

Le livre tactile

6.1. Le développement de la conscience de l'écrit

La conscience de l'écrit fait référence à un ensemble de connaissances que l'enfant possède sur la langue écrite avant même de savoir lire (Giasson & Thériault, 1983). Selon ces chercheuses, la conscience de l'écrit se résume en quatre axes principaux : (i) connaître l'existence de la lecture (i.e. savoir qu'il existe un processus qui s'appelle « lecture » et qui consiste à établir une relation entre le langage oral et des signes graphiques), (ii) connaître les fonctions de l'écrit, (iii) connaître les conventions de l'écrit (*e.g.* lecture se fait de gauche à droite et de haut en bas), (iv) connaître les concepts de lettre, de mot et de phrase.

Ces connaissances se développent de façon informelle, lors d'activités liées à la lecture, à la maison, à la garderie ou à la crèche (Yaden et al., 1999). Toutefois, les enfants non-voyants n'ont pas accès à des livres illustrés comme les voyants. Le travail des transpositeurs et éditeurs pour créer des livres tactiles est particulièrement chronophage et coûteux (Lewi-Dumont, 2016). De ce fait il y en a très peu sur le marché et certains enfants peuvent entrer à l'école sans jamais avoir eu accès à un livre (Claudet, 2014). Les enfants non-voyants n'arrivent donc pas avec le même bagage de connaissances que les enfants voyants (Chelin, 1999; Comtois, 1997; Koenig & Holbrook, 2000; Lewi-Dumont, 1997; Swenson, 1988). Le peu d'expériences qu'ils ont en communication écrite limite l'acquisition de compétences émergentes (Wormsley, 2003) et certains enfants n'ont pas encore compris la relation entre le langage parlé et le langage écrit en arrivant à l'école (Swenson, 1988). Le développement de la conscience de l'écrit nécessite chez les enfants non-voyants une intervention spécifique (Chelin, 1999; Comtois, 1997; Drezek, 1999; Koenig & Farrenkopf, 1997; Koenig & Holbrook, 2000; Lewi-Dumont, 1997; McGregor & Farrenkopf, 2002; D. Miller, 1985; Russotti, Shaw, & Spungin, 2004; Stratton & Wright, 1991; A. Swenson, 2003). Les performances en lecture des enfants sont en partie

influencées par les conceptions qu'ils ont de l'acte de lire avant tout apprentissage structuré (Lewi-Dumont, 1997). Il est donc important que les enfants non-voyants puissent avoir facilement accès à du matériel et à des outils de lecture (Chelin, 1999; Drezek, 1999; Koenig & Holbrook, 2000; Lewi-Dumont, 1997; D. Miller, 1985; A. Swenson, 2003).

La lecture à haute voix est une activité importante dans le développement de la conscience de l'écrit chez les enfants non-voyants (Chelin, 1999; Comtois, 1997; Koenig & Farrenkopf, 1997; Koenig & Holbrook, 2000; Lewi-Dumont, 1997; McGregor & Farrenkopf, 2002; D. Miller, 1985; Stratton & Wright, 1991). Dès le plus jeune âge, les enfants peuvent porter attention et apprécier les différents tons de la voix de la personne qui leur lit une histoire. Grâce à la lecture à haute voix les enfants découvrent les sons, la structure d'une phrase, les mots, le débit, les rimes et le rythme, ce qui favorise le développement des habiletés langagières nécessaires au développement de la conscience de l'écrit. Cette activité permet de prendre conscience que les symboles ont un sens, que l'histoire provient de l'écrit et de favoriser le développement d'un attrait pour la lecture (Clay, 1991; L. Gibson, 1989; Neuman & Roskos, 1997; Teale, Sulzby, & Others, 1989) La lecture à voix haute permet également une implication progressive dans la lecture. Cela commence par le simple fait de tourner les pages (Miller, 1985). Pour les enfants non-voyants certains chercheurs recommandent que les mains de l'enfant soient placées sur celles du lecteur au cours de la lecture (Koenig & Holbrook, 2000; A. Swenson, 2003). En bougeant les mains de gauche à droite tout au long de la page, l'enfant découvre que les « points » forment des lettres. Lorsque l'enfant connaît déjà l'histoire il peut terminer les phrases à la place du lecteur ou suivre seul une partie du texte avec le doigt et reconnaître la configuration braille de certains mots familiers (Koenig & Holbrook, 2000). Toutes ces premières expériences permettent à l'enfant de développer une conscience de l'écrit en intégrant le concept de livre, de lecture, de lettre, de mot et de phrase.

6.2. La compréhension orale et écrite

La compréhension peut être définie comme l'acte de construire un sens à partir d'un texte écrit ou oral (Duke & Carlisle, 2011). Pour comprendre, l'auditeur ou lecteur doit tout d'abord accéder au sens des mots, puis traiter la syntaxe de la phrase et former une cohérence locale en faisant le lien avec les phrases précédentes (Duke & Carlisle, 2011). Pour former une cohérence locale il est nécessaire de comprendre les informations présentées explicitement dans le texte mais également de comprendre les informations qui peuvent en être déduites c'est-à-dire faire des inférences (*e.g.* déduire à qui fait référence un pronom dans le texte) (Kintsch & Kintsch, 2005). Les informations qui viennent d'être mises en lien doivent ensuite être stockées en mémoire sous forme d'une représentation mentale de la situation, ou modèle mental (Johnson-Laird, 1983). Pendant la lecture, des représentations mentales sont construites de façon cyclique car l'information est continuellement traitée (Kintsch, 1998; Zwaan & Madden, 2004). Au fur et à mesure que le lecteur progresse dans le texte, le modèle mental est mis à jour. Cette mise à jour est obtenue en intégrant et en éliminant des éléments du modèle mental afin qu'il corresponde à la situation (Glenberg & Langston, 1992).

Les processus de compréhension n'ont pas été étudiés en détail chez les enfants non-voyants en partie parce que l'on suppose qu'ils sont identiques à ceux des voyants (Edmonds & Pring, 2006). La compréhension est axée sur deux processus principaux : l'accès au sens des mots et à la syntaxe des phrases et les capacités à faire des inférences. Les premiers mots appris sont souvent utilisés dans un contexte sémantique inadapté (*e.g.* utiliser le mot « chien » pour désigner tous les animaux à 4 pattes) (De Temple & Snow, 2003). Les enfants apprennent de nouveaux mots en manipulant des objets de façon conjointe avec une personne qui leur mentionne le nom de l'objet (Tomasello & Farrar, 1986). Au fur et à mesure des interactions les enfants apprennent un vocabulaire plus large. L'accès au sens des mots est plus compliqué pour les enfants non-voyants. En effet, ces derniers peuvent se construire des représentations

erronées sur des sujets très présents chez leur pairs voyants mais difficiles d'accès sans la vision (e.g. assimilation de la larve à l'insecte pour le mot papillon) (Lewi-Dumont, 2000).

Chez les enfants voyants ou non-voyants avec de faibles performances en compréhension, on observe que la capacité à répondre à des questions nécessitant de faire des inférences est plus faible que pour les enfants ayant de bonnes compétences en lecture. Cependant, les capacités à répondre à des questions sur des informations explicites du texte sont similaires (Edmonds & Pring, 2006). Les auteures ont observé ce même résultat pour des textes lus ou écoutés et n'ont pas observé de différence de performance entre les enfants voyants et non-voyants pour des questions nécessitant de faire des inférences. Les auteures n'ont pas observé de différence entre les d'enfants voyants et non-voyants pour les questions sur des informations explicites, lors de la compréhension écrite. Cependant, pour la compréhension orale, il semble que les enfants non-voyants aient de meilleures performances que les enfants voyants. Selon les auteures, les enfants non-voyants ne pouvant pas acquérir de l'information par la vision auraient plus l'habitude de traiter des informations transmises verbalement. De ce fait, les informations transmises verbalement pourraient être plus saillantes pour les enfants non-voyants que pour les enfants voyants. Dans cette étude, les groupes d'enfants non-voyants et voyants sont appariés selon leur capacité de décodage en lecture (décodage). Cependant, au niveau de l'âge chronologique, les enfants non-voyants sont plus âgés que les enfants voyants (environ 2 ans). Ce décalage est en lien avec le retard observé d'environ 2 ans dans le développement des capacités de lectures chez les enfants non-voyants (Nolan & Kederis, 1969).

6.3. Importance des images dans la compréhension de l'histoire

De nombreuses recherches avec des enfants voyants montrent que les illustrations permettent une meilleure compréhension du texte (Gambrell & Jawitz, 1993; Glenberg & Langston, 1992; Orrantia, Múñez, & Tarin, 2014; Pike, Barnes, & Barron, 2010). Peu de recherches ont été menées sur l'effet des illustrations pour la compréhension de texte chez les

enfants non-voyants. [Bara et al. \(2018\)](#) ont observé un meilleur rappel de l'histoire lors de séance de lecture à haute voix de livre avec un livre illustré par rapport aux lectures d'histoires sans illustrations. Cependant, cet effet est faible. L'auteure fait l'hypothèse que le fait de traiter des informations à la fois verbales et tactiles a pu augmenter la charge cognitive et diminuer l'effet bénéfique des images.

Différentes hypothèses sont avancées pour expliquer l'effet bénéfique des images observé dans les études chez les voyants. Tout d'abord, les enfants apprécient plus les livres illustrés et sont donc plus impliqués dans les activités de lecture ([O'keefe & Solman, 1987](#)). Cet effet est également observé avec les livres tactiles chez des enfants avec une déficience visuelle ([Bara et al., 2018](#); [Norman, 2003](#)).

L'utilisation d'images pour illustrer les informations importantes permet aux enfants de traiter deux fois l'information : sous forme d'image et de texte. Cette répétition de l'information peut améliorer le rappel ([Gyselinck & Tardieu, 1999](#); [Levie & Lentz, 1982](#)). De plus, l'illustration fournit une information imagée non verbale. Selon la théorie de double codage de Paivio ([Paivio, 1971](#)), les informations verbales et imagées sont traitées par deux canaux indépendants. Ce double traitement en parallèle peut également favoriser le rappel des informations.

L'utilisation d'images pour illustrer un texte s'inscrit également dans la théorie de l'apprentissage multimédia de [Mayer \(2014\)](#). La présentation de mots et d'images permet de construire des modèles mentaux verbaux et imagés et de créer des liens entre eux. Lorsque le texte seul est présenté, les lecteurs doivent construire un modèle mental imagé à partir d'informations verbales uniquement ce qui demande plus d'effort.

Les images peuvent donc faciliter le processus de construction du modèle mental ([Glenberg & Langston, 1992](#)) qui est crucial dans la compréhension des textes ([Fang, 1996](#);

Glenberg, Meyer, & Lindem, 1987; Trabasso & Suh, 1993). Les lecteurs s'appuient sur des indices contextuels pour déterminer quelles informations doivent être ajoutées ou supprimées du modèle au fur et à mesure de la lecture (Ackerman, 1988; Gernsbacher, Varner, & Faust, 1990). Les illustrations font partie de ces indices, en particulier pour les jeunes lecteurs (Glenberg & Langston, 1992; Gyselinck & Tardieu, 1999) qui dépendent davantage du contexte pour traiter des informations du texte (Ackerman, 1988; Cain, Oakhill, Barnes, & Bryant, 2001). Les jeunes lecteurs sont capables de connecter les informations nécessaires pour maintenir la cohérence locale du texte, notamment les informations qui relient les causes à leurs effets immédiats (Casteel, 1993). Cependant, ils n'associent pas systématiquement des informations distantes dans le texte comme le font des lecteurs plus expérimentés (*e.g.* faire le lien entre le pronom « il » et le personnage auquel il fait référence) (Cain et al., 2001; van der Schoot, Reijntjes, & van Lieshout, 2012). La capacité à établir ce type de connexion atteint celle de bons lecteurs à la fin de l'école élémentaire (den Broek, Lynch, Naslund, Ievers-Landis, & Verduin, 2003; Trabasso & Nickels, 1992).

L'utilisation des illustrations dans la production de représentations mentales est donc importante pour les jeunes lecteurs (Orrantia et al., 2014; Pike et al., 2010). En effet, la nécessité de faire le lien entre des informations distantes dans le texte peut impliquer une demande en mémoire de travail trop importante pour les jeunes enfants. Les illustrations peuvent les aider à intégrer et à réactiver les informations pertinentes (Orrantia et al., 2014). De plus, les illustrations rendent la relation entre les informations du texte plus évidente (*e.g.* l'image peut illustrer la relation entre deux personnages faisant une action, on rappelle alors les deux personnages impliqués dans la scène et l'action qu'ils sont en train de mener) (Gyselinck & Tardieu, 1999). La mise en évidence des relations entre les informations du texte peut réduire les exigences en mémoire de travail lors de la lecture de texte (Marcus, Cooper, & Sweller, 1996).

Cependant, il faut être précis dans le choix des illustrations. Une illustration incohérente avec le texte peut perturber les enfants (Pike et al., 2010). De plus des enfants ayant une faible capacité de mémoire de travail peuvent ne pas ressentir les effets bénéfiques des illustrations (Pike et al., 2010). En effet, l'intégration des informations imagées demande tout de même un traitement par la mémoire de travail. Selon le principe de cohérence de l'apprentissage multimédia (Mayer, 2014), seul le concept clé doit apparaître dans l'image.

6.4. Le livre tactile en France et dans le monde

Le livre d'Yvonne Eriksson (2008) retrace l'histoire des images et du livre tactile dans le monde. Pendant de nombreuses années la création de livres tactile dépendait d'initiatives ponctuelles menées par des professionnels travaillant dans des instituts spécialisés. Ces personnes faisaient face à d'importantes difficultés pour produire les images que ce soit d'un point de vue financier ou institutionnel (Claudet, 2014).

On observe au XIXe siècle la naissance d'instituts pour aveugles dans toute l'Europe et aux Etats-Unis. Le premier livre tactile illustré publié en série date de 1918 (*A toy boy with imitation of verse*) aux Etats-Unis. A l'époque, les illustrations étaient très majoritairement utilisées à des fins pédagogiques.

Selon Claudet (2014), on peut attribuer à l'intégration scolaire en école ordinaire dans les années 1980 le début du livre tactile illustré moderne. En effet, la rencontre des deux communautés d'enfants voyants et déficients visuels fait remonter un manque évident en matière d'accès à la lecture chez les enfants avec une déficience visuelle. Les premiers livres tactiles illustrés par les éditeurs Four & Chardon sont alors édités en France.

La plupart des concepteurs, des parents ou enseignants, ont avancé dans une démarche empirique pour la création d'images tactiles sans formation préalable (Claudet, 2014). Les images tactiles étaient de simples mises en relief d'images pour voyants sans travail

d'adaptation. Ce sont des images qui « parlaient la langue de l'œil mais pas la langue des doigts » (Pierre, 1914) et sont également qualifiés de « coloriage tactile » (Valente & Gentaz, 2019).

En 1992, l'ouvrage *Tactile Graphics* de Polly Edman (Edman, 1992) permet pour la première fois de définir à grande échelle les composants du livre tactile illustré et de proposer des conseils pour leur conception. Dès les années 1990 en France, les ministères de la Culture et de l'Éducation ont mené des actions déterminantes permettant de soutenir les structures produisant des livres tactiles et d'aider les bibliothèques à se les fournir. C'est dans ce contexte qu'a été créée l'association Les Doigts Qui Rêvent (LDQR) en 1992. À l'époque l'association était constituée de 4 personnes ; elle est actuellement leader sur le marché du livre tactile français. Une équipe de 20 personnes produit chaque année huit à douze titres pour environ 3000 à 4000 exemplaires vendus.

En 1992, LDQR organise la première rencontre internationale sur le livre tactile illustré. On y fait alors la distinction entre les images tactiles éducatives et scolaires et images tactiles de littérature jeunesse. L'année suivante, la maison d'édition permet de lancer le concours européen de livre tactile *Typhlo & Tactus* auquel plus de 16 pays participent. Chaque année, ce concours donne un état des lieux de la création de livres tactiles en Europe et de l'évolution des techniques d'illustration. L'association International Board on Books for Young children (IBBY) organise également chaque année un concours international dont l'une des catégories « Outstanding Books » récompense des livres adaptés, accessibles ou parlant du handicap. Enfin, très récemment, « Mes mains En Or », une deuxième association française d'édition de livres tactiles a été créée. Il existe aujourd'hui une communauté de chercheurs et de professionnels se réunissant chaque année autour de journées d'études, colloques ou conférences afin de mettre en commun et partager les résultats de recherche et l'expérience de professionnels dans le domaine du livre tactile.

En résumé

Les livres illustrés occupent une place particulière dans le développement de la littéracie précoce des enfants. De plus, bien que peu de recherches aient été menées avec des enfants non-voyants, de nombreuses recherches avec des enfants voyants montrent que les illustrations permettent une meilleure compréhension du texte.

La création d'images tactiles prend du temps et repose sur un savoir-faire spécifique. Peu de ces livres sont disponibles et certains enfants peuvent entrer à l'école sans jamais avoir eu accès à un livre (Claudet, 2014). Ces différences d'accès à des livres font remonter la question des différences de compétences et connaissances qu'un enfant non-voyant se constitue avant l'apprentissage de la lecture et de son accès à la lecture pendant son apprentissage par rapport à un camarade voyant. Cependant, les domaines de la recherche et de l'édition de livre tactile restent en constante évolution et les contenus tactiles sont de plus en plus nombreux et accessibles.

7. L'utilisation de nouvelles technologies pour illustrer les livres tactiles : les dispositifs à écran déformable

7.1. Les tablettes à écran déformable

Les livres tactiles illustrés sont particulièrement encombrants du fait de leur mise en relief. L'utilisation de nouvelles technologies pourrait offrir la possibilité de créer plusieurs illustrations pour plusieurs livres avec le même dispositif. Les enfants n'auraient qu'à brancher la tablette pour obtenir les illustrations d'un livre. La tablette se mettrait à jour lorsque l'enfant tourne les pages et les personnages pourraient apparaître et disparaître au fil des pages et de

l'histoire. De plus, les enfants, les enseignants ou les parents pourraient créer leurs propres images facilement à l'aide d'un logiciel associé.

Dans le cadre de ces travaux de doctorat, nous nous sommes concentrée sur les tablettes à picots rétractables (« *pin-array technology* »). Ces tablettes sont basées sur des matrices de picots qui montent et descendent dynamiquement en fonction du contenu à afficher (Figure 15).

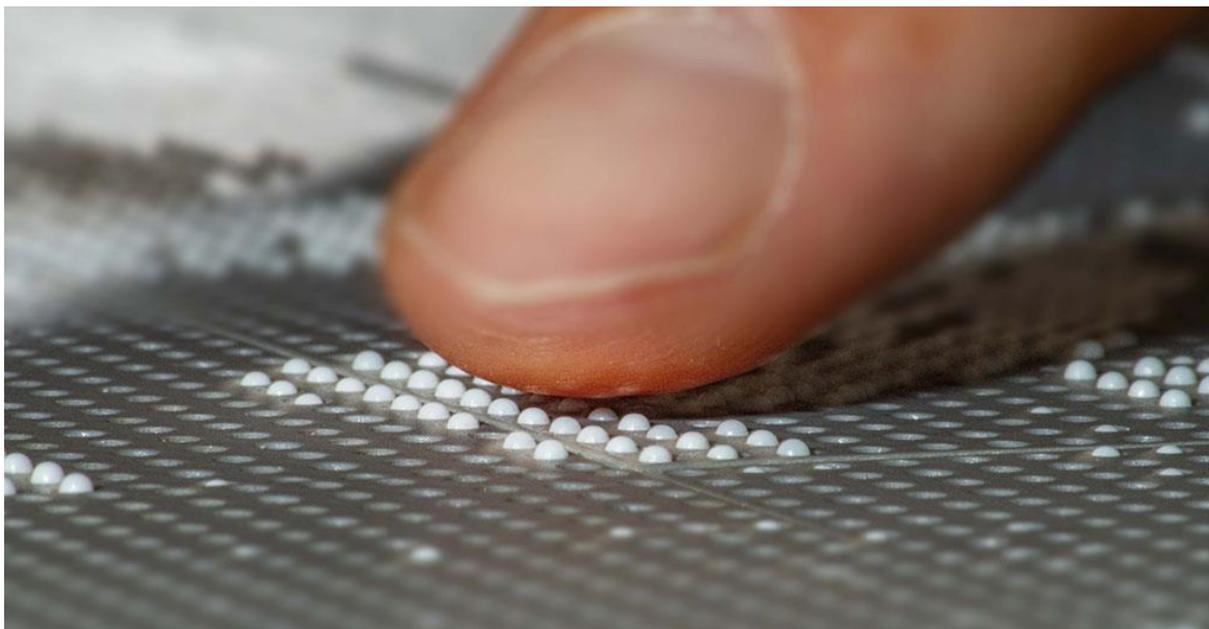


Figure 15 : Tablette "Hyperbraille" Photo: Ernst Kaczynski.

7.2. Utilisation de tablettes à picots rétractables

La reconnaissance d'images tactiles d'objets communs (*e.g.* bouteille, pomme, main, poisson, fourchette) sur une matrice de picots rétractables a été étudiée par Shimizu, Saida et Shimura (1993) avec des adultes voyants et non-voyants (tardifs et précoces). Les chercheurs ont proposé deux arrangements de picots (1827 picots de 2.75 mm espacés de 3mm picots soit une matrice d'environ 43x43 et 3927 picots de 1.75mm espacés de 2mm soit une matrice d'environ 63x63 picots). Ils n'ont observé aucune différence significative entre ces arrangements. Les auteurs ont également comparé des images pleines et en contours (Figure

16). Les formes pleines ont été mieux reconnues que les formes en contours (respectivement : taux de reconnaissance moyen = 83,66% vs 85,8%).

Les taux de reconnaissance dans cette étude étaient élevés et montraient un effet du statut visuel. Les participants non-voyants tardifs et voyants ont montré de meilleures performances que les participants non-voyants précoces (taux de reconnaissance moyen respectifs = 88%, 96,75%, 66,4%).

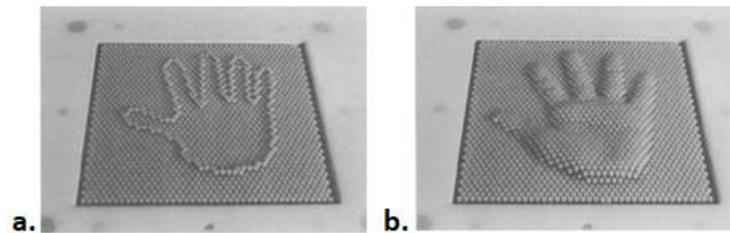


Figure 16 : Exemple de stimuli utilisés dans l'étude de Schimizu et al. (1993)

Il semble donc que la reconnaissance d'images tactiles affichées sur une matrice à picot soit possible. Cependant, le dispositif utilisé dans cette étude ne présentait aucune technologie électronique et les picots étaient déplacés manuellement.

Depuis, différentes tablettes dynamiques à picot rétractables ont été développées. Cependant, du fait de contraintes technologiques ces tablettes présentent des résolutions (taille des points et espace entre les points) différentes pouvant être faibles.

Plusieurs chercheurs ont observé les taux et temps de reconnaissance de formes plus ou moins complexes affichées sur des tablettes dynamiques à picots rétractables. Les résultats et stimuli utilisés dans ces études sont résumés dans le [Tableau 4](#).

[Bellik et Clavel \(2017\)](#) ont utilisé un dispositif proposant une matrice de 60x60 picots de 1 mm espacés de 1,5 mm avec des participants voyants. Dans cette étude, les participants devaient reconnaître des formes géométriques simples ([Figure 17](#)). Toutes les formes sont

particulièrement bien reconnues. Cependant, les participants ont tendance à reconnaître les croix, les carrés les triangles à angle droit plus rapidement que les triangles simples, les losanges et les cercles.



Figure 17 : Exemple de stimuli utilisés dans l'étude de Bellik et Clavel (2017)

Velazquez, Pissaloux, Hafez, et Szewczyk (2008), ont utilisé un dispositif constitué d'une matrice de 8x8 picots de 1 mm espacés de 2.5 mm avec des adultes travaillant sans voir. Dans leur étude, les participants devaient reconnaître des formes géométriques simples en contours ou pleines (Figure 18). Il semble que les formes pleines aient été moins bien reconnues et explorées plus longtemps que les formes avec contours. Ce résultat va à l'encontre de l'étude de Shimizu et al. (1993) qui observent que les images pleines sont mieux reconnues que les images en contours. Cependant, la moyenne du taux de reconnaissance a pu être largement influencée par les performances sur le cercle plein qui a été confondu pour le carré plein par tous les participants.

Dans un second temps, les participants devaient toucher des formes plus complexes puis les dessiner sur papier. Les dessins étaient assez similaires aux formes touchées (Figure 19).

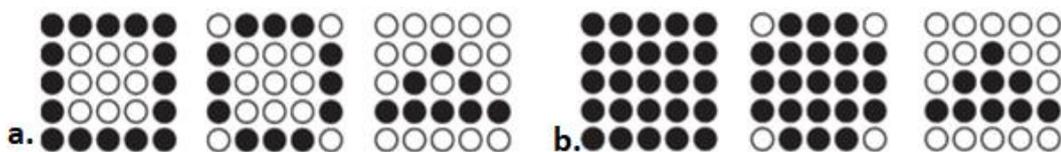


Figure 18 : Exemple de stimuli utilisés dans l'étude de Velazquez et al. (2008)

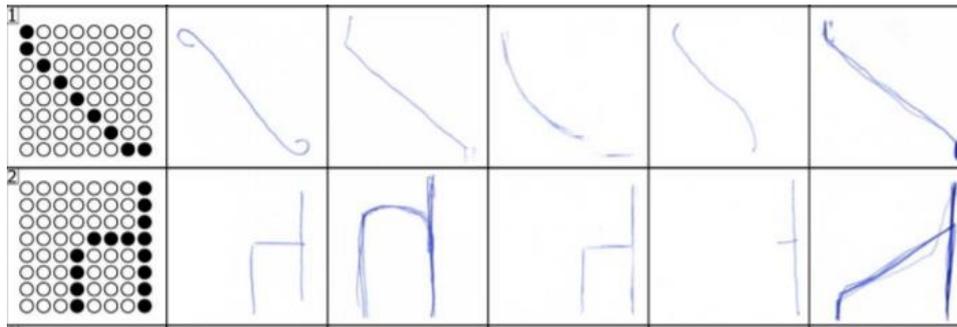


Figure 19 : Exemple de dessins produits dans l'étude de Velazquez et al. (2008)

Leo, Baccelliere, Waszkielewicz, Cocchi, et Brayda (2018) ont utilisé un dispositif constitué d'une matrice de 30x32 picots de 1mm espacés de 1.5mm pour afficher des symboles tactiles selon deux conditions : des symboles créés sur une matrice de 3x3 ou de 4x4 picots (Figure 20). L'étude incluait des participants voyants travaillant sans voir, non-voyants et malvoyants. Après une phase de familiarisation avec les 16 symboles tactiles, les participants devaient retrouver un symbole cible présenté en haut du dispositif parmi les 16 symboles présentés sur la partie basse du dispositif. Les participants reconnaissaient aussi bien les symboles de taille 3x3 que les symboles de taille 4x4. Tous les participant ont montré des taux de reconnaissance élevés. Cependant, les participants non-voyants et voyants ont montré de meilleures performances que les participants malvoyants. Au niveau des temps de reconnaissances, les participants non-voyants étaient plus rapides que les participants malvoyants et les voyants.

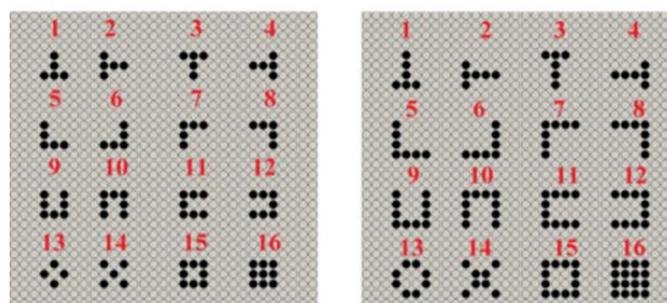


Figure 20 : Exemple de stimuli utilisés dans l'étude de Frabrizio et al. (2018)

Maucher, Meier, et Schemmel (2001) ont utilisé un dispositif proposant une matrice de cinq cellules brailles de 2x4 picots soit au total 12x4 picots de 1mm espacés de 3.21mm en largeur et 2.15mm en hauteur. L'étude incluait des participants voyants travaillant sans voir et des participants non-voyants. Dans leur étude, les formes proposées (Figure 21) ont été toutes reconnues par les participants non-voyants et voyants. Cependant, les participants non-voyants ont reconnu les formes proposées deux fois plus vite que les participants voyants.

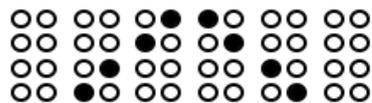


Figure 21 : Exemple de stimuli utilisés dans l'étude de Maucher et al. (2001)

Zárate et Shea (2016) ont demandé à des participants voyants travaillant sans voir de reconnaître différentes configurations de points sur une matrice de 4x4 picots de 4 mm avec 4mm d'écartement (Figure 22). Dans cette étude, toutes les configurations ont été reconnues par les participants.

Dans une seconde étude, Zarate et al. (2017) ont observé l'utilisation de la même technologie sur une matrice de 12 x 16 picots. Les auteures ont proposé plusieurs scénarios d'utilisation complets à des participants voyants travaillant sans voir. Par exemple, l'utilisation de la tablette dans le cadre du jeu de *Pong* où les joueurs devaient déplacer une planche représentée par 3 picots surélevés pour attraper une balle représentée par un picot surélevé. Les auteurs ont également observé l'utilisation de la tablette pour représenter et naviguer dans le plan d'une chambre (Figure 23). Dans cette étude, les participants arrivaient à utiliser la tablette dans tous les scénarios proposés.

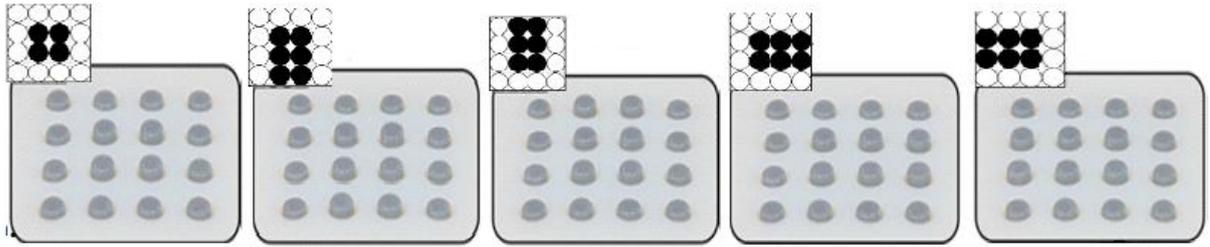


Figure 22 : Configurations proposées par Zarate et Shea (2016)

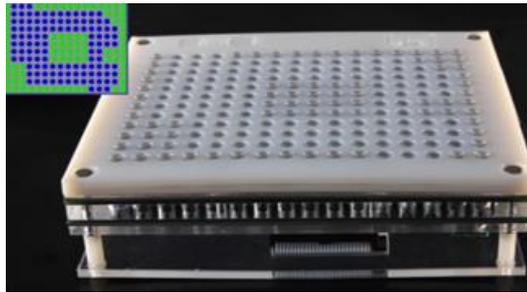
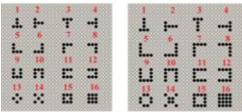
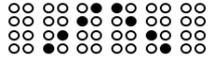
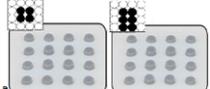


Figure 23 : Plan d'une chambre affiché sur le dispositif étudié par Zarate et al. (2017)

Tableau 4 : Etudes sur des dispositifs à picots mobiles (V : voyants, NV : non-voyants)

Etude	Design des picots			Tâche	Participants	Mesures	
	Résolution	Espace	Taille			Taux	Temps
Shimizu et al. (1993)	43x43	3 mm	2,75 mm	Reconnaissance	V NV tardifs NV précoces	97% 88% 64%	
							
Bellik et Clavel (2017)	60x60	1,5 mm	1 mm	Reconnaissance	V	88%	~5 s
							
Leo et al. (2018)	30x32	1,5mm	1mm	Appariement	NV Malvoyants V	~92% ~85% ~90%	17 s 26 s 50 s
							
Maucher et al. (2001)	12x4	1 mm	Longueur 3.21 mm Hauteur 2.15 mm	Reconnaissance	V NV	100% 100%	26 s 10 s
							
Velazquez et al. (2008)	8x8	1mm	2,5mm	Reconnaissance	V	60%	24,5 s
							
Zárate et Shea (2016)	4x4	4mm	4mm	Détection de configuration	V	100%	
							

Les performances rapportées dans ces études sont élevées pour les participants voyants, non-voyants tardifs et non-voyants précoces avec des stimuli plus ou moins complexes (taux de reconnaissance moyen = 88%). Il semble donc que ce type de dispositif puisse permettre de reconnaître la majorité des formes affichées. Cependant, les temps de reconnaissance semblent varier considérablement entre la reconnaissance de formes géométriques simples (moyenne des études = 17s allant de 4s à 30s) et les formes géométriques plus complexes (Leo et al. (2018) :

32s). Il est donc possible que l’affichage de formes plus complexes demande plus de temps de traitement (exploration et intégration) que les formes géométrique simples.

Dans les études ayant observé différentes résolutions pour afficher les images, aucune différence n’a été observée. De plus, les performances sont assez similaires entre les études qui utilisent pourtant des dispositifs avec des tailles de points et d’espaces entre les points différents.

Cependant, toutes les études présentées ont été menées avec des adultes. Il est donc nécessaire de vérifier que ce type de simili est adapté pour des enfants avec des capacités d’exploration et de mémoire de travail limitées par rapport aux adultes.

En résumé

Les nouvelles technologies sur le marché telles que les tablettes à écran déformable offrent la possibilité de créer plusieurs illustrations pour plusieurs livres avec le même dispositif. La tablette se mettrait à jour lorsque l’enfant tourne les pages et les personnages pourraient apparaître et disparaître ou se déplacer au fil des pages et de l’histoire. Les enfants n’auraient qu’à brancher la tablette pour obtenir les illustrations d’un livre. De plus, les enfants, les enseignants ou les parents pourraient facilement créer leurs propres images.

Différentes tablettes dynamiques à picot rétractables ont été développées. Chez des adultes voyants et non-voyants les taux d’identification de formes géométriques simples affichées sur des tablettes à picots rétractables sont assez élevés (entre 60% et 90%). Cependant, toutes ces études ont été menées avec des adultes et des formes géométriques simples. Si les tablettes à picots rétractables ouvrent des perspectives intéressantes, rien ne permet pour l’instant d’affirmer qu’elles pourraient être efficaces pour créer des illustrations tactiles.

8. Problématique de la thèse de doctorat et questions de recherche

8.1. Problématique

Les livres illustrés jouent un rôle dès le plus jeune âge dans le développement de la conscience de l'écrit. De plus, ils sont un objet d'échange et de partage que ce soit dans la famille, la fratrie ou à l'école. Dans un contexte d'inclusion scolaire, il est important que les enfants avec une déficience visuelle puissent profiter de livres illustrés de la même façon que leurs camarades voyants avec des images accessibles et faciles à comprendre.

Au travers de notre revue de littérature, nous avons identifié certaines problématiques pouvant entraîner des difficultés d'accès aux images dans les livres tactiles : les contraintes liées à la création des images tactiles, les spécificités du système haptique, les représentations mentales différentes en fonction du statut visuel et l'utilisation de conventions visuelles.

Le système haptique a un fonctionnement spécifique qui ne lui permet pas d'être aussi efficace que le système visuel dans le traitement de propriétés structurelles telles que la forme. En effet, le toucher est un sens de contact dont le champ perceptif est limité. Il est donc nécessaire de mettre en place une exploration mobilisant le système main-épaule. La récupération des informations est alors séquentielle et dépend de la qualité de l'exploration et de la capacité à intégrer les fragments d'informations récupérés en une représentation globale. Ce processus qui implique la mémoire de travail est particulièrement coûteux. Il est possible d'améliorer les capacités de traitement haptique avec de l'entraînement. En effet, il semble que la familiarité avec le matériel tactile influence la reconnaissance des images tactiles. Les personnes non-voyantes, plus exposées à du contenu tactile ont tendance à mettre en place une exploration haptique plus efficace que les personnes voyantes.

Cependant, la privation de la vision a un effet sur la représentation que l'on se fait du monde qui nous entoure. Les représentations mentales créées par les personnes non-voyantes et en particulier non-voyantes précoces et voyantes semblent être différentes dans leur contenu : les représentations mentales des personnes voyantes sont majoritairement visuelles tandis que les représentations mentales des personnes non-voyantes sont majoritairement basées sur leur expérience haptique. Les images tactiles sont généralement des mises en relief direct d'images créées pour des personnes voyantes. Ce type d'images contient alors des conventions purement visuelles telles que la perspective qui sont difficilement comprises par des personnes n'ayant jamais vu. De même, les normes de représentation iconographiques utilisées par les voyants peuvent ne pas être comprises par les personnes non-voyantes qui n'y sont pas exposées régulièrement.

Il existe différentes techniques d'illustration qui présentent des avantages et des inconvénients et peuvent être plus ou moins adaptées selon le contexte d'utilisation. Ce travail de doctorat avait pour but de proposer des techniques d'illustrations simplifiées qui pourraient permettre de lever certaines des difficultés que nous avons identifiées. En particulier, nous avons proposé de simplifier la forme des images afin d'améliorer la perception haptique (*e.g.* réduire les mouvements d'exploration complexe et le travail d'intégration mentale) et le processus de création des images (*e.g.* réduire le matériel utilisé et le temps nécessaire à la fabrication).

Nous nous sommes également intéressée aux nouvelles technologies permettant d'afficher des images simplifiées de type pictogrammes. Nous avons discuté des avantages et inconvénients de l'utilisation de ces dispositifs et allons proposer des conseils de conception pour ces outils.

8.2. Questions de recherche

Les recherches menées dans le cadre de cette thèse permettent de répondre aux questions suivantes : La forme est-elle nécessaire pour la reconnaissance des images dans les livres tactiles ? Des pictogrammes tactiles peuvent-ils être utilisés pour illustrer un livre tactile ? Les nouvelles technologies de type tablettes à picots rétractables peuvent-elles être utilisées pour illustrer des livres tactiles ?