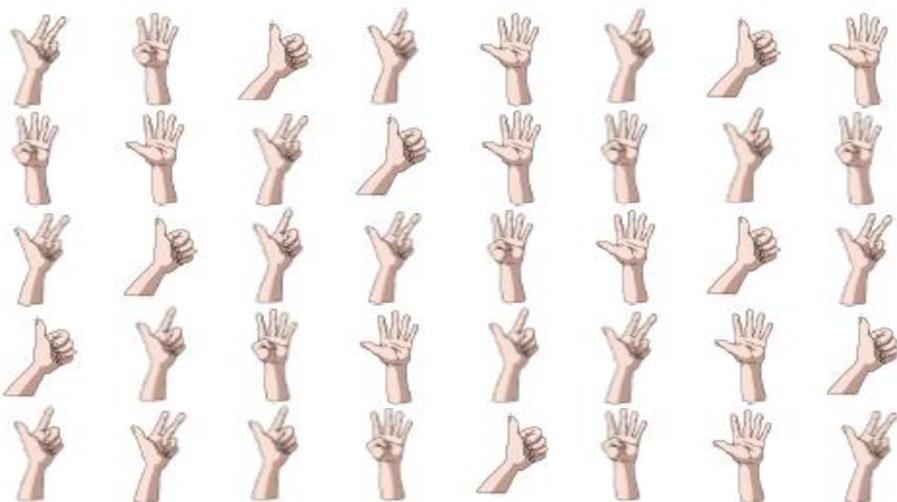
RAN configuration de doigts : items-essais



Configuration de doigts (page 1)



Configuration de doigts (page 2)



Annexe 3 :

RAN consonnes : items-essais

B J Q T V

Consonnes (page 1)

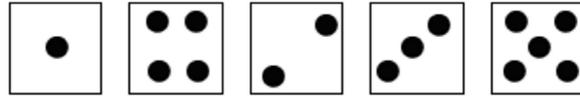
V T Q J B Q T V  
Q V J T B T J Q  
T J V B Q J V B  
J Q B V T Q B T  
V J T B J B V Q

Consonnes (page 2)

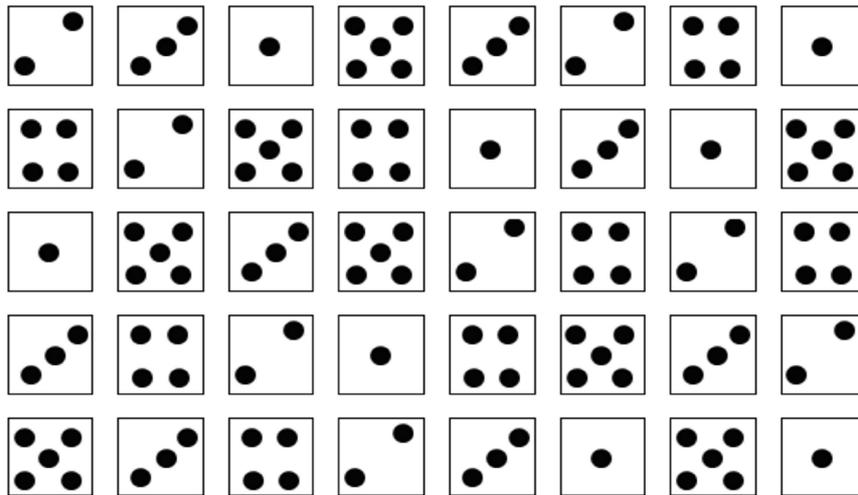
T B J V Q V J Q  
B Q T J Q B V B  
T J V T B Q J T  
J V B Q V T Q J  
V T V B J B Q T

Annexe 4 :

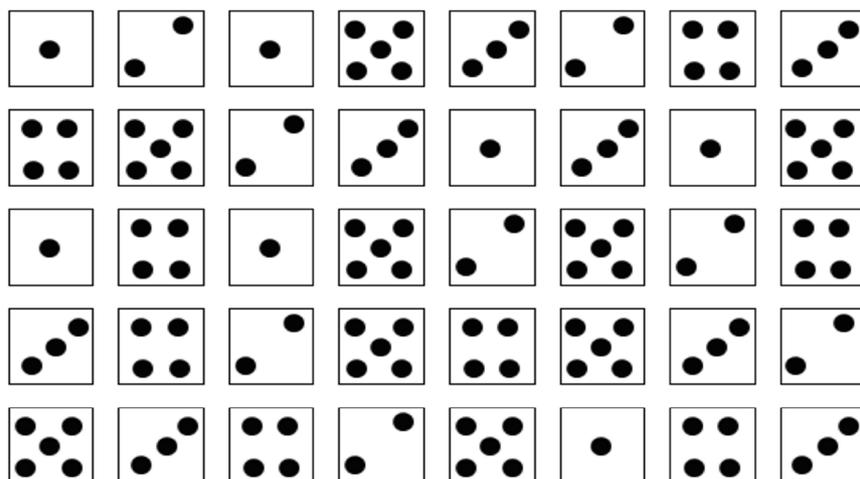
RAN dés : items-essais



Dés (page 1)



Dés (page 2)



Annexe 5 :

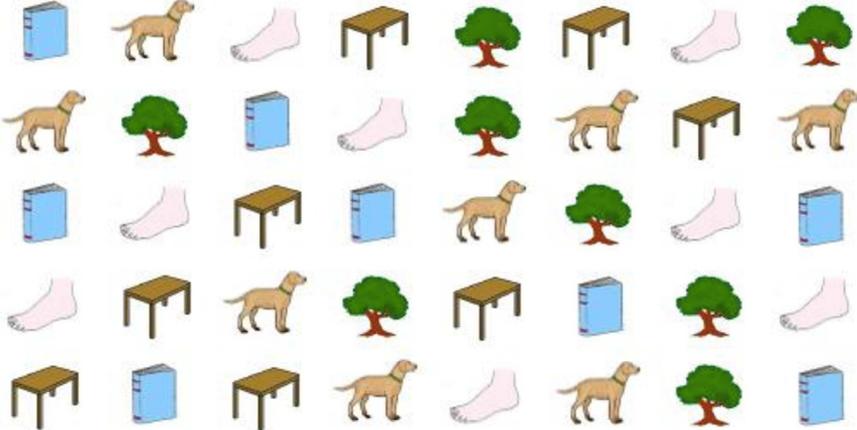
RAN objets : items-essais



Objets (page 1)



Objets (page 2)



Annexe 6 :

RAN chiffres : items-essais

1 5 4 2 3

Chiffres (page 1)

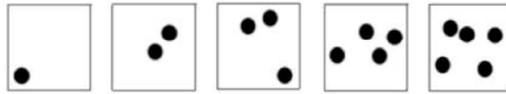
2	3	5	1	4	5	3	2
5	2	1	3	4	3	1	5
3	1	2	4	5	1	2	4
1	5	4	2	3	5	4	3
2	1	3	4	1	4	2	5

Chiffres (page 2)

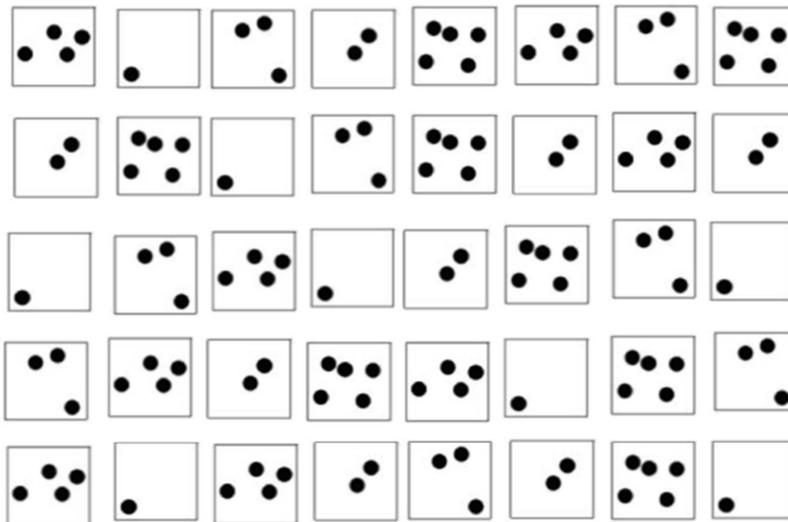
3	4	1	2	5	2	1	5
4	5	3	1	5	4	2	4
3	1	2	3	4	5	1	3
1	2	4	5	2	3	5	1
2	3	2	4	1	4	5	3

Annexe 7 :

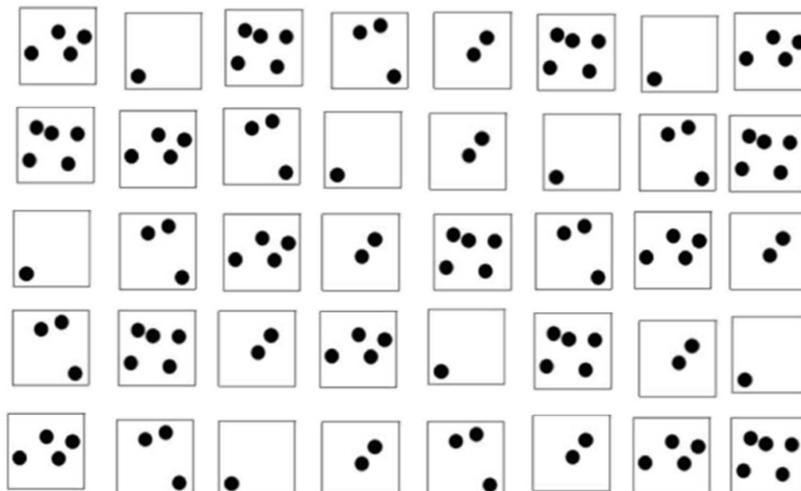
RAN Constellations aléatoires : items-essais



Constellations (page 1)



Constellations (page 2)



## **Les performances aux RAN, prédictives des performances scolaires ?**

### **Résumé :**

Notre étude porte sur le RAN et ses supposées capacités prédictives des performances académiques. Nous avons, dans un premier temps, fait passer des tâches de RAN de différents items puis des épreuves académiques en langage écrit et arithmétique deux mois plus tard. Les échantillons concernés sont deux groupes d'enfants tout-venant scolarisés en CP et CE1 avec un total de 93 sujets. Nos résultats montrent des corrélations significatives entre les RAN et les épreuves académiques. Par ailleurs celles-ci se renforcent entre le CP et le CE1, attestant de la qualité du RAN comme outil prédictif des apprentissages. La dénomination rapide et automatisée est donc à considérer comme un véritable outil de dépistage pertinent en orthophonie.

**Mots-clés :** RAN (Rapid Automated Naming) – DRA (Dénomination Rapide et Automatisée) – performances – corrélations – apprentissages

### **Abstract:**

Our study focuses on the RAN and its supposed predictive capabilities of academic performances. First, we gave RAN tasks of different items and then academic tests: language (reading, writing) and arithmetic exercises two months later. Samples involved are two groups of children mill in CP and CE1 with a total of 93 subjects. Our results show significant correlations between RAN and academic tests. Moreover the correlations reinforce between CP and CE1, attesting the RAN's quality as a predictive tool of learning processes. We have to consider Rapid and Automated Naming as an effective tool for screening, relevant in speech therapy.

**Key-words :** RAN (Rapid Automated Naming) – DRA (Dénomination Rapide et Automatisée) – performances – correlations – learning processes

**Nombre de pages :** 74 (annexes comprises)

**Nombre de références bibliographiques :** 62