

6. Francis, D., Shaywitz, S., Steubing, K., Shaywitz, B. et Fletcher, J., Developmental lag versus deficit models of reading disability: A longitudinal, individual growth curves analysis. *Journal of Educational Psychology*, 88, pp. 31996 ,17-.
7. Husni H., Jamaluddin Z., A Retrospective and Future Look at Speech Recognition Applications in Assisting Children with Reading Disabilities, *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science*, Oct. 2008, San Francisco, USA.
8. Ji S.-Y., Ward K. et Najarian K., Brain mapping and detection of functional patterns in fMRI using wavelet transform; application in detection of dyslexia, *BMC Medical Informatics and Decision Making* 2009, 9(Suppl 1):S6
9. Kolodner J., *Case base reasoning*, Ed. Morgan Koffmann, 1993.
10. Le Jan G., Le Bouquin J. R., Costet N. et Faucon G., Discriminatory validity of dyslexia screening tasks in French school age children, *Proceedings of the 29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, pp. 37813785-, Lyon, France, 2009.
11. Mucchielli R., Bourcier A., *La dyslexie : Maladie du siècle*, Ed. ESF, Paris, 1979.
12. Necibi K., Bahi H., Sari T., *Automatic Speech Recognition Technology for Speech Disorders Analysis*, BookChapter In : *Speech, Image and Language Processing for Human Computer Interaction : Multi-modal Advancements*, IGI-global editions, USA, Avril 2012,
13. Monzalvo K., Fluss J., Billard C., Dehaene S. et Dehaene-Lambertz G., Cortical networks for vision and language in dyslexic and normal children of variable socio-economic status, *NeuroImage* 61, pp. 258–274, 2012.

Dans ce travail, nous avons eu recours au raisonnement à base de cas , exploitant des connaissances pratiques de cas déjà diagnostiqués et utilisant des connaissances d’experts liées à un ensemble de diagnostics. Ce mode de raisonnement convient tout à fait au diagnostic médical vu sa complexité et la diversité des cas observables que l’on ne peut regrouper autour de règles expertes bien définies.

La mise en place de ce système a nécessité la création de deux bases :

- Une base de cas d’expert (source théorique)
- Une base de données (source pratique)

D’autre part, on souligne que les outils tels que la distance de Hamming et la méthode d’Adaptation proposée apportent des résultats intéressants.

Références

1. Bahi H. et Sellami M., An ASR based tool to detect dyslexia, Proceedings of International Symposium of Programming Systems, pp. 117122-, Mai 2005, Alger, Algerie.
2. Cleuren L., Duchateau J., Sips A., Ghesquière P. et Van Hamme H., Developing an Automatic Assessment Tool for Children’s Oral Reading, Proceedings of InterSpeech pp. 8172006 ,820-, Pittsburg, USA,.
3. Davis R., The Gift of Dyslexia: Why Some of the Smartest People Can’t Read and How They Can Learn, Ed. Perigee, 1997.
4. Duchateau J., Cleuren L., Van Hamme H. et Ghesquière P., Automatic Assessment Tool for Children’s Oral Reading, In INTERSPEECH, pp. 1210-2007 ,1213, Antwerp, Belgique.
5. Duchateau J., On Kong Y., Cleuren L., Latacz L., Roelens J., Samir A., Demuynck K., Ghesquière P., Verhelst W. et Van hamme H., Developing a reading tutor: Design and evaluation of dedicated speech recognition and synthesis modules, Speech Communication, Vol. 51, Issue 10, p. 985–994, 2009.

3.2.3. Méthode d'adaptation

L'adaptation est une transformation de la solution pour satisfaire les exigences du nouveau contexte, mais la solution proposée est souvent inadéquate, car elle ne tient pas compte de tout le contexte. Nous avons proposé quelques solutions adaptatives pour le système dont on peut trouver un extrait dans le tableau 1.

Le système calcule toujours la distance d'adaptation en utilisant la même méthode utilisée dans la distance de Hamming avec les transformations effectuées par le système.

Si l'élève choisit une bonne réponse ou bien une réponse adaptée à la solution le système affecte un écart de 0 sinon 1.

Tab. 1. Extrait du tableau d'adaptation (niveau 1)

Exercice n°	Activité	Lettre de départ	Lettre de remplacement
1	Langue	ش	س
2	Langue	ر	د
3	Langue	ظ	ط
1	Compréhension	حافلة	سيارة
2	Compréhension	كلب	قط
3	Compréhension	جزار	بخار

4. Conclusion

Ce travail revient sur les possibilités d'utilisation des technologies de l'information de la communication (TIC) et de l'intelligence artificielle dans le domaine du diagnostic médical.

Une étape préliminaire à la recherche de cas similaire consiste en le filtrage. En guise de *filtrage* de cas, nous avons utilisé un index « majeur » qui est le niveau de chaque test pour accélérer la recherche, et réduire le nombre de cas à comparer.

Après le filtrage nous poursuivons la recherche de cas similaire par le calcul de la distance de Hamming. *La Distance de Hamming* est utilisée en télécommunication pour compter le nombre de bits altérés dans la transmission d'un message d'une longueur donnée. En guise de message, on considère un vecteur de caractéristiques qui est en fait l'ensemble des réponses de l'enfant (voir fig.7).

Ce calcul est effectué avec les différents cas de la base de cas tout en respectant le niveau de l'élève. Dans une première étape, si la réponse de l'enfant est la même que celle du cas considéré la valeur du bit est à 0 sinon c'est un 1.

Pour la deuxième étape nous procédons au calcul du nombre des cases à 1 de chaque comparaison du nouveau cas et les cas de la base. Si une des valeur est égale à 0 alors nous avons un cas qui correspond parfaitement au cas courant, nous considérons la décision et l'observation de ce cas. Mais cette situation est rare, souvent nous avons des valeurs supérieures à 0 et en dessous d'un seuil établi, nous allons alors considérer le cas qui a la plus petite valeur d'écart et nous renvoyons sa solution. Si toutes les valeurs d'écart sont supérieure au seuil fixé, nous passons par la méthode de l'adaptation.

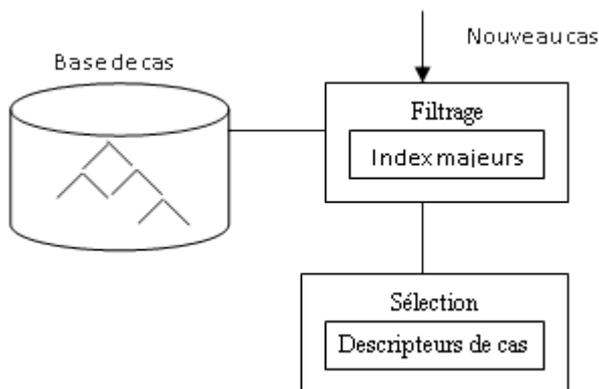


Figure 8. Organigramme de recherche de cas similaires

3.2.1. Structure d'un cas

La description du cas dans ce système est répartie sur deux dimensions. La première concerne la partie problème et contient les descripteurs issus de la phase d'évaluation. La seconde partie est la conséquence du problème, décrite en termes de diagnostic et de conduite à tenir.

- Partie problème : elle est constituée du profil de l'enfant. Elle comprend la réponse aux questions relatives à la situation familiale et les aptitudes physiques de l'enfant. Elle inclut également ses réponses aux différents tests de calcul, de langue, etc.
- Partie conséquence : elle contient le diagnostic, quant à l'existence ou l'absence du trouble. Dans le cas de l'absence de dyslexie cette partie peut contenir une éventuelle explication des difficultés que présente l'enfant.

id	niveau	m1	m2	m3	g1	g2	g3	p1	p2	p3	c1	c2	c3	decision	observation
1	السنة الأولى	3	4	3	3	2	2	4	2	1	3	3	2	non	absence de la maladie dyslexique
2	السنة الثانية	1	2	3	2	2	3	2	2	4	1	3	2	non	absence de la maladie dyslexique
3	السنة الثالثة	3	4	3	3	2	1	1	2	3	1	1	1	non	absence de la maladie dyslexique
4	السنة الأولى	2	1	4	2	3	3	3	1	2	1	2	1	oui	voir avec d'autre trouble
5	السنة الثانية	2	1	3	1	2	1	2	1	3	2	1	1	oui	voir avec d'autre trouble
6	السنة الثالثة	4	1	4	4	1	3	2	1	1	2	2	2	oui	voir avec d'autre trouble
7	السنة الأولى	3	3	1	2	2	2	4	2	1	3	3	3	oui	trouble de dyscalculi
8	السنة الثانية	1	1	1	2	2	1	1	2	4	1	2	1	oui	trouble de dyscalculi
9	السنة الثالثة	1	3	4	4	2	1	2	2	3	1	1	1	oui	trouble de dyscalculi
10	السنة الأولى	3	4	3	4	4	1	4	1	1	3	3	2	oui	dyslexie visuo-attentionnelle
11	السنة الثانية	1	2	3	4	3	1	1	1	4	1	3	2	oui	dyslexie de surface
12	السنة الثالثة	3	4	3	2	2	2	1	2	2	1	1	2	oui	dyslexie mixte
13	السنة الأولى	1	4	3	3	4	2	3	2	2	2	1	3	oui	dyslexie phonologique
14	السنة الثانية	1	2	3	2	1	3	2	1	3	2	1	2	oui	dyslexie phonologique
15	السنة الثالثة	3	4	3	3	2	4	2	2	2	2	2	1	oui	dyslexie phonologique
16	السنة الأولى	1	2	3	2	3	3	2	1	4	1	1	1	non	pas de symptômes de la maladie
17	السنة الثانية	3	4	2	2	2	2	1	1	1	3	1	3	non	pas de symptômes de la maladie
18	السنة الثالثة	3	4	4	4	2	3	1	2	3	1	2	1	non	pas de symptômes de la maladie
19	السنة الثانية	1	2	3	1	2	2	1	2	3	1	3	2	non	presence de la maladie mixte
20	السنة الثالثة	2	3	4	4	3	1	1	2	2	1	1	1	non	presence de la maladie mixte

Figure 7. Extrait de la base de cas

3.2.2. Recherche de cas similaire

Une fois que l'enfant et/ou son accompagnateur ont répondu aux questions et que l'enfant a effectué ses tests. Le système opère un appariement entre son profil et la base de cas.

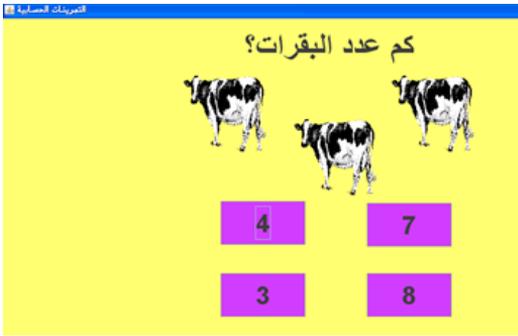


Figure 4. Exemple d'un exercice de calcul



Figure 5. Exemple d'une question de langue



Figure 6. Exemple d'un exercice de compréhension

3.2. Le système de décision

Comme nous l'avons précédemment souligné, le système est formé de deux composantes, une première partie regroupant les outils d'évaluation des aptitudes de l'enfant et une seconde composante qui consiste en le module de décision qui sur la base des éléments fournis par cette panoplie d'outils doit décider de l'absence ou de la présence du trouble (il peut arriver que le système n'arrive pas à décider).

Vu la complexité du profil de l'enfant, incluant parfois l'absence de certaines informations, l'absence de règles systématiques pour poser un diagnostic, nous avons choisi le raisonnement à base de cas (Kolodner, 93) à la base du module de décision.

اسم

لقب

الجنس

السن

المستوى الدراسي

عدد الاخوة

ترتيبك في الاسرة

هل ترى جيدا؟

هل تسمع جيدا؟

موافق

الغاء

موافق

Figure 3. Questionnaire relatif à la construction du profil

Le module de décision, opère une correspondance entre les résultats fournis par le système d'évaluation et les descripteurs du cas dans la mémoire de cas dont nous disposons. Cette recherche peut produire un ou plusieurs cas qui couvrent la pathologie du cas cible.

3.1. La batterie de test

Le logiciel mis en place propose un certains nombres d'exercices à l'enfant. Ces exercices s'attachent à déceler les symptômes de la dyslexie. Le choix des tests a été fait de telle manière que les niveaux soient évolutifs, c'est-à-dire que les exercices de mathématiques, de compréhensions et de grammaire pour le premier niveau sont très faciles, par la suite, la difficulté augmente par niveau et par matière afin d'apprécier à leurs juste valeurs les aptitudes des élèves soumis aux différents tests. Par exemple, un enfant dyslexique est globalement bon en calcul, le but de ce test est donc d'écarter d'autres déficiences de l'élève (Bahi et Sellami, 2005). Dans les exercices d'association image-texte, le but est d'évaluer la capacité de l'enfant à associer un texte à l'image correspondante. Le but des exercices de langue est de repérer des erreurs du style : inversion de syllabes, confusion entre les lettres et les sons,.....

3. Le logiciel proposé

Les anomalies les plus fréquentes issues de la dyslexie se manifestent soit dans le décodage du message, soit dans sa compréhension ou dans les deux (Mucchielli, 79 ; Davis, 97). Les problèmes les plus fréquents sur le plan du décodage sont:

- Des confusions auditives ou phonétiques,
- Des inversions,
- Des omissions,
- Des adjonctions,
- Des substitutions,
- De la contamination,
- Une lecture du texte lente, hésitante, saccadée, avec un débit syllabique,
- Une difficulté à saisir le découpage des mots en syllabes, une ignorance de la ponctuation.

Sur le plan de la compréhension, le dyslexique ne saisit qu'un sens partiel ou pas de sens du tout, de ce qu'il a déchiffré; ainsi, le message du texte lui échappe totalement ou partiellement. On rencontre fréquemment des cas où il y a conjonction de ces deux types de difficultés.

Nous proposons un environnement dans le but de détecter la dyslexie chez de jeunes élèves. Ce système est composé de deux modules principaux : un module d'évaluation et un module de décision qui se base sur le raisonnement basé cas.

Le module d'évaluation comprend un ensemble de tests en relation avec les manifestations de la dyslexie qui sont proposés à l'enfant. Parallèlement, un profil social de l'enfant est nécessaire pour poser un pronostic, ce profil peut être défini conjointement par l'enseignant et les parents. Ce profil est décrit par le biais d'un questionnaire portant sur les aptitudes sociales de l'enfant ainsi que son environnement. Les tests et le questionnaire sont les éléments constitutifs du module d'évaluation.

D'autres tests visent à évaluer les capacités cognitives, de l'enfant en incluant l'apprentissage de la lecture, parmi eux, on cite le test de lecture de Woodcock-Johnson. Ce test, cherche à évaluer différents aspects, tels que : la richesse du vocabulaire, la maîtrise de la prononciation, la maîtrise de l'oral et de l'écrit, etc. Ce test a été utilisé dans (Francis et al., 1996) pour mener une étude comparative entre les capacités des dyslexiques et des non dyslexiques. Cette étude montre en particulier qu'aussi bien les étudiants dyslexiques et les non dyslexiques améliorent leur capacité de lecture au travers du temps mais la différence de compétence entre eux demeure.

De nombreux systèmes informatique se sont intéressés à la détection de ce trouble (Necibi et al., 2012). On peut d'abord souligner qu'il y'a beaucoup de travaux qui se basent sur l'activité électro-magnétique du cerveau pour détecter la dyslexie (Ji et al., 2009 ; Mansalvo et al., 2012), d'autres se sont intéressés à la détection au travers de l'analyse acoustique du signal de la parole et surtout en se basant sur la cadence de la lecture, dans ce contexte, on cite la méthode suivie dans le projet SPACE (Duchateau et al. 2007 ; Duchateau et al., 2009 ; Cleuren et al. 2006) où l'évaluation se fait sur la base d'un score qui traduit les performances de lecture. Ce score est défini comme la somme du temps nécessaire pour lire les 40 mots proposés à l'enfant divisé par le nombre de mots correctement lus, sur la base de ce score chacun des enfants et selon son niveau scolaire est assigné à une catégorie de performance allant de « best performing » à « worst performing ». Parmi les travaux qui s'attachent au diagnostic de la dyslexie, on trouve aussi dans (Le Jan et al., 2007) un outil de diagnostic de la dyslexie est proposé, où les auteurs présentent un ensemble de « tests préliminaires » qu'ils évaluent en terme de pertinence lors du diagnostic. Ces tests ont été proposés à 20 élèves qui souffrent de dyslexie et à 56 élèves qui ne l'étaient pas. Dans le test de lecture en particulier, il est demandé à l'élève de lire un ensemble de mots, l'évaluation se fera à la fois sur la cadence de la lecture et sur son exactitude. Ce test sert entre autre à définir de quel type de dyslexie souffre un élève si le trouble est avéré (profonde, de surface ou mixte). Cette étude qui se base sur le test de Mann-Whitney pour poser le diagnostic à l'issu des tests, semble très innovante car on y discute aussi de la validité des différents aspects à tester pour diagnostiquer la dyslexie.

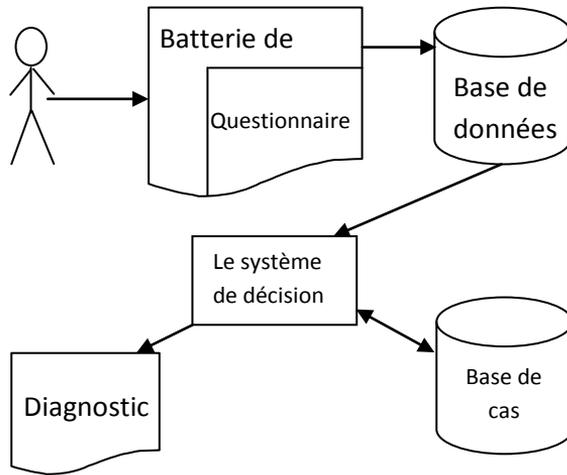


Figure. 1. Architecture du système de détection

Dans la section suivante, il est proposé un tour d’horizon des tests qui existent pour la détection de la dyslexie. En section 3, sont présentés les différents tests qui sont proposés à l’enfant dans ce logiciel; ces tests sont regroupés en trois niveaux et se répartissent selon quatre activités, ainsi que les différentes étapes induites par le processus de décision. Une conclusion clôture le papier.

2. Quelques tests pour « débusquer » la dyslexie

De nombreux travaux de psychologues, de cognitivistes et autres pédagogues ont abouti à l’élaboration de tests pour repérer, dépister voire diagnostiquer la dyslexie. Parmi ces tests, on note les matrices de Raven, l’indice d’Aston ou le « Bangor dyslexic test ».

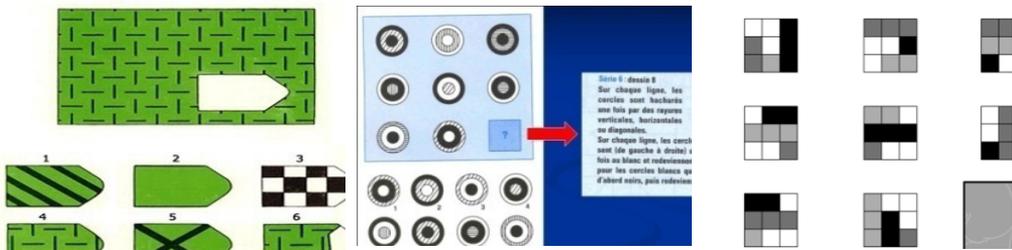


Figure 2. Exemples du test de la matrice de Raven

1 Introduction

La dyslexie est un trouble du langage très répandu mais tout aussi méconnu à travers le monde. En effet, les statistiques montrent que ce trouble touche près de 4% de la population d'un pays (Husni et Jamaludin, 2008), mais c'est un trouble qui demeure méconnu pour beaucoup d'instituteurs et d'enseignants et encore plus par les parents.

La dyslexie est une difficulté durable de l'apprentissage du langage écrit et de l'acquisition de ses automatismes, chez des enfants intelligents, normalement scolarisés, indemnes de troubles sensoriels et de troubles psychologiques. Elle altère la capacité à identifier les mots et serait présente quel que soit l'environnement social, culturel, éducatif et pédagogique de l'enfant. Ni les parents, ni les enseignants ne sont responsables de ce trouble spécifique d'apprentissage ; mais ils ne doivent pas l'ignorer. La prise en compte des troubles individuels d'apprentissage permet de lutter efficacement contre les décrochages scolaires et l'échec en permettant aux enfants dyslexiques de ne pas perdre confiance en eux et de garder une image positive d'eux-mêmes. Il est important que les parents ne se sentent pas seuls face aux difficultés rencontrées par leur enfant et surtout qu'ils ne culpabilisent pas. Il est donc essentiel que ces enfants soient détectés le plus tôt possible afin de pouvoir organiser au mieux leur accompagnement. Il faut aussi que les professionnels (orthophonistes, médecins,...), l'équipe éducative et les parents travaillent en étroite collaboration.

Au travers de ce projet, et avec la généralisation de l'outil informatique, il sera apporté un outil de détection de ce trouble à la communauté de l'éducation nationale et aux familles des jeunes élèves en difficulté scolaire.

Le logiciel présenté a été réalisé dans le cadre d'un programme national de recherche (PNR), il comprend deux composantes informatiques : une partie qui consiste en la mise en œuvre d'une batterie de test en adéquation avec les éléments révélateurs du trouble, et une partie de décision qui sur la base des résultats obtenus décidera de l'existence ou de l'absence du trouble. Le système de décision est basé sur le raisonnement basé-cas (Kolodner, 1993) ; ce raisonnement est préconisé dans les applications médicales où il n'est pas aisé de définir des symptômes rigoureux vu la diversité de leurs expressions et celles des humains qui les présentent.

Conception d'un logiciel de Détection automatique de la dyslexie chez de jeunes écoliers

Halima BAH

Département Informatique – Université Badji Mokhtar - Annaba

ملخص :

عسر القراءة هو اضطراب لغوي واسع الانتشار عبر العالم ولكنه غير معروف. الشخص الذي يعاني من عسر القراءة يصل إلى معنى الخطاب بسهولة إذا عرض عليه شفاهيا ولكنه غير قادر على إنشاء نظام للتعرف على المحتوى من خلال قراءة الكلمات. أحد العناصر الرئيسية من عسر القراءة هو الخلط بين الحروف والأصوات. الهدف من هذا العمل هو عرض منتج للأسرة التربوية يسمح بالكشف عن هذا الاضطراب بشكل ألي.

الكلمات المفتاحية : عسر القراءة، ديسليكسيا، تكنولوجيا الاعلام و الاتصال

Résumé

Parmi les troubles de la communication, la dyslexie est un trouble de la parole très répandu et tout aussi méconnu au travers du monde. La dyslexie se manifeste par des lacunes profondes dans les acquisitions du langage écrit, le jeune élève a du mal à mettre en place un système de reconnaissance de mots, il ne peut de ce fait ni décoder ce qui est écrit ni accéder à son sens. Un des éléments clés des troubles liés à la dyslexie est une confusion avérée entre certaines lettres, certains sons ou phonèmes, ainsi, détecter automatiquement la dyslexie nécessite un travail conséquent pour pouvoir évaluer les capacités de l'élève et y déceler d'éventuelles anomalies. Dans ce papier, nous présentons l'apport que peut avoir les technologies de l'information et de la communication dans la détection et l'accompagnement des dyslexiques en leur offrant un outil de détection automatique du trouble.

Mots Clef: Trouble du langage, dyslexie, raisonnement à base de cas.