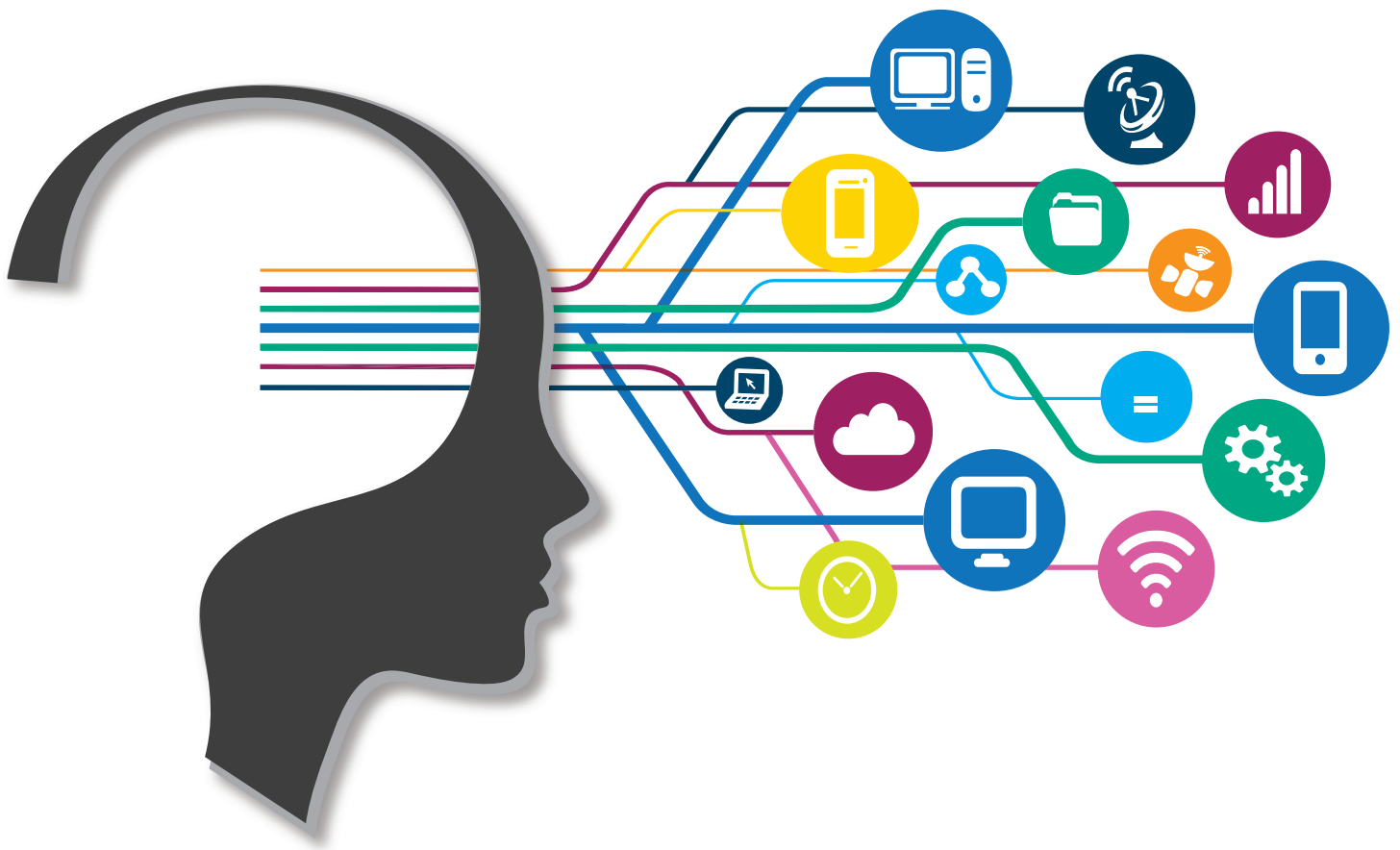


La technologie au service de la réadaptation visuelle

*Actes du 18^e symposium scientifique
sur l'incapacité visuelle et la réadaptation*



Sous la direction de
Josée Duquette, Julie-Andrée Marinier
et Marie-Chantal Wanet-Defalque

La technologie au service de la réadaptation visuelle

*Actes du 18^e symposium scientifique sur
l'incapacité visuelle et la réadaptation*

9 février 2016
Université de Montréal

sous la direction de :
Josée Duquette, Julie-Andrée Marinier
et Marie-Chantal Wanet-Defalque

Centre intégré
de santé et de
services sociaux de
la Montérégie-Centre

Québec 

Institut Nazareth et Louis-Braille


Centre de recherche
interdisciplinaire
en réadaptation
du Montréal métropolitain

École d'optométrie

Université 
de Montréal

Révision bibliographique

Francine Baril
CISSS de la Montérégie-Centre
Installation Institut Nazareth et Louis-Braille

Révision linguistique

Carole Gagnon
CISSS de la Montérégie-Centre
Installation Institut Nazareth et Louis-Braille

Infographie

P. Micheline Gloin
École d'optométrie, Université de Montréal

© 2016

CISSS de la Montérégie-Centre, Installation Institut Nazareth et Louis-Braille
École d'optométrie, Université de Montréal

ISBN : 978-2-89376-135-0 (imprimé)

ISBN : 978-2-89376-136-7 (PDF)

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2016

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives Canada, 2016

Couverture : image fournie par l'École d'optométrie, Université de Montréal

COMITÉ ORGANISATEUR

Marie-Chantal Wanet-Defalque, Ph. D.

Chercheure CRIR et responsable de la recherche
CRIR - Institut Nazareth et Louis-Braille
CISSS de la Montérégie-Centre

Professeure adjointe
École d'optométrie
Université de Montréal

Josée Duquette, M. Sc.

Agente de planification, de programmation et de recherche
CRIR - Institut Nazareth et Louis-Braille
CISSS de la Montérégie-Centre

Julie-Andrée Marinier, O.D., M. Sc.

Professeure agrégée
École d'optométrie
Université de Montréal

Optométriste
CISSS de la Montérégie-Centre,
Institut Nazareth et Louis-Braille
CRIR - Institut Nazareth et Louis-Braille

LISTE DES AUTEURS

Anne Jarry, M. Éd.

École d'optométrie
Université de Montréal

Charles-André Labbé

Catherine Benoit
Service suprarégional de soutien et d'expertise,
MEESR
École Jacques-Ouellette

Jacques Gresset, O.D., Ph. D.

École d'optométrie
Université de Montréal

Julie Dufour, M.O.A.

CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal
Institut Raymond-Dewar
CRIR - Institut Raymond-Dewar

Vincent Moore, O.D.²

Marie-Chantal Wanet-Defalque, Ph. D.^{1, 2, 3}

¹ *CRIR – Institut Nazareth et Louis-Braille*

² *CISSS de la Montérégie-Centre,*
Institut Nazareth et Louis-Braille

³ *École d'optométrie*

Université de Montréal

Préface

Lors du 18^e Symposium scientifique sur l'incapacité visuelle et la réadaptation, tenu le 9 février 2016, huit conférenciers ont partagé leurs connaissances et leurs expériences cliniques sur la technologie au service de la réadaptation visuelle. Une technologie pour mieux « voir » malgré la déficience visuelle, pour favoriser une meilleure participation sociale, par exemple en facilitant l'accès à l'information et les déplacements. La présente publication rassemble cinq textes parmi ces conférences, dans lesquels ce thème est abordé sous une variété d'angles, à l'image de la diversité des technologies et de leurs champs d'application en déficience visuelle.

Le premier article nous fait réaliser que même si les technologies informatiques peuvent améliorer considérablement l'accès à l'information des individus non-voyants, ce n'est souvent pas sans difficulté. Jarry et ses collègues ont tenté, par leur enquête, de mieux comprendre 1) les difficultés auxquelles font face les utilisateurs expérimentés de revue d'écran sur leur ordinateur portable, leur tablette ou leur téléphone cellulaire et 2) leurs stratégies de résolution des problèmes informatiques rencontrés.

Lors de sa conférence, Jacques Gresset a présenté « Une histoire de la basse vision au Québec, retour sur près de 40 ans de carrière ». Entre autres, il a partagé une étape marquante de la création du programme de conduite automobile pour les personnes atteintes de déficiences visuelles. Son article présente à cet effet un document d'archives, soit un rapport sur l'usage de lunettes télescopiques par les automobilistes atteints de déficiences visuelles datant de 1994.

Sur un tout autre plan, Moore et Wanet-Defalque relatent l'histoire des différentes prothèses rétiniennes et nous aident à mieux comprendre ce qui différencie les implants épirétiniens, sous-rétiniens, et suprachoroïdiens. Les caractéristiques et l'efficacité des implants rétiniens actuellement disponibles sont présentées. Bien entendu, le rôle des professionnels de la réadaptation en déficience visuelle est abordé.

Pour leur part, Dufour, Ratelle et Leroux nous font connaître la version simplifiée du système d'évaluation de la localisation auditive des personnes qui ont une déficience visuelle et auditive, élaborée pour soutenir les interventions en audiologie et en orientation et mobilité auprès de cette clientèle. Une version simplifiée et moins coûteuse a été mise au point, à l'intention des milieux cliniques non spécialisés en surdité. L'article présente les résultats de la démarche qui a visé 1) à valider le protocole auprès de sujets ayant une audition et une vision normale, 2) à documenter l'intérêt clinique de l'outil et 3) à évaluer la faisabilité de son implantation dans des centres régionaux de réadaptation.

Finalement, Labbé et ses collègues ont interrogé 23 adultes utilisateurs du braille, afin de connaître leur appréciation et leur utilisation du braille intégral et du braille abrégé au quotidien. Les résultats ont permis de mettre en relief les avantages et les inconvénients du braille abrégé et le fait que les personnes interrogées préfèrent l'utilisation du braille intégral au quotidien.

Nous vous souhaitons une agréable lecture.

Josée Duquette, M. Sc.
Julie-Andrée Marinier, O.D., M. Sc.
Marie-Chantal Wanet-Defalque, Ph. D.

Table des matières

Enquête sur les stratégies utilisées par les adultes non-voyants pour résoudre des problèmes informatiques Anne Jarry	1
Document d'archive : rapport sur l'usage de lunettes télescopiques par les automobilistes atteints de déficiences visuelles Jacques Gresset	6
L'ère des implants visuels: implication pour la clinique et la réadaptation Vincent Moore et Marie-Chantal Wanet-Defalque	12
Protocole d'évaluation de la localisation auditive adapté à la clientèle présentant une déficience visuelle et auditive - Version simplifiée Julie Dufour	19
Utilisation actuelle du braille intégral et abrégé français au Québec Charles-André Labbé et Catherine Benoit	25

ENQUÊTE SUR LES STRATÉGIES UTILISÉES PAR LES ADULTES NON-VOYANTS POUR RÉSOUTRE DES PROBLÈMES INFORMATIQUES

Anne Jarry¹, M. Ed., Claude Chapdelaine², M. Sc. A., Sri Kurniawan³, Ph. D.

¹ *École d'optométrie, Université de Montréal, Canada*

² *Centre de recherche informatique de Montréal (CRIM), Canada*

³ *École de génie Baskin, Université de la Californie à Santa Cruz, États-Unis*

INTRODUCTION

Internet et l'accès à l'informatique offrent des possibilités d'inclusion sociale extraordinaires. Pour la première fois, les personnes ayant une déficience visuelle ont accès à la même quantité d'informations, en même temps que leurs pairs voyants (Abner et Lahm, 2002). Toutefois, il s'avère important d'analyser si la technologie actuelle peut être utilisée de manière indépendante par les personnes non-voyantes, ou si ces dernières doivent dépendre des voyants pour utiliser ces technologies. Cette question est complexe, puisque ceux qui se spécialisent en technologie adaptée ou qui offrent du soutien technique ont eux-mêmes de la difficulté à demeurer à jour, vu ce développement rapide (Lazar, 2009). Également, un manque de collaboration et partage d'information entre les développeurs, les services professionnels et les usagers a été identifié par les chercheurs (Percival, 2012). De plus, il a été mentionné que la formation offerte aux professionnels en informatique adaptée serait insuffisante pour répondre aux demandes croissantes des personnes non-voyantes (Zhou, Parker, Smith et Griffin-Shirley, 2011).

OBJECTIF

Notre étude avait pour objectif d'acquérir une meilleure compréhension des difficultés que

doivent relever les personnes aveugles dans leur utilisation de diverses technologies informatiques, difficultés pouvant ou non être résolues sans le soutien d'une personne voyante.

La présente étude a reçu une approbation éthique aux États-Unis (par l'intermédiaire de l'Université de la Californie à Santa Cruz) et au Canada (par l'intermédiaire du CRIM).

MÉTHODOLOGIE ET MATÉRIEL

Les participants à l'étude devaient avoir une vision non fonctionnelle et être utilisateurs de l'ordinateur. Les critères de sélection étaient les suivants : 1) être âgé de 18 ans et plus; 2) être utilisateur d'une revue d'écran; 3) être utilisateur, sur une base régulière, d'un ordinateur, d'une tablette ou d'un téléphone cellulaire.

Un questionnaire bilingue a été élaboré, puis acheminé par courriel au Québec, ou au moyen du logiciel *SurveyMonkey* aux États-Unis. Le questionnaire était composé de 25 questions divisées en 6 catégories : 1) données démographiques; 2) technologies utilisées; 3) durée de l'utilisation; 4) facilité de l'utilisation; 5) difficultés techniques, fréquence, circonstances et conséquences; 6) difficultés se traduisant par la nécessité de demander du soutien et conséquences. Certaines questions appelaient

une réponse de type quantitatif. Cependant, les questions étaient essentiellement ouvertes.

RÉSULTATS

CARACTÉRISTIQUES DÉMOGRAPHIQUES

L'échantillon était composé de 56 répondants sans vision fonctionnelle et utilisateurs de l'ordinateur: 16 personnes de langue française du Québec et 40 personnes de langue anglaise des États-Unis.

Vingt-cinq répondants étaient de sexe masculin et 31 de sexe féminin; 46 de ces personnes étaient aveugles (tout au plus avec une perception lumineuse) et 10 étaient aveugles au sens de la loi. La figure 1 présente les tranches d'âge des répondants.

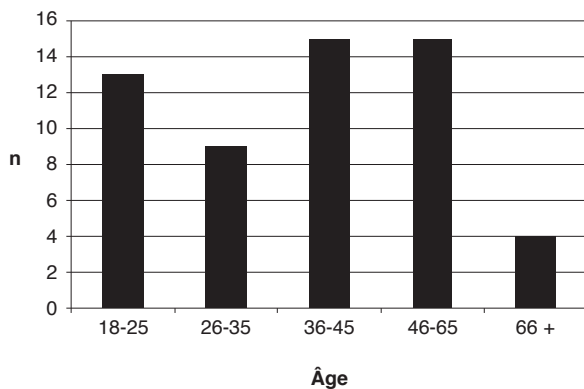


Figure 1 : Tranches d'âge des répondants

TECHNOLOGIES UTILISÉES ET DURÉE D'UTILISATION

Les figures suivantes présentent le nombre d'années d'utilisation de l'ordinateur (figure 2a) ainsi que du téléphone intelligent et de la tablette (figure 2b).

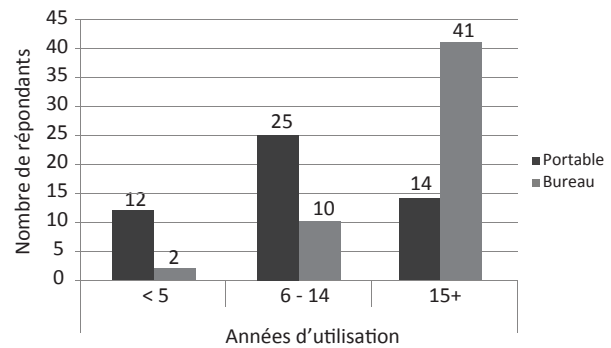


Figure 2a : Nombre d'années d'utilisation de l'ordinateur portable et de l'ordinateur de table

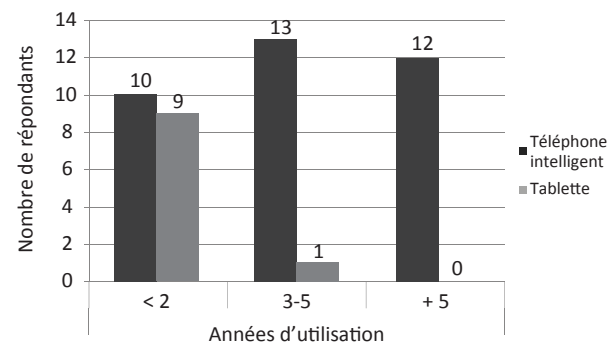


Figure 2b : Nombre d'années d'utilisation du téléphone intelligent et de la tablette

PRINCIPALES CONSTATATIONS

La majorité des difficultés liées à l'utilisabilité et à l'accessibilité porte sur le changement de système d'exploitation (OS/IOS).

Quarante-et-un pourcent des expériences étaient considérées comme étant négatives, par exemple « C'était terrible, j'ai été obligé de demander de l'aide. J'aurais aimé avoir une formation, mais à ce moment-là, rien n'était offert », ou « J'ai trouvé cela déstabilisant. »

Quatorze pourcent des expériences étaient considérées comme étant positives, par exemple « En général, c'était plutôt intuitif. » ou « C'était

un peu difficile de s'habituer, au début, mais honnêtement, je crois que le changement est beaucoup mieux. »

Trente-deux pourcent des réponses étaient variables. Par exemple, une personne a indiqué qu'elle avait développé des approches d'adaptation : « J'ai fait l'expérience de nombreuses mises à jour sur plusieurs plateformes. La plus récente étant une migration de l'IOS6+ à l'IOS7. J'ai pris des mesures pour me former concernant les changements dans *VoiceOver* et autres mises à jour importantes. Les mises à jour se sont déroulées à peu près comme prévu. »

Treize pourcent des répondants n'ont pas décrit leur expérience.

À la question « Quels sont les dispositifs les plus faciles à utiliser? », 20 des participants ont répondu l'ordinateur de table; 19 ont répondu l'ordinateur portable; 10 ont répondu le téléphone intelligent et 0 la tablette; 6 ont répondu le téléphone non intelligent; 9 ont répondu « autres » (Victor, preneur de notes et afficheur Braille).

RAISONS D'APPRÉCIATION DES APPAREILS

Concernant les raisons pour lesquelles un appareil est apprécié, voici les catégories de réponses obtenues :

- Ordinateur de bureau ou portable : Apprécié en raison du clavier (12 répondants). « Le clavier physique me permet de contrôler où je me trouve à l'écran grâce aux touches de direction. »; « Je peux aussi utiliser des raccourcis et donc manipuler plus facilement la revue d'écran. Je peux placer mes huit doigts et mes deux pouces sur le clavier, ce qui fait que je n'ai pas à constamment chercher mes touches. »

- Téléphone intelligent: Apprécié en raison de la petitesse, de la portabilité et des gestes simples pour la navigation (13 répondants) : « Les commandes sont intuitives. »; « Les mêmes gestes s'appliquent partout ».

PERSONNES AYANT FAIT L'EXPÉRIENCE DE CHANGER DE SYSTÈME D'EXPLOITATION OU D'EN FAIRE LA MISE À JOUR

Cinquante personnes ont répondu avoir fait une mise à jour vers une nouvelle version de Windows; 10 personnes ont répondu s'être procuré un téléphone intelligent et en faire la mise à jour sur une base régulière.

Fait intéressant, 66 % des difficultés ont été résolues sans l'aide d'autres personnes.

TYPES DE DIFFICULTÉS SE TRADUISANT PAR LA NÉCESSITÉ DE DEMANDER DU SOUTIEN ET CONSÉQUENCES

« Changer de système d'exploitation ou en faire la mise à jour »; « Incapacité à naviguer sur un site Web pour l'épicerie »; « Inscription à un site Web avec un CAPTCHA visuel seulement » (note : un CAPTCHA est un test utilisé en informatique qui permet de différencier de manière automatisée un utilisateur humain d'un ordinateur); « Sites Web inaccessibles ».

Pour les répondants de langue anglaise, les situations problématiques les plus fréquentes sont le contenu inaccessible, par exemple « CAPTCHA, fichier PDF, images étiquetées de manière inappropriée », et les problèmes de technologies adaptées (essentiellement les revues d'écran). Ces situations problématiques ainsi que le manque de rétroaction vocale représentent 57 % des difficultés. Les répondants de langue française ont davantage indiqué que les problèmes

d'utilisabilité constituaient les difficultés les plus fréquentes pour lesquelles une aide était nécessaire (configuration, nouveauté des rubans, commandes sur Internet).

À QUI DEMANDER DU SOUTIEN ?

Quarante-trois pourcent des répondants de langue anglaise ont indiqué qu'ils obtenaient du soutien par les moyens suivants : autoformation, recherches sur Internet ou outils de formation. Un répondant sur trois (33 %) a mentionné avoir reçu du soutien de centres de réadaptation ou des fabricants de produits. Neuf répondants de langue française (53 %) ont indiqué qu'ils recevaient de la formation ou du soutien par l'intermédiaire des services de réadaptation.

DISCUSSION

Malgré le fait que cet échantillon soit constitué de personnes ayant de l'expérience en la matière, nous avons observé que les obstacles à l'accessibilité et les problèmes d'utilisabilité continuent de représenter d'importants défis qui les obligent à demander une aide extérieure. Ceci est particulièrement important, compte tenu du fait que la deuxième difficulté la plus fréquemment mentionnée est celle liée à l'absence de rétroaction lorsque survient un problème. Il devient évident que certains problèmes se produisent à des fréquences très élevées.

CONCLUSION

Les 56 répondants ne sont pas susceptibles de constituer un échantillon représentatif de personnes vivant avec une perte de vision en général puisqu'ils se sont identifiés tout au long du questionnaire comme étant des utilisateurs plutôt aguerris.

Cependant, nous croyons que les résultats demeurent très utiles pour les développeurs de contenu et les personnes qui assurent la prestation de services de formation auprès des non-voyants utilisateurs d'ordinateurs et de revue d'écran.

Il est intéressant de noter que, dans le cadre de la présente étude, les problèmes d'utilisabilité étaient plus fréquents chez les personnes de langue française que de langue anglaise. Cette différence est probablement attribuable au fait que les outils de formation à l'intention des usagers francophones ne sont pas inclus en langue française, ce qui réduit la possibilité de faire appel à de l'autoformation. Au moment de cette étude, les didacticiels n'étaient disponibles qu'en anglais pour *JAWS*, *Window-Eyes* et *VoiceOver*.

Nos répondants démontrent une réelle ténacité lors de la résolution de problèmes et lorsqu'ils ont besoin d'apprendre à utiliser de nouvelles mises en page pour les applications ou dispositifs récents. À cet égard, nos résultats révèlent la courbe d'apprentissage abrupte nécessaire pour utiliser adéquatement ces nouveaux programmes et dispositifs.

Nos constats révèlent également le besoin de formation des divers techniciens et professionnels afin d'assurer la prestation de services de soutien de qualité se traduisant par une intégration sociale réussie.

D'autres recherches portant sur le comportement des revues d'écran et leurs performances dans diverses applications seront nécessaires pour approfondir les connaissances dans ce domaine en pleine effervescence.

BIBLIOGRAPHIE

- Abner, G. H. et Lahm, E. A. (2002). Implementation of assistive technology with students who are visually impaired: teachers' readiness. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 96(2), 98-105.
- Lazar, J. (2009). Making CAPTCHA more accessible for the blind [ressource électronique]. *Braille Monitor*, 52(1).
- Percival, J. (2012). Demonstrating daily living devices to older people with sight loss: A programme evaluation with implications for good practice and policy development. *British Journal of Visual Impairment*, 30(2), 79-90.
- Zhou, L., Parker, A. T., Smith, D. W. et Griffin-Shirley, N. (2011). Assistive technology for students with visual impairments: Challenges and needs in teachers' preparation programs and practice. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 105(4), 197-210.

DOCUMENT D'ARCHIVE : RAPPORT SUR L'USAGE DE LUNETTES TÉLESCOPIQUES PAR LES AUTOMOBILISTES ATTEINTS DE DÉFICIENCES VISUELLES

Jacques Gresset, O.D., Ph. D.

École d'optométrie - Université de Montréal

CONTEXTE

Lors du 18^e Symposium sur les incapacités visuelles et la réadaptation, Jacques Gresset a présenté une conférence intitulée « Une histoire de la basse vision au Québec, retour sur près de 40 ans de carrière ». A cette occasion, l'auteur s'est remémoré les différentes étapes de sa carrière et les dossiers auxquels il a participé à différents titres. Parmi tous les souvenirs qu'il a abordés, il tient à nous faire partager, par cette publication, une étape marquante de la création du programme de conduite automobile pour les personnes atteintes de déficiences visuelles.

Le document ci-dessous a été produit à l'automne 1994. Il peut être considéré comme une étape importante de la mise en place du programme d'entraînement à la conduite automobile pour les personnes atteintes de déficiences visuelles.

L'Ordre des optométristes du Québec avait, à l'époque, décidé d'appuyer les requérants dans le cadre du procès Martinet Vignault contre la Société de l'Assurance Automobile du Québec (SAAQ). Madame Aline Martinet-Vignault et Monsieur Jules Martinet étaient deux résidents des Îles de la Madeleine, détenteurs d'un permis de conduire, qui conduisaient avec l'aide de système télescopique depuis plusieurs années, sans avoir eu d'accident. La Sécurité du Québec, lors d'un contrôle de routine, a constaté le fait que les requérants conduisaient avec un système qui

n'était pas autorisé par la loi et en conséquence, ils ont perdu leur permis de conduire. Ces deux personnes ont cependant essayé de faire casser la décision par la Cour du Québec. L'auteur a agi à titre d'expert pour l'Ordre des optométristes du Québec et il a témoigné au procès.

Le juge François Godbout, dans sa décision du 4 juillet 1995, n'a pas invalidé la décision de la SAAQ de retirer le permis au deux requérants. Cependant, il a encouragé vivement la SAAQ à faire preuve d'ouverture quant à l'utilisation d'aides compensatrices.

Il s'ensuivit des discussions entre l'expert de la SAAQ, le Dr Claude Duquette, ophtalmologiste, un représentant de l'Institut de réadaptation en déficience physique de Québec (IRDQP), Dr Jean-Paul Lachance, optométriste, et l'auteur à titre de représentant de l'Ordre des optométristes du Québec. Ces discussions, ainsi que le dépôt par l'IRDQP d'un rapport cosigné par Micheline Descent (spécialiste en orientation et mobilité) et Jean-Paul Lachance (O.D.), ont conduit à l'établissement des normes d'éligibilité et des programmes d'entraînement à la conduite automobile pour les personnes atteintes de déficiences visuelles qui sont actuellement en vigueur.

Le 2 novembre 1994

Me Claire Panet-Raymond
Conseiller juridique
Ordre des optométristes du Québec
1326 rue Sherbrooke est
Montréal, Qué. H2L 1M2

OBJET: Rapport sur l'usage de lunettes
télescopiques par les automobilistes atteints de
déficiences visuelles

Me Panet-Raymond,

Suite à votre demande, il me fait plaisir de vous
faire part de mon rapport sur l'usage de lunettes
télescopiques par les automobilistes atteints de
déficiences visuelles.

L'obtention d'un permis de conduire est
assujettie à des normes médicales qui sont censés
tenir compte à la fois de l'intérêt du candidat
conducteur et du bien-être de la communauté.
De l'aveu même de l'Association Médicale
Canadienne, les critères établis sont souvent
de nature empirique, mais représentent un
consensus d'expert. Ces critères qui imposent des
restrictions en présence de certaines déficiences
ou maladies ont pour but de maintenir la sécurité
routière. La conduite d'un véhicule motorisé est
aujourd'hui perçue comme un droit garantissant
l'autonomie de l'individu. La validité des normes
assurant la protection de la communauté doit
par conséquent être bien établie afin que ces
normes ne soient pas inutilement brimantes et
discriminatoires pour les individus.

S'il est clair que l'absence de vision est
incompatible avec la conduite d'un véhicule
automobile, le seuil en deçà duquel cette activité
devient dangereuse n'est pas encore établi. Au
Québec, deux études récentes, l'une où le docteur
Duquette agissait comme collaborateur (Gagnon
et Laboratoire sur la sécurité des transports,

1992) et l'autre où j'agissais comme chercheur
principal (Gresset, 1991; Gresset et Meyer,
1994) ont conclu que les conducteurs âgés qui
présentaient une acuité visuelle à la limite des
normes en vigueur (6/15) n'avaient pas un risque
relatif d'accidents de la route plus élevé que les
conducteurs ayant une meilleure acuité visuelle.
Cependant, si ces études épidémiologiques
permettent de constater que les normes en
vigueur sont sécuritaires, elles ne peuvent en
aucun cas servir à établir le seuil en deçà duquel
la conduite devient dangereuse puisque les
individus qui ne répondent pas à ces normes sont
automatiquement exclus de ces études puisqu'ils
ne détiennent pas un permis de conduire. Malgré
l'absence de preuves épidémiologiques, le docteur
Gérald Fonda, à titre d'expert en ophtalmologie,
a proposé à plusieurs reprises l'abaissement de
la norme d'acuité visuelle à 6/60 (Fonda, 1976,
1982, 1983, 1986, 1989).

L'utilisation de lunettes télescopiques permet à
certains individus atteints de déficience d'acuité
visuelle de rencontrer les normes. Les lunettes
télescopiques sont des lunettes dans lesquelles
un petit télescope a été ajouté dans la partie
supérieure de la lentille porteuse. De ce fait,
l'individu regarde la plupart du temps en-dessous
et utilise la partie télescopique seulement pour
identifier certaines informations, telle que la
lecture des indications routières. La question
de la sécurité de la conduite automobile avec
des lunettes télescopiques s'est posée dès leur
introduction aux États-Unis par Feinbloom en
1958. Les débats aux États-Unis semblent avoir
connu leur paroxysme durant les années 1970.
Depuis lors, les opinions pour ou contre semblent
s'être figées et ont peu évolué depuis. En dépit
de leur divergence d'opinion, les experts qui se
montrent favorables (Bailey, 1984; Feinbloom,
1976, 1977; Jose, Carter et Carter, 1983;
Kelleher, Mehr et Hirsch, 1971; Korb, 1970) ainsi
que ceux qui se montrent défavorables (Fonda,

1974, 1976, 1983; Keeney, 1974; Keeney, Weiss et Silva, 1974; Lippmann, 1976) admettent que l'utilisation de système télescopique présentent certains désavantages qui sont inhérents au type d'instrument optique. Parmi ces désavantages, on décrit la diminution du champ de vision dans le télescope, la présence d'un scotome annulaire autour du télescope ainsi que des problèmes liés à la perception spatiale. La plupart des arguments développés par le docteur Duquette dans son rapport d'expertise sont empruntés à ceux que Fonda et Keeney rapportaient en 1974. Il convient également de préciser que parmi les experts qui se sont opposés à l'utilisation des lunettes télescopiques, Fonda (1974, 1976, 1982, 1983, 1986, 1989) a toujours été favorable à l'abaissement du seuil d'acuité visuelle minimale à 6/60 et que Lippmann (1976) a changé d'avis après avoir mené une étude épidémiologique qui n'a pas démontré une augmentation importante du risque relatif d'accidents chez les conducteurs utilisant des lunettes télescopiques du Texas (Lippmann, Corn et Lewis, 1988). Les experts favorables à l'utilisation des lunettes télescopiques rapportent que le télescope n'est utilisé que pour des fractions de temps relativement courtes et que le conducteur entraîné développe des habiletés compensatoires qui lui permettent de surmonter les problèmes perceptifs et les pertes de champ induits par l'appareil. En particulier, Bailey (1984) suggère que dans le cas où le télescope n'est présent que sur un seul œil, le scotome annulaire n'existe pas, parce que les objets situés dans cette région sont alors perçus par l'autre œil. Ce phénomène a été confirmé par Lippmann en 1988.

Outre les opinions d'experts, il existe quelques données plus objectives sur le risque d'accidents de la route encouru par les personnes handicapées de la vue qui conduisent avec télescopes. Ces études comparent le nombre d'accidents de la route encouru par des échantillons de conducteurs

présentant des déficiences visuelles avec celui de la population des conducteurs en général (Janke, 1983; Lippmann, 1979; Lippmann et al., 1988). Lippmann (1979) a montré que les conducteurs atteints de déficiences visuelles étaient impliqués dans des accidents de la route moins fréquemment que les conducteurs atteints de troubles neurologiques ou de maladies cardio-vasculaires. En Californie, Janke (1983) a montré que le risque relatif corrigé d'accidents de la route des conducteurs utilisant des systèmes télescopiques était de 1,2 et celui d'avoir un accident grave ou fatal de 1,7 (avant correction pour la validité du permis, ces risques relatifs étaient respectivement 1,5 et 2,2). Lippmann (1988) pour sa part, a évalué le risque standardisé d'accidents de la route à 1,34 parmi les conducteurs utilisant un télescope au Texas. Bien que ces estimations démontrent que le risque relatif est légèrement plus élevé que chez les conducteurs utilisant des télescopes que chez ceux qui n'ont pas de problème visuel, aucun des auteurs de ces études ne recommande d'annuler l'autorisation de conduire avec télescope. Leur argumentation repose d'une part sur le fait que l'augmentation du risque n'est que modérée et d'autre part sur le fait que les personnes atteintes de déficiences visuelles ne sont pas celles qui ont le plus grand risque d'accidents parmi les conducteurs atteints de déficiences ou de maladies chroniques.

Malgré la controverse qui oppose les experts, les études à caractères épidémiologiques n'ont pas démontré que le risque relatif d'accidents était trop élevé pour bannir la conduite assistée de télescope dans certains types de déficience visuelle. C'est probablement pourquoi le nombre d'États américains qui autorisent la conduite avec des lunettes télescopiques n'a pas cessé d'augmenter au cours de la dernière décennie. L'«American Optometric Association» en dénombrait 14 en 1984, 19 en 1986 et 23 en 1991. Certains de ces États sont limitrophes de la province de Québec,

comme le Maine, le Vermont et l'État de New York.

Les États américains qui autorisent la conduite automobile avec l'aide de télescope ont établi des prérequis à l'obtention du permis et de plus, ils assortissent généralement la délivrance du permis de conditions spécifiques à la conduite, comme par exemple « conduite de jour seulement ».

Les prérequis sont de quatre ordres:

1) Visuel :

En général, il faut que l'acuité visuelle mesurée à l'aide de la lentille porteuse soit comprise entre 6/15 et 6/60 inclusivement pour chacun des yeux, que le champ visuel soit de 120° horizontalement dans chacun des yeux et que l'acuité visuelle avec le système télescopique soit de 6/12 ou mieux.

2) Santé :

L'état de santé de l'individu, outre sa déficience visuelle, doit être bon et il ne doit y avoir d'autres déficiences physiques associées.

3) Vision fonctionnelle et réadaptation :

Le candidat doit démontrer une bonne habileté à utiliser sa vision résiduelle et avoir développé des habiletés compensatrices. De plus, il doit avoir subi un entraînement spécifique à l'utilisation des lunettes télescopiques.

4) Formation dans la situation de conduite d'une automobile :

Les candidats doivent subir un stage d'apprentissage de la conduite d'une automobile avec des lunettes télescopiques et se qualifier pour obtenir le permis de conduire.

Une telle réglementation, tout en contrôlant l'accès au permis de conduire des personnes qui présentent un handicap visuel modéré, a le mérite

de tenir compte des aptitudes individuelles de chacun en permettant à chacun de démontrer sa capacité de conduire par un essai sur route consécutif à un apprentissage spécifique.

Il est connu que l'accident de la route est un phénomène multifactoriel. Le risque d'accidents de la route est associé à des facteurs d'exposition tels que la distance parcourue annuellement, le temps passé au volant et le type de permis ainsi qu'à des facteurs propres aux conducteurs tels que le sexe, l'âge, l'expérience de conduite et le nombre d'infractions au Code de la route. Parmi les facteurs liés à l'individu, ceux reliés à son état de santé font l'objet d'une attention toute particulière, bien que la présence de maladies ou d'altération de vision ne semble pas augmenter fortement le risque d'accidents (Organisation mondiale de la santé, 1977). La Société de l'Assurance Automobile du Québec, en s'appuyant sur les recommandations de l'Association médicale canadienne (1991) et de la Société canadienne d'ophtalmologie (1993), refuse le droit de conduire avec des télescopes en arguant d'une part qu'il s'agit d'une population peu nombreuse et d'autre part sur l'augmentation du risque relatif qui pourrait être voisin de 2. Le fait que la prévalence du handicap visuel soit voisine de 1% dans la population générale ne justifie pas en soit l'exclusion du droit de conduire pour les moins atteints d'entre eux. Par ailleurs, le petit nombre d'utilisateurs répertoriés dans les études de Janke (1983) ou de Lippmann (1988) permet d'inférer que le risque encouru par la communauté n'augmente pas de manière significative en autorisant la conduite avec télescope aux quelques personnes qui se qualifient. D'autre part, si on considère qu'un risque relatif d'accidents de 2 pour une toute petite population est incompatible avec la conduite d'un véhicule de promenade, que faut-il penser des individus qui ont plus d'un point de démérite inscrit à leur dossier conducteur car

ceux-ci ont aussi deux fois plus de chance d'avoir un accident que les conducteurs qui n'ont pas de point de démerite (Gresset, 1991), ou encore du conducteur qui a moins d'un an d'expérience et qui a deux fois plus de chance d'avoir un accident que celui qui a dix ans d'expérience et plus (Régie de l'assurance automobile du Québec, 1990). Dans ces deux derniers cas, je ne crois pas que la Société envisage de les empêcher de conduire et pourtant, ils sont beaucoup plus nombreux à courir le risque que les personnes atteintes de déficiences visuelles modérées.

À mon avis, et en fonction de ce qui précède, il s'agit donc que l'autorité réglementaire soit circonspecte et n'empêche pas de façon systématique les automobilistes atteints de déficiences visuelles de conduire en s'aidant de lunettes télescopiques. Chaque cas devrait faire l'objet d'une évaluation indépendante.

En espérant le tout conforme.

Jacques Gresset, O.D., Ph. D.

BIBLIOGRAPHIE

- Association médicale canadienne (1991). *Examen du conducteur : guide du médecin*. (5^e éd.). Ottawa: Association médicale canadienne.
- Bailey, I. L. (1984). Driving with bioptic telescope: A position paper. *Journal of Rehabilitation Optometry*, 2, 2-5.
- Feinbloom, W. (1958, décembre). *The bioptic telescopic system*. Communication présentée à American Academy of Optometry. Section on Contact Lenses and Subnormal Vision Meeting, Boston, MA.
- Feinbloom, W. (1976, 11 juin). *Recent developments in bioptic aids for driving*. Communication présentée au Symposium on Driving with Telescopes, conducted by American Medical Association and American Association of Motor Vehicle Administrators, Washington, DC.
- Feinbloom, W. (1977). Driving with bioptic telescopic spectacles (BTS). *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 54(1), 35-42.
- Fonda, G. (1974). Bioptic telescopic spectacles for driving a motor vehicle. *Archives of Ophthalmology*, 92(4), 348-349.
- Fonda, G. (1976, 11 juin). *Limitations of telescopic spectacles*. Communication présentée au Symposium on Driving with Telescopes, conducted by American Medical Association and American Association of Motor Vehicle Administrators, Washington, DC.
- Fonda, G. (1982). Approach magnification is safer than bioptic telescopic spectacles for operating a motor vehicle. *Transactions of the Pennsylvania Academy of Ophthalmology and Otolaryngology*, 35(2), 137-140.
- Fonda, G. (1983). Bioptic telescopic spectacle is a hazard for operating a motor vehicle. *Archives of Ophthalmology*, 101(12), 1907-1908.
- Fonda, G. (1986). Suggested vision standards for drivers in the United States with vision ranging from 20/175 (6/52) to 20/50 (6/15). *Annals of Ophthalmology*, 18(2), 76-79.
- Fonda, G. (1989). Legal blindness can be compatible with safe driving. *Ophthalmology*, 96(10), 1457-1459.

- Gagnon, R. et Laboratoire sur la sécurité des transports (1992). *Les troubles de la vision et la conduite d'un véhicule routier : premiers résultats concernant l'impact sur la sécurité routière*. Montréal : Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal.
- Gresset, J. (1991). *Étude du risque d'accident de la route en présence d'une vision minimale ou de maladies chroniques chez les conducteurs âgés*. (Thèse de doctorat, Université Laval, Québec).
- Gresset, J. et Meyer, F. (1994). Risk of accidents among elderly car drivers with visual acuity equal to 6/12 or 6/15 and lack of binocular vision. *Ophthalmic & Physiological Optics*, 14(1), 33-37.
- Janke, M. K. (1983). Accident rates of drivers with bioptic telescopic lenses. *Journal of Safety Research*, 14(4), 159-165.
- Jose, R., Carter, K. et Carter, C. (1983). A training program for clients considering the use of bioptic telescopes for driving. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 77(9), 425-428.
- Keeney, A. (1974). Field loss vs central magnification: Telescopes and the driving risk. *Archives of Ophthalmology*, 92(4), 273.
- Keeney, A., Weiss, S. et Silva, D. (1974). Functional problems of telescopic spectacles in the driving task. *Transactions of the American Ophthalmological Society*, 72, 132-138.
- Kelleher, D., Mehr, E. et Hirsch, M. (1971). Motor vehicle operation by a patient with low vision: A case report. *American Journal of Optometry and Archives of American Academy of Optometry*, 48(9), 773-776.
- Korb, D. (1970). Preparing the visually handicapped person for motor vehicle operation. *American Journal of Optometry and Archives of American Academy of Optometry*, 47(8), 619-628.
- Lippmann, O. (1976). Automobile driving with telescopic aids. Dans D. F. Huelke (dir.), *Proceedings of the 20th Annual Conference of the American Association of Automotive Medicine [Atlanta, Georgia, 1-3 novembre 1976]* (p. 24-32). Morton Grove, Ill.: American Association of Automotive Medicine.
- Lippmann, O. (1979). The effect of the Texas Medical Advisory Board for driver licensing on driving performance. Dans Edward A. Moffat ... [et al.] (dir.), *Proceedings of the 23rd Annual Conference of the American Association of Automotive Medicine [Louisville, Kentucky, 4-6 octobre 1979]* (p. 204-216). Morton Grove, Ill.: American Association of Automotive Medicine.
- Lippmann, O., Corn, A. L. et Lewis, M. C. (1988). Bioptic telescopic spectacles and driving performance: A study in Texas. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 82(5), 182-187.
- Organisation mondiale de la santé (1977). *L'Épidémiologie des accidents de la route : rapport sur une conférence, Vienne, 4-7 novembre 1975*. Copenhague: Organisation mondiale de la santé. (OMS Publications régionales. Série européenne ; 2).
- Régie de l'assurance automobile du Québec (1990). *Dossier statistique. Bilan 1989. Tome 1, Accidents, parc automobile, permis de conduire*. Sillery, Québec: Régie de l'assurance automobile du Québec.
- Société canadienne d'ophtalmologie (1993). *Guide 1993-1994*. Ottawa: Société canadienne d'ophtalmologie.

L'ÈRE DES IMPLANTS VISUELS : IMPLICATION POUR LA CLINIQUE ET LA RÉADAPTATION

Vincent Moore¹, O.D., Marie-Chantal Wanet-Defalque^{1,2,3}, Ph. D.

¹ CISSS de la Montérégie-Centre, Installation Institut Nazareth et Louis-Braille

² Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation du Montréal métropolitain

³ École d'optométrie, Université de Montréal

Depuis plus de cinquante ans, des chercheurs tentent de créer des prothèses visuelles pour permettre aux aveugles de voir à nouveau. Des progrès importants ont été accomplis dans les dernières années, mais beaucoup reste encore à faire. L'histoire des différentes prothèses ainsi que les particularités des différentes approches seront brièvement abordées. Par la suite, les caractéristiques des implants rétiniens actuellement disponibles seront présentées en détails. Finalement, un survol des technologies d'avenir les plus prometteuses sera brièvement présenté.

HISTOIRE DES IMPLANTS VISUELS

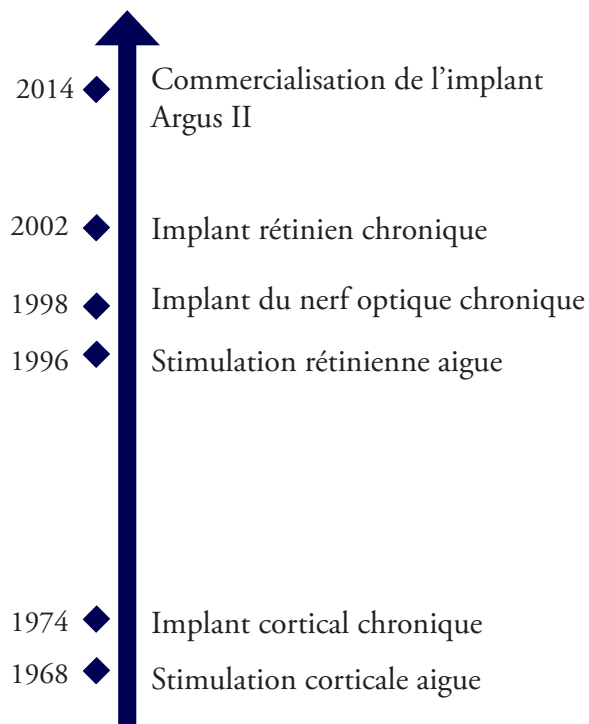
D'abord, les différentes technologies ayant été développées pour traiter la cécité peuvent être divisées en deux grandes catégories selon l'approche utilisée: la substitution sensorielle ou l'implantation. Dans l'approche de substitution, on vise l'utilisation d'autres sens (audition ou toucher par exemple) pour palier à la perte visuelle. La première approche réussie de ce type d'implant a été proposée par Paul Bach-y-Rita aux États-Unis (Bach-y-Rita, Baurand et Christolomme, 1969). Il a réalisé, avec une équipe d'ingénieurs, le premier système de substitution de la vision par le sens tactile en 1969. Plusieurs améliorations ont été apportées à son système par la suite, pour réussir à commercialiser un

appareil du nom de *Brainport*. Ces systèmes donnent des résultats assez concluants, pour autant que le sujet soit prêt à consacrer beaucoup d'heures à l'apprentissage. Toutefois, la limite de ces systèmes de substitution demeure leur faible capacité à traiter l'information pour laquelle ils ne sont pas conçus au départ, c'est-à-dire une information visuo-spatiale de haute résolution. C'est pourquoi le rêve de l'implant directement greffé sur les structures neurales visuelles intactes a toujours fasciné et persisté. De plus, suite à l'expérience positive que la communauté médicale a connue avec l'implant cochléaire, les premiers véritables implants visuels ont pu voir le jour. Trois principales structures anatomiques ont été visées par l'approche d'implantation: la rétine, le nerf optique et le cortex visuel.

Les premiers implants visuels ont commencé leur développement au siècle dernier, tout comme l'implant cochléaire. Toutefois les résultats cliniques véritablement intéressants ne sont apparus qu'au début du 21^e siècle. Les premiers essais ont débuté par des stimulations aigues, c'est-à-dire qu'un dispositif de stimulation était implanté de façon temporaire sur les tissus nerveux. Puis, lorsque la faisabilité de l'approche a été confirmée, le stimulateur a pu être implanté de façon définitive pour un usage continu (implantation chronique). La figure 1 présente une brève chronologie du développement des

implants visuels. En 1967, G.S. Brindley a réussi pour la première fois à implanter un réseau de 80 électrodes sur le cortex visuel d'un patient aveugle (Brindley et Lewin, 1968). Ces électrodes permettaient la perception de phosphènes lumineux. Ces travaux seront par la suite poursuivis par Dobelle, qui réussira à améliorer la technologie (Dobelle et Mladejovsky, 1974). Quelques années plus tard, une équipe des Pays-Bas, dirigée par le Dr Veraart, a également réussi une implantation, au niveau du nerf optique, d'une électrode à manchon spirale. Cette technologie a permis à une patiente complètement aveugle de percevoir des phosphènes lumineux (Veraart et al., 1998). Des études psychophysiques ont ensuite été entreprises pour préciser les caractéristiques des phosphènes (Delbeke et al., 2002) et des entraînements ont aussi permis à la patiente de percevoir du mouvement et de reconnaître certaines formes (Veraart, Wanet-Defalque, Gerard, Vanlierde et Delbeke, 2003).

Figure 1. Développement des implants visuels



En parallèle au développement des implants du cortex visuel et du nerf optique, les implants ou prothèses rétinien sont aussi apparus à la fin du 20^e siècle. Les tableaux 1 et 2 résument les différentes prothèses rétinien actuellement à l'étude à travers le monde (Chuang, Margo et Greenberg, 2014; Menzel-Severing et al., 2012; Picaud et Sahel, 2014). Elles peuvent être classées en trois catégories selon leur position dans l'œil : épi-rélinien, sous-rélinien et supra-choroïdien (Kolb, 2011).

- 1) Les prothèses épi-rélinien sont fixées à la surface de la rétine. Elles stimulent donc directement les cellules ganglionnaires. Leur position en surface de la rétine rend leur accès facile et la chirurgie d'implantation relativement simple. Par contre, puisqu'elles stimulent les dernières cellules de la cascade rétinienne, elles ne permettent pas un traitement successif du signal lumineux par les différentes couches de la rétine, comme dans un œil sain. Aussi, les prothèses épi-rélinien ne contiennent pas de cellules photosensibles. Elles doivent donc généralement être reliées à une caméra externe fixée sur une lunette. Ainsi, le balayage visuel nécessite un mouvement de la tête, et non pas de l'œil, ce qui diffère de la vision humaine normale et demande un certain apprentissage.
- 2) Les implants sous-rélinien, quant à eux, stimulent directement les cellules rélinien au niveau de la couche des photorécepteurs. L'architecture de la rétine est donc respectée et le signal lumineux peut être traité et amplifié par les couches successives de la rétine. Aussi, puisque les électrodes sont généralement remplacées par des photodiodes permettant la détection de la lumière, le port d'une caméra externe n'est pas requis dans cette approche et le balayage visuel peut se faire par le simple

mouvement des yeux. Par contre, la position plus profonde de l'implant amène plus de risques de complications durant et après la chirurgie.

3) Finalement, les prothèses supra-choroïdiennes sont aussi couplées à une caméra externe, mais présentent l'avantage d'être positionnées derrière l'œil et sont donc plus facilement accessibles. Seule une équipe de chercheurs australiens étudie cette approche actuellement.

Tableau 1. Implants épirétiniens

	Implants rétiniens		
Nom	Argus II	Iris	Epi-Ret 3
Fabricant	Second Sight	Intelligent Medical Implant	Aachen University
Pays d'origine	États-Unis	Suisse	Allemagne

Tableau 2. Implants sous-rétiniens et supra-choroïdiens

	Implants sous-rétiniens			Implants supra-choroïdiens
Nom	Prima	Photovoltaic Retinal Prosthesis	Alpha-IMS	Suprachoroidal Implant
Fabricant	Pixium Vision	Boston Retinal Implant Project	Retina Implant AG	Australia Bionic Vision
Pays d'origine	France	États-Unis	Allemagne	Australie

CARACTÉRISTIQUES DES IMPLANTS RÉTINIENS ACTUELLEMENT DISPONIBLES

Les deux prothèses ayant fait l'objet du plus grand nombre de publications scientifiques jusqu'à maintenant sont l'*Argus II* et l'*Alpha IMS*. Leurs performances sont assez comparables, malgré qu'elles présentent des différences très importantes tant au niveau de leur fonctionnement que de leur caractéristiques techniques. Bien que les résultats obtenus par ces deux prothèses soient très encourageants, il est important de réaliser qu'à ce jour, la vision dite « prothétique » est encore très différente de la vision naturelle. Aussi, les performances actuelles correspondent encore à un niveau de vision très rudimentaire qui s'apparente à celui d'un

patient ayant une déficience visuelle sévère. Par exemple, aucun des patients implantés ne peut encore lire un livre normal (imprimé avec police équivalente à 1M) ou conduire une automobile. Le tableau 3 résume les meilleures performances obtenues par les patients implantés avec l'*Argus II* et l'*Alpha IMS* (da Cruz et al., 2013; Stingl et al., 2013; Stronks et Dagnelie, 2014). Les mesures d'acuité visuelle rapportées ont été prises avec des cibles de type « réseau » ou « grating » qui représentent une alternance de bandes noires et blanches de largeur variable et qui constitue une tâche de détection beaucoup plus simple que la lecture d'optotypes qui compose la plupart des chartes d'acuité visuelle. Il faut noter aussi qu'il y a une grande variabilité de performances entre les patients et que certains obtiennent aussi un niveau de performance inférieure. Si

les performances aux tests cliniques standardisés peuvent sembler décevantes, les performances observées lors d'évaluation fonctionnelle sont plus convaincantes. En effet, plusieurs études ont montré que les prothèses rétiennes permettent aux patients d'améliorer leur aisance dans les déplacements et d'accomplir des tâches visuelles simples. Elles permettent par exemple de pouvoir suivre une ligne tracée au sol ou de localiser l'emplacement de la porte dans une pièce (Humayun et al., 2012). Aussi, elles facilitent la manipulation de certains objets (Kotecha, Zhong, Stewart et da Cruz, 2014) et permettent de détecter la direction du mouvement d'une image sur un écran (Dorn et al., 2013). Puisqu'il manquait d'outils suffisamment sensibles pour mesurer les acuités visuelles des prothèses rétiennes, un chercheur de Baltimore a récemment proposé un nouvel outil d'évaluation de la vision fonctionnelle des patients qui ont une vision extrêmement limitée (« ultra-low vision ») (Geruschat et al., 2015; Geruschat et al., 2016). Cet outil pourra certainement être utilisé dans le futur pour comparer les performances de différentes prothèses.

Tableau 3. Meilleures performances obtenues avec les implants

	Argus II	Alpha-IMS
Nombre d'électrodes	60	1 500
Champs visuels	22 degrés	15 degrés
Taille des lettres visibles	0,9 à 18 cm à 30 cm de distance	4,8 à 5,3 cm à 30 cm de distance
Acuité visuelle (grating)	20/1262	20/200

Malgré leur utilité fonctionnelle indéniable, les prothèses actuelles ne sont pas encore assez performantes pour permettre aux patients de pouvoir se passer complètement de leur canne de détection ou de leur chien-guide. Elles doivent plutôt être utilisées en combinaison avec les autres aides techniques pour faciliter l'accomplissement de certaines tâches. Toutefois, malgré le niveau de performances actuelles des prothèses rétiennes, des chercheurs ont tout de même calculé que ces interventions pourraient s'avérer bénéfiques lorsque comparées aux autres possibilités de traitements, très limités, offerts actuellement pour les patients atteints de rétinopathie pigmentaire. Il y aurait en effet une amélioration significative de la qualité de vie pour plusieurs années, puisque les patients implantés sont relativement jeunes, et une diminution des coûts des soins directs et indirects pour le soutien à domicile et la réadaptation qui compenserait pour le coût d'implantation relativement élevé (Vaidya et al., 2014). D'autres chercheurs ont aussi montré que l'implant *Argus* (version I) pouvait être utilisé de façon sécuritaire et sans déficience majeure sur une longue période (jusqu'à 10 ans), ce qui permet de croire à une possible amélioration à long terme de la qualité de vie des patients implantés (Yue et al., 2015). Finalement, une étude clinique de phase II incluant 30 patients ayant reçu l'implant *Argus II*, et suivis pour une période de 3 ans, a aussi montré un très bon fonctionnement à long terme (aucun bris d'appareil) ainsi qu'un taux de complications relativement faible (37 %) (Ho et al., 2015).

En 2014, le premier système de prothèse rétinienne (SPR) a été approuvé par Santé Canada. Il s'agissait de l'*Argus II* de la compagnie *Second Sight*, qui est encore à ce jour, le seul à être approuvé. Celui-ci comprend un implant rétinien et un équipement externe. L'implant est composé d'un boîtier électronique qui agit

comme récepteur sans fil, d'une antenne ainsi que d'un faisceau d'électrodes (Second Sight, 2016). Le boîtier est installé par voie chirurgicale autour de l'œil alors que le faisceau d'électrodes est fixé sur la rétine centrale. L'équipement externe comprend des lunettes munies d'une caméra et d'un émetteur, une unité de traitement vidéo (VPU) pouvant être portée en bandoulière et qui assure l'alimentation en énergie et un câble qui relie le VPU aux lunettes. La caméra envoie au VPU l'information visuelle qu'elle capte. Le VPU la convertit en signal électronique qu'il transmet par câble à l'émetteur placé sur la branche des lunettes. L'émetteur relaie ce signal sans fil au récepteur de l'implant. Celui-ci le convertit en impulsions électriques qui viennent stimuler les cellules de la rétine interne par l'intermédiaire du faisceau d'électrodes de l'implant. Cette stimulation électrique est transmise au cerveau par le nerf optique, ce qui permet une perception de lumière. Une fois implanté, le SPR doit être soumis à certains réglages qui permettent de le personnaliser, notamment au niveau de l'efficacité et du confort pour l'utilisateur. Chaque usager obtient des résultats différents et doit apprendre à interpréter les images produites par le système. Aussi, l'utilisateur doit participer à des séances de formation et de réadaptation afin d'acquérir les compétences de base liées à l'emploi du système et en optimiser l'utilisation.

La première implantation de l'*Argus II* a été réussie au Canada par le Dr Robert Devenyi du Toronto Western Hospital, en 2014. Une étude financée par la *Foundation Fighting Blindness* est actuellement en cours à cet hôpital; en février 2016, cinq patients avaient déjà reçu l'implant sur un total prévu de huit. Au Québec, la première implantation de l'*Argus II* a eu lieu à l'hôpital Maisonneuve-Rosemont (HMR) en septembre 2015. La réadaptation visuelle a par la suite été prise en charge par une équipe

interdisciplinaire de l'Institut Nazareth et Louis-Braille. Le coût de l'implant (environ 140 000 US \$) a été assumé par la fondation de HMR. Des démarches ont par la suite été entreprises avec la Régie d'assurance-maladie du Québec (RAMQ) pour permettre un remboursement de ces technologies, qui garantirait l'accès à un plus grand nombre de patients dans le futur. Par contre, il faut savoir que peu de patients aveugles se qualifient à l'implantation de l'*Argus II*. En effet, selon les critères actuels, les candidats doivent obligatoirement être âgés de 25 ans ou plus, être atteints de rétinite pigmentaire avancée, avoir déjà eu une forme de vision utile par le passé et avoir une acuité visuelle très faible ou nulle (perception résiduelle de la lumière). De plus, la rétine interne, le nerf optique et le cortex visuel des candidats doivent être suffisamment bien préservés pour permettre une réponse à une stimulation électrique. Finalement, les candidats potentiels doivent posséder la motivation ainsi que les capacités physiques et intellectuelles pour entreprendre le long programme de réadaptation.

LE RÔLE DES PROFESSIONNELS DE LA RÉADAPTATION EN DÉFICIENCE VISUELLE

Dans les années à venir, les équipes interdisciplinaires des centres de réadaptation en déficience visuelle seront vraisemblablement sollicitées pour participer à plusieurs niveaux à la réadaptation des patients ayant reçu un implant visuel. D'abord, ils auront un rôle important à jouer au niveau de la diffusion d'information à jour à leurs patients et aussi ultimement au niveau de la sélection des candidats. Les optométristes et autres intervenants pourront aussi être sollicités pour effectuer le calibrage de l'appareil et certains suivis postopératoires. Toutefois, le rôle le plus important à jouer par les centres de réadaptation sera sans aucun

doute celui d'entraîner les patients implantés. En effet, tel que mentionné précédemment, la vision prosthétique est très différente de la vision naturelle et un entraînement est nécessaire afin de permettre au patient implanté d'interpréter et d'utiliser efficacement cette nouvelle information visuelle. Ainsi, le programme d'entraînement avec les intervenants spécialisés en orientation et mobilité ou en activité de la vie quotidienne pourra s'échelonner sur une période de 4 à 10 semaines, selon les patients.

CONCLUSION

Plusieurs développements et améliorations au niveau des implants visuels sont à prévoir dans les prochaines années. D'importantes sommes d'argent sont actuellement investies, tant par des entreprises privées que par des organismes gouvernementaux partout à travers le monde, et plusieurs chercheurs sont actuellement à l'œuvre. Le nombre de pathologies oculaires susceptibles d'être traitées par des implants visuels sera certainement appelé à augmenter, ce qui permettra à un plus grand nombre de patients d'en bénéficier. Aussi, des progrès seront certainement réalisés tant au niveau de la conception des implants (miniaturisation, résolution, matériaux plus performants) que des logiciels de traitement d'image, ce qui permettra une meilleure performance et une réduction des coûts. Il est difficile de prévoir ce que nous réserve l'avenir, mais l'expérience vécue avec l'implant cochléaire permet de rêver qu'un jour, un aveugle de naissance puisse retrouver le sens de la vue grâce à l'apport des nouvelles technologies et aux efforts des équipes de réadaptation en déficience visuelle.

BIBLIOGRAPHIE

- Bach-y-Rita, G., Baurand, C. et Christolomme, A. (1969). A comparison of EEG modifications induced by coagulation of subthalamus, preoptic region and mesencephalic reticular formation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 26(5), 493-502.
- Brindley, G. S. et Lewin, W. S. (1968). The sensations produced by electrical stimulation of the visual cortex. *The Journal of Physiology*, 196(2), 479-493. doi: 10.1113/jphysiol.1968.sp008519
- Chuang, A. T., Margo, C. E. et Greenberg, P. B. (2014). Retinal implants: A systematic review. *British Journal of Ophthalmology*, 98(7), 852-856. doi: 10.1136/bjophthalmol-2013-303708
- da Cruz, L., Coley, B. F., Dorn, J., Merlini, F., Filley, E., Christopher, P., . . . Dagnelie, G. (2013). The Argus II epiretinal prosthesis system allows letter and word reading and long-term function in patients with profound vision loss. *British Journal of Ophthalmology*, 97(5), 632-636. doi: 10.1136/bjophthalmol-2012-301525
- Delbeke, J., Wanet-Defalque, M. C., Gerard, B., Troosters, M., Michaux, G. et Veraart, C. (2002). The microsystems based visual prosthesis for optic nerve stimulation. *Artificial Organs*, 26(3), 232-234. doi: 10.1046/j.1525-1594.2002.06939.x
- Dobelle, W. H. et Mladejovsky, M. G. (1974). Phosphenes produced by electrical stimulation of human occipital cortex, and their application to the development of a prosthesis for the blind. *The Journal of Physiology*, 243(2), 553-576. doi: 10.1113/jphysiol.1974.sp010766
- Dorn, J. D., Ahuja, A. K., Caspi, A., da Cruz, L., Dagnelie, G., Sahel, J.-A., . . . McMahon, M. J. (2013). The detection of motion by blind subjects with the epiretinal 60-electrode (Argus II) retinal prosthesis. *JAMA Ophthalmology*, 131(2), 183-189. doi: 10.1001/2013.jamaophthalmol.221
- Geruschat, D. R., Flax, M., Tanna, N., Bianchi, M., Fisher, A., Goldschmidt, M., . . . Dorn, J. (2015). FLORA™: Phase I development of a functional vision assessment for prosthetic vision users. *Clinical & Experimental Optometry*, 98(4), 342-347. doi: 10.1111/cxo.12242

- Geruschat, D. R., Richards, T. P., Arditi, A., da Cruz, L., Dagnelie, G., Dorn, J. D., . . . Greenberg, R. J. (2016). An analysis of observer-rated functional vision in patients implanted with the Argus II Retinal Prosthesis System at three years. *Clinical & Experimental Optometry*, 99(3), 227-232. doi: 10.1111/cxo.12359
- Ho, A. C., Humayun, M. S., Dorn, J. D., da Cruz, L., Dagnelie, G., Handa, J., . . . Greenberg, R. J. (2015). Long-term results from an epiretinal prosthesis to restore sight to the blind. *Ophthalmology*, 122(8), 1547-1554. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.04.032
- Humayun, M. S., Dorn, J. D., Cruz, L. d., Dagnelie, G., Sahel, J.-A., Stanga, P. E., . . . Greenberg, R. J. (2012). Interim results from the international trial of Second Sight's visual prosthesis. *Ophthalmology*, 119(4), 779-788. doi: 10.1016/j.ophtha.2011.09.028
- Kolb, H. (2011). Simple anatomy of the retina. Dans H. Kolb, R. Nelson, E. Fernandez et B. Jones (dir.), *Webvision: The organization of the retina and visual system. Part I: Foundations*. Repéré à <http://webvision.med.utah.edu/book/part-i-foundations/simple-anatomy-of-the-retina/>
- Kotecha, A., Zhong, J., Stewart, D. et da Cruz, L. (2014). The Argus II prosthesis facilitates reaching and grasping tasks: A case series. *BMC Ophthalmology*, 14(1), 1-8. doi: 10.1186/1471-2415-14-71
- Menzel-Severing, J., Laube, T., Brockmann, C., Bornfeld, N., Mokwa, W., Mazinani, B., . . . Roessler, G. (2012). Implantation and explantation of an active epiretinal visual prosthesis: 2-year follow-up data from the EPIRET3 prospective clinical trial. *Eye (Lond)*, 26(4), 501-509. doi: 10.1038/eye.2012.35
- Picaud, S. et Sahel, J.-A. (2014). Retinal prostheses: Clinical results and future challenges. *Comptes Rendus Biologies*, 337(3), 214-222. doi: 10.1016/j.crv.2014.01.001
- Second Sight. (2016). Présentation du système : l'implant, l'équipement externe. Repéré le 27 juin 2016 à <http://www.secondsight.com/system-overview-en.html>
- Stingl, K., Bartz-Schmidt, K. U., Besch, D., Braun, A., Bruckmann, A., Gekeler, F., . . . Zrenner, E. (2013). Artificial vision with wirelessly powered subretinal electronic implant alpha-IMS. *Proceedings of The Royal Society. Biological sciences*, 280(1757), 1-8. doi: 10.1098/rspb.2013.0077
- Stronks, H. C. et Dagnelie, G. (2014). The functional performance of the Argus II retinal prosthesis. *Expert Review of Medical Devices*, 11(1), 23-30. doi: 10.1586/17434440.2014.862494
- Vaidya, A., Borgonovi, E., Taylor, R. S., Sahel, J.-A., Rizzo, S., Stanga, P. E., . . . Walter, P. (2014). The cost-effectiveness of the Argus II retinal prosthesis in retinitis pigmentosa patients. *BMC Ophthalmology*, 14(1), 1-10. doi: 10.1186/1471-2415-14-49
- Veraart, C., Raftopoulos, C., Mortimer, J. T., Delbeke, J., Pins, D., Michaux, G., . . . Wanet-Defalque, M.-C. (1998). Visual sensations produced by optic nerve stimulation using an implanted self-sizing spiral cuff electrode. *Brain Research*, 813(1), 181-186. doi: 10.1016/S0006-8993(98)00977-9
- Veraart, C., Wanet-Defalque, M.-C., Gerard, B., Vanlierde, A. et Delbeke, J. (2003). Pattern recognition with the optic nerve visual prosthesis. *Artificial Organs*, 27(11), 996-1004. doi: 10.1046/j.1525-1594.2003.07305.x
- Yue, L., Falabella, P., Christopher, P., Wuyyuru, V., Dorn, J., Schor, P., . . . Humayun, M. S. (2015). Ten-year follow-up of a blind patient chronically implanted with epiretinal prosthesis Argus I. *Ophthalmology*, 122(12), 2545-2552.e1. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.08.008

PROTOCOLE D'ÉVALUATION DE LA LOCALISATION AUDITIVE ADAPTÉ À LA CLIENTÈLE PRÉSENTANT UNE DÉFICIENCE VISUELLE ET AUDITIVE - VERSION SIMPLIFIÉE

Julie Dufour^{1,2}, M.O.A., Agathe Ratelle³, M.A., Tony Leroux^{1,2,4}, Ph. D.

¹ CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal - Institut Raymond-Dewar

² Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation du Montréal métropolitain

³ École d'optométrie, Université de Montréal

⁴ École d'orthophonie et d'audiologie, Faculté de médecine, Université de Montréal

CONTEXTE

Plusieurs projets ont été menés par l'équipe de recherche liée au programme conjoint en surdicécité de l'Institut Raymond-Dewar (IRD) et de l'Institut Nazareth et Louis-Braille (INLB), afin de répondre à un besoin clinique de maintien et de développement d'habiletés auditives en lien avec la sécurité dans les déplacements des personnes présentant une déficience visuelle et auditive (DVA) (Dufour, Ratelle et Leroux, 2009). En effet, les personnes n'ayant pas accès à de l'information visuelle fonctionnelle doivent utiliser des habiletés auditives complexes telles que la localisation auditive et la perception auditive de la distance, pour effectuer des déplacements sur rue de façon autonome et sécuritaire (Guth, Rieser et Ashmead, 2010; LaGrow et Long, 2011; Lawson et Wiener, 2010).

Pour soutenir les interventions en audiologie et en orientation et mobilité auprès de la clientèle présentant une DVA, un système d'évaluation de la localisation auditive (SÉLA) est utilisé à l'IRD (voir figure 1). Le SÉLA est une demi-sphère de localisation informatisée (opérée par un ordinateur), composée de 11 haut-parleurs répartis sur 180° sur un rayon d'un mètre, dont l'écart minimal d'une source sonore à l'autre est

de 18° (Giguère et al., 2001). Cet outil clinique a été adapté pour les besoins cliniques de la clientèle présentant une DVA et validé par la suite en 2005-2006 (Leroux, Dufour et Ratelle, 2013; Ratelle, Leroux, Dufour et Campos, 2012). Par ailleurs, un programme d'entraînement de la localisation auditive, réalisé conjointement par une audiologiste et une spécialiste en orientation et mobilité (SOM), a été élaboré pour l'utilisation spécifique avec le SÉLA (Dufour et Ratelle, 2015; Dufour, Ratelle, Leroux et Gendron, 2005).



Figure 1 : SÉLA utilisé à IRD

L'utilisation clinique du SÉLA étant limitée à quelques centres surspécialisés en raison de la structure physique et des coûts de l'équipement, une version simplifiée du protocole d'évaluation de la localisation auditive pour la clientèle présentant une DVA a été développée à moindre coût, pour l'utilisation dans les milieux cliniques non spécialisés en surdicécité. Cette version

simplifiée consiste à évaluer la localisation auditive à l'aide d'équipements audiologiques conventionnels, disponibles dans tous les centres cliniques offrant des services en audiologie : minimalement une cabine insonore, un audiomètre à deux canaux, un lecteur CD et deux haut-parleurs positionnés à 90° l'un de l'autre par rapport à la position de la personne évaluée. La personne évaluée est debout, a les yeux bandés et est déplacée dans la cabine insonore dans huit positions de départ (entre 0° et 360°) par rapport aux deux haut-parleurs (voir figure 2). Deux stimuli sonores (sons de circulation de 3 secondes sur pavé sec et sur pavé mouillé) sont présentés de façon aléatoire à deux intensités différentes (50 et 65 dBA) dans une séquence de 64 stimuli via un disque compact (CD). Six séquences aléatoires sont disponibles. La personne évaluée porte un casque muni d'un pointeur laser servant de système de pointage sur un carton gradué de -20° à +20°. Le carton gradué est positionné au-dessus de chacun des deux haut-parleurs, de façon à ce que 0° corresponde au centre du haut-parleur (voir figure 3). Lorsqu'un son est émis, la personne évaluée est invitée à déplacer sa tête et son corps en direction de la position perçue de la source sonore afin qu'une mesure à 1° près puisse être recueillie visuellement et notée par l'évaluateur.

Afin d'évaluer l'efficacité de la version simplifiée développée, une étude a été réalisée en deux phases.

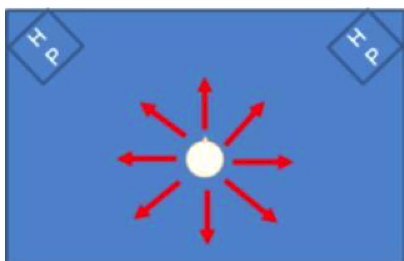


Figure 2 : Positions de départ de la personne évaluée



Figure 3 : Positionnement des cartons gradués

PHASE 1 : VALIDATION DE LA VERSION SIMPLIFIÉE (2011)

MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS

Au cours de la phase 1, la version simplifiée du protocole d'évaluation de la localisation auditive a été appliquée auprès de 30 adultes âgés de 18 à 50 ans (20 femmes et 10 hommes, moyenne d'âge de $37 \pm 9,5$ ans), présentant une audition et une vision normale. Les données quantitatives recueillies ont ensuite été comparées à celles obtenues avec le SÉLA (Leroux et al., 2013; Ratelle et al., 2012).

Les résultats obtenus avec la version simplifiée ont démontré que l'erreur absolue est similaire, bien que significativement inférieure à celle obtenue avec le SÉLA ($4,94^\circ$ vs $5,23^\circ$; $p=0,02$). Quant à l'erreur constante, aucune différence significative n'est mesurée entre l'erreur obtenue avec la version simplifiée et celle obtenue avec le SÉLA ($-0,28^\circ$ vs $-0,05^\circ$; $p=0,22$). L'erreur variable est également similaire bien que significativement inférieure à celle obtenue avec le SÉLA ($4,10^\circ$ vs $5,52^\circ$; $p<0,01$). La donnée normative obtenue (moyenne +2 écarts types) pour la version simplifiée et à considérer lors de l'analyse clinique des résultats est, pour l'erreur constante, l'erreur variable et l'erreur absolue, une mesure de 13° .

ADAPTATION DU MATÉRIEL UTILISÉ DANS LA VERSION SIMPLIFIÉE

Avant de procéder à la phase 2, des modifications ont été réalisées au niveau du matériel utilisé dans la version simplifiée. Les cartons gradués ont été agrandis afin de permettre une mesure de -45° à $+45^{\circ}$ du centre de chacun des haut-parleurs et aussi permettre la lecture de la position du pointeur laser pour une plus grande variété de taille des usagers. Un carton plus robuste a été utilisé et plastifié. Le choix privilégié pour l'installation des cartons gradués a été de maintenir les cartons au plafond avec des aimants (voir figure 4). Le casque laser a été amélioré pour un ajustement facilité sur la tête des usagers. Finalement, un manuel d'utilisation a été élaboré pour aider à l'installation du matériel et à la passation du test par les cliniciens.



Figure 4 : Modifications des cartons gradués et de leur installation

PHASE 2 : UTILISATION DE LA VERSION SIMPLIFIÉE EN MILIEU CLINIQUE (2012-2015)

MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS

La phase 2 consistait à documenter l'intérêt clinique de l'outil et à évaluer la faisabilité de son implantation dans des centres régionaux de réadaptation. Trois centres régionaux de réadaptation ont été recrutés et ont participé à cette phase de l'étude, soit le Centre de

réadaptation en déficience physique Le Bouclier des régions Laurentides et Lanaudière, le Centre de réadaptation en déficience physique Le Parcours à Jonquière et le Centre régional de réadaptation La RessourSe à Gatineau.

Une équipe d'intervenants constituée d'un audiologiste et d'un SOM a été désignée pour chacun des centres. Deux usagers présentant une DVA ont été recrutés par chacune des équipes d'intervenants pour un total de six usagers (4 femmes et 2 hommes, âgés de 61 à 67 ans). À partir des dimensions fournies par les intervenants pour chaque cabine insonore, deux cartons gradués personnalisés ont été fabriqués et envoyés avec l'ensemble du matériel (casque laser, CD, manuel d'utilisation) à chacun des centres participants. Chaque équipe d'intervenants était invitée à procéder à l'installation du matériel à l'aide des consignes fournies dans le manuel d'utilisation. Avant la passation du test aux usagers recrutés, l'installation du matériel a été validée auprès des cliniciens (échanges téléphoniques, envoi de photos de l'installation) et du soutien aux intervenants au niveau de la procédure de passation du test a été offert lorsque requis.

Suite à la passation du test aux usagers recrutés, des questionnaires d'appréciation (échelle quantitative et espace pour commenter) ont été complétés par les usagers et les cliniciens. L'équipe d'intervenants du centre de réadaptation pouvait contacter les chercheuses-cliniciennes de l'étude pour discuter des résultats obtenus en vue de guider le suivi clinique.

Tel qu'indiqué au tableau 1, les résultats des questionnaires d'appréciation remplis par les cliniciens indiquent principalement des difficultés d'installation du matériel liées à des facteurs physiques propres à chaque cabine audiolinguistique (ex. : position des haut-parleurs

Tableau 1 : Données recueillies via les questionnaires d'appréciation remplis par les cliniciens (SOM/audio) pour chaque centre (C1, C2 et C3)

QUESTIONS 1 : Très difficile 5 : Très facile	CLINICIENS				
	C1 (audio)	C1 (SOM)	C2 (#1) (SOM/ audio)	C2 (#2) (SOM/ audio)	C3 (SOM/ audio)
Clarté des instructions					
• Installation	2	3	3	4	2
• Procédure de passation	3	4	3	4	4
Marquage					
• Position des pieds (croix)	5	4	2	PR	5
• Positions de désorientation (n=8)	3	4	3	PR	4
Installation des cartons gradués	3	3	2	2	2
Durée de l'évaluation	4	4	2	3	3
Difficulté de la tâche					
• Ajustement du casque laser	5	4	5	5	4
• Mesure	5	PR	4	4	4
• Notation des résultats	5	PR	1	4	5
• Désorientation	5	4	4	4	5
Inconfort					
• Bandeau	5	4	5	5	5
• Équilibre	5	3	5	5	3
• Fatigue	5	3	5	3	3
Interprétation de résultats	PR	PR	3	4,5	3
Utilité clinique	5	Excellent	2 (audio) 5 (SOM)	5	Données normatives ?

Tableau 2 : Données recueillies via les questionnaires d'appréciation remplis par les usagers (#1 et #2) pour chaque centre (C1, C2 et C3)

QUESTIONS 1 : Très difficile 5 : Très facile	CLINICIENS					
	C1 (#1)	C1 (#2)	C2 (#1)	C2 (#2)	C3 (#1)	C3 (#2)
Bandeau	5	5	5	5	N/A	5
Désorientation	5	3	4	5	5	3
Durée	5	3	5	5	5	4
Consignes	BON	BON	BON	BON	BON	BON
Tâche	5	3	5	5	4,5	5
Fatigue	5	3	5	5	5	2

n'étant pas toujours à 90° l'un de l'autre par rapport à l'utilisateur, engendrant la superposition des deux cartons gradués; lumineuse parfois présent dans la trajectoire du carton gradué) et au maintien des cartons gradués au plafond de la cabine (plafond parfois irrégulier ne permettant pas toujours une bonne adhérence des aimants). Bien qu'un manuel d'utilisation de la version simplifiée était fourni, du soutien a été requis à l'application du protocole d'évaluation afin de s'assurer d'une présentation correcte de la séquence de stimuli. Au niveau de la notation des résultats, il n'était pas possible de noter précisément la réponse en présence d'une erreur supérieure à 45° (ex. : erreur de type confusion avant-arrière). Néanmoins, selon les intervenants participant à l'étude, les tâches demandées sont réalistes pour les usagers et la version simplifiée est considérée utile par la plupart des cliniciens, en particulier par les SOM. En effet, les résultats obtenus à ce protocole d'évaluation pouvaient leur donner de l'information pertinente dans la poursuite de leurs interventions avec l'utilisateur. Par exemple, de meilleures performances étaient notées pour un usager suite à l'ajustement de ses appareils auditifs. Pour un autre usager, les résultats obtenus à l'évaluation confirmaient de bonnes habiletés de localisation auditive en milieu contrôlé avec une erreur constante de -1,1° et une erreur absolue de 3,3°.

Concernant l'appréciation des usagers (tableau 2), les données recueillies via le questionnaire nous ont permis de constater, pour la plupart des usagers, qu'aucun problème n'est présent au niveau du confort par rapport au port du bandeau, à la marche de désorientation et à la durée de l'évaluation, de même que pour la clarté des consignes, de l'exécution de la tâche demandée et du degré de fatigue lié à l'évaluation. Pour une usagère (C1#2), la compréhension de la tâche a été difficile : le déplacement pour s'aligner

face à la source sonore était trop lent pour qu'une réponse valide soit notée et l'utilisateur arrêta son mouvement au moment de l'arrêt du son plutôt que de poursuivre son alignement jusqu'à la position perçue de la source sonore. Pour cette usagère, un stimulus plus long aurait pu aider à l'obtention d'une réponse valide.

CONCLUSION

Suite à cette étude, nous pouvons conclure que la version simplifiée du protocole d'évaluation de la localisation auditive pour la clientèle présentant une DVA est un outil clinique utile et apprécié. Toutefois, certaines améliorations doivent encore être apportées pour faciliter l'installation, assurer une compréhension adéquate de la procédure, permettre une mesure plus précise pour les erreurs excédant 45° et développer une manière conviviale d'interpréter les résultats cliniques obtenus.

BÉNÉFICES ET SUITES DE L'ÉTUDE

À cet égard, il est important de mentionner que l'utilisation clinique de cet outil a encouragé le travail conjoint audiologiste et SOM en région. De plus, une réflexion est en cours avec d'autres partenaires afin d'explorer les possibilités d'amélioration de cet outil clinique tout en conservant un coût abordable pour favoriser l'accès aux centres régionaux souhaitant se procurer l'outil. Finalement, la disponibilité de cet outil clinique pourrait aussi permettre d'entraîner certaines habiletés de localisation auditive en milieu contrôlé chez les personnes avec DVA présentant un besoin de déplacement sur rue. En ce sens, une version adaptée des exercices disponibles dans le programme d'entraînement utilisé avec le SÉLA est possible et envisagée.

REMERCIEMENTS

Nous souhaitons remercier tous les étudiants, les collaborateurs, les participants, les usagers et les établissements de réadaptation qui ont permis de réaliser cette étude. Nous espérons que vous accepterez ces remerciements individuellement.

BIBLIOGRAPHIE

- Dufour, J. et Ratelle, A. (2015). *Programme d'entraînement de la localisation auditive pour une clientèle présentant une surdité : programme conjoint en surdité, Institut Nazareth et Louis-Braille, Institut Raymond-Dewar* [ressource électronique]. Repéré à <http://www.inlb.qc.ca/professionnels-recherche/formation-et-sensibilisation/sela/>
- Dufour, J., Ratelle, A. et Leroux, T. (2009). Enhancing localization abilities of individuals with visual and hearing impairments: Ten years of concerted work between researchers and clinicians in audiology and in orientation and mobility. Dans O. Overbury et J. Gresset (dir.), *Research and Rehabilitation Partnerships: Proceedings of the 9th International Conference on Low Vision – Vision 2008. Montréal, 7-11 juillet 2008* (p. 104-107). Montréal: Université de Montréal, École d'optométrie ; Longueuil: Institut Nazareth et Louis-Braille.
- Dufour, J., Ratelle, A., Leroux, T. et Gendron, M. (2005). Auditory localization training model: Teamwork between audiologist and O&M specialist – pre-test with a visually impaired person using bilateral cochlear implants [Communication à International Conference on Low Vision – Vision 2005. Londres, UK, 4-7 avril 2005]. *International Congress Series, 1282*, 109-112.
- Giguère, C., Laroche, C., Leroux, T., Cloutier, D., Dion, R., Marcil, A., . . . Têtu, É. (2001, août). *Development of a system for evaluating sound localization acuity*. Communication par affiche présentée au 25e Congrès mondial de l'Association internationale de logopédie et phoniatrie, Montréal, QC.
- Guth, D. A., Rieser, J. J. et Ashmead, D. H. (2010). Perceiving to move and moving to perceive: Control of locomotion by students with vision loss. Dans W. R. Wiener, R. L. Welsh et B. B. Blasch (dir.), *Foundations of Orientation and Mobility* (3e éd., Vol. 1, p. 3-44). New York: AFB Press.
- LaGrow, S. et Long, R. G. (2011). *Orientation and mobility: Techniques for independence*. (2e éd.). Alexandria, VA: AER publication.
- Lawson, G. D. et Wiener, W. R. (2010). Improving the use of hearing for orientation and mobility. Dans W. R. Wiener, R. L. Welsh et B. B. Blasch (dir.), *Foundations of Orientation and Mobility* (3e éd., Vol. 2, p. 91-117). New York: AFB Press.
- Leroux, T., Dufour, J. et Ratelle, A. (2013, mai). *L'audiologiste et le spécialiste en orientation et mobilité, un couple idéal pour danser dans le noir*. Communication présentée 2e Colloque international de réadaptation sur la surdité, la surdité et les troubles du langage et de l'audition, Montréal, QC.
- Ratelle, A., Leroux, T., Dufour, J. et Campos, U. (2012). Auditory localization capability: Assessment and training tools. Update on bilateral cochlear implantation. Dans S. LaGrow (dir.), *Mobility through the ages, up over & down under: 14th International Mobility conference (IMC 14). Palmerston North, Nouvelle-Zélande, 13 au 16 février 2012* (p. 186-189). New Zealand: Massey University.

Utilisation actuelle du braille intégral et abrégé français au Québec

Charles-André Labbé¹, B. Éd., Louise Laroche¹, B. Éd., Catherine Benoît¹, B. Éd., Fabien St-Pierre-Lussier¹, B. Éd., Walter Wittich², Ph. D.

¹ *École Jacques-Ouellette - Centre suprarégional en déficience visuelle, Service de soutien et d'expertise en déficience visuelle MEES*

² *École d'optométrie, Université de Montréal et CRIR-Centre de réadaptation MAB-Mackay du CIUSSS du Centre-Ouest-de-l'Île-de-Montréal*

RÉSUMÉ

Dans la perspective d'améliorer l'enseignement du braille aux enfants d'âge scolaire au Québec en tenant compte des nouvelles réalités technologiques, une équipe de personnes-ressources en déficience visuelle a interrogé 23 utilisateurs de braille, âgés entre 18 et 40 ans. L'objectif était de connaître leur utilisation et leur appréciation du braille intégral et du braille abrégé dans leurs activités quotidiennes. L'étude des résultats nous amène au constat que le braille abrégé est de plus en plus délaissé au profit d'outils d'aide technologique (synthèse vocale, afficheur braille, etc.) auxquels les utilisateurs attribuent les avantages du braille abrégé, c'est-à-dire un gain de temps et un gain d'espace sans l'effort cognitif exigé par l'apprentissage d'un code supplémentaire. Il en ressort aussi que l'apprentissage du braille intégral demeure incontournable pour l'éducation et pour l'accès au marché du travail.

UTILISATION ACTUELLE DU BRAILLE INTÉGRAL ET ABRÉGÉ FRANÇAIS AU QUÉBEC

Le braille est le moyen principal de communication écrite à l'usage des personnes aveugles et il est utilisé partout dans le monde. Les codes varient

selon la langue des utilisateurs. Comme un texte transcrit en braille intégral occupe beaucoup d'espace comparativement à celui des imprimés ordinaires, plusieurs pays ont développé un système abrégé parallèlement au braille intégral.

Celui-ci contient des abréviations utilisées pour représenter certains mots plus fréquents ou pour représenter les affixes. Par exemple, en français, la lettre « b » ⠠ représente le mot « bien » et « passagèrement » est représenté par les lettres « psgèm » ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠.

Actuellement, le braille abrégé français utilisé dans le système scolaire québécois comporte 1 217 abréviations, réparties en quatre niveaux dont l'apprentissage est ajouté au cheminement académique de l'élève. Pour un élève aveugle qui entre à l'école, l'apprentissage du code intégral se fait en première année et celui du code abrégé se fait sur les quatre années suivantes, parallèlement à toutes les autres matières du curriculum scolaire et à tous les autres apprentissages liés à l'autonomie, aux déplacements et à la socialisation.

Les façons d'utiliser le braille sont en constante évolution. Par le passé, la maîtrise du braille abrégé était indispensable pour accéder aux études supérieures et au marché du travail. Maintenant, les différents outils technologiques offerts aux personnes aveugles permettent un accès rapide

à l'information. Notre rôle de pédagogue nous amène à réfléchir sur l'utilisation du braille abrégé français et à nous pencher sur les réalités actuelles de l'élève utilisateur de braille. À cet égard, nos préoccupations sont orientées sur les enjeux pédagogiques et l'effort cognitif demandé par l'apprentissage du braille abrégé, considérant sa réelle utilisation et les outils d'aide technologique maintenant disponibles.

RECENSION DES ÉCRITS PORTANT SUR LE BRAILLE ABRÉGÉ

- Économie d'espace : Lewi-Dumont considère qu'il permet un gain d'espace appréciable évalué à 40 % (1997, p. 179). Fontaine (2000, p. 126), de son côté, estime la réduction d'espace de l'ordre de 25 à 30 %. Pour le code braille anglais, la question est plutôt de savoir si l'économie d'espace est une raison valable pour encourager l'apprentissage du braille abrégé sans tenir compte des avantages du braille intégral (Hong et Erin, 2004).
- Vitesse de lecture : Lewi-Dumont (1997, p. 178) cite Pierre Villey: « un lecteur lisant 125 mots/minutes en intégral en lit 189 en abrégé ». Il y aurait ici un gain de vitesse de 15 %. De son côté, Mousty estime le gain à seulement 10 % chez des lecteurs expérimentés. Il ajoute aussi que « l'avantage est plus faible, voire négatif, chez les sujets moins entraînés » (Mousty, 1986, p.155-156).
- Surcharge cognitive occasionnée par l'apprentissage d'un code supplémentaire : Fontaine (2000, p. 94) explique que le temps requis pour l'apprentissage (4 ans) est trop long « pour l'acquisition d'une simple technique d'écriture ». Lewi-Dumont (1997, p. 141) explique que les élèves utilisateurs de braille « ne sont pas en mesure de supporter

la surcharge que donne l'apprentissage d'un nouveau code, mis en place peu de temps après l'acquisition de la lecture », posant ainsi des problèmes de mémorisation puisqu'en français, « dans un texte abrégé, les abréviations touchent presque tous les mots, à des degrés divers. » Cet avis est supporté par Fontaine (p. 94) qui constate aussi qu'un « trop grand nombre d'abréviations exclut que la mémorisation puisse se faire dans un laps de temps très court. » Elle ajoute aussi que le braille abrégé français est un « système de notation trop compliqué, trop hétéroclite et trop difficile à assimiler ». Hatwell (2003, p. 172) renchérit qu'il « alourdit la charge cognitive du jeune apprenant et pose en outre le problème de la connaissance orthographique de la langue. »

- Outils d'aide technologique : de nouveaux moyens permettent une économie d'espace, tels que la plage tactile et la synthèse vocale. En effet, de plus en plus de documents sont conservés électroniquement plutôt que sur papier (Hong et Erin, 2004; Lewi-Dumont, 1997, p. 149-150). Pour les études postsecondaires, au Québec, les services aux étudiants en situation de handicap de niveau collégial et universitaire qui proposent la production de documents en médias substitués (braille, textes électroniques, etc.), produisent en majorité des textes électroniques; ces derniers ont l'avantage de pouvoir satisfaire une plus grande quantité d'utilisateurs tout en étant plus rapides et plus économiques à produire. Pour les écoles primaires et secondaires, les directives de la Sanction des études du MÉLS font aussi mention de l'utilisation des outils d'aide technologique en permettant, notamment, l'utilisation de l'E-text. « Ce format permettra ainsi aux élèves d'utiliser des outils d'aide technologique lors de la passation

des épreuves en complément à la version en braille. » (Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport, 2014).

OBJECTIFS

Afin d'avoir une idée plus juste de la réalité des jeunes adultes aveugles francophones du Québec, et d'améliorer notre enseignement à cette réalité, nous avons cherché à savoir leur utilisation du braille intégral et du braille abrégé dans leur vie quotidienne. Nous voulions également connaître leurs avis quant à l'importance d'apprendre chacun de ces codes pour de jeunes aveugles qui commencent l'école. Nous avons aussi vérifié auprès de ces mêmes personnes si leur fluidité en lecture était différente selon le code braille, intégral ou abrégé.

MÉTHODE

Une entrevue téléphonique sur l'utilisation actuelle du braille intégral et abrégé ainsi qu'un court test de lecture ont été les moyens choisis pour recueillir les données ayant servi à notre recherche. Une équipe de personnes-ressources en déficience visuelle a bâti un questionnaire qui visait à vérifier de quelles façons et dans quels contextes de leur vie les utilisateurs de braille adultes du Québec se servaient du braille intégral et du braille abrégé français. Les sujets avaient aussi à qualifier leur expérience d'apprentissage du braille et à décrire leurs habitudes de lecture et d'écriture. Finalement, ils avaient à porter un jugement sur l'importance et l'avenir du braille intégral et du braille abrégé français. Vingt-trois personnes, rejointes par contact personnel ou par les réseaux sociaux, répondaient aux critères établis : être âgées de 18 à 40 ans, utiliser le braille comme mode de communication, avoir appris le braille abrégé québécois et avoir réussi la troisième année du secondaire. L'entrevue

téléphonique était d'environ une heure; elle a été faite par une personne qui n'avait aucun lien avec le milieu de la déficience visuelle et qui n'avait aucune connaissance en braille.

COURT TEST DE LECTURE EN BRAILLE INTÉGRAL ET EN BRAILLE ABRÉGÉ

À la suite de l'entrevue téléphonique, les sujets étaient sollicités pour participer à la lecture d'un texte embossé en braille intégral et d'un texte embossé en braille abrégé. Douze sujets étaient disponibles pour recevoir un examinateur. Les deux textes choisis étaient tirés d'un roman récent pour jeunes adolescents (niveau début secondaire) et ils étaient tous deux embossés en braille intégral et en braille abrégé. Les participants devaient lire les deux textes. L'ordre de lecture a été établi de façon aléatoire. La fluidité de lecture était calculée sur la base du nombre de mots lus en trois minutes. De plus, les erreurs de lecture étaient notées par l'examineur.

SUJETS

L'échantillonnage comprenait 12 femmes et 11 hommes. Sept personnes avaient de 18 à 22 ans, 4 avaient de 23 à 27 ans, 6 avaient de 28 à 32, 4 avaient de 33 à 37 ans et 2 de 38 à 40 ans. Parmi elles, 16 personnes avaient une déficience visuelle de naissance et les autres avaient développé une déficience visuelle entre l'âge de 5 et 20 ans. La majorité des sujets (15/23) avaient fait des études collégiales ou universitaires. Les autres avaient terminé la 4^e ou la 5^e année du secondaire. Seize sujets étaient encore aux études. Neuf sujets occupaient un emploi dont 6 dans le milieu de la déficience visuelle.

Pour lire et pour écrire, tous les sujets utilisaient un ordinateur, une plage tactile et un logiciel de revue d'écran de type Jaws. De plus, 20 des sujets

se servaient d'un numériseur et le même nombre, d'un lecteur numérique de type Victor Reader. Un sujet utilisait une dactylo braille et un autre se servait d'une tablette et d'un poinçon.

Pour 13 des 23 sujets, le braille est le mode de communication dans lequel ils ont appris à lire et à écrire. Les autres ont appris à lire et à écrire en imprimé, puis ont dû apprendre le braille à la suite de baisses de vision. De plus, 20 sujets ont complété l'apprentissage des 4 niveaux de braille abrégé, c'est-à-dire de toutes les abréviations du braille français du système scolaire québécois. Un peu plus de la moitié des sujets (13/23) ont appris le braille dans une école spécialisée tandis que les autres ont fréquenté une école ordinaire. Finalement, 18 sujets ont qualifié leur apprentissage du braille abrégé comme étant « facile » ou « très facile ». En outre, 19/23 se considèrent de bons lecteurs de braille abrégé.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les pourcentages des réponses ci-dessous réfèrent à la proportion des sujets qui ont répondu « souvent » ou « très souvent » à chacune des questions. Aux questions relatives à la lecture, le braille intégral est utilisé pour lire par 85 % des lecteurs, le braille abrégé par 59 %, alors que la synthèse vocale est utilisée à 95 %. Ce résultat confirme nos perceptions et celles des enseignants travaillant auprès des jeunes non-voyants. Quant aux questions sur les modes d'écriture et de relecture, 59 % utilisent le braille intégral, 30 % font appel au braille abrégé et 56 % effectuent la relecture à l'aide de la synthèse vocale.

Une liste de 10 tâches reliées au travail ou aux études a été suggérée aux sujets.

- *Type de tâches reliées au travail ou aux études* – Carnet d'adresses ou téléphonique.

Courriel et correspondance. Manuel relié aux études. Roman relié aux études. Lecture reliée au travail. Revue ou journal. Recherche d'informations. Rédaction de rapports. Formulaire à compléter. Notes de cours. Autres tâches.

- *Type de tâches reliées aux loisirs et à la vie quotidienne* – Carnet d'adresses ou téléphonique. Courriel ou correspondance. Recettes. Roman. Dépliants. Revue ou journal. Recherche d'informations. Liste d'épicerie. Formulaire à compléter. Notes personnelles. Administration (compte-facture-budget). Gestion de médicaments. Autres tâches.

La figure 1 présente les tâches ayant obtenu un nombre de réponses significatif. Ces réponses nous indiquent que le braille abrégé sert souvent ou quotidiennement pour 30 à 35 % des sujets. Cependant, 7 des 9 sujets qui occupent un emploi disent se servir du braille abrégé pour les lectures reliées au travail. Le fait que 6 d'entre eux travaillent dans le milieu de la déficience visuelle n'est peut-être pas étranger à ce résultat.

Parmi les tâches reliées aux loisirs et à la vie quotidienne, la lecture de romans est l'activité qui se démarque : 65 % des sujets lisent souvent ou quotidiennement des romans en braille abrégé. Il est à noter que la plupart des romans sont exclusivement offerts en braille abrégé.

UTILITÉ DU BRAILLE INTÉGRAL

Le dernier volet du questionnaire touchait la perception des sujets relativement à l'utilité du braille aujourd'hui et la recommandation de son apprentissage par les enfants non-voyants. Les phrases entre guillemets sont les réponses textuelles des sujets. Tous les sujets sauf un

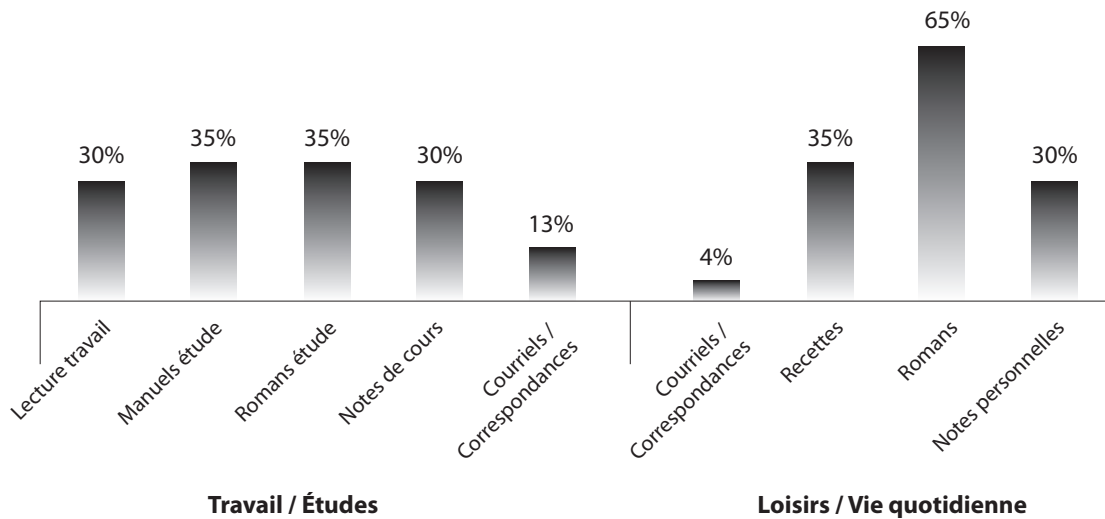


Figure 1. Tâches reliées à l'utilisation du braille abrégé souvent ou quotidiennement (n = 23)

(95 %) reconnaissent l'utilité de connaître le braille intégral aujourd'hui et d'en recommander l'apprentissage à un enfant non-voyant. Les sujets le perçoivent comme la base de l'alphabétisation, « sinon les enfants seront illettrés ». La raison qui revient le plus souvent est l'apprentissage et le maintien de l'orthographe (n=14 sujets). « Sans braille intégral, on perd le sens de l'orthographe ». Il donne aussi accès à la lecture (n=9). Par ailleurs, le braille intégral permet de s'intégrer à la société. Il donne un meilleur accès aux études et à un meilleur emploi (n=6). Finalement, l'accès à l'informatique (n=4) est une autre raison mentionnée : « c'est le plus répandu avec les aides informatiques actuelles ».

UTILITÉ DU BRAILLE ABRÉGÉ

Soixante-dix-huit pourcent (78 %) des sujets estiment qu'il est « utile » ou « très utile » de connaître le braille abrégé aujourd'hui. La principale raison mentionnée est reliée au rythme de travail. L'augmentation de la vitesse de lecture est l'argument qui revient le plus souvent. Plusieurs sujets disent que « ça permet de lire plus rapidement » (n=11). Cependant, les résultats du

test de lecture à voix haute que nous avons fait passer ne soutiennent pas cette affirmation. Pour un même lecteur, la vitesse de lecture du braille abrégé en mots par minute (M=91, ÉT=45) n'est pas significativement différente d'un point de vue statistique que celle en braille intégral (M=84, ÉT=36; $t(11)=1,46$, $p=0,17$, $\eta^2=0,16$). La fluidité n'est augmentée que de 8,33 %; ce résultat va dans le même sens que les différentes études consultées, c'est-à-dire 10 %.

La seconde raison concerne l'accessibilité des documents (n=4). « Il y a beaucoup de documents qui sont juste en braille abrégé donc je ne pourrais pas lire tout ce que je veux ». « Ça permet un plus grand choix de livres ». Le braille abrégé est donc un outil supplémentaire pour accéder à la connaissance. La troisième raison est l'aspect pratique; les volumes abrégés prennent moins d'espace (n=4), « les livres sont moins volumineux ». C'était, à l'origine, la fonction première de l'implantation d'un code d'abréviations, mais il nous semble que ce n'est pas un motif suffisant pour justifier l'apprentissage de ce code aujourd'hui. D'ailleurs, les sujets n'accordent pas une grande importance à cette raison.

D'un autre côté, 22 % des sujets considèrent que de connaître le braille abrégé aujourd'hui leur est « peu utile » ou « pas du tout utile », car « les situations où nous sommes confrontés avec le braille abrégé sont presque nulles » (n=4). Les autres raisons évoquées sont la préférence pour le mode sonore (n=2) et la difficulté reliée à son apprentissage (n=1). Bien que 78 % des sujets considèrent que de connaître le braille abrégé est « utile » ou « très utile », nous notons que 92 % d'entre eux recommanderaient aux parents d'un enfant non-voyant de lui faire apprendre le braille abrégé. Encore une fois, la vitesse de lecture plus rapide (n=11), l'accessibilité à tous les documents écrits en braille (n=4) et le gain d'espace (n=3) sont les raisons données. Le souci de donner tous les outils disponibles aux enfants « afin qu'ils aient le choix de lire ce qu'ils veulent et surtout pour fonctionner comme les autres » est une motivation qui revient chez 5 sujets.

Malgré leur opinion favorable, quelques sujets nuancent leur pensée quant à l'avenir du braille abrégé : « avec la nouvelle technologie, c'est moins essentiel » et « dans 20 ans, il n'y en aura presque plus ». De plus, deux sujets laisseraient le libre choix à l'enfant de commencer cet apprentissage ou de le faire plus tard dans la scolarité. Les deux sujets qui ne recommandent pas l'apprentissage du braille abrégé justifient leur opinion par une faible fréquence d'utilisation et par la difficulté d'apprendre les abréviations françaises. Quoique les sujets recommandent, en grande majorité, l'apprentissage du braille abrégé, il n'en demeure pas moins que la perception de son utilité dans leur vie actuelle est moins affirmée. De plus, lorsque nous comparons avec l'utilisation qui en est faite, en moyenne, seulement 21 % des sujets utilisent « souvent » ou « quotidiennement » le braille abrégé dans leurs activités liées au travail, aux études, aux loisirs ou à la vie quotidienne.

LIMITES

Le braille demeure un sujet délicat et émotif pour plusieurs utilisateurs; le fait de s'interroger sur son utilisation peut donc avoir embarrassé certains participants et modulé leurs réponses. Après la compilation des réponses des sujets, il nous est apparu que certaines questions auraient pu être ajoutées pour apporter plus de clarté ou de nuances lors de l'interprétation des résultats, ceci même si le questionnaire avait été validé auprès de trois utilisateurs de braille au préalable. Dans le même ordre d'idée, nous avons compris que la question portant sur le mode d'écriture du braille avait pu porter à confusion entre le clavier braille de la plage tactile et le clavier traditionnel d'ordinateur. Finalement, nous avons aussi réalisé que certaines questions de l'étude ont mesuré la fréquence d'utilisation sans pour autant considérer la durée.

CONCLUSION

Le portrait qui se dégage de l'utilisation actuelle du braille français au Québec nous indique que le braille abrégé est peu utilisé par les non-voyants interrogés. Malgré l'importance que ceux-ci accordent à l'apprentissage du braille abrégé, son utilisation est très faible au travail, dans les études postsecondaires, les loisirs et les activités de la vie quotidienne. Seule la lecture de romans fait exception, car la majorité ne sont produits qu'en braille abrégé. Nous constatons également que la synthèse vocale est le moyen privilégié pour la lecture.

Le braille intégral demeure un incontournable pour l'apprentissage de la langue écrite. Nous croyons que l'on devrait concentrer toutes les ressources sur l'enseignement du braille intégral et abandonner l'enseignement du braille abrégé à l'école primaire et secondaire.

L'arrivée des nouvelles technologies a révolutionné les façons d'accéder à la communication écrite et le braille n'y échappe pas. Les outils d'aide technologique possèdent les avantages qui ont été attribués au braille abrégé par les sujets de notre étude : efficacité de travail et diminution de l'espace pris par les volumes imprimés. Pour les jeunes non-voyants, le faible gain de vitesse de lecture en braille abrégé français ne justifie pas le temps et les efforts cognitifs requis par l'apprentissage de ce code.

Il est cependant important de baliser l'utilisation du mode sonore dans le cadre des apprentissages scolaires. Nous croyons que l'impact de ce mode de lecture chez les non-voyants devrait faire l'objet d'études subséquentes afin d'en mesurer l'effet sur la compréhension de lecture ainsi que sur l'apprentissage de l'orthographe.

RÉFÉRENCES

- Fontaine, C. (2000). *Analyse et révision du système d'abréviations braille français* (Thèse de doctorat inédite). Université Laval, Québec, QC.
- Hatwell, Y. (2003). *Psychologie cognitive de la cécité précoce*. Paris, France : Dunod.
- Hong, S. et Erin, J. N. (2004). The impact of early exposure to uncontracted braille reading on students with visual impairments. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 98, 325-340.
- Lewi-Dumont, N. (1997). *L'apprentissage de la lecture chez les enfants aveugles : difficultés et évolution des compétences*. Villeneuve d'Ascq, France : Atelier national de reproduction des thèses.
- Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport. (2014). Diffusion des épreuves de la session d'examen de mai-juin 2014 en format E-text (texte électronique). *Info / Sanction* 13-14-026, 1.
- Mousty, P. (1986). *La lecture de l'écriture Braille* (Thèse de doctorat inédite). Université Libre de Bruxelles, Belgique.

©2016
CISSS de la Montérégie-Centre
Installation Institut Nazareth et Louis-Braille
École d'optométrie - Université de Montréal
ISBN : 978-2-89376-135-0 (imprimé)
ISBN : 978-2-89376-136-7 (PDF)