



**HAL**  
open science

## Peut-on évaluer automatiquement les auto-explications lors de la lecture d'élèves de cycle 3 ?

Maryse Bianco, Philippe Dessus, Aurélie Nardy, Martine Rémond, Laurent Lima, Mihai Dascalu, Bogdan Oprescu, Stefan Trausan-Matu

### ► To cite this version:

Maryse Bianco, Philippe Dessus, Aurélie Nardy, Martine Rémond, Laurent Lima, et al.. Peut-on évaluer automatiquement les auto-explications lors de la lecture d'élèves de cycle 3?. A.N.A.E. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant, 2013, 123, pp.149-155. hal-01159944

**HAL Id: hal-01159944**

**<https://hal.science/hal-01159944v1>**

Submitted on 4 Jun 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.

**Peut-on évaluer automatiquement les auto-explications  
lors de la lecture d'élèves de cycle 3 ?**

M. Bianco<sup>\*</sup>, P. Dessus<sup>\*</sup>, A. Nardy<sup>\*, \*\*</sup>, M. Rémond, L. Lima<sup>\*</sup>, M. Dascalu<sup>\*\*\*</sup>, B. Oprescu<sup>\*\*\*</sup> &  
S. Trausan-Matu<sup>\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup>Laboratoire des Sciences de l'Éducation, Univ. Grenoble Alpes, France

<sup>\*\*</sup>Laboratoire de Linguistique et Didactique des Langues Étrangères et Maternelles, Univ. Grenoble Alpes, France

<sup>\*\*\*</sup> Université “Politehnica” de Bucarest, Roumanie

Titre courant : Évaluer automatiquement les auto-explications

Correspondance : Maryse Bianco, Laboratoire des Sciences de l'Éducation, Univ. Grenoble Alpes, BSHM, 1251, avenue Centrale - BP 47 - 38040 Grenoble Cedex 9

E-mail: [Maryse.Bianco@upmf-grenoble.fr](mailto:Maryse.Bianco@upmf-grenoble.fr)

**Résumé**

La technique des auto-explications permet de saisir les stratégies de compréhension utilisées pendant la lecture. Nous détaillons ici les résultats obtenus avec cette technique auprès de 79 élèves de Cycle 3. Nous présentons ensuite *ReaderBench*, un système qui diagnostique le type de stratégies mises en œuvre. Une validation à partir des corrélations entre le codage des stratégies par des juges humains et *ReaderBench* montre que le système évalue les auto-explications de manière satisfaisante.

*Mots-clefs* : Compréhension, Lecture, Stratégies, Ecole élémentaire, Système informatisé.

**Abstract**

Self-explanations elicited during reading capture the reading strategies used on-line by readers. In this paper, we first describe the results obtained with 79 children from grade 3 to 5 that self-explained during reading a narrative text. Afterwards, we present *ReaderBench*, a system that automatically assesses the reading strategies. Correlations between human coders and *ReaderBench* show the system behaves satisfactorily.

*Keywords* : Comprehension, Reading, Strategies, Elementary School, Computer System.

**Resumen**

La técnica de auto-explicaciones permite captar las estrategias de comprensión utilizadas durante la lectura. En este artículo detallaremos los resultados obtenidos con esta técnica ante un público de 79 alumnos de 3er ciclo. Luego presentaremos *ReaderBench*, un sistema que diagnostica cuales fueron las estrategias que han sido aplicadas durante el proceso.

Finalmente una validación a partir de correlaciones entre la codificación de las estrategias por parte de jueces humanos de un lado y de *ReaderBench* del otro, muestra que el sistema evalúa las auto-explicaciones de manera satisfactoria.

*Palabras clave*: Comprensión, Lectura, Estrategias, Escuela primaria, Sistema informático

## INTRODUCTION

Les enquêtes nationales et internationales relatives aux performances des systèmes éducatifs pointent depuis 20 ans les difficultés des élèves français à comprendre de manière approfondie ce qu'ils lisent ; en fin d'école primaire, ils sont 40 % à avoir des acquis trop fragiles pour accéder à une compréhension adaptée aux exigences de l'enseignement secondaire, tandis que seulement 30 % des élèves ont des acquis solides conformes à ces exigences (Colmant, Daussin & Bessonneau, 2011 ; Daussin, Keskpaik & Rocher, 2011). Ces constats ont suscité un regain d'intérêt pour l'étude des processus de compréhension et les moyens de les développer dans l'enseignement (voir Bianco, 2010 pour une synthèse).

Comprendre un texte est une activité cognitive complexe qui consiste à élaborer, au cours de la lecture, une représentation mentale cohérente de la situation décrite garantissant l'intégration des informations aux connaissances antérieures de l'individu. Cette élaboration implique la mobilisation de mécanismes cognitifs généraux (mécanismes attentionnels et inférentiels, activation des connaissances en mémoire) ainsi que de mécanismes propres au traitement du langage (traitement du vocabulaire et de la syntaxe notamment). De nombreux travaux ont mis l'accent sur une caractéristique particulière du lecteur avancé ou expert : celui-ci est un lecteur « stratège », capable d'exercer une veille attentive de ce qu'il comprend ou ne comprend pas au fur et à mesure de sa lecture et de mettre en œuvre des comportements de régulation – appelés « stratégies de compréhension » – pour surmonter les difficultés rencontrées (Bianco, 2003 ; Fayol & Gaonac'h, 2003)

Les stratégies de compréhension en lecture ont été très largement étudiées chez les adolescents et les jeunes adultes par le recours à la technique de « pensée à voix haute » ou d'auto-explication. Cette technique incite le lecteur à exprimer oralement la manière dont il comprend le texte au fur et à mesure de sa lecture. Les auto-explications offrent ainsi à l'observateur une vision des mécanismes sollicités par les lecteurs pour interpréter le texte en temps réel. Les stratégies observées par l'intermédiaire de protocoles d'auto-explication peuvent donc être définies comme « les opérations mentales impliquées au cours de la lecture, lorsque le lecteur cherche à extraire le sens des mots qu'il lit » (Millis & Magliano, 2012, p. 40). Chez l'adulte et l'adolescent, on observe quatre types essentiels de stratégies : les paraphrases, les inférences fondées sur le texte, les inférences fondées sur les connaissances et les stratégies de contrôle. La première stratégie consiste à paraphraser ce qui vient d'être lu. Il s'agit d'une stratégie fondamentale qui permet d'exprimer le contenu explicite du texte et

d'asseoir la « base de texte » à partir de laquelle les stratégies auto-explicatives de plus haut niveau peuvent être élaborées. La seconde stratégie concerne l'ensemble des inférences fondées sur le texte. Elle regroupe les inférences causales, de but et de relais ainsi que les généralisations qui permettent de construire des relations de cohérence entre les informations lues. La troisième catégorie, les inférences fondées sur les connaissances, consiste en la mise en relation d'une partie du texte avec les connaissances propres au lecteur (attribution explicite d'un état mental à un personnage, recontextualisation des événements par exemple). Il s'agit essentiellement d'élaborations et de prédictions. Enfin, la dernière catégorie est une stratégie d'auto-évaluation proprement dite, qui rend compte de l'expression par le lecteur de ce qu'il a compris ou non (par exemple, exprimer explicitement le fait d'avoir compris ou non, se poser une question, confirmer ou infirmer une hypothèse précédemment formulée).

La quantité et la variété des stratégies exprimées distinguent systématiquement les compreneurs compétents des plus faibles : les meilleurs lecteurs produisent des auto-explications plus nombreuses et variées, liées à la structure causale et/ou à la macrostructure. À l'inverse, les moins bons compreneurs ont tendance à privilégier les paraphrases et à se centrer sur les dernières informations lues. Cela est vrai des adultes (Chi, De Leeuw, Chui, H. & Lavancher, 1994 ; Magliano, Trabasso & Graesser, 1999; Magliano & Millis, 2003; McNamara, 2004) comme des enfants, même si les données développementales sont encore rares (Lynch & van den Broek, 2007 ; Van den Broek, White, Kendeou, & Carlson, 2009).

La technique de l'auto-explication présente cet intérêt particulier d'être à la fois un outil d'évaluation, pour le chercheur mais aussi pour l'enseignant, et un outil d'enseignement des stratégies de compréhension (Nardy *et al.*, à paraître). Son utilisation peut donner un regard sur les procédures de compréhension mises en œuvre par ses élèves ainsi que sur les difficultés rencontrées. Elle peut ainsi permettre aux enseignants de proposer des entraînements ciblés et adaptés. En outre, encourager les élèves à verbaliser la manière dont ils comprennent et à utiliser des stratégies variées est un vecteur important de l'amélioration des capacités de compréhension en lecture (Bianco *et al.*, 2010 ; Lima *et al.*, 2006 ; Rosenshine & Meister, 1997 ; Rémond, 2003). Cette particularité a été très largement exploitée par les chercheurs s'intéressant à l'éducation des adultes et des adolescents (McNamara, 2004 ; McNamara, O'Reilly, Rowe, Boonthum, & Levinstein, 2007). Par exemple, McNamara et ses collaborateurs (2007) ont développé *iSTART*, un logiciel permettant d'entraîner la compréhension des lycéens anglophones par l'auto-explication et l'apprentissage explicite de stratégies. Toutefois, à ce jour, aucun outil informatique n'est

disponible pour les enfants plus jeunes. Un tel outil pourrait s'avérer utile afin de procurer à l'enseignant un moyen d'analyser, rapidement et avec objectivité, les stratégies de compréhension de ses élèves.

L'objectif de la recherche présentée ici est double. Il s'agit, dans un premier temps, de décrire le développement des auto-explications entre 8 et 11 ans. En effet, à notre connaissance, aucune étude n'a étudié le développement de la capacité des jeunes lecteurs à auto-évaluer et réguler spontanément leur compréhension. Dans un second temps, nous présentons *Readerbench*, un outil informatique inspiré d'*iSTART* (McNamara *et al.*, 2007), qui permet d'analyser automatiquement les auto-explications enfantines produites en langue française. Enfin une première validation de l'outil, à partir d'un échantillon réduit d'élèves, montre comment *Readerbench* peut mettre au jour les difficultés rencontrées par ceux-ci.

## MÉTHODE

### Participants

79 enfants de cycle 3 ont participé à cette recherche (37 garçons et 42 filles) : 26 CE2, 27 CM1 et 26 CM2 (âges moyens : 8;9, 9;8 et 10;9 respectivement).

### Protocole d'auto-explication

Chaque participant a répondu à un protocole d'auto-explication à partir de la lecture d'un conte, *L'avaleur de nuages* (360 mots). Ce texte comprend cinq paragraphes donnant lieu à autant de points de verbalisations comme l'illustre la Figure 1. Les participants avaient pour consigne de lire le texte à haute voix et d'interrompre leur lecture chaque fois qu'ils rencontraient le personnage. Ils devaient à ce moment-là dire oralement ce qu'ils ont compris du passage qu'ils venaient de lire. Ces protocoles ont été administrés individuellement et les verbalisations ont été enregistrées.

**Figure 1.** Extrait d'un protocole d'auto-explication.

Le soleil brillait de toutes ses forces et les dieux qui vivaient sur la Terre trouvaient qu'il faisait trop chaud. Les dieux racontèrent à Indra qu'ils avaient vu le grand serpent Ati étirer sa tête jusque dans le ciel pour avaler les nuages qui passaient. Ati avait si soif qu'il buvait toute l'eau des nuages : voilà pourquoi il ne tombait plus une goutte de pluie.



Indra ne trouva pas cela drôle du tout. À cause de ce glouton, la Terre entière mourait de soif !  
- « Ça ne peut pas continuer, décida le jeune dieu. Je vais délivrer les nuages et libérer la pluie ».  
Ses amis s'affolèrent. Ati était grand et féroce. Indra allait sûrement se faire manger lui aussi !



### **Epreuve de compréhension en lecture**

Le protocole de cette recherche comprend de nombreuses mesures (fluence de lecture de mots, pseudo-mots et textes, logique verbale et non verbale, mémoire de travail, compréhension orale). Seules les épreuves utiles à cet article sont décrites ici. Une épreuve de lecture silencieuse a également été administrée ; il s'agit d'une épreuve expérimentale composée de deux textes suivis de questions auxquelles les enfants répondaient par écrit. Les questions relevaient de différents niveaux (questions littérales et questions inférentielles) et étaient présentées sous deux formes : questions à choix multiples ou questions ouvertes. Cette épreuve expérimentale présente une bonne consistance interne ( $\alpha$  de Cronbach = 0,85).

### **Dépouillement des auto-explications**

Les auto-explications enregistrées ont été transcrites afin d'être analysées par 3 codeurs experts. Treize protocoles ont fait l'objet d'un accord de juges (Alpha de Krippendorff = 0,81) et les divergences de codage ont été résolues par la discussion. Les verbalisations restantes ont été distribuées aléatoirement pour un tiers à chaque juge qui les a codées. À l'issue de ce travail, des réunions communes ont permis de revoir l'ensemble des codages et de résoudre les difficultés restantes par la discussion.

Les auto-explications ont été catégorisées en cinq types de stratégies (paraphrases, inférences textuelles, inférences de connaissances, auto-évaluation et de type « autre »), conformément aux catégories traditionnellement utilisées et définies dans l'introduction (Kendeou, Muis, & Fulton, 2011 ; McNamara, 2004). Les trois premières stratégies ont été scindées en deux sous-

types, selon que les verbalisations étaient exactes ou non par rapport au texte lu. Les auto-évaluations ne sont, par nature, ni exactes ou inexactes et constituent une seule catégorie ; qu'elles expriment un sentiment de compréhension ou de non compréhension, elles témoignent dans tous les cas d'une évaluation explicite par l'enfant de sa propre compréhension et pour cette raison, elles sont représentées dans la figure 2 avec les stratégies positives. Enfin, la catégorie « autre » regroupe les énoncés incompréhensibles ou sans lien avec le texte (ex : « Ben là c'que j'ai compris c'est que...le...le monsieur Jeanne d'A euh pas Jeanne d'Arc...»). Le Tableau 1 illustre chacune des stratégies à partir des données recueillies (la stratégie est soulignée dans les extraits présentés, les stratégies en italiques représentent des auto-explications inexactes).

**Tableau 1.** Exemples de stratégies de lecture.

<b>Stratégies</b>	<b>Extraits des auto-explications</b> (correctes, en caractères normaux, erronées en caractères italiques)
<b>Paraphrases</b>	[P1, CE2] <u>Ben en fait il y avait des dieux et ben ils trouvaient qu'il faisait trop chaud</u> [P1, CE2] En fait euh les dieux ils trouvaient qu'il faisait trop chaud puis ils ont vu un serpent puis après y avait des petites gouttes de pluie <i>qui commençaient à tomber</i>
<b>Inférences textuelles</b>	[P1, CM2] et y a un serpent qui a Ati qui qui mange enfin qui boit l'eau des nuages <u>et c'est pour ça qu'il fait aussi chaud</u> [P2, CM1] <i>Et ben y a Ati qui était pas d'accord. Et euh il dit qu'il allait libérer la...les nuages et faire tomber la pluie</i>
<b>Inférences de connaissances</b>	[P2, CM1] il veut délivrer un peu l'eau donc du coup <u>il veut combattre Ati le serpent</u> [P1, CM2] <i>Alors c'est dans le ciel y a des Dieux et Ati c'est un grand serpent qui va prendre l'eau dans les nuages</i>
<b>Auto-évaluation</b>	[P3, CM2] <u>Bon là déjà on sait que Indra c'est un garçon pas une fille</u> [P5, CE2] <u>Et j'pense que</u> après le serpent il était mort...c'est tout.

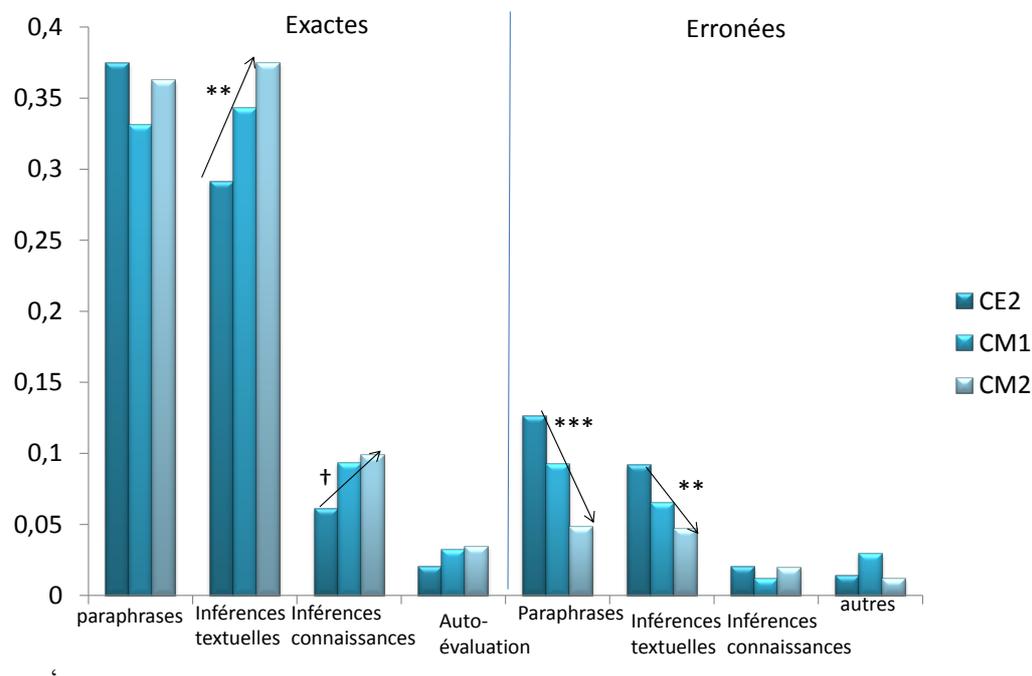
## RESULTATS

Les résultats sont résumés dans la Figure 2 qui donne un aperçu du développement observé en fonction du niveau scolaire. Quelques points saillants peuvent être soulignés. On observe tout d'abord que tout le répertoire des stratégies décrites chez les adultes est présent dans les verbalisations enfantines dès l'âge de 8 ans, mais on observe aussi que deux stratégies dominant à tous les âges : la paraphrase et les inférences textuelles. On remarque ensuite

quelques tendances développementales intéressantes : les élèves de fin de cycle 3 (CM2) font significativement plus d'inférences textuelles que ceux des autres niveaux ( $F(2,73) = 6,49$ ,  $p = .002$ ). Alors que les paraphrases dominent au CE2, paraphrases et inférences textuelles exactes représentent, à part égales, l'essentiel des verbalisations au CM2. Parallèlement, les paraphrases erronées diminuent substantiellement au cours du cycle 3 ( $F(2,73) = 8,12$ ,  $p = .0007$ ), de même que les inférences textuelles erronées ( $F(2,73) = 5,36$ ,  $p = .007$ ). Ces résultats indiquent une compréhension littérale et la construction d'une base de texte cohérente de plus en plus précises et fidèles à mesure que les enfants grandissent. Ce résultat est d'autant plus intéressant qu'il peut encore être précisé par un effet du niveau de compréhension des élèves : à chaque niveau scolaire, la fréquence des paraphrases exactes ne dépend pas des performances au test de compréhension en lecture ( $F(1,73) = 1,86$ , n.s.) alors que les faibles lecteurs-comprenneurs ont tendance à faire plus de paraphrases ( $F(1,73) = 3,52$ ,  $p = .06$ ) et plus d'inférences textuelles inexactes ( $F(1,73) = 3,99$ ,  $p = .05$ ).

À côté de cette évolution, les autres formes d'auto-explications sont beaucoup moins fréquentes. Par exemple, les inférences de connaissances effectuées à bon escient représentent au total 6 % des verbalisations au CE2 et 10 % au CM2, cette évolution étant significative, en tendance seulement ( $F(2,73) = 2,72$ ,  $p = .07$ ) ; les expressions d'auto-évaluation, quant à elles, restent stables et représentent moins de 5 % des verbalisations. Aucune autre comparaison impliquant le niveau scolaire ou le niveau de lecture-compréhension n'est significative.

**Figure 2.** Évolution des types de stratégies utilisées dans les auto-explications en fonction du niveau scolaire (*en fréquence moyenne*).



L'ensemble de ces résultats converge vers deux conclusions. Premièrement, un aspect crucial de la compréhension, préalable à toute interprétation sensible et personnelle, consiste à construire une représentation cohérente de la situation décrite dans un texte. Les habiletés liées à cette construction se développent au cours des dernières années de l'école primaire et distinguent les meilleurs lecteurs-comprenneurs des plus faibles et/ou plus jeunes lecteurs. Ils confirment deuxièmement que les protocoles d'auto-explication représentent une technique adaptée à l'observation des opérations mentales sollicitées par les enfants pour comprendre ce qu'ils lisent. Ils représentent sans aucun doute un outil qui pourrait s'avérer utile pour l'enseignement et la rééducation.

Toutefois, leur utilisation sur ce terrain pose un ensemble de difficultés. En effet, l'analyse précise des auto-explications est un travail long et fastidieux qu'un enseignant ne peut conduire de manière répétée pour l'ensemble de ces élèves. De plus, cette analyse requiert une certaine expertise afin d'éviter les écueils d'une trop grande subjectivité inhérente à ce type d'analyse qualitative. La mise au point d'un outil permettant d'objectiver et d'automatiser l'analyse des auto-explications représente l'un des objectifs du logiciel qui va être présenté dans la section suivante.

### **Présentation de *ReaderBench*, un système d'analyse automatique d'auto-explications**

*ReaderBench* (Dascalu *et al.*, 2013) est un logiciel dont l'un des buts est d'analyser automatiquement les stratégies de compréhension à partir des auto-explications des élèves (transcrites de l'oral par les chercheurs et obtenues du recueil précédent) ; le logiciel utilise des méthodes de traitement automatique de la langue comme l'analyse sémantique latente (Landauer & Dumais, 1997). Cette méthode fournit des mesures de comparaison sémantique entre les paragraphes du texte à lire et les auto-explications du lecteur.

Les stratégies les plus aisées à identifier automatiquement sont les *inférences causales* (e.g., annoncées par des connecteurs tels que « parce que », « pour ») et les stratégies *de contrôle* (e.g., annoncées par « je pense », « je crois », « on peut penser ») et il suffit de repérer ces termes dans les auto-explications. Les *paraphrases*, qui expriment des termes sémantiquement proches de ceux du texte lu, sont également identifiables par les relations de synonymie dans une ontologie (une version française de *WordNet*, WOLF, Sagot, 2008). Les stratégies les plus difficiles à identifier automatiquement sont les *inférences de connaissances* et les inférences de relais qui représentent une part importante des inférences textuelles. Une connaissance inférée, dans l'analyse automatique, est un mot non paraphrasé pour lequel trois distances sémantiques sont calculées : la distance entre le mot de la verbalisation et le mot le plus proche du texte lu, ainsi que les distances de ces deux précédents mots et les segments d'auto-explications les plus proches ; ces distances permettent de prendre en compte leur importance relative. Un mot est dit inféré si la moyenne de ces trois distances dépasse un seuil arbitraire. Une *inférence de relais* (ou *bridging*) consiste en une connexion entre un segment du texte lu et la verbalisation entière suivante, le système calcule la distance entre l'auto-explication et chaque phrase du texte précédemment lu. Si plus de deux valeurs contiguës sont au-dessus de la valeur moyenne de toutes les distances, un *bridging* est diagnostiqué entre l'auto-explication et le texte lu précédemment.

La Figure 3 représente une copie d'écran de l'analyse d'une auto-explication par *ReaderBench*. Les stratégies de lecture sont représentées par des couleurs (sur fond blanc, figure le texte lu, et sur fond gris, les auto-explications consécutives à la lecture) : contrôle en bleu, mots paraphrasés en vert suivis entre crochets d'un numéro d'index référant aux mots du texte lu, inférences de connaissances en orange suivies par un astérisque qui indique un mot inféré non présent dans le segment lu (comme « gueule », dans la dernière verbalisation Figure 3), et *bridging* en rouge souligné dans le segment lu (entre phrases du texte lu et l'auto-explication suivante). L'auto-explication analysée dans la figure 3 révèle un nombre important de mots paraphrasés (répétition de mots lus sans compréhension profonde) au

détriment des autres types de stratégies. Ce profil témoignerait d'une compréhension peu élaborée alors que des inférences textuelles et de connaissances plus nombreuses seraient des indices d'une compréhension de plus haut niveau.

**Figure 3.** Analyse des stratégies de lecture dans *ReaderBench* à partir du texte *l'Avaleur de nuages*, d'un élève de CE2. Le texte lu est sur fond blanc, les auto-explications sur fond gris.

Text
le soleil brillait de toutes ses forces et les dieux[2] qui vivaient sur la terre trouvaient[3] qu'il faisait trop chaud[1] . les dieux[3] racontèrent[5] à indra qu'ils avaient vu[7] le grand[4] serpent[6] à tirer[8] sa tête jusque dans le ciel pour avaler les nuages[4] qui passaient . <u>ati avait si soif[12] qu'il buvait[9] toute l'eau[10] des nuages[4] : voilà pourquoi il ne tombait[13] plus une goutte[11] de pluie .</u>
il était dieux[3] y trouvent[2] que y fait trop chaud[1] . et y disent que ils ont vu[7] le grand[4] serpent[6] à y bo y boit[8] toute l' eau[9] des des nuages[5] . et y y c' est pour ça que il pleut plus parce que et y y y boit[8] toute l' eau[9] .
indra ne trouva pas cela drôle du tout . <u>à cause[14] de ce glouton , la terre[16] entière[10] mourait[15] de soif[12] ! - ça ne peut pas continuer , décida[17] le jeune[18] dieu[2] . je vais[19] délivrer les nuages[4] et libérer[20] la pluie[21] .</u> ses amis s'affolèrent . ati était grand[4] et féroce . <u>indra allait[19] sûrement se faire manger[17] lui aussi .</u>
ma y in indra il en a un peu marre . <u>parce que</u> il en ati le grand[4] serpent ati il en train de faire mourir[11] toute la terre[13] entière[10] de soif[12] . et du coup il veut aller[16] le combattre . et les aut' dieux y sont pas contents . <u>parce que y disent</u> que y avait c' que se faire manger[17] . <u>parce que</u> y il est plus fort que le pe le jeune[15] dieu[14] .
<u>sans les écouter , indra prit[24] un arc[18] et des flèches[23] bizarres[22] , jaunes et toutes tordues : des éclairs[21] .</u> puis il sauta à cheval[25] . <u>en route pour le ciel[23] ! il prit[24] son élan , galopa , ouvrit[25] ses ailes[24] et décolla . c'était un cheval[25] volant[26] !</u> un peu plus tard , ati attrapa un petit[27] nuage[4] . il s'apprêtait à le gober quand il entendit un battement d'ailes[24] et une voix qui lui criait : - si tu ne relâches[29] pas immédiatement tous les nuages[4] que tu as avalés[26] , tu auras la punition[28] que tu mérites !
m' bin au fait le m' bin le jeune dieu il écoute pas les grands dieux . <u>du coup</u> il prend[20] son cheval[22] et de éclairs[21] et des flèches[19] toutes tordues et un arc[18] . et y monte sur son cheval[22] et y dit ouvre[25] tes ailes[24] et y s'envole dans le ciel[23] . et le serpent y vole tous les nuages[5] . et tout de un coup il dit au serpent m' bin : si tu ne relâches[28] pas les nuages[5] que tu as avalés[26] , gare à toi , tu auras la punition[27] que tu devras avoir .
le serpent[6] tout gonflé d'eau se tortilla de rire[29] . - hi hi hi ! <u>ce jeune[15] fou croit[30] que j'ai peur[30] de lui , de son drôle d'arc[18] et de ses flèches[23] tordues ! indra tendit[33] son arc[18] et visa[32] le cou[31] du serpent[6] . - tu vas voir de quoi mes flèches[23] sont capables .</u>
m' bin le serpent[6] il éclate de rire[29] <u>parce que</u> il le y dit que il croit[30] y y l' dit que c' est il lui fait par peur[31] indra le pe le jeune[15] dieu . et in indra il tend[33] ses son arc[18] et ses flèches[19] et ils visent[34] le cou[32] du serpent[6] et y dit : gare à toi .
- ouille[35] ! fit ati dans un hoquet quand la première flèche[23] le toucha . et un petit nuage[4] s'échappa de sa gueule ouverte . - ouille[35] ! ouille[35] ! ouille[35] ! indra lança[33] trois autres éclairs[21] et à chaque cri du serpent[6] un nuage[4] se sauvait , laissant enfin tomber[13] la pluie[21] sur la terre[16] . effrayé , ati se sauva à toute vitesse[37] . indra rejoignit ses amis[35] qui lui firent un accueil[34] triomphal[36] : grâce à lui , la saison sèche est terminée[20] .
il a a ati y dit ouille[35] <u>parce que</u> il s' est pris[20] une flèche[19] dans le cou . et il du coup il relâcha un nuage[5] . et indra il lance[36] trois autres éclairs[21] et y dit : ouille[35] , ouille[35] , ouille[35] . et à chaque fois que y hum que y disait : ouille[35] , m' bin , y a un nuage[5] qui y sortait de sa bouche[37] . et ati le s' le grand serpent[6] il a eu tellement peur que y partait à toute vitesse[37] .

### Premier essai de validation de *ReaderBench*

Afin d'évaluer la validité des indications de *ReaderBench*, nous avons fait analyser par le logiciel 17 auto-explications prises au hasard (5 de CE2, 6 de CM1 et 6 de CM2). Nous avons regroupé les stratégies extraites par *ReaderBench* dans les quatre grands groupes présentés en introduction : les paraphrases, les contrôles, les inférences fondées sur le texte (de causalité, généralisations et de relais) et les inférences de connaissances et avons réalisé des corrélations entre les deux ensembles de codages, humain et automatiques. La corrélation moyenne sur les 17 productions est à .68. (écart type, 0,14) ( $p < .01$ ), ce qui montre une relation assez forte.

Comme mentionné dans la présentation de la figure 3, on peut considérer deux types d'élèves : les élèves qui réalisent des auto-explications près du texte (paraphrases) et ceux qui réalisent des inférences plus nombreuses. Dans l'échantillon analysé avec *ReaderBench*, 2 élèves sont dans la première catégorie ; les paraphrases représentent 59 et 70 % du total de leurs auto-explications respectives (moyenne de l'échantillon, 49 %) alors que les inférences exprimées représentent respectivement 42 et 25 % de leurs auto-explications (moyenne de l'échantillon 48 %). À l'inverse, la structure du protocole des deux élèves qui réalisent le plus d'inférences (61 et 63%) au sein de l'échantillon analysé par *ReaderBench* est sensiblement différente : leurs paraphrases représentent 25 et 39 % du total de leurs auto-explications, soit parmi les plus faibles pourcentages. Les énoncés restants étant des énoncés d'auto-évaluation. Les résultats élève par élève montrent des corrélations juges-*ReaderBench* plus élevées pour les élèves réalisant beaucoup de paraphrases : les corrélations juges-*ReaderBench* des 2 élèves de ce groupe sont de .73 et .80 alors que les corrélations des 2 élèves « élaborateurs » sont les deux plus basses de l'échantillon (.34 et .46), la moyenne étant à .68. *ReaderBench* est donc plus à même de détecter les élèves paraphraseurs, car le repérage des paraphrases fait appel à des méthodes de calcul plus simples (récupération de synonymes *via WOLF*) et détecte plus difficilement les seconds.

La recherche de corrélations satisfaisantes entre les analyses automatiques et les analyses humaines représente le premier niveau de la validation du logiciel. Le second niveau consiste à démontrer que les profils de lecteurs dégagés par *ReaderBench* (les forts paraphraseurs pouvant être assimilés à des lecteurs-compreneurs plus faibles que ceux qui font plus d'inférences) possèdent une bonne validité écologique. En effet, l'analyse automatique permet de repérer les différentes catégories de stratégies énoncées mais ne peut actuellement pas distinguer les verbalisations exactes et inexactes. L'exposé de la méthode d'une telle validation dépasse le cadre de cet article, mais une première analyse apporte des résultats encourageants. En considérant des scores globaux (somme des expressions exactes et erronées de chaque type de stratégies), il est possible de simuler, à partir des données humaines, l'extraction automatisée de catégories de lecteurs en utilisant une analyse en nuées dynamiques (Seifert & Bulcock, 1996). Cette analyse a permis de scinder notre échantillon en deux sous-groupes distincts. Le premier est composé de 44 enfants dont les verbalisations sont caractérisées par l'utilisation majoritaire de paraphrases et le second groupe est composé des 35 enfants restant qui se caractérisent par une utilisation plus importante des stratégies inférentielles. La comparaison des scores de compréhension de ces deux groupes montre que

le premier groupe rassemble les plus faibles lecteurs-compreneurs ( $F(1,77) = 8.88, p = .004$ ). En d'autres termes, un système automatisé fondé sur un comptage global des stratégies utilisées par les enfants peut permettre d'extraire des profils en termes de compréhension en lecture. Il restera, lorsque l'ensemble des auto-explications auront été analysées par le logiciel, à comparer les estimations de *ReaderBench* avec les données issues des analyses effectuées avec les données humaines.

## CONCLUSION

La recherche présentée confirme l'importance de l'acquisition de stratégies de compréhension par les élèves de fin d'école primaire. Le développement de ces stratégies se révèle très lié à celui de la compréhension en lecture. Les meilleurs lecteurs-compreneurs sont ceux qui sont capables d'auto-expliquer ce qu'ils comprennent en utilisant à bon escient des stratégies variées. À ce titre, les résultats présentés ici sont tout à fait convergents avec ceux que nous avons obtenus à partir des verbalisations recueillies pour un texte différent auprès des mêmes enfants (Nardy *et al.*, à paraître). Nos résultats confirment également que l'utilisation de la technique d'auto-explication est utilisable avec des enfants d'école primaire et qu'elle est un outil efficace d'évaluation des opérations mentales mises en œuvre par les enfants au cours de leur lecture.

De plus, le logiciel *ReaderBench* ouvre des perspectives très intéressantes pour l'enseignement et la rééducation. Cet outil automatisé d'analyse des stratégies de compréhension est susceptible d'aider les professionnels dans la mise en œuvre de cette technique d'évaluation et d'enseignement coûteuse et encore mal connue, mais dont les bénéfices pour l'enseignement sont aujourd'hui largement reconnus. Les premières analyses de validation que nous avons conduites montrent que la catégorisation automatique des stratégies proposée par *ReaderBench* présente une bonne validité écologique. Il reste à renforcer la capacité du logiciel à détecter les procédés inférentiels et à poursuivre sa validation sur d'autres textes et un nombre d'élèves plus important, ce qui est en cours de réalisation.

## NOTE DES AUTEURS

Les auteurs remercient tous les enseignants et élèves ayant participé à cette recherche, qui a bénéficié des fonds de l'Agence Nationale de la Recherche (projet DEVCOMP) ainsi que du projet POSDRU/107/1.5/S/76909 "*Harnessing human capital in research through doctoral*

*scholarships*” (ValueDoc). Ils remercient également Jorge Mauricio Molina Mejía pour la traduction du résumé en espagnol.

## REFERENCES

- Bianco, M. (2003). Apprendre à comprendre : l'entraînement à l'utilisation des marques linguistiques. In D. Gaonac'h & M. Fayol (Eds.), *Aider les élèves à comprendre, du texte au multimédia* (pp. 156–181). Paris : Hachette Éducation.
- Bianco, M. (2010). La compréhension de textes : peut-on l'apprendre et l'enseigner ? In M. Crahay, & M. Dutrévis (Eds.), *Psychologie des apprentissages scolaires* (pp. 230–256). Bruxelles : De Boeck.
- Chi, M. T. H., De Leeuw, N., Chui, M. H., & Lavancher, C. (1994). Eliciting self-explanations improves understanding. *Cognitive Science*, *18*, 439–477.
- Colmant, M., Daussin, J.-M. & Bessonneau, P. (2011). Compréhension de l'écrit en fin d'école. Évolution de 2003 à 2009. *Note d'information 11.16*. Paris : MEN-DEPP.
- Daussin, J.-M., Keskaik, S. & Rocher, T. (2011). L'évolution du nombre d'élèves en difficulté face à l'écrit depuis une dizaine d'années, *France, portrait social* (pp. 137–152). Paris : Insee Références.
- Dascalu, M., Dessus, P., Trausan-Matu, S., Bianco, M. & Nardy, A. (2013). *ReaderBench*, an environment for analyzing text complexity and reading strategies. In H. C. Lane, K. Yacef, J. Mostow, & P. Pavlik (Eds.), *16<sup>th</sup> Int. Conf. on Artificial Intelligence in Education (AIED 2013)* (pp. 379–388). Berlin: Springer, LNAI 7926.
- Fayol, M., & Gaonac'h, D. (2003). La compréhension, une approche de psychologie cognitive. In D. Gaonac'h & M. Fayol (Eds.), *Aider les élèves à comprendre* (pp. 5–72). Paris : Hachette Education.
- Kendeou, P., Muis, K. R., & Fulton, S. (2011). Reader and text factors in reading comprehension processes. *Journal of Research in Reading*, *34*(4), 365–383.
- Krippendorff, K. (2011). Computing Krippendorff's Alpha-Reliability. Récupéré le 30 août 2013 de <http://www.asc.upenn.edu/usr/krippendorff/dogs.html>
- Landauer, T. K., & Dumais, S. T. (1997). A solution to Plato's problem: the Latent Semantic Analysis theory of acquisition, induction and representation of knowledge. *Psychological Review*, *104*(2), 211–240.
- Lima, L., Sylvestre, E., & Bianco, M. (2006). Améliorer la compréhension de l'écrit à l'école primaire. In P. Dessus, & E. Gentaz (Eds.), *Apprentissage et enseignement : sciences cognitives et éducation* (pp. 25–38). Paris : Dunod.
- Lynch, J. S., & van den Broek, P. (2007). Understanding the glue of narrative structure : children's on- and off-line inferences about characters's goals. *Cognitive Development*, *22*, 323–340.
- Magliano, J. P., & Millis, K. K. (2003). Assessing reading skill with a think-aloud procedure and Latent Semantic Analysis. *Cognition and Instruction*, *21*(3), 251–283.
- Magliano, J. P., Trabasso, T., & Graesser, A. C. (1999). Strategic processes during comprehension. *Journal of Educational Psychology*, *91*, 615–629.

- McNamara, D. S. (2004). SERT: self-explanation reading training. *Discourse Processes*, 38(1), 1–30.
- McNamara, D., Boonthum, C., & Levinstein, I. (2007). Evaluating self-explanations in iSTART: Comparing word-based and LSA algorithms. In T. K. Landauer, D. McNamara, S. Dennis & W. Kintsch (Eds.), *Handbook of Latent Semantic Analysis* (pp. 227–241). Mahwah: Erlbaum.
- McNamara, D. S., O'Reilly, T., Rowe, M., Boonthum, C. & Levinstein, I. B. (2007). iSTART : a web-based tutor that teaches self-explanation and metacognitive reading strategies. In D. S. McNamara (Ed.), *Reading comprehension strategies: theories, interventions and technologies* (pp. 397–421). Mahwah, N.J.: Erlbaum.
- Millis, K. & Magliano, J. (2012). Assessing comprehension processes during reading. In J.P. Sabatini, T. O'Reilly & E.R. Albro (Eds.), *Reaching an understanding* (pp. 35–54). Lanham : Rowman & Littlefield.
- Nardy, A., Bianco, M., Toffa, F., Rémond, M. & Dessus, P. (à paraître). Contrôle et régulation de la compréhension : l'acquisition de stratégies de 8 à 11 ans. In J. David & C. Royer (Eds), *L'apprentissage de la lecture : convergences, innovations, perspectives*. Berne/Paris : Peter Lang.
- Rémond, M. (2003). Enseigner à comprendre : les entraînements métacognitifs. In D. Ganoac'h, & M. Fayol (Eds.), *Aider les élèves à comprendre, du texte au multimédia* (pp. 205–232). Paris : Hachette Éducation.
- Rosenshine, B., & Meister, C. (1997). Cognitive strategy instruction in reading. In A. Stahl, & A. Hayes (Eds.), *Instructional models in reading* (pp. 85-108). Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Sagot, B. (2008). *WordNet Libre du Français (WOLF)*. Paris: INRIA. Récupéré le 13 septembre 2013 de <http://alpage.inria.fr/~sagot/wolf.html>
- Seifert, T. L., & Bulcock, J. (1996). The compatibility of structural equation modelling and cluster analysis: an example. *Bulletin de Méthodologie Sociologique*, 53, 33–51. DOI: 10.1177/075910639605300104
- van den Broek, P., White, M. J., Kendeou, P., & Carlson, S. (2009). Reading between the lines: developmental and individual differences in cognitive processes in reading comprehension. In R. K. Wagner, C. Schatschneider, & C. Phythian-Sence (Eds.), *Beyond decoding: the behavioral and biological foundations of reading comprehension* (pp. 107–123). New York: Guilford Press.