

Forme versus texture de stimuli tactiles élémentaires : quelle dimension est privilégiée par l'enfant aveugle ou voyant ?

A. VINTER, O. ORLANDI, P. MORGAN

Laboratoire d'Étude de l'apprentissage et du développement - LEAD, CNRS,
Université de Bourgogne Franche-Comté.

Correspondance : Pr Annie Vinter, LEAD, CNRS UMR 5022, Université de Bourgogne, Esplanade Érasme,
21000 Dijon, France. Email : annie.vinter@u-bourgogne.fr

RÉSUMÉ : Forme versus texture de stimuli tactiles élémentaires : quelle dimension est privilégiée par l'enfant aveugle ou voyant ?

Cette étude montre, chez des enfants aveugles ou voyants travaillant sans voir, âgés entre 7 et 12 ans, que les aveugles privilégient davantage la forme, les voyants la texture, lorsqu'ils doivent appairer des formes géométriques tactiles sur la base de leur ressemblance. Un rôle de la pratique de l'image tactile dans des choix d'appariement orientés sur la forme émerge chez l'enfant aveugle. Quelques préconisations quant à la fabrication des images tactiles pour enfants aveugles sont formulées.

Mots clés : : *Image tactile – Enfant aveugle – Forme – Texture.*

SUMMARY: Shape versus texture of elementary tactile stimuli: What dimension do blind and sighted children prefer?

This study shows, in blind children or sighted working without seeing, aged between 7 and 12 years, that blind children based their matching choices more often on shape than sighted children, who focused almost exclusively on texture. A correlation between the level of practice of tactile images and the frequency of matching choices in favor of the shape emerged in the blind child. Some recommendations for the production of tactile images for blind children are formulated.

Key words: *Tactile image – Blind children – Shape – Texture.*

RESUMEN: Forma versus textura de estímulos táctiles elementales: ¿Cuál dimensión es privilegiada por el niño ciego y vidente?

Este estudio muestra, entre los niños ciegos y videntes trabajando sin ver, de edades entre 7 y 12 años, que los niños ciegos prefieren la forma y los videntes la textura cuando tienen que combinar formas geométricas táctiles sobre la base de su semejanza. Un papel de la práctica de la imagen táctil emerge en el niño ciego para que su selección de concordancia sea más centrada en la forma. Se formulan algunas recomendaciones para la fabricación de imágenes táctiles para niños ciegos.

Palabras clave: *Imagen táctil – Niño ciego – Forma – Textura.*

INTRODUCTION

Dans le processus d'identification d'une image tactile, deux dimensions sont porteuses d'informations déterminantes pour accéder à la représentation de l'objet : la forme et la texture. Il paraît donc important que les concepteurs d'images tactiles portent une attention toute particulière à ce que formes et textures soient adaptées aux capacités haptiques et cognitives des enfants déficients visuels. Mais quelle dimension les enfants, selon leur statut visuel, privilégient-ils quand ils explorent des images tactiles ? La présente étude cherche à répondre principalement à cette question, en proposant d'explorer des stimuli tactiles élémentaires pouvant constituer des composants d'images tactiles telles qu'insérées dans des livres tactiles illustrés.

Bien que le traitement de la texture soit plus adapté au système haptique que la forme, le toucher actif est capable d'appréhender ces deux propriétés (Freides, 1974 ; Hatwell, 1986 ; Klatsky, Lederman & Reed, 1987 ; Pick, 1974). Cette capacité est précoce : avant l'âge de 6 mois, les bébés sont capables de distinguer différentes textures (Molina & Jouen, 1998) et différentes formes (Streri & Molina, 1993) lorsqu'on leur présente des objets en 3 D. Vers la fin de la première année, ils montrent des mouvements d'exploration haptique spécifiques au traitement de la texture (Landau, 1991 ; Schellingerhout, Smitsman & Van Galen, 1997) et au traitement de la forme (Landau, 1991). Ces stratégies d'exploration relatives aux propriétés des objets sont présentes chez les bébés voyants comme chez les bébés aveugles.

Les recherches portant sur la préférence dimensionnelle des objets sont moins nombreuses pour la modalité haptique que visuelle. Les études s'intéressant au traitement haptique concomitant de la forme et la texture restent rares chez l'enfant comme chez l'adulte et, à notre connaissance, quasi inexistantes chez les sujets présentant un handicap visuel. Cette étude est l'une des pionnières sur ce sujet. Pour analyser la capacité du système haptique à traiter les propriétés matérielles des objets, dont fait partie la texture, Lederman et Klatsky (1997) ont adapté un paradigme utilisé dans la modalité visuelle par Treisman et Gormican (1988) : le paradigme de recherche visuelle, qui permet d'évaluer la facilité du système perceptif à traiter telle ou telle propriété particulière des stimuli présentés. Elles ont montré que les adultes voyants sont plus rapides pour trouver une cible qui se différencie des distracteurs par la texture que par la forme. Ces résultats confirment la facilité du système haptique à traiter la texture comparativement à la forme.

Chez les enfants voyants, quelques travaux ont mis en évidence une évolution avec l'âge de la préférence haptique pour la texture versus la forme ou la taille. Les jeunes enfants voyants sont plus sensibles à la texture qu'à la taille ou la forme (Berger & Hatwell, 1993, 1996 ; Gliner, Pick, Pick & Hales, 1969 ; Kalagher & Jones, 2011 ; Klein, 1966 ; Siegel & Vance, 1970) alors qu'une inversion de

cette tendance s'observe entre 5 et 6 ans, ou plus tardivement selon la nature des tâches utilisées.

Les travaux menés par Berger et Hatwell (1993, 1995, 1996) sur le traitement des propriétés de taille et de texture des objets dans la modalité haptique ont questionné sa nature intégrée ou séparée, la modification d'une propriété entraînant un changement de perception de l'autre propriété révélant un traitement intégré (Garner, 1974). Dans leurs tâches de classification haptique, l'enfant explore un cube, puis doit choisir parmi 3 autres celui qui va le mieux avec : l'un a la même texture et une taille différente, l'autre la même taille et une texture différente, et le troisième une texture et une taille différentes. Choisir ce dernier révèle un traitement intégré des propriétés de taille et de texture, les objets étant alors considérés semblables selon des jugements de similarité globale. En modalité visuelle, les enfants ont davantage tendance que les adultes à procéder par similarité globale que par traitement séparé de chaque propriété (*e.g.*, Evans & Smith, 1988 ; Shepp & Swartz, 1976 ; Smith, 1989 ; Smith & Kemler, 1977). En modalité haptique, Berger et Hatwell (1993) ne retrouvent pas chez les enfants voyants de 5 à 9 ans, explorant sans voir, une fréquence plus forte du traitement intégré par rapport au traitement séparé, bien que ce premier soit plus important chez les enfants que chez les adultes. Les enfants se centrent de manière privilégiée sur la texture des objets dans leurs choix d'appariement.

Selon Berger et Hatwell (1996), la préférence haptique pour la texture chez les plus jeunes peut être mise en lien avec leurs capacités sensori-motrices d'exploration haptique, moins évoluées que celles des plus âgés (Morrongliello, Humphrey, Timney, Choi & Rocca, 1994). Lorsqu'ils explorent des objets qui diffèrent par la taille et la texture, les enfants utilisent des procédures peu élaborées, telles que le frottement latéral ou le balayage, qui permettent un traitement immédiat de la texture. Le traitement de la taille requiert des procédures plus coordonnées tel le suivi de contours par exemple (Lederman & Klatsky, 1997).

En comparaison avec la modalité visuelle, des adultes classant des objets sur la base d'informations haptiques effectuent un classement davantage centré sur la similarité globale entre les objets (Berger & Hatwell, 1995). Les deux auteurs interprètent ces différences de traitement en démontrant que les bases perceptives de classification évoluent avec l'âge. Les enfants basent leurs classifications sur la perception résultant du contact initial avec l'objet, alors que les adultes se basent sur les informations perceptives qu'ils récoltent à la fin de leur exploration. Dans la modalité visuelle, le premier contact avec l'objet donne une appréhension globale de l'objet, ce n'est que dans un second temps que les détails sont traités, d'où une perception intégrée chez les enfants et une perception séparée chez les adultes. En revanche, dans la modalité haptique, le premier contact avec l'objet donne accès à des informations morcelées qui vont être intégrées dans un second temps, à la fin de l'exploration, d'où une perception des propriétés séparée chez les enfants et une perception

des propriétés intégrée chez les adultes. Mais qu'en est-il pour des enfants qui n'ont jamais bénéficié d'expérience visuelle ? Leurs habiletés en matière d'exploration haptique étant plus exercées que celles d'enfants voyants, peut-on penser qu'une divergence entre préférence pour la forme versus pour la texture émergera selon le statut visuel des enfants ?

La présente étude adopte le paradigme de classification haptique mis au point par Berger et Hatwell (1993), en demandant à des enfants voyants ou aveugles congénitaux, âgés de 7 à 9 ans ou de 10 à 12 ans, d'explorer des items tactiles variant en formes et textures de façon à préciser lequel, parmi 5 d'entre eux, va le mieux avec l'item cible exploré. Travailler sur les liens entre forme et texture apparaît pertinent dans le cadre de la compréhension des mécanismes en jeu lors de l'exploration des albums tactiles illustrés. Les enfants les plus jeunes devraient effectuer des appariements davantage centrés sur la texture alors que les plus âgés devraient s'orienter vers un traitement préférentiel de la forme. Cette tendance à privilégier des appariements sur la forme devrait être plus forte chez les enfants aveugles, ayant une expertise haptique supérieure à celle des enfants voyants. On peut d'ailleurs se demander si la pratique de lecture d'albums tactiles illustrés ne renforcerait pas cette centration sur la forme chez les enfants aveugles.

MÉTHODE

Sujets

Dix-sept enfants aveugles congénitaux (8 garçons et 9 filles), âgés de 7 ans 1 mois à 12 ans 7 mois ($M = 9.6$ ans, $ET = 2.1$ ans), et 18 enfants voyants (11 garçons et 7 filles), âgés de 6 ans 4 mois à 12 ans 4 mois ($M = 9.3$ ans, $ET = 1.8$ ans), ont participé à l'expérience. Dans les deux groupes, les niveaux scolaires vont du CP à la 6^e. Ils ont été regroupés en 2 groupes d'âge : 7 à 9 ans (8 enfants aveugles, 8 enfants voyants) et 10-12 ans (9 enfants aveugles, 10 enfants voyants). Le groupe des enfants aveugles comprend 4 gauchers et 13 droitiers, celui des enfants voyants incluant 2 gauchers et 16 droitiers (la latéralité a été déterminée de façon simple en observant la main que les enfants prenaient pour dessiner). Les parents de tous ces enfants ont signé une autorisation de participation à l'étude, qui s'est déroulée en conformité avec les règles dictées dans la déclaration d'Helsinki sur les principes éthiques de la recherche médicale impliquant des sujets humains.

Parmi les enfants aveugles, 7 perçoivent la lumière (catégorie 4 selon l'OMS) et 10 n'ont aucune perception visuelle (catégorie 5). L'absence de vision est intervenue dès la naissance pour 14 d'entre eux, dans la 1^{re} année de la vie pour les 3 autres. Aucun de ces enfants ne présente de troubles associés à leur déficience visuelle handicapants pour notre étude (troubles praxiques et/ou cognitifs en particulier). Les étiologies du handicap visuel sont connues pour 12 de ces enfants : amaurose congénitale de Leber,

rétinopathie pigmentaire, microphthalmie, cataracte congénitale, glaucome congénital, rétinopathie du prématuré. Ces enfants ont été observés au sein des structures d'accueil spécialisées qu'ils fréquentent pour le suivi de leur handicap (voir remerciements).

Les enfants voyants ont été observés au sein des écoles qu'ils fréquentent. Aucun d'entre eux n'est atteint de troubles praxiques ou cognitifs ni ne présente un retard ou une avance au niveau des apprentissages scolaires. Comme pour les enfants aveugles, leur langue maternelle est le français et ils évoluent dans un milieu socio-économique moyen.

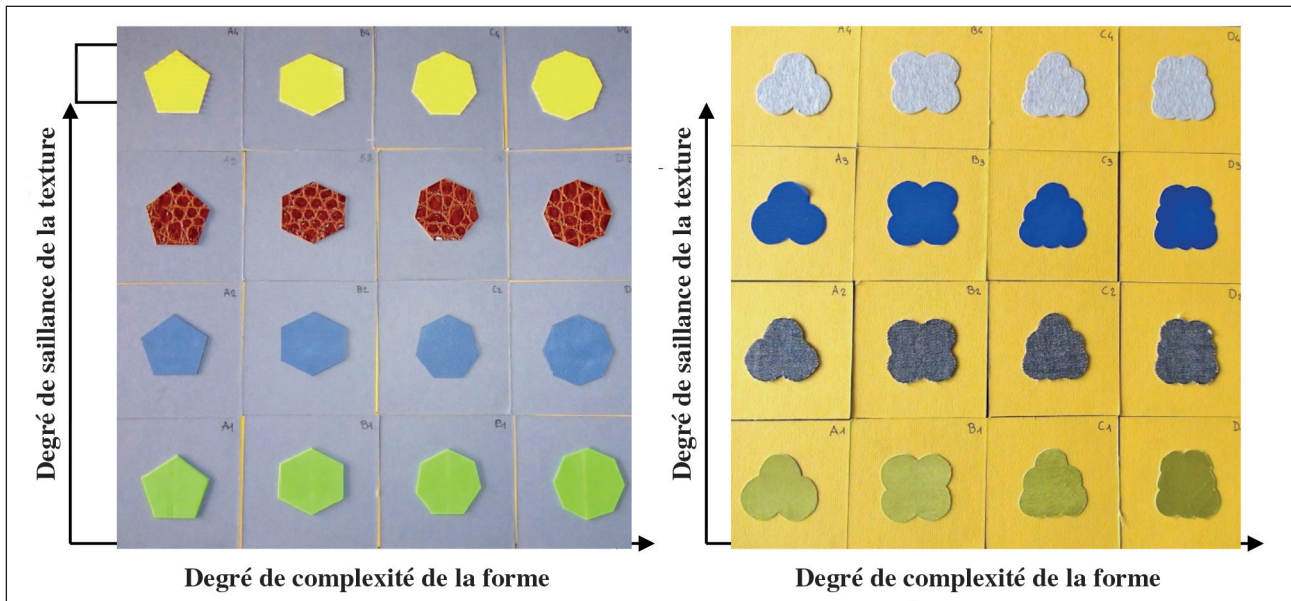
Il a été demandé aux parents et aux éducateurs des enfants aveugles de qualifier leur niveau de pratique relativement aux images tactiles, respectivement à la maison et au sein de l'institution fréquentée : pratique absente (niveau 1) ; rare (niveau 2) ; 1 à 2 fois par mois (niveau 3) ; 1 à 2 fois par semaine (niveau 4) ; presque tous les jours (niveau 5). Un niveau moyen a été calculé pour chaque enfant, en combinant les 2 scores (maison et école), de façon à tester le lien entre pratique de l'image tactile et choix d'appariement selon la forme. Les scores moyens de pratique des enfants présentent une variabilité suffisante (empan entre 2 et 5, $M = 3.17$, $ET = 1.08$) pour corrélérer ce niveau de pratique avec les choix d'appariement effectués par les enfants.

Matériel

Le matériel utilisé se compose de 32 stimuli tactiles de taille 5 x 5 cm représentant des formes géométriques polygonales ou arrondies, de complexité croissante (4 niveaux codés, de A à D), dans des textures de saillance croissante (4 niveaux codés, de 1 à 4) en rapport avec le relief (formes polygonales) ou avec le grain (formes arrondies). La *figure 1* présente les 16 items polygonaux et les 16 items à formes arrondies, cet ensemble permettant de tester les relations forme-texture sur un nombre suffisant d'items (8 d'entre eux forment les items cibles, les autres constituant les items à appareiller, sélectionnés selon une procédure décrite plus loin). Les 8 items cibles comprennent 4 formes polygonales de 4 textures différentes (A1, B3, C2, D4) et 4 formes arrondies de 4 textures différentes (A4, B2, C3, D1).

La sélection des 4 niveaux de saillance des textures a été réalisée suite à une étude pilote menée auprès d'adultes voyants (20 étudiants) auxquels il a été demandé de classer une série de textures (des textures relief : mousse, cuir avec aspérités, cuir imitation croco, carton ondulé, et des textures grains : satin, toile de jean, papier crépon, papier de verre) en fonction de leur saillance tactile, suite à une exploration réalisée les yeux bandés. À partir des classements moyens obtenus, les textures ont été ordonnées selon 4 niveaux de saillance. La complexité des formes est, quant à elle, déterminée par le nombre de côtés (5 à 8) pour les polygones ou de segments arrondis (3 à 7) composant la forme arrondie globale.

Figure 1. Illustration des 2 sets d'images tactiles utilisées dans l'étude et du principe appliqué pour choisir les images à appairer en fonction de l'item cible. Quand l'item cible est l'image avec le cercle sur sa surface par exemple, alors la série d'images qui lui est appairée est constituée des 5 images reliées par les flèches.



Procédure

La tâche présentée aux enfants reprend le principe de la tâche de classification haptique utilisée par Berger et Hatwell (1993), en accroissant le niveau de difficulté de façon à être plus proche des conditions écologiques des images tactiles d'albums illustrés. Les enfants explorent un premier item (item cible), qu'ils devront par la suite appairer avec un item à sélectionner parmi 5. Ces stimuli ont un degré de similarité, pour la texture et la forme, plus ou moins éloigné du premier item exploré. Ainsi, comme illustré dans la *figure 1*, si l'item cible présenté à l'enfant est celui avec le cercle sur sa surface, la série d'items qu'il explorera par la suite sera constituée :

- d'un item avec exactement la même forme et une texture éloignée,
- d'un item avec une forme différent d'un niveau de complexité et une texture éloignée,
- d'un item éloigné par la forme et par la texture,
- d'un item éloigné par la forme, avec une texture différent d'un niveau de saillance,
- d'un item avec exactement la même texture que la cible et une forme éloignée.

L'enfant est confortablement installé à une table sur laquelle est posé un cache vertical de dimensions 50 x 32 cm, présentant une ouverture de 32 x 6 cm à sa base, au travers de laquelle il est invité à passer les deux mains. L'explication de la tâche et la présentation de la consigne sont effectuées en utilisant des items cibles et items appairés différents de ceux retenues pour la phase expérimentale, mais conçus sur les mêmes principes. L'expérimentateur place derrière le cache l'item tactile cible (par exemple, un carré en carton ondulé) et demande à l'enfant de bien l'explorer, avec ses deux mains, car il devra ensuite en explorer d'autres et dire lequel va le mieux avec le premier. La cible est ensuite retirée et

remplacée par 3 items appairés : la même forme pour l'un (par exemple, un carré en bois), la même texture pour l'autre (par exemple, un hexagone en carton ondulé), une forme et une texture différentes pour le 3^e (par exemple, un triangle en feutrine). L'enfant doit explorer ces 3 stimuli et désigner celui qui va le mieux avec le 1^{er} item touché. Il est ensuite expliqué à l'enfant que la tâche suivante sera plus difficile car au lieu d'avoir 3 items à explorer en appariement, il y en aura 5.

La phase expérimentale débute quand l'enfant a bien compris la consigne et explore de manière suffisante tous les items. La procédure est identique à celle du prétest, avec 5 items au lieu de 3 proposés pour l'appariement. L'enfant est encouragé à explorer la cible comme les items d'appariement de façon la plus complète possible, sans contrainte de temps. Les items cibles sont toujours présentés dans le même ordre pour chaque enfant, de la forme la plus simple à la forme la plus complexe, en alternant polygones et formes arrondies. L'item choisi comme étant celui allant le mieux avec la cible est enregistré par l'expérimentateur.

On soulignera que cette tâche d'appariement introduit une composante mnésique certaine puisque les enfants doivent comparer les 5 items appariés à l'item cible tel que mémorisé, ce premier ayant de fait été exploré seul dans un premier temps. Elle impose toutefois à l'enfant de former une image la plus complète possible de la cible, puisqu'aucun contrôle n'est ensuite possible par des comparaisons locales directes cible-item à appairer. Elle renforce ainsi la nécessité d'intégrer forme et texture, contrainte propice à observer des priorités de traitement de l'une sur l'autre.

Codage et analyse des données : résultats

Les enfants sont confrontés à 5 choix d'appariement : même forme (choix codé 1), forme proche (codé 0.5), même texture (codé -1), texture proche (codé -0.5), autre (codé 0).

Le nombre de réponses « autre » obtenu étant très faible (11 sur 240 réponses au total), elles ont été exclues des analyses. Les données obtenues pour les formes polygonales ou arrondies ont été regroupées. Chaque enfant obtient ainsi un score brut d'appariement variant de -8 à 8. Un score de biais pour une dimension a été calculé en divisant le nombre de réponses en faveur exclusif de la forme (les scores 1) moins le nombre de réponses en faveur exclusif de la texture (les scores -1) par le nombre total de réponses (nbF-nbT/nbF+nbT). Sa valeur est comprise entre 1 (biais exclusif pour la forme) et -1 (biais exclusif pour la texture). Pour chaque enfant ont été établis le pourcentage global de réponses formulées uniquement en faveur d'une dimension, la forme (scores 1) ou la texture (scores -1), indiquant un traitement séparé de ces dimensions (Garner, 1974), et le pourcentage de réponses mixtes, indiquant un traitement intégré (Garner, 1974) associant à la fois la forme et la texture (scores 0,5 et -0,5). Enfin, afin d'évaluer si les préférences d'appariement en termes de forme ou de texture sont sensibles à la complexité de la forme et/ou à la saillance de la texture, nous avons calculé des scores moyens d'appariement pour chaque niveau de complexité de la forme d'une part (4 niveaux) et de saillance de la texture d'autre part (4 niveaux).

L'homogénéité des variances n'étant pas observée, nous avons utilisé des tests non paramétriques pour les analyses. Le test de Man-Whitney (valeur U) permet de comparer les scores calculés entre le groupe des enfants aveugles et celui des voyants ou entre les 2 groupes d'âge (7-9 ans, 10-12 ans). Le test de Wilcoxon (valeur T) compare, au sein d'un même groupe, ses performances sur 2 variables différentes. Le test de Friedman (valeur χ^2) est utilisé pour tester, pour chaque groupe d'enfants séparément, si leurs choix d'appariement se différencient selon le niveau de complexité de la forme ou de saillance de la texture. Enfin, le test de corrélation de Kendall (τ) permet de tester le lien entre niveau de pratique de l'image tactile et choix d'appariement chez les enfants aveugles.

Résultats

La *figure 2* fait apparaître un biais global de production de réponses en faveur de la texture chez les enfants voyants (valeur négative de l'indice F-T/F+T), alors que ceux privés de vision obtiennent un score d'appariement moyen proche de 0, $U = 67$, $N_1 = 18$, $N_2 = 17$, $p < .01$. 7 enfants aveugles sur 17 présentent un score brut d'appariement négatif alors qu'ils sont 14 sur 18 à obtenir un tel score négatif dans le groupe des voyants, $\chi^2(1) = 4.9$, $p < .05$. Aucun effet significatif de l'âge ne se manifeste relativement à ce score, $U = 142.5$, $N_1 = 16$, $N_2 = 19$, $p > .50$, malgré une tendance à une diminution du biais en faveur de la texture chez les enfants voyants.

Figure 2. Biais global des réponses d'appariement chez les enfants aveugles ou voyants pour les deux groupes d'âge (des valeurs négatives indiquent un biais pour la texture, des valeurs positives un biais pour la forme).

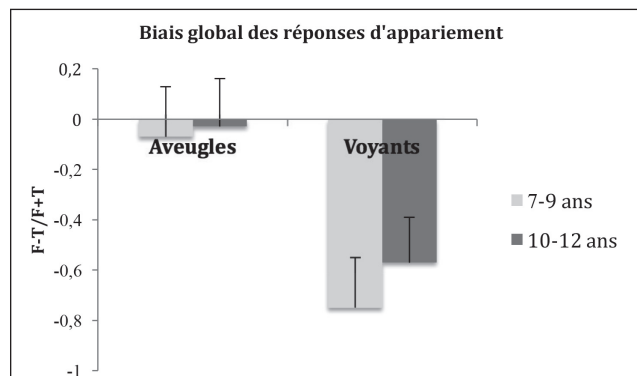
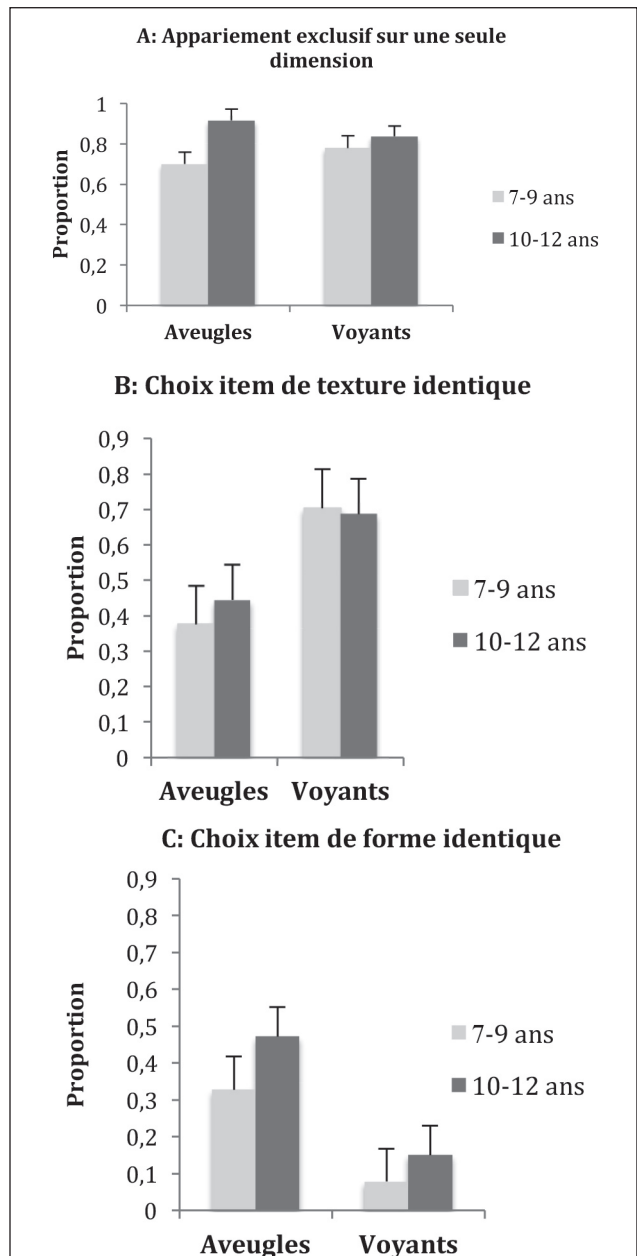


Figure 3. Proportion d'appariements exclusifs sur une seule dimension dans les différents groupes (3A : ensemble des réponses ; 3B : appariements en faveur de la texture ; 3C : appariements en faveur de la forme).



Comme illustré par la *figure 3A*, les enfants aveugles comme voyants témoignent très majoritairement d'un traitement séparé des 2 dimensions, avec une centration exclusive sur 1 seule dimension, les 2 groupes ne se distinguant pas sur cette caractéristique, $U = 133$, $N1 = 17$, $N2 = 18$, $p > .40$. La différence d'âge est par ailleurs significative chez les enfants aveugles, le traitement d'une seule dimension se renforçant chez les 10-12 ans par comparaison aux 7-9 ans, $U = 11$, $N1 = 8$, $N2 = 9$, $p < .05$.

Toutefois, les *figures 3B et 3C* révèlent que les enfants aveugles et voyants se différencient nettement quant à la nature de la dimension traitée de manière privilégiée. Les enfants aveugles se centrent davantage sur la dimension forme (*figure 3C*) que ceux voyants, $U = 68.5$, $N1 = 17$, $N2 = 18$, $p < .01$, et inversement moins sur la dimension texture (*figure 3B*), $U = 78.5$, $N1 = 17$, $N2 = 18$, $p < .05$. Les enfants aveugles font des appariements qui se répartissent globalement de manière semblable entre centration sur la forme et centration sur la texture, $T = 76$, $p > .90$, alors que ceux voyants se centrent très nettement exclusivement sur la texture, $T = 5$, $p < .01$. Il importe de souligner que la corrélation, chez les enfants aveugles, entre pratique de l'image tactile et fréquence des choix d'appariement sur la base de la forme exclusivement est positive et marginalement significative, $\tau = .33$, $p = .06$, alors que celle entre pratique de l'image tactile et choix d'appariement sur la texture est négative, $\tau = -.22$ (mais non significative, $p = .20$).

Enfin, la *figure 4* (4A : complexité de la forme ; 4B : saillance de la texture) illustre comment les choix d'appariement des enfants se distribuent selon les 4 niveaux de complexité de la forme ou les 4 niveaux de saillance de la texture de l'item cible exploré.

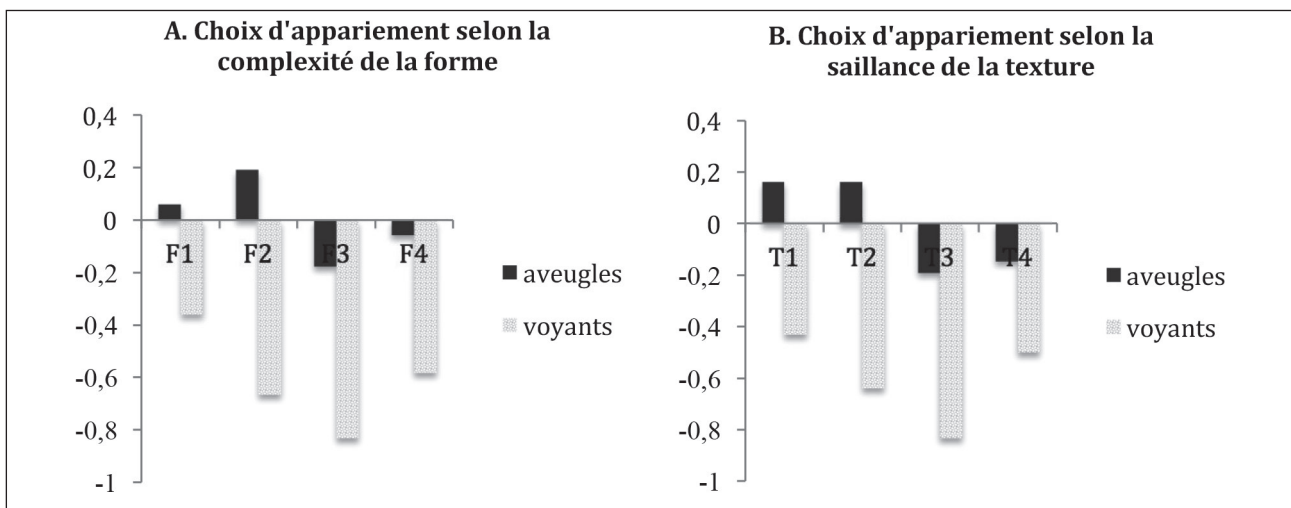
Ces figures mettent en évidence tout à la fois une grande homogénéité des comportements des enfants lorsque la forme ou la texture de la cible gagne en complexité ou

saillance et une divergence importante de ces comportements selon le statut visuel de l'enfant. Chez les enfants voyants, leur biais en faveur de la texture augmente avec l'accroissement de la complexité de la forme ou de la saillance de la texture, mais décroît lorsque l'on atteint le dernier niveau d'intensité pour ces 2 dimensions. Un test de Friedman confirme la significativité des différences liées aux niveaux de saillance de la texture, $\chi^2(3) = 8.4$, $p < .05$, alors que ces différences ne sont que marginalement significatives pour la forme, $\chi^2(3) = 6.3$, $p = .09$. Chez les enfants aveugles, un biais en faveur de la forme (très modéré toutefois) émerge avec les items cibles présentant les 2 niveaux les plus bas de complexité de la forme (F1-F2) ou de saillance de la texture (T1-T2), alors que ce biais s'inverse (tout en restant modéré) pour les 2 niveaux les plus élevés de complexité (F3-F4) ou de saillance (T3-T4). Les différences sont significatives quand on compare, pour ces enfants aveugles, leurs scores d'appariement des niveaux F1-F2 ou T1-T2 aux niveaux F3-F4 ou T3-T4, respectivement $T = 10.5$, $p < .05$ et $T = 4$, $p < .01$.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Concevoir une image tactile pour albums illustrés destinés aux enfants n'est pas affaire aisée. Cela fait appel à un sens de l'esthétisme certain, une grande créativité, tout en prenant en compte la réalité perceptive des enfants déficients visuels et leurs capacités de comprendre et reconnaître ces images. Ces enfants reconnaissent mieux les images tactiles texturées que thermoformées ou en relief (Theurel *et al.*, 2013). Mais la texture prend-elle totalement le pas sur la forme lorsque ces 2 dimensions sont données à traiter à l'enfant aveugle, comme dans une tâche d'appariement par exemple ? Ces relations forme-texture évoluent-elles avec l'âge, dans la période allant de 7 à 12 ans environ ? De telles questions ont motivé la présente étude, qui est l'une des toutes premières à aborder cette thématique chez l'enfant aveugle.

Figure 4. Choix d'appariement selon la complexité de la forme (4A) ou la saillance de la texture (4B) pour les différents groupes (F1 à F4 : 4 niveaux de complexité de la forme ; T1 à T4 : 4 niveaux de saillance de la texture ; les valeurs négatives révèlent un choix en faveur de la texture, celles positives en faveur de la forme).



Les travaux confrontant les traitements respectifs de la forme et de la texture dans une image tactile ou un objet 3D sont rares chez les enfants ou adultes porteurs d'un handicap visuel. Certaines études ont globalement mis en évidence, pour le traitement tactile chez le voyant, une concentration sur la texture chez les plus jeunes, sur la forme chez les plus âgés, ainsi qu'un renforcement du traitement séparé de chaque dimension avec l'âge (Gliner *et al.*, 1969 ; Siegel & Vance, 1970 ; Berger & Hatwell, 1993 ; Kalagher & Jones, 2011). Le rôle joué par le type d'explorations haptiques mises en œuvre par les enfants aux différents âges dans l'émergence de ces préférences a été démontré (Berger & Hatwell, 1996). Considérant l'avantage que les enfants avec handicap visuel possèdent en termes d'expertise haptique dans l'exploration de patterns géométriques bidimensionnels (Vinter *et al.*, 2012), nous nous attendions à observer un traitement de la forme plus privilégié par ceux-ci en comparaison aux enfants voyants et une évolution avec l'âge cohérente avec les données de la littérature.

Nos résultats montrent en effet que les enfants aveugles basent leurs choix d'appariement davantage sur la forme que ne le font les voyants, qui se concentrent presque exclusivement sur la texture, confirmant les résultats de Hatwell et Berger (1993). Les choix des enfants aveugles se répartissent de façon presque équilibrée entre texture et forme. Les 2 groupes traitent chaque dimension de façon séparée, mais avec des concentrations donc différenciées et qui ne se modifient pas avec l'âge dans la période étudiée. La difficulté plus grande de notre tâche comparativement à d'autres utilisées dans la littérature où une inversion de choix pour la forme entre 6 et 7 ans est signalée (Siegel & Barber, 1973, par exemple), avec l'introduction d'une composante mnésique importante, explique certainement que les enfants voyants demeurent plus longtemps centrés sur la texture, plus facilement encodable par l'enfant. Le choix pour la texture s'accroît encore, chez ces enfants dans notre expérience, avec l'augmentation aussi bien de la complexité de la forme que de la saillance de la texture. La prépondérance d'une propriété sur une autre influençant de fait directement les traitements réalisés par les enfants (Gliner *et al.*, 1969), les enfants voyants se focalisent d'autant plus sur la dimension la plus immédiatement accessible lors des explorations haptiques, la texture (Lederman & Klatzky, 1997).

L'expertise haptique plus développée des enfants aveugles les amène à pouvoir optimiser le traitement haptique pour accéder à la propriété de forme, tant que la complexité de celle-ci reste modérée ou tant que la saillance de la texture n'est pas trop forte, comme montré par nos résultats. Dans ces 2 derniers cas, un renversement dans les choix d'appariement de l'enfant aveugle émerge, avec une tendance à privilégier la texture. Il en résulte que ces enfants privés de vision oscillent entre forme et texture dans leurs appariements, en dépendance avec la difficulté du traitement haptique induit par la tâche et/ou en dépendance avec la difficulté du traitement mnésique imposé par la tâche. La corrélation obtenue entre leur niveau de pratique de l'image tactile et leurs choix préférentiels pour le traitement de la forme est cohérente avec l'idée que leurs procédures

d'exploration haptiques, plus coordonnées et développées que celles des enfants voyants, leur permettent d'accéder à la propriété de forme. Un enregistrement des mouvements d'exploration des enfants aurait pu permettre de confirmer ces données de Hatwell et Berger (1996), à savoir une utilisation plus fréquente de procédures telles que le suivi de contours chez les enfants aveugles. C'est d'autant plus probable que cette procédure est très souvent explicitement conseillée, voire enseignée, aux enfants qui ont une pratique de l'album tactile illustré. Soulignons par ailleurs que ce résultat mettant en avant le rôle important joué par la pratique haptique est en cohérence avec la littérature. Qu'elle s'exprime avec les images tactiles (D'Anguilli, Kennedy & Heller, 1998) ou le dessin (Vinter, Bonnin & Morgan, 2018), l'impact de la pratique haptique chez les enfants aveugles est considérable vis-à-vis de l'efficacité de leurs capacités à reconnaître ou produire des images tactiles. C'est probablement l'un des facteurs qui explique les divergences de résultats des études ayant comparé les performances d'enfants aveugles à ceux voyants dans la reconnaissance des images tactiles, certains rapportant une supériorité des enfants aveugles, d'autres des enfants voyants et d'autres encore, aucune différence (D'Anguilli *et al.*, 1998 ; Lederman *et al.*, 1990 ; Picard *et al.*, 2010).

Enfin, les résultats montrent que le traitement séparé de chaque dimension domine dans les 2 groupes et augmente avec l'âge chez les aveugles, cette augmentation n'étant pas significative chez les enfants voyants dans notre expérience. Une telle augmentation avec l'âge avait été rapportée par Berger et Hatwell (1993) pour les voyants entre 5 et 9 ans et les adultes. Nous la retrouvons avec les enfants aveugles, entre 7 et 12 ans pour notre tâche. La *figure 3C* indique que cette augmentation va de pair avec une concentration accrue sur la forme au cours de l'âge chez les enfants, bien que non significative. Une meilleure maîtrise des explorations haptiques avec l'âge chez les enfants aveugles permet probablement de rendre compte de ce résultat.

La différence de traitement, plus axé sur la forme ou sur la texture selon le statut visuel des enfants, est le résultat majeur de cette étude. Lorsque les enfants voyants ne disposent pas d'informations suffisantes pour passer par une médiation visuelle (comme dans notre étude où les formes à explorer sont géométriques et complexes pour certaines), ils traitent l'information haptique de manière directe et se fixent sur la propriété accessible le plus immédiatement, la texture. La composante mnésique de la tâche renforce par ailleurs certainement cette tendance. Les enfants aveugles, qui ont une expérience de la perception haptique directe, traitent cette information haptique de manière plus approfondie et coordonnée et se concentrent ainsi sur la forme tant que la difficulté de la tâche reste modérée ou que la saillance de la texture n'est pas trop forte. Certes, ce résultat a été obtenu en demandant aux enfants d'explorer des formes tactiles élémentaires. Il peut néanmoins suggérer quelques préconisations pour la fabrication d'images tactiles destinées aux enfants totalement privés de vision. L'utilisation de textures très saillantes devrait être réservée aux éléments pour lesquelles elles sont naturellement évocatrices de l'identité de l'objet ou de la partie d'objet qu'elles

représentent, étant donné leur plus grande difficulté à traiter la forme dans ces cas. L'utilisation de formes complexes, nécessitant une analyse et intégration fine des informations haptiques issues des mouvements d'exploration de l'image, devrait être évitée autant que faire se peut, en tout cas pour les jeunes enfants et/ou ceux n'ayant pas encore consolidé une forte pratique avec les images tactiles.

REMERCIEMENTS

Les auteurs sont très reconnaissants aux écoles et instituts suivants d'avoir accepté de nous recevoir pour réaliser cette étude : Institut pour jeunes aveugles Les Charmettes à Yzeure, Centre Lestrade à Ramonville Saint-Agne, Institut des Hauts-Thébaudières à Vertou, Service Aide soutien à l'intégration à Cahors, Service pour Jeunes Déficiants visuels à Auray, Centre pour handicapés de la vue à Lausanne. L'étude a été réalisée grâce à un financement de l'ANR et de la Fondation de France.

RÉFÉRENCES

BERGER, C. & HATWELL, Y. (1993). Dimensional and overall similarity classifications in haptics: a developmental study. *Cognitive Development*, 8, 495-516.

BERGER, C. & HATWELL, Y. (1995). Development of analytic vs global processing in haptics: the perceptual and decisional determinants of classification skills. *British Journal of Developmental Psychology*, 13, 143-162.

BERGER, C. & HATWELL, Y. (1996). Developmental trends in haptic and visual free classifications: Influence of stimulus structure and exploration on decisional processes. *Journal of Experimental Child Psychology*, 63, 447-465.

D'ANGIULLI, A., KENNEDY, J.M. & HELLER, M.A. (1998). Blind children recognizing tactile pictures respond like sighted children given guidance in exploration. *Scandinavian Journal of Psychology*, 39, 187-190.

EVANS, P. M. & SMITH, L. B. (1988). The development of identity as a privileged relation in classification: When very similar is just not similar enough. *Cognitive Development*, 3(3), 265-284.

FREIDES, D. (1974). Human information processing and sensory modality: Crossmodal functions, information complexity, memory and deficit. *Psychological Bulletin*, 81, 284-310.

GARNER, W. R. (1974). *The processing of Information and Structure*. Potomac, MD: Erlbaum.

GLINER, C. R., PICK, A. D., PICK, H. L. & HALES, J. A. (1969). A developmental investigation of visual and haptic preferences for shape and texture. *Monographs of the Society for Research on Child Development*, 34(6) (serial number 130), 1-40.

HATWELL, Y. (1986). *Toucher l'espace : la main et la perception tactile de l'espace*. Lille : Presses universitaires de Lille.

KALAGHER, H. & JONES, S. S. (2011). Developmental change in young children's use of haptic information in a visual task: the role of hand movements. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108, 293-307.

KLATZKY, R. L., LEDERMAN, S. & REED, C. (1987). There's more to touch than meets the eye: The saliency of object attributes for haptics with and without vision. *Journal of Experimental Psychology General*, 116(4), 356-369.

KLEIN, S. D. (1966). The development of tactual perception: Processes and achievements. In S. Wapner & B. Kaplan (Eds.), *Heinz Werner: Papers in memoriam*. Worcester, Mass.: Clark University Press.

LANDAU, B. (1991). Spatial representation of objects in the young blind child. *Cognition*, 38, 145-178.

LEDERMAN, S. J. & KLATZKY, R. L. (1997). Relative availability of surface and object properties during early haptic processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23(6), 1680-1707.

LEDERMAN, S. J., KLATZKY, R. L., CHATAWAY, C. & SUMMERS, C.D. (1990). Visual mediation and the haptic recognition of two-dimensional pictures of common objects. *Perception & Psychophysics*, 47, 54-64.

MOLINA, M. & JOUEN, F. (1998). Modulation of the palmar grasp behavior in neonates according to texture property. *Infant Behavior and Development*, 21, 659-666.

MORRONGLIELLO, B.A., HUMPHREY, C.K., TIMNEY, B., CHOI, J. & ROCCA, P.T. (1994). Tactual object exploration and recognition in blind and sighted children. *Perception*, 23, 833-848.

PICARD, D., LEBAZ, S., JOUFFRAIS, C. & MONNCIER, C. (2010). Haptic recognition of two-dimensional raised-line patterns by early-blind, late-blind, and blindfolded sighted adults. *Perception*, 39, 224-235.

PICK, H. L. (1974). Visual coding on non-visual spatial information. In R. B. MacLeod & H. L. Pickett (Eds.), *Perception* (pp. 153-165). Ithaca, NY: Cornell University Press.

SHELLINGERHOUT, R., SMITSMAN, A.W. & VAN GALEN, G.P. (1997). Exploration of surface-textures in congenitally blind infants. *Child Care Health Review*, 23, 247-264.

SHEPP, B. E. & SWARTZ, K. B. (1976). Selective attention and the processing of integral and non-integral dimensions: a developmental study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 22, 73-85.

SIEGEL, A. W. & VANCE, B. J. (1970). Visual and haptic dimensional preference: A developmental study. *Developmental Psychology*, 3, 264-266.

SMITH, L. B. (1989). A model of perceptual classification in children and adults. *Psychological Review*, 7, 811-824.

SMITH, L. B. & KEMLER, D. G. (1977). Developmental trends in free classification: Evidence for a new conceptualization of perceptual development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 24(2), 279-298.

STRERI, A. & MOLINA, M. (1993). Visual-tactual and tactual-visual transfer between objects and pictures in 2-month-old infants. *Perception*, 22, 1299-1318.

THEUREL, A., WITT, A., CLAUDET, P., HATWELL, Y. & GENTAZ, É. (2013). Tactile picture recognition by early blind children: The effect of illustration technique. *Journal of Experimental Psychology Applied*, 19, 233-240.

TREISMAN, A. & GORMICAN, S. (1988). Feature analysis in early vision: Evidence from search asymmetries. *Psychological Review*, 95, 15-48.

VINTER, A., FERNANDES, V., ORLANDI, V. & MORGAN, P. (2012). Exploratory procedures of tactile images in visually impaired and blindfolded sighted children: How they relate to their consequent performance in drawing. *Research in Developmental Disabilities*, 33, 1819-1831.

VINTER, A., BONNIN, P. & MORGAN, P. (2018). The severity of the visual impairment matters for drawing in children. *Research in Developmental Disabilities*, 78, 15-26.