

L'utilisation de pictogrammes en points vs. en lignes

3.1. Questions de recherches

Peut-on utiliser des pictogrammes tactiles pour illustrer des livres pour enfants ? Ces pictogrammes peuvent-ils être affichés sur des tablettes à picots rétractables ?

Les objectifs de cette étude sont multiples. Tout d'abord étudier l'effet des trois facteurs identifiés précédemment sur la reconnaissance des pictogrammes en lignes et en points : l'utilisation de pictogrammes, l'espacement entre les points, et l'âge des participants (enfants vs. adultes). Nous évaluerons de nouveau l'effet du statut visuel (voyants ou non-voyants) sur la reconnaissance des pictogrammes. Cette étude nous permettra également d'étudier l'effet de nouveaux facteurs.

Peters, Hackeman et Goldreich (2009) ont observé que les participants ayant les plus gros doigts avaient tendance à avoir une acuité tactile plus faible. Les auteurs font l'hypothèse que les mécanorécepteurs sont plus éparpillés dans les plus gros doigts. Cependant, à notre connaissance, aucune étude sur les images tactiles n'a évalué cet effet. Nous proposons donc d'observer l'effet de la taille du doigt sur la reconnaissance des pictogrammes.

Enfin, les pictogrammes en points sont des stimuli pouvant se rapprocher du braille (points distincts) nous proposons donc d'étudier l'effet de l'utilisation régulière du braille sur la reconnaissance.

3.2. Participants

Cette étude inclut 8 enfants non-voyants d'âge moyen 7.6 ans (90 mois, SD=9) et 20 enfants voyants travaillant sans voir d'âge moyen 8 ans (97 mois, SD = 6). Afin de vérifier l'hypothèse selon laquelle les résultats plus faibles obtenus dans l'étude 1 (en comparaison aux études sur les tablettes à picots présentées dans le [Chapitre 1 Partie 7.2](#)) sont liés à l'âge des participants étudiée (enfant vs. adultes) nous avons également inclus des adultes. Au total, 36 adultes voyants aux yeux bandés d'âge moyen 25 ans (SD = 10) et 18 adultes non-voyants dont 9 non-voyants précoces et 9 non-voyants tardifs d'âge moyen 40 ans (SD = 15) ont pris part à l'étude.

3.3. Matériel

Nous avons créé des pictogrammes en lignes en reliant tous les points des pictogrammes étudiés dans la première étude et nous avons lissé les courbes créées par les points ([Figure 35](#)) En effet, la représentation de pictogrammes sur une matrice de 5x5 ne permet pas de suggérer des courbes lisses mais plutôt des changements abrupts de direction.

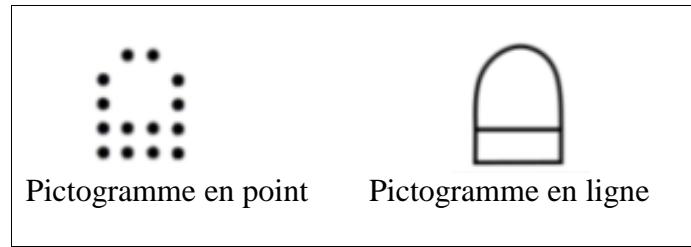


Figure 35 : Exemple de pictogramme présentant un arrondi

Nous avons créé des pictogrammes en petits points basés sur le format braille (même taille et espacement entre les points). Ces pictogrammes sont les mêmes que dans la première étude mais avec des points en relief de 1 mm au lieu de 4 mm et un espacement entre les points de 1 mm au lieu de 4 mm. Ce format est proche du format des tablettes utilisées dans les études de Bellik et Clavel (2017) et Leo et al. (2018) (voir Chapitre 1 Partie 7.2). Nous avons conservé les mêmes pictogrammes sur une matrice de 5x5 afin de ne pas modifier le nombre de points entre les pictogrammes des deux conditions. Cependant, le passage de pictogrammes en points de 4mm espacés de 4mm à des pictogrammes en points de 1mm espacés de 1mm a une influence sur la taille du pictogramme. La matrice de 5x5 points mesure 5x5cm dans la première étude, alors qu'elle mesure 1,5x1,5 cm pour les pictogrammes en petits points (Figure 36).

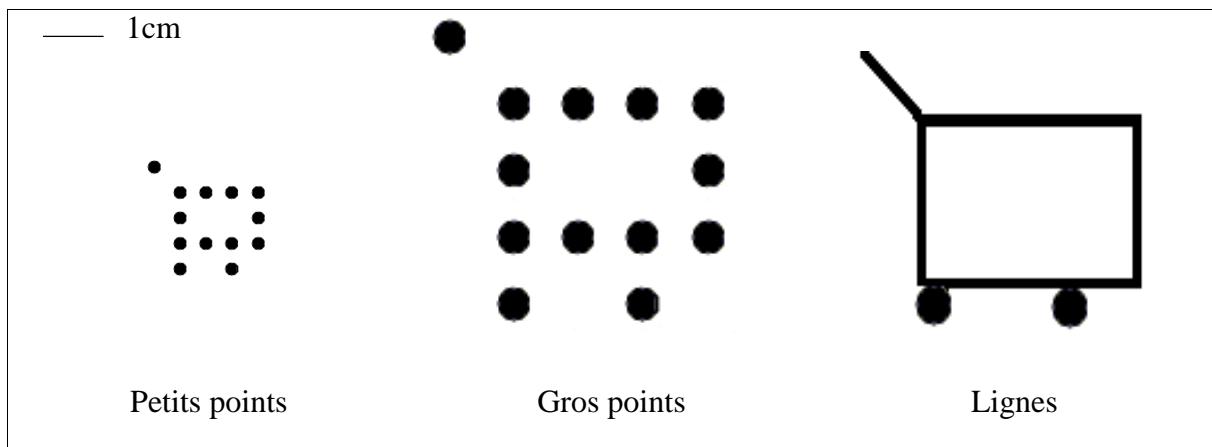


Figure 36 : Exemple de pictogrammes à l'échelle

Cette étude comprend donc trois conditions d’illustration dont deux nouvelles : des pictogrammes en lignes et des pictogrammes en petits points (points de 1mm espacés de 1mm) et une troisième reprenant les pictogrammes de la première étude que nous appellerons pictogrammes en gros points (points de 4mm espacés de 4mm) ([Figure 37](#)).

Pictogrammes liste 1			Pictogrammes liste 2			Pictogrammes liste 3		
Mot	Points	Lignes	Mot	Points	Lignes	Mot	Points	Lignes
Chat			Oiseau			Mouton		
Fraise			Poisson			Fleur		
Sac			Lunettes			Chapeau		
Collier			Ceinture			Crayon		
Poupée			Ballon			Sapin		
Bourdon			Hot dog			Python		
Chou-fleur			Espadrille			Manette		
Poignard			Nectarine			Jogging		
Cintre			Enceinte			Balayette		
Sparadrap			Caddie			Epuisette		

Figure 37 : Matériel expérimental utilisé

3.4. Méthode

Nous avons repris la méthodologie (tâche et analyse de données) utilisée dans l’étude 1 ([Chapitre 2 Partie 2](#)).

Nous avons également demandé aux adultes voyants de dessiner ce qu'ils avaient perçu du pictogramme après la tâche d'association. Ces dessins peuvent permettre de mieux comprendre les difficultés liées à la perception des images tactiles (Kalia & Sinha, 2011). Nous n'avons pas pu proposer cette tâche aux adultes non-voyants car la plupart avaient un mauvais souvenir du dessin ou ne savaient pas dessiner. Le fait de devoir dessiner entraînait donc un stress important chez ces personnes.

Suite aux prétests que nous avons menés avec deux enfants voyants, nous avons fait le choix de ne proposer que deux conditions expérimentales aux enfants : les pictogrammes en lignes et les pictogrammes en petits points. En effet, l'étude durait déjà une trentaine de minutes avec deux conditions et les pictogrammes en gros points ont déjà été étudiés sur une population d'enfants voyants et non-voyants lors de l'étude 1. Pour la même raison, nous n'avons pas proposé la tâche de dessins aux enfants.

Malgré le fait d'avoir réduit la durée de l'étude au maximum, certains enfants n'ont pas réussi à se concentrer jusqu'à la fin ou ont voulu arrêter l'étude avant la fin. Nous avons considéré que l'enfant n'était plus concentré lorsqu'il montrait des signes de fatigue : dire qu'il est fatigué, demander plusieurs fois de suite le nombre d'images ou le temps restant, proposer toujours le même mot pour chaque pictogramme sans les avoir touchés. Ces participants ont été retirés de l'étude (2 enfants non-voyants et 4 enfants voyants).

Nous avons mesuré la largeur des index droit des participants au niveau de la pulpe du doigt (Moyenne = 1.589 cm, SD = 0.150, min = 1.33cm, max = 1.86cm).

Les données et scripts des analyses statistiques peuvent être consultés sur OSF³ :

³ https://osf.io/c7n2z/?view_only=dc2094f64bee459b96f3fe3b1ae255cd

3.5. Hypothèses

1.1.1 *La taille du doigt*

En se reposant sur l'étude de [Peters et al. \(2009\)](#), nous faisons l'hypothèse 1 : La taille du doigt affecte négativement la reconnaissance . Selon cette hypothèse, les participants avec les plus gros doigts auront un taux de reconnaissance plus faible.

1.1.2 *Le statut visuel*

Hypothèse 2 : l'entraînement et la familiarité avec du contenu tactile permettent d'améliorer la reconnaissance des pictogrammes. Selon cette hypothèse, le taux de reconnaissance des pictogrammes pour les participants non-voyants (précoce ou tardif) sera supérieur à celui des participants voyants.

Hypothèse 3 : l'utilisation de formes figuratives basées majoritairement sur des représentations visuelles (*e.g.* un V pour représenter l'oiseau) est un frein à la reconnaissance pour les personnes non-voyantes précoce. Selon cette hypothèse le taux de reconnaissance des pictogrammes pour les participants non-voyants précoce sera inférieur au taux de reconnaissance des pictogrammes par les participants non-voyants tardif et voyants.

Les hypothèses 2 et 3, bien qu'ayant des effets opposés, sont complémentaires. Il est possible que l'utilisation de formes figuratives basées majoritairement sur des représentations visuelles soit un frein à la reconnaissance mais ce frein est compensé par l'entraînement et la familiarité des personnes non-voyantes avec du contenu tactile.

1.1.3 *L'utilisation régulière du braille*

Dans la condition petits points, les pictogrammes sont basés sur le format braille (même taille de point et espace entre les points). Nous faisons donc l'hypothèse 4 suivante : l'entraînement à la lecture en braille influence positivement les performances ([Axelrod, 1959](#)). Selon cette hypothèse, les participants braillistes (qui utilisent le braille) auront de meilleures

performances dans la condition pictogrammes en petits points que les participants non-braillistes (qui n'utilisent pas le braille).

Nous n'avons pas évalué l'utilisation du braille chez les enfants car les enfants non-voyants ont des niveaux d'utilisation du braille très différents (certains commencent juste à l'apprendre tandis que d'autre le lisent depuis plusieurs mois ou années).

1.1.4 L'âge (enfants ou adultes)

Enfin, les enfants ayant des capacités d'exploration et d'intégration mentale plus limitées nous faisons l'hypothèse 5 suivante : l'âge a une influence positive sur la reconnaissance des pictogrammes. Selon cette hypothèse, les enfants auront un taux de reconnaissance inférieur à celui des adultes.

1.1.5 La condition

Nous faisons différentes hypothèses sur l'effet de la condition (pictogrammes en gros points, en petits points et en ligne sur le taux de reconnaissance) :

- Hypothèse 6 : L'utilisation de pictogrammes affecte négativement la reconnaissance. Selon cette hypothèse le taux de reconnaissance des pictogrammes en lignes, en points et en gros points sera faible.
- Hypothèse 7 : l'utilisation de points distincts pour représenter des pictogrammes peut rendre la reconnaissance de ces pictogrammes plus difficile. Selon cette hypothèse le taux de reconnaissance des pictogrammes en lignes sera supérieur à celui des pictogrammes en gros points et en petits points.
- Hypothèse 8 : la taille et l'écartement des points dans la condition gros point rend la reconnaissance des pictogrammes plus difficile. Selon cette hypothèse le taux de reconnaissance des pictogrammes en petits points sera supérieur à celui des pictogrammes en gros points.

Nous avons également analysé le temps de reconnaissance qui nous permettra d'évaluer l'efficience de la technique d'illustration. Les résultats sur les temps de reconnaissance nous permettront d'affiner les résultats des taux de reconnaissance afin de discuter des différentes hypothèses proposées.

3.6. Résultats

3.6.1. *Effet de La taille du doigt*

Nous avons évalué l'effet de la taille du doigt sur le taux de reconnaissance. Nous avons d'abord mené une analyse chez les personnes non-voyantes séparées en deux groupes : non-voyants précoces et non-voyants tardifs. Nous n'observons pas d'effet de l'interaction entre la taille du doigt et le statut visuel (non-voyant précoce ou tardif), $\chi^2(1) = 0.010, p = .919$. Nous avons donc réuni ces deux groupes en un groupe de personne non-voyantes pour l'analyse.

L'analyse comprend trois variables à effet fixe : la taille du doigt (variable continue), le statut visuel (deux niveaux, comprenant 18 non-voyants et 36 voyants), la condition d'illustration (trois niveaux : pictogrammes en petits points, gros points et lignes).

L'effet de la taille du doigt est significatif $\chi^2(1) = 5.106, p = .023$. Les effets de l'interaction entre la variable taille du doigt et condition d'illustration et de la variable taille du doigt et statut visuel ne sont pas significatifs (respectivement : $\chi^2(2) = 1.879, p = .390$; $\chi^2(2) = 2.6714, p = .262$).

Plus les participants ont de gros doigts moins ils réussissent la tâche $\beta = -2.299$ ($SE=1.0174$), $t = -2.260, p = .024$, $OR=0.564$ IC 95% = [0.110, 0.289] ([Figure 38](#)).

Dans la suite des analyses chez les adultes, nous avons inclus la taille du doigt en tant que variable aléatoire.

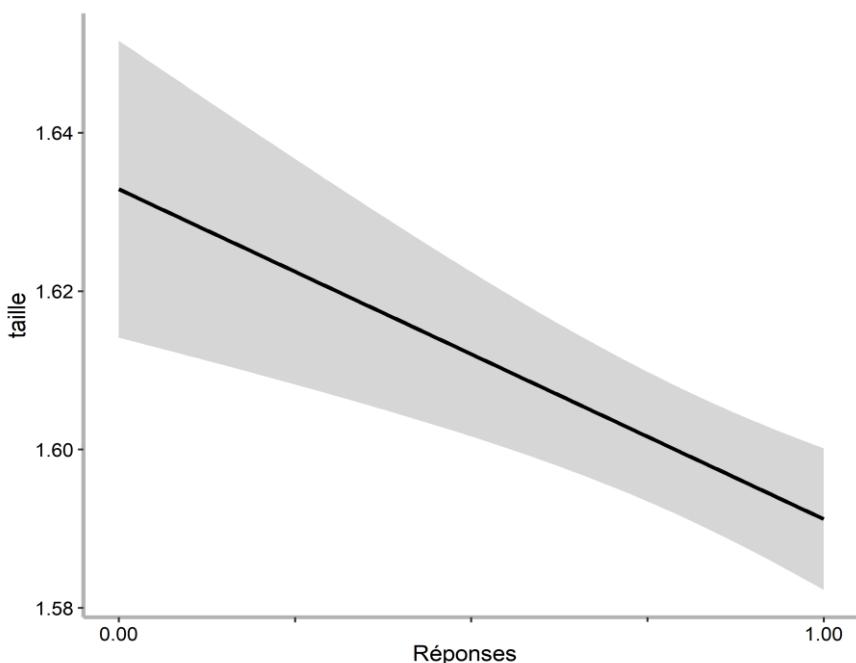


Figure 38 : Effet de la taille du doigt sur la reconnaissance (0 réponses erronée, 1 réponse correcte)

3.6.2. *Effet du statut visuel et de la condition*

Nous avons évalué l'effet du statut visuel en trois temps afin avoir des groupes de taille homogène. En effet, notre étude comprend 9 adultes non-voyants tardifs, 9 adultes non-voyants précoce, 8 enfants non-voyants, 20 enfants voyants et 36 adultes voyants.

Nous avons d'abord comparé les enfants voyants et non-voyants. Nous avons ensuite comparé les adultes non-voyants tardifs et précoce. Si aucune différence n'a été observée, nous avons réuni ces participants en un groupe de 18 adultes non-voyants que nous avons comparé au groupe d'adultes voyants. Si une différence significative était observée entre les groupes, nous avons créé un script permettant la simulation de 10 000 analyses statistiques en incluant pour chacune d'elles 10 adultes voyants choisis aléatoirement parmi les 36 ayant participé à

l'étude. Nous avons alors comparé les participants non-voyants tardifs, non-voyants précoce et voyants.

3.6.2.1. Effet du statut visuel et de la condition chez les enfants

Cette analyse porte sur le groupe d'enfants uniquement. L'analyse comprend deux variables à effet fixe. Le statut visuel à deux niveaux comprend 8 enfants non-voyants et 20 enfants voyants et la variable condition à deux niveaux comprend les pictogrammes en petits points et les pictogrammes en lignes.

Taux de reconnaissance

L'analyse montre un effet principal du statut visuel et de la condition mais pas de l'interaction entre ces deux variables ([Tableau 15, Figure 39](#))

Tableau 15 : Effet des variables étudiées sur le taux de reconnaissance chez les enfants

Variable	χ^2	df	p
Statut visuel	5.502	1	.019
Condition	18.688	1	<.001
Condition * Statut visuel	0.176	1	.067

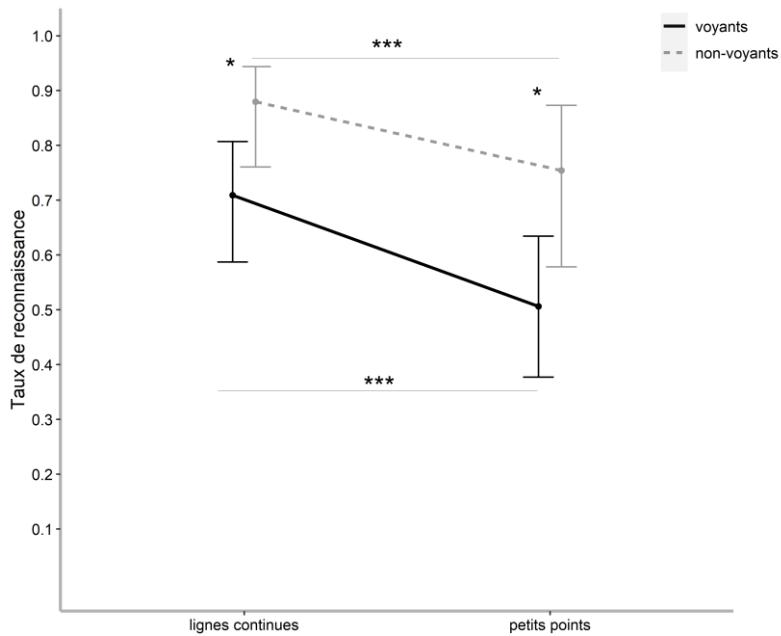


Figure 39 : Effet des variables étudiées sur la reconnaissance chez les enfants

Effet principal du statut visuel : Le taux de reconnaissance des pictogrammes est plus élevé chez les enfants non-voyants que chez les voyants (Figure 39).

Effet principal de la condition : Le taux de reconnaissance des pictogrammes en ligne est plus élevé que celui des pictogrammes en petits points (Figure 39).

Temps de reconnaissance

L’analyse montre un effet principal du statut visuel et un effet d’interactions entre la condition et la statut visuel mais pas d’effet principal de la condition. (Tableau 16, Figure 40)

Tableau 16 : Effet des variables étudiées sur le temps de reconnaissance chez les enfants

Variable	χ^2	df	p
Statut visuel	26.165	1	<.001
Condition	0.971	1	.324
Statut visuel * Condition	10.130	1	<.001

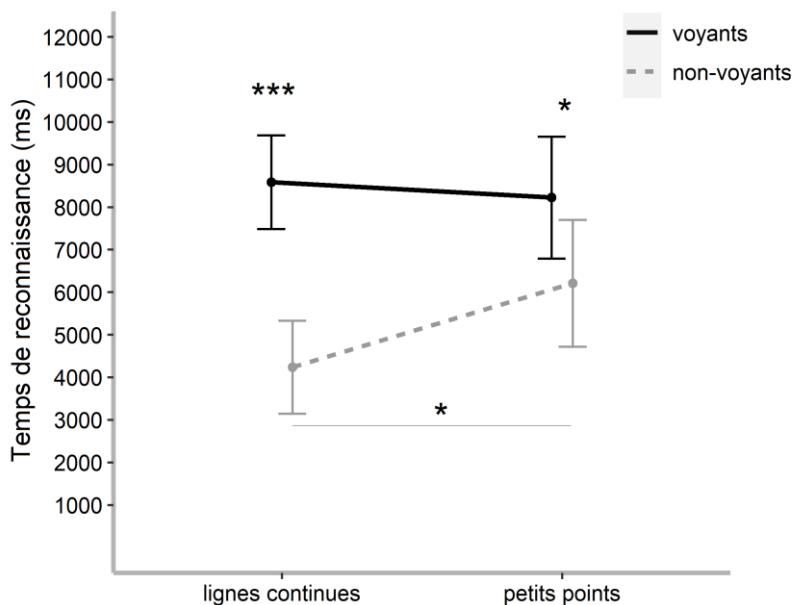


Figure 40 : Effet de la condition et du statut visuel sur le temps de reconnaissance chez les enfants

Effet simple du statut visuel selon la condition : Les enfants voyants mettent plus de temps à reconnaître les pictogrammes que les enfants non-voyants pour toutes les conditions (Tableau 17).

Effet simple de la condition chez les enfants voyants : les temps de réponse pour les pictogrammes en petits points sont plus élevés que ceux des pictogrammes en lignes (Tableau 18).

Effet simple de la condition chez les enfants voyants : les temps de reconnaissance semblent équivalents entre les conditions pictogrammes en lignes et pictogrammes en petits points (Tableau 19).

Tableau 17 : Comparaison du taux de reconnaissance par condition selon le statut visuel

Comparaisons Non-voyants - Voyants	β	SE	df	t	p	d
Petits points	0.342	0.161	125.8	2.128	.035	0.409
Lignes	0.795	0.154	106.9	5.171	<.001	1.150

Tableau 18 : Effet de la condition sur le temps de reconnaissance chez les enfants voyants

Comparaisons : Voyants	β	SE	df	t	p	d
Lignes - Petits points -	0.367	0.119	222	3.063	.002	0.338

Tableau 19 : Effet de la condition sur le temps de réponse chez les enfants non-voyants

Comparaisons : Voyants	β	SE	df	t	p	d
Lignes - Petits points -	0.089	0.089	105	0.954	.342	0.048

3.6.2.2. *L'effet du statut visuel et de la condition chez les adultes voyants et non-voyants*

Taux de reconnaissance

Effet du statut visuel chez les adultes non-voyants (précoce et tardifs)

Nous avons tout d'abord observé s'il y a un effet principal ou d'interaction du statut visuel chez les participants non-voyants précoce et tardifs. S'il n'y a pas d'effet ces participants pourront être regroupés dans un même groupe de participants non-voyants.

Dans cette analyse, nous avons donc inclus uniquement les adultes non-voyants. L'analyse comprend deux variables à effet fixe : le statut visuel à deux niveaux (9 non-voyants précoce et 9 non-voyants tardifs) et la condition d'illustration à trois niveaux (petits points, gros points et lignes).

L'analyse montre un effet principal de la condition et un effet d'interaction entre la condition et le statut visuel mais pas d'effet principal du statut visuel (Tableau 20, Figure 41).

Tableau 20 : Effet des variables étudiées sur le reconnaissance chez les participants non-voyants

Variable	χ^2	df	p
Statut visuel	0.620	1	.430
Condition	25.179	2	<.001
Condition * Statut visuel	3.330	2	.042

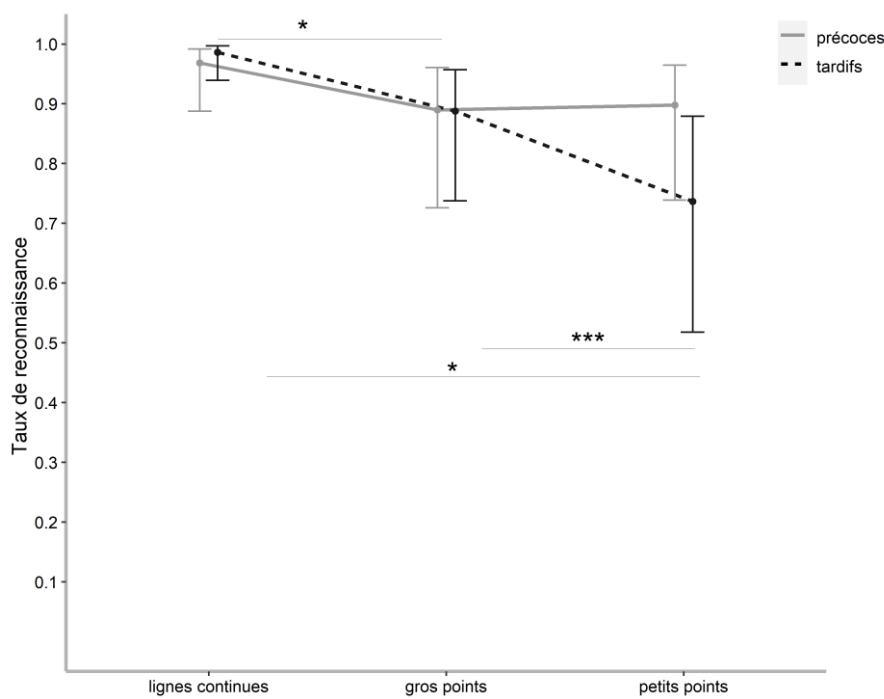


Figure 41 : Effet de la condition et du statut visuel sur la reconnaissance chez les participants non-voyants

Effet simple du statut visuel selon la condition : Les participants non-voyants tardifs et non-voyants précoce semblent montrer des taux de reconnaissance similaires pour toutes les conditions (Tableau 21).

Effet simple de la condition chez les participants non-voyants précoce : Chez les participants non-voyants précoce, les taux de reconnaissance semblent équivalents pour toutes les conditions. Cependant, la différence entre les pictogrammes en lignes et les pictogrammes en gros points est au seuil d'être significative (Tableau 22).

Effet simple de la condition chez les participants non-voyants tardifs : Les participants non-voyants tardifs reconnaissent mieux les pictogrammes en lignes que les pictogrammes en gros points et en petits points et reconnaissent mieux les pictogrammes en gros points que les pictogrammes en petits points (Tableau 23).

Tableau 21 : Effet simple statut visuel selon la condition

Comparaisons non-voyants précoce et tardifs	β	SE	<i>t</i>	<i>p</i>	OR [IC _{95%}]
Petits points	1.437	0.768	1.871	.061	0.82 [0.183, 3.676]
Gros points	0.198	0.765	0.258	.796	2.182 [0.298, 15.985]
Lignes	-0.768	1.016	-0.768	.442	0.23 [0.05, 1.071]

Tableau 22 : Effet de la condition sur le taux de reconnaissance chez les participants non-voyants précoce

Comparaisons non-voyants précoce	β	SE	<i>t</i>	<i>p</i>	OR [IC _{95%}]
Gros points – Petits points	-0.088	0.477	-0.185	.981	0.321 [0.844, 0.122]
Lignes - Gros points	1.335	0.583	2.292	0.057	10.526 [2.347, 47.619]
Lignes - Petits points	1.247	0.593	2.105	.089	33.333 [7.299, 100]

Tableau 23 : Effet de la condition sur le taux de reconnaissance chez les participants non-voyants tardifs

Comparaisons non-voyants tardifs	β	SE	<i>t</i>	<i>p</i>	OR [IC _{95%}]
Gros points – Petits points	1.040	0.376	2.765	.015	2.849 [1.355, 5.917]
Lignes - Gros points	2.1787	0.669	3.257	.032	8.849 [2.387 , 33.333]
Lignes - Petits points	3.2194	0.661	4.871	<.001	25.000 [6.850, 100]

Dans cette analyse, nous n’observons pas d’effet principal du statut visuel. Cependant, les participants non-voyants tardifs reconnaissent moins bien les pictogrammes en points et en particulier les pictogrammes en petits points que les pictogrammes en ligne. Nous observons également des résultats très hétérogènes pour les personnes non-voyantes tardives dans la condition petit point (Moyenne = 73.6 %, IC_{95%} = [51.8, 87.9]).

Nous pensons que le processus de recrutement des participants non-voyant a pu engendrer un biais. En effet, les personnes ont été recrutées auprès des centres ressources pour la déficience visuelle et ont majoritairement deux profils : des personnes travaillant dans les centres ou y venant pour des loisirs (belote, cuisine, tricot...) et des personnes en formation dans les centres. La majorité des personnes en formation avaient perdu la vue récemment. De ce fait, ces personnes sont non-voyantes tardives et ne connaissent pas le braille. Le groupe de participants non-voyants tardifs inclus dans notre étude est donc constitué en majorité de personnes n’utilisant pas le braille.

Effet du statut visuel chez les adultes voyants et non-voyants (précoces et tardifs)

Nous avons observé un effet de l’interaction entre la condition d’illustration et le statut visuel chez les participants non-voyants tardifs et précoces. Nous ne les avons donc pas regroupés pour l’analyse. Afin de mieux comprendre les différences observées entre les participants non-voyants tardifs et précoces nous avons également observé l’effet de

l'utilisation régulière du braille sur la reconnaissance. En effet, comme mentionné précédemment il semble que la majorité (sept sur neuf) des participants non-voyants tardifs ne sont pas braillistes.

Nous avons fait une simulation de 10 000 analyses statistiques en incluant pour chacune d'elles 10 adultes voyants choisis aléatoirement parmi les 36 ayant participé à l'étude.

L'analyse comprend trois variables à effet fixe : la variable statut visuel (à trois niveaux qui comprend 9 non-voyants précoces, 9 non-voyants tardifs et 10 voyants), la variable braille (à deux niveaux qui comprend 11 braillistes : 7 non-voyants précoces et 2 non-voyants tardifs, et 17 non-braillistes : 7 non-voyants tardifs et 10 voyants) et la variable condition (à trois niveaux qui comprend les pictogrammes en petits point, en gros points et en lignes).

Nous indiquerons dans les résultats les valeurs moyennes des analyses statistiques pour les 10 000 simulations ainsi que l'écart type.

Dans 99% des simulations, nous n'observons pas d'effet principal du statut visuel. Nous observons un effet principal de la condition dans 100% des simulations et un effet principal de l'utilisation du braille dans 91.29% des simulations. Nous observons un effet d'interaction entre condition et utilisation du braille dans 91.30% des simulations (Tableau 24, Figure 42)

Tableau 24 : Effet des variables étudiées sur le taux de reconnaissance

Variable	χ^2 (SD)	df	p (SD)
Statut visuel	1.580 (0.804)	2	.485 (0.152)
Condition	33.261(3.909)	2	<.001 (<0.001)
Utilisation du braille	4.892 (0.789)	2	.030 (0.013)
Condition * Utilisation du braille	6.07 (2.14)	2	.030 (0.012)

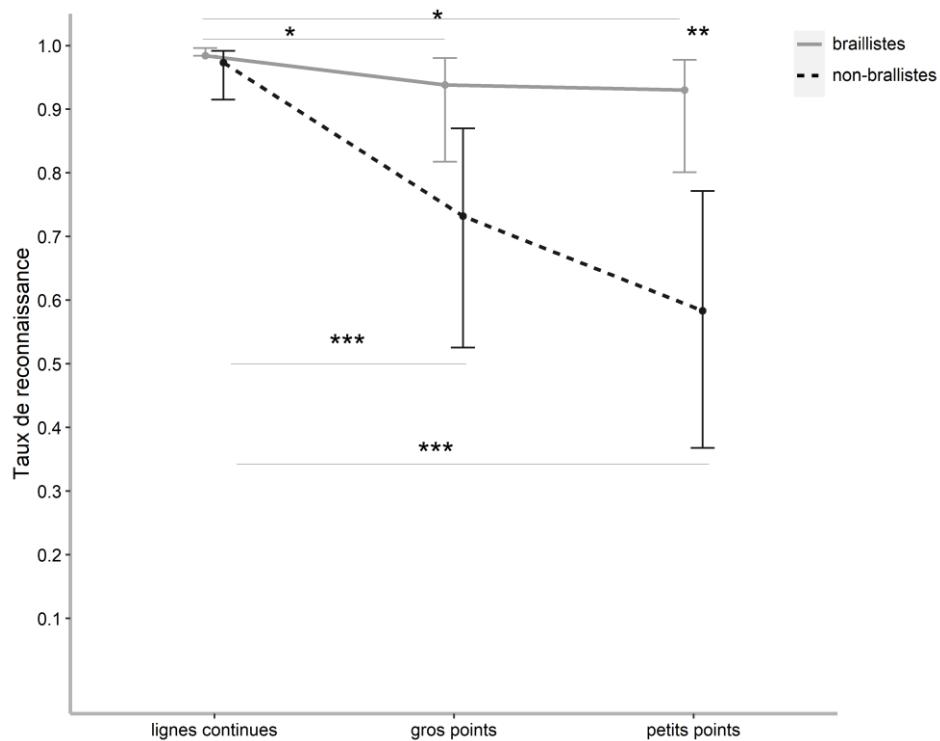


Figure 42 : Effet de la connaissance du braille sur la reconnaissance

Effet simple du statut visuel selon la condition (Tableau 25):

- Pictogrammes en lignes continues : pour 100% des simulations nous n'observons pas de différence significative entre les participants braillistes et non-braillistes.
- Gros points : pour 67% des simulations nous observons une différence significative entre les participants braillistes et non-braillistes
- Petits points : pour 99.98% des simulations nous observons une différence significative entre les participants braillistes et non-braillistes.

Effet simple de la condition chez les participants braillistes : la différence entre pictogrammes en gros points et pictogrammes en petits points n'est pas significative dans 100% des simulations. La différence entre pictogrammes en lignes et pictogrammes en gros points est

significative dans 97.60 % des simulations. La différence entre pictogrammes en lignes et pictogrammes en petits points est significative dans 100% des simulations ([Tableau 26](#)).

Effet simple de la condition chez les participants non-braillistes : la différence entre pictogrammes en gros points et pictogrammes en petits points n'est pas significative dans 76% des simulations. La différence entre pictogrammes en lignes et pictogrammes gros points est significative dans 100% des simulations. La différence entre pictogrammes en lignes et pictogrammes en petits points est significative dans 100% des simulations ([Tableau 27](#)).

Tableau 25 : Comparaison des taux de reconnaissance par condition selon le statut visuel

Comparaisons braillistes – non braillistes	β (SD)	SE (SD)	t (SD)	p (SD)	OR (SD) [IC _{95%}] (SD)
Petits points	2.256 (0.140)	0.875 (0.083)	2.593 (0.022)	.011 (0.007)	4.657 (0.070) [1.16 (0.354), 13.556 (0.354)]
Gros points	1.717 (0.084)	0.889 (0.084)	1.945 (0.192)	.056 (0.024)	2.669 (0.51) [0.912 (0.191), 7.872 (1.743)]
Lignes	0.447 (0.334)	1.044 (0.078)	0.466 (0.331)	.635 (0.196)	0.809 (0.284) [0.183 (0.078), 3.616 (1.066)]

Tableau 26 : Effet de la condition sur la reconnaissance chez les participants braillistes

Comparaisons braillistes	β (SD)	SE (SD)	t (SD)	p (SD)	OR (SD) [IC _{95%}] (SD)
Petits points – Gros points	-0.130 (0.030)	0.174 (0.018)	-0.275 (0.059)	.957 (0.017)	1.410 (0.034) [0.449 (0.015), 2.896 (0.132)]
Lignes – Gros points	1.407 (0.042)	0.597 (0.018)	2.357 (0.415)	.040 (0.05)	4.113 (0.177) [1.275 (0.003), 13.276 (1.00)]
Lignes – Petits points	1.538 (0.57)	0.595 (0.018)	2.581 (0.048)	.027 (0.003)	4.665 (0.267) [1.449 (0.047), 15.039 (1.371)]

Tableau 27 : Effet de la condition sur la reconnaissance chez les participants non-braillistes

Comparaisons non braillistes	β (SD)	SE (SD)	t (SD)	p (SD)	OR (SD) [$IC_{95\%}$] (SD)
Petits points – Gros points	0.670 (0.207)	0.346 (0.022)	1.930 (0.567)	.190 (0.187)	0.521 (0.109) [0.265 (0.060), 1.026 (0.205)]
Lignes – Gros points	3.318 (0.423)	0.557 (0.064)	5.958 (0.401)	<.001 (<0.001)	30.357 (13.296) [9.799 (3.189), 95.643 (54.563)]
Lignes – Petits points	2.648 (0.343)	0.555 (0.063)	4.769 (0.364)	<.001 (<0.001)	10.041 (5.420) [4.918 (1.254), 46.784 (22.976)]

Temps de reconnaissance

Effet du statut visuel chez les adultes non-voyants (précoce et tardifs)

Nous avons tout d'abord observé s'il y a un effet principal ou d'interaction du statut visuel chez les participants non-voyants précoce et tardifs. S'il n'y a pas d'effet ces participants pourront être regroupés dans un même groupe de participants non-voyants.

Dans cette analyse, nous avons donc inclus uniquement les adultes non-voyants afin d'étudier l'effet du statut visuel (non-voyant précoce ou tardif). L'analyse comprend deux variables à effet fixe : le statut visuel à deux niveaux (9 non-voyants précoce et 9 non-voyants tardifs) et la condition d'illustration à trois niveaux (petits points, gros points et lignes).

L'analyse ne montre pas d'effet principal du statut visuel (non-voyants précoce ou tardifs) ni de l'interaction entre le statut visuel et la condition (Tableau 28). Les adultes non-voyants précoce et tardifs seront donc regroupés dans un même groupe pour la suite des analyses.

Tableau 28 : Effet des variables étudiées sur le temps de reconnaissance chez les participants non-voyants

Variable	χ^2	df	p
Statut visuel	2.928	1	.87
Statut visuel * Condition	1.673	1	.433

Effet du statut visuel chez les adultes voyants et non-voyants

Nous n'avons pas observé d'effet principal ou d'interaction du statut visuel sur le temps de reconnaissance chez les adultes non-voyants précoce et tardifs. Ils seront donc regroupés en un seul groupe de participants non-voyants pour cette analyse.

Dans cette analyse, nous avons donc inclus tous les adultes. L'analyse comprend deux variables à effet fixe : le statut visuel à deux niveaux (18 non-voyants et 36 voyants) et la condition d'illustration à trois niveaux (petits points, gros points et lignes).

L'analyse montre un effet principal du statut visuel et de la condition et un effet d'interaction entre ces deux variables. ([Tableau 29, Figure 43](#)).

Tableau 29 : Effet des variables étudiées sur le temps de reconnaissance chez les adultes

Variable	χ^2	df	p
Statut visuel	35.725	2	<.001
Condition	68.643	2	<.001
Statut visuel * Condition	26.161	4	<.001

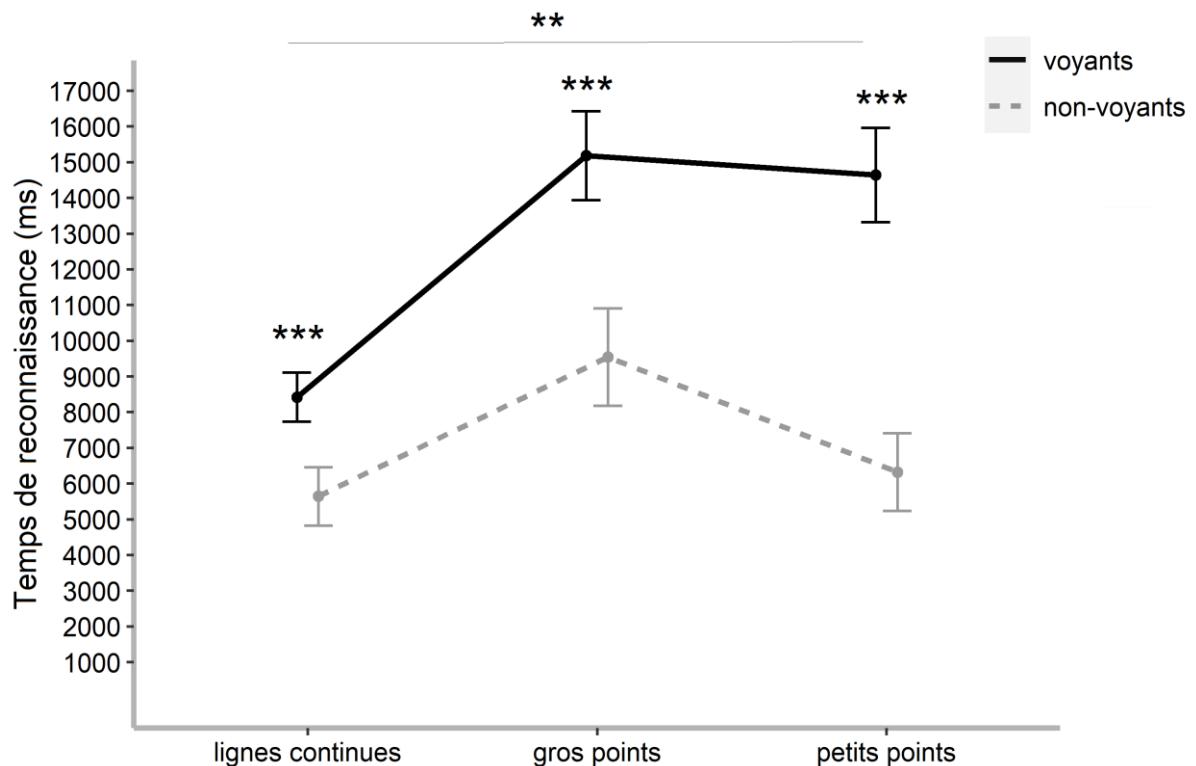


Figure 43 : Effet de la condition et du statut visuel sur le temps de reconnaissance chez les adultes

Effet simple du statut visuel selon la condition : Les participants non-voyants reconnaissent les pictogrammes plus rapidement que les voyants pour toutes les conditions (Tableau 30).

Effet simple de la condition chez les participants voyants : Les temps de reconnaissance sont plus courts pour les pictogrammes en lignes que pour les deux autres conditions (Tableau 31).

Effet simple de la condition chez les participants non-voyants : Les temps de reconnaissance sont plus longs pour les pictogrammes en gros points que pour les deux autres conditions. Les temps de reconnaissance pour les pictogrammes en ligne et en petits points semblent équivalents (Tableau 32).

Tableau 30 : Effet du statut visuel sur le temps de reconnaissance en fonction de la condition

Comparaisons Non-voyants - Voyants	β	SE	df	t	p	d
Gros points	0.609	0.119	75.9	5.116	<.001	0.931
Petits points	0.903	0.121	81.4	7.473	<.001	1.214
Lignes	0.473	0.116	67.4	4.065	<.001	0.676

Tableau 31 : Effet de la condition sur le temps de reconnaissance chez les participants voyants

Comparaisons voyants	β	SE	df	t	p	d
Gros points – Petits points	0.039	0.087	125	0.0452	.893	0.131
Lignes – Gros points	0.624	0.085	114	7.360	<.001	0.760
Lignes – Petits points	0.663	0.084	108	7.938	<.001	0.547

Tableau 32 : Effet de la condition sur le temps de reconnaissance chez les participants non-voyants

Comparaisons Non-voyants	β	SE	df	t	p	d
Gros points – Petits points	0.333	0.098	198	3.412	.002	0.538
Lignes – Gros points	0.527	0.093	173	5.618	<.001	0.673
Lignes – Petits points	0.194	0.096	186	2.022	.110	0.124

3.6.3. *Effet de l'âge (enfant ou adultes)*

Cette analyse inclut tous les participants. L'analyse comprend trois variables à effet fixe : la variable population à deux niveaux comprend 54 adultes et 28 enfants, la variable statut visuel à deux niveaux comprend 26 non-voyants (18 adultes et 8 enfants) et 56 voyants (36 adultes et 20 enfants) et la variable condition à deux niveaux comprend les pictogrammes en petits points et en lignes.

1.1.5.1 Taux de reconnaissance

L'analyse montre un effet principal de l'âge et un effet d'interaction entre les variables âge et condition. Nous n'observons pas d'effet d'interaction entre le statut visuel, l'âge et la condition ni d'effet d'interaction entre l'âge et statut visuel (Tableau 33, Figure 44).

Tableau 33 : Effet des variables étudiées sur le taux de reconnaissance chez les adultes et les enfants

Variable	χ^2	df	p
Âge	16.431	1	<.001
Âge * Condition	33.396	1	<.001
Âge * Statut visuel	2.275	1	.131
Âge * Condition * Statut visuel	2.567	1	.109

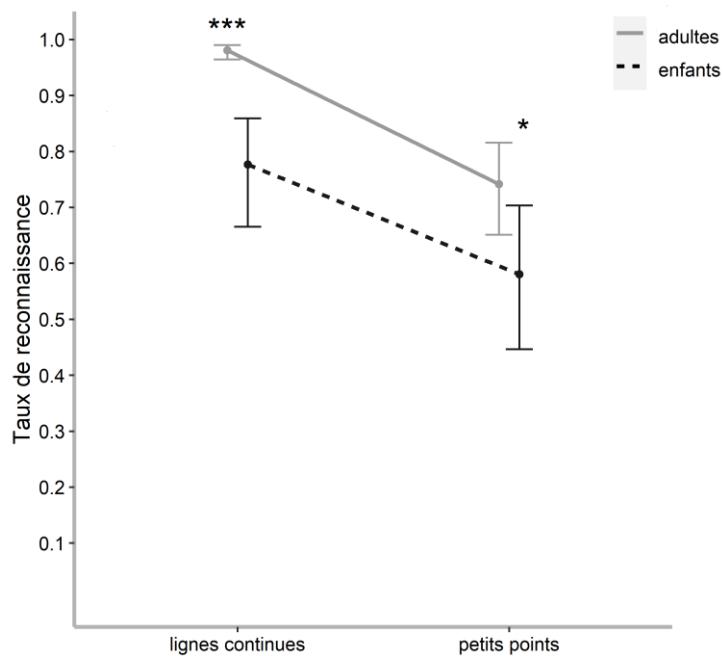


Figure 44 : Effet de la condition et de l'âge sur la reconnaissance

Effet simple de l'âge selon la condition : Les adultes reconnaissent mieux les pictogrammes que les enfants quelle que soit la condition (Tableau 34).

Tableau 34 : Comparaison des taux de reconnaissance selon l'âge

Comparaisons adultes – enfants	β	SE	<i>t</i>	<i>P</i>	OR [IC _{95%}]
Petits points	0.703	0.309	2.271	.023	2.074 [1.114, 3.861]
Lignes	2.650	0.391	6.782	<.001	14.682 [4.744, 31.964]

1.1.5.2 *Temps de reconnaissance*

L'analyse montre un effet principal de l'âge, un effet d'interaction entre l'âge et la condition, un effet d'interaction entre l'âge, la condition et le statut visuel. Nous n'observons pas d'effet d'interaction entre l'âge et le statut visuel (Tableau 35, Figure 45).

Tableau 35 : Effet des variables étudiées sur le temps d'exploration

Variable	χ^2	Df	<i>p</i>
Âge	4.566	1	.032
Âge * Condition	21.512	1	<.001
Âge * Statut visuel	0.008	1	.928
Âge *Condition * Statut visuel	30.034	1	<.001

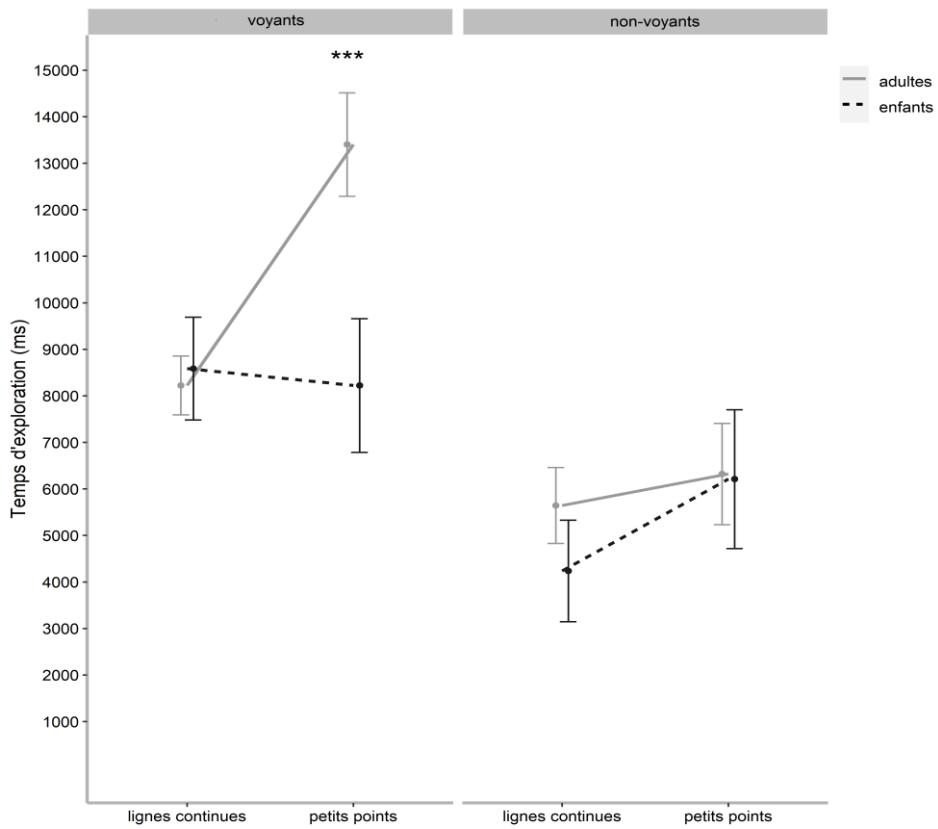


Figure 45 : Effet de la condition et de l'âge sur le temps d'exploration

Effet simple de l'âge chez les participants voyants selon la condition : chez les participants voyants, les temps de reconnaissance sont plus courts chez les enfants que chez les adultes pour les pictogrammes en petits points. Les temps de reconnaissance semblent équivalents pour les pictogrammes en lignes (Tableau 36).

Effet simple de l'âge chez les participants non-voyants selon la condition : Chez les participants non-voyants, les temps de reconnaissance pour les pictogrammes en petits points et les pictogrammes en ligne semblent équivalents (Tableau 37)

Tableau 36 : Comparaison des temps de reconnaissance chez les enfants et adultes selon la condition dans le groupe de voyants

Comparaisons Voyants	β	SE	df	t	p	d
Petits point : Enfants - adultes	0.568	0.112	147.7	5.073	<.001	0.791
Lignes : Enfants - adultes	-0.101	0.104	112.9	-0.954	.339	0.047

Tableau 37 : Comparaison des temps de reconnaissance chez les enfants et adultes selon la condition dans le groupe de non-voyants

Comparaisons Non-voyants	β	SE	df	t	p	d
Petits point : Enfants - adultes	0.064	0.158	112.6	0.405	.686	0.017
Lignes : Enfants - adultes	0.255	0.153	98.2	1.671	.097	0.394

3.6.4. Récapitulatif des principaux résultats

Les pictogrammes en lignes sont mieux reconnus par tous les participants.

Chez les enfants, le taux de reconnaissance des non-voyants est supérieur à celui des voyants dans les deux conditions étudiées (lignes et petits points). Chez les adultes, aucun effet du statut visuel n'a été observé.

Cependant, nous observons un effet de l'utilisation du braille. Dans toutes nos simulations, les participants braillistes reconnaissent mieux les pictogrammes en petits points que les non braillistes. Dans 67% des simulations ils reconnaissent également mieux les pictogrammes en gros points que les participants non-braillistes.

Chez les participants braillistes, les pictogrammes en lignes sont mieux reconnus que les pictogrammes en gros points et en petits points dans toutes nos simulations et nous n'observons pas de différence significative entre les conditions gros points et petits points dans 76% des simulations.

Chez les participants non-braillistes les pictogrammes en lignes sont mieux reconnus que les pictogrammes en gros points qui sont mieux reconnus que les pictogrammes en petits points.

Enfin, quel que soit le statut visuel et la condition, les taux de reconnaissance observés chez les adultes sont supérieurs à ceux observés chez les enfants.

Au niveau des temps de réponse, les participants non-voyants (adultes ou enfants) reconnaissent les pictogrammes plus rapidement que les voyants. De plus, chez les participants non-voyants (adultes ou enfants) nous n'observons pas de différence significative pour les temps de réponse dans les conditions lignes et petits points. Chez les adultes non-voyants, les pictogrammes en gros points sont reconnus moins rapidement que les pictogrammes des deux autres conditions. Chez les participants voyants (adultes ou enfants) les pictogrammes en lignes sont reconnus plus rapidement que les pictogrammes en points (gros ou petits points).

3.7. Discussion

Cette étude avait pour but d'analyser les éventuels effets de la taille du doigt, de la condition, du statut visuel, de l'utilisation régulière du braille et de l'âge des participants (enfants ou adultes) sur la reconnaissance de pictogrammes en lignes continues et en points. Nous avons proposé huit hypothèses pouvant être complémentaires pour interpréter ces résultats (Tableau 38). Les résultats de cette étude nous permettront de discuter de l'influence de l'utilisation de point distinct pour représenter des pictogrammes et de l'espace entre les points sur la reconnaissance de pictogrammes.

Tableau 38 : Hypothèses proposées

Effet de la taille du doigt	
Hypothèse 1	La taille du doigt affecte négativement la reconnaissance des pictogrammes
Effet du statut visuel	
Hypothèse 2	L'entraînement et la familiarité avec du contenu tactile influence positivement la reconnaissance des pictogrammes
Hypothèse 3	L'utilisation de formes figuratives basées majoritairement sur des représentations visuelles affecte négativement la reconnaissance pour des participants non-voyants et en particulier non-voyants précoces
Effet de l'utilisation régulière du braille	
Hypothèse 4	L'utilisation régulière du braille influence positivement la reconnaissance de pictogrammes en points
Effet de l'âge	
Hypothèse 5	L'âge des participants influence positivement la reconnaissance des pictogrammes.
Effet de la condition	
Hypothèse 6	L'utilisation de pictogramme affecte négativement la reconnaissance
Hypothèse 7	L'utilisation de points distincts pour représenter des pictogrammes affecte négativement la reconnaissance
Hypothèse 8	La taille et l'écartement des points dans la conditions gros point affectent négativement la reconnaissance

3.7.1. *Effet de la taille du doigt*

Hypothèse 1 : La taille du doigt affecte négativement la reconnaissance des pictogrammes

Nous avons observé un effet de la taille de l'index chez les adultes : plus les personnes ont de larges index plus elles ont de difficultés à reconnaître les images. L'hypothèse 1 est donc vérifiée.

3.7.2. *Effet du statut visuel*

Hypothèse 2 : l'entraînement et la familiarité avec du contenu tactile influencent positivement la reconnaissance des pictogrammes

Les temps de réponses chez les participants non-voyants (enfants ou adultes) sont plus courts que chez les participants voyants (enfants ou adultes). De plus, chez les enfants les taux de reconnaissance sont également plus élevés chez les enfants non-voyants par rapport aux enfants voyants. Ces résultats montrent un effet de l'expérience haptique et confirment l'hypothèse 2.

Hypothèse 3 : L'utilisation de formes figuratives basées majoritairement sur des représentations visuelles affectent négativement la reconnaissance pour des participants non-voyants et en particulier non-voyants précoces

Chez les adultes aucun effet du statut visuel n'est observé et chez les enfants les non-voyants reconnaissent mieux les pictogrammes que les voyants. L'hypothèse 3 est donc réfutée.

3.7.3. *Effet de l'utilisation régulière du braille*

Hypothèse 4 : L'utilisation régulière du braille influence positivement la reconnaissance de pictogrammes en points.

Chez les adultes il semble que ce soit plutôt l'utilisation régulière du braille qui influence la reconnaissance des pictogrammes. Cependant, cet effet n'est observé que pour la condition pictogrammes en petits points pour laquelle les adultes non-voyants braillistes ont de meilleures performances que les adultes non-braillistes (voyants ou non-voyants). Pour les pictogrammes en gros points, les participants braillistes montrent des performances significativement supérieures dans 67% de simulations. La familiarité avec ce type de stimuli a pu permettre aux personnes braillistes de mieux extraire les informations liées aux pictogrammes en petits points. L'hypothèse 4 est donc vérifiée.

3.7.4. *Effet de l'âge*

Hypothèse 5 : L'âge des participants influence positivement la reconnaissance des pictogrammes.

Les enfants (voyants ou non-voyants) ont montré de moins bonnes performances que les adultes (voyants ou non-voyants). L'hypothèse 8 est donc vérifiée.

3.7.5. *Effet de la condition*

Hypothèse 6 : L'utilisation de pictogramme affecte négativement la reconnaissance

Les taux de reconnaissance pour les pictogrammes en lignes sont particulièrement bons : environ 80% pour les enfants et 98% chez les adultes. De plus, les participants ont passé moins de 10 secondes par pictogramme pour les apprendre et peuvent les reconnaître en moins de 15 secondes. Ces résultats réfutent l'hypothèse 6. Au contraire, l'utilisation de pictogrammes semble donc une méthode d'illustration efficace.

Hypothèse 7 : L'utilisation de points distincts pour représenter des pictogrammes affecte négativement la reconnaissance

Les pictogrammes en lignes ont été mieux reconnus que les pictogrammes en points par tous les groupes. Ces résultats vont dans le sens de l'hypothèse 7.

Hypothèse 8 : La taille et l'écartement des points dans la conditions gros point affectent négativement la reconnaissance

Chez les adultes, nous n'observons pas de différences significative pour le taux de reconnaissance des pictogrammes en gros points et en petits points. Cependant, chez les adultes non-voyants, le temps de reconnaissance des pictogrammes en gros point est plus élevé que celui des pictogrammes en petits points.

De plus, bien que nous n'ayons pas mené d'analyse statistique car les données ont été récoltées à des moments différents, il semble que les pictogrammes en gros point soient plus difficiles à traiter pour les enfants non-voyants (taux de reconnaissance : 54,0%, IC_{95%} = [46,3, 61,8]) que les pictogrammes en petits points (taux de reconnaissance 78,7%, IC_{95%} = [60,8, 90,3]).

Ces résultats vont dans le sens de l'hypothèse 8. Il est possible que les pictogrammes en petits points soient trop petits pour les adultes qui ont de plus gros doigts. Chez les enfants (qui ont de petits doigts), la taille des pictogrammes en petits points poserait moins de problème et permettrait aux enfants d'avoir de meilleures performances par rapport aux pictogrammes en plus gros points, plus difficiles à percevoir comme une forme globale.

Il est possible que le fait d'avoir des doigts plus larges limite les mouvements d'exploration à réaliser pour extraire les informations tactiles. La reconnaissance tactile implique alors plus la perception cutanée pour les personnes ayant de plus gros doigts que pour les personnes ayant des doigts plus fins. Ce résultat contredit l'hypothèse 4 selon laquelle accéder directement à la forme globale sous la pulpe du doigt peut améliorer la reconnaissance. Il est possible que les participants pouvant explorer tout le pictogramme sous la pulpe du doigt aient posé leur doigt sur le pictogramme de façon statique. Or différentes études observent que l'exploration passive sans aucun mouvement du système main-épaule est moins efficace (Austin & Sleight, 1952; Heller, 1980; Heller & Myers, 1983; Loomis, 1981; Nobuo 1990; Phillips et al., 1983). De ce fait, bien que les pictogrammes en gros points puissent être plus difficiles à appréhender, les performances resteraient meilleures qu'avec les pictogrammes en petits points.

Cette hypothèse est soutenue par les dessins produits par les adultes voyants. À la fin de chaque session (apprentissage-rappel) pour chaque condition, nous avons demandé aux adultes voyants de dessiner leur perception des pictogrammes. Nous avons observé des différences dans les réponses fournies pour les pictogrammes en points. Certains participants dessinent les pictogrammes avec des lignes (bien qu'ils aient été présentés en gros points ou en petits points) tandis que d'autres dessinent les pictogrammes avec des points distincts (Figure 46).

Pictogramme présenté	Exemple de dessins fournis
Dessin en point	Dessin en ligne

Figure 46 : Exemple de dessins de pictogrammes

Nous observons que 56% des participants fournissent des réponses en lignes et 44% des réponses en points (Figure 47). Parmi les participants ayant donné des réponses en points, 47% fournissent des réponses en points pour tous les pictogrammes dans les deux conditions (gros points et petits points) (Figure 47) et 53% fournissent des réponses en points pour un ou plusieurs pictogrammes dans la condition gros points uniquement (35% fournissent des réponses en points pour un ou deux pictogrammes et 18% fournissent des réponses en points pour tous les pictogrammes) (Figure 47).

Nous partons de l'hypothèse que les participants produisent des dessins en points lorsqu'ils ont eu des difficultés à percevoir la forme globale du pictogramme. Nous observons un total de 25% des participants qui ont fourni une réponse en points pour un ou plusieurs pictogrammes de la condition gros points alors qu'ils fournissent une réponse globale pour la condition petits points. Ces résultats vont dans le sens de l'hypothèse 3 selon laquelle la taille et l'écartement des points dans la conditions gros point influence négativement la reconnaissance. Ce qui expliquerait le fait que les enfants aient eu des difficultés lors de la première étude avec les pictogrammes en gros points.

Réponses en lignes pour toutes les conditions

Python	Fraise	Poignard	Chou-fleur	Sparadrap
2				
Collier	Sac	Cintre	Chat	Poupée
				
Caddie	Lunettes	Oiseau	Nectarine	Hot Dog
				
Ballon	Espadrille	Poisson	Enceinte	Ceinture
				
Bourdon	Epuisette	Manette	Fleur	Sapin
				
Mouton	Chapeau	Balayette	Jogging	Crayon
				

Réponses en points pour les pictogrammes en gros et petits points

Portrait	Pratique	Bienvenue	Chambre	Objet
2	O	X	O	0
Collier	Sac	Cintre	Chat	Poupée
O	Chapeau	2	H	W
Caddie	Lunettes	Oiseau	Nectarine	Hot Dog
+	+	+	+	+
Ballon	Espadrille	Poisson	Enceinte	Ceinture
o	+	+	+	+
Bourdon	Épousette	Manette	Fleur	Sapin
TV	CD	CD	CD	CD
Mouton	Chapeau	Balayette	Jogging	Crayon
+	+	F	CD	/

Réponses en points dans la condition gros points

Python	Fraise	Pointe	Chou-fleur	Sparadrap
Collier	Sac	Centrale	Chat	Poupée
Caddie	Lunettes	oiseau	Nectarine	Hot Dog
Ballon	Espadrille	Poisson	Enceinte	Ceinture
Bourdon	Epuisette	Manette	Fleur	Sapin
Mouton	Chapeau	Balayette	Joggling	Crayon

Réponse en points pour un des pictogramme de la condition gros points

Figure 47 : Exemple de dessins produits par les adultes voyants

4. Analyse par item

Afin de mieux comprendre les différences liées à la taille et à l'écartement des points et les difficultés liées à la perception des pictogrammes en points nous avons réalisé une analyse par item. En effet il semble que certains pictogrammes aient été mieux reconnus que d'autres (Tableau 39). Nous avons créé différentes variables permettant d'apprécier différentes caractéristiques des pictogrammes : le nombre de points utilisés pour représenter le pictogramme, le type d'image, le fait que le pictogramme suggère un arrondi et la similitude avec d'autres items de la liste.

4.1. Méthodes

Le nombre de points est une variable continue qui correspond au nombre de points en relief qui ont été utilisés pour créer le pictogramme allant de 5 à 18 pour une moyenne de 10. Nous avons également créé une variable « type d'image » (contour ou plein ; cf Figure 48) qui comprend 15 pictogrammes avec contours et 15 pictogrammes pleins.

La représentation de pictogrammes sur une matrice de 5x5 ne permet pas de suggérer des courbes lisses mais plutôt des changements abrupts de direction. Nous avons donc créé une variable arrondi avec un code binaire (0 absence d'arrondi, 1 : présence d'arrondi cf Figure 35 présentée précédemment). Cette variable comprend 14 pictogrammes avec un arrondi et 16 pictogrammes sans arrondi.

Enfin, pour évaluer la similitude entre pictogrammes, nous avons codé chaque matrice de pictogrammes avec un code binaire (1 : présence d'un point et 0 : absence de point). Nous avons compté le nombre de points communs entre un pictogramme et chaque pictogramme de la liste. Nous avons ensuite fait la moyenne de ces valeurs. Cette moyenne constitue le score de similitude. La similitude est une variable continue allant de 40 à 67 pour une moyenne de 55.

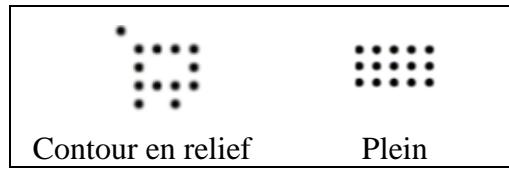


Figure 48 : Exemple de pictogramme avec contours en relief et plein

L’analyse statistique comprend donc quatre variables à effet fixe : la variable nombre de points, la variable type d’image, la variable arrondi et la variable similitude. Cette analyse a fait l’objet d’une publication (Mascle, Jouffrais, Kaminski, & Bara, 2020).

Nous avons observé précédemment que l’âge des participants a un effet sur la reconnaissance. Nous avons donc inclus la variable âge (adulte ou enfant) comme variable aléatoire dans le modèle. Les participants ont également été inclus comme variable aléatoire.

Nous avons séparé l’analyse des pictogrammes en gros points, des pictogrammes en petits points et des pictogrammes en lignes. En effet, nous avons observé des différences dans les temps d’exploration, de reconnaissance et les taux de reconnaissance entre ces 3 types de pictogrammes. Cette analyse peut nous permettre de mieux comprendre les différences entre ces conditions, et en particulier les différences entre pictogrammes en gros points et en petits points. Il est possible que le fait d’utiliser des petits points puisse diminuer l’effet de certaines variables comme par exemple le nombre de points. Enfin, les variables telles que le nombre de points et le type d’item (en contour ou plein) ne sont pas applicables aux pictogrammes en lignes. Nous avons donc analysé les pictogrammes en lignes à part.

Tableau 39 : Taux de reconnaissance par pictogramme selon la condition

Pictogramme	Pourcentage de reconnaissance moyen		
	Gros points	Petits points	Lignes
balayette	45.9	47.0	82.1
ballon	45.9	68.4	96.1
bourdon	72.9	47.0	89.2
caddie	75.6	57.8	88.4
ceinture	62.1	68.4	84.6
chapeau	64.8	58.8	75.0
chat	50.0	42.8	75.0
chou-fleur	61.7	59.0	75.0
cintre	58.8	42.8	92.8
collier	55.8	47.6	85.7
crayon	94.5	100.0	96.4
enceinte	78.3	78.9	84.6
épuisette	59.4	82.3	89.2
espadrille	64.8	57.8	88.4
fleur	62.1	58.8	82.1
fraise	58.8	60.0	89.2
hot dog	56.7	50.0	100.0
jogging	56.7	76.4	92.8
lunettes	43.2	36.8	88.0
manette	75.6	58.8	89.2
mouton	72.9	76.4	89.2
nectarine	54.0	52.6	96.1
oiseau	91.8	78.9	88.4
poignard	61.7	71.4	92.8
poisson	43.2	68.4	92.3
poupée	52.9	80.9	82.1
python	79.4	85.7	96.4
sac	58.8	76.1	85.7
sapin	64.8	76.4	82.1
Sparadrap	52.9	80.9	92.8
Total	62.6	64.8	88.0

Nous avons tout d'abord mené l'analyse sur les pictogrammes en gros points. Pour cette analyse nous avons inclus les réponses des 36 enfants voyants et 18 enfants non-voyants de la première étude, ainsi que des 18 adultes non-voyants et 36 adultes voyants de la deuxième étude. L'analyse inclut donc 108 participants. Cependant chaque participant n'a exploré qu'une liste de dix pictogrammes. Un pictogramme a été exploré par au moins 37 participants (moyenne = 43).

Nous avons ensuite mené l'analyse sur les pictogrammes en petits points et les pictogrammes en lignes. Pour cette analyse nous avons inclus les réponses des 20 enfants voyants, 8 enfants non-voyants, 18 adultes non-voyants et 36 adultes voyants de la deuxième étude. L'analyse inclut donc 82 participants. Cependant, chaque participant n'a exploré qu'une liste de dix pictogrammes. Un pictogramme a été exploré par au moins 27 participants (moyenne = 32).

4.2. Résultats

4.2.1. *Le type de pictogrammes (plein ou en contours en relief)*

L'effet du type de pictogramme (forme pleine ou contours en relief) est significatif pour les pictogrammes en gros points et en petits points. Cet effet n'a pas été étudié pour les pictogrammes en lignes qui sont tous en contours en relief ([Tableau 40, Figure 49](#)).

Les pictogrammes en formes pleines sont mieux reconnus que les pictogrammes en contours. Ce résultat va dans le sens des études de [Shimizu et al. \(1993\)](#) et [Thompson et al. \(2003\)](#).

Tableau 40 : Effet du type de pictogramme sur la reconnaissance selon la condition

Type de pictogramme	χ^2	df	p
Gros points	5.033	1	0.025
Petits points	4.604	1	0.031

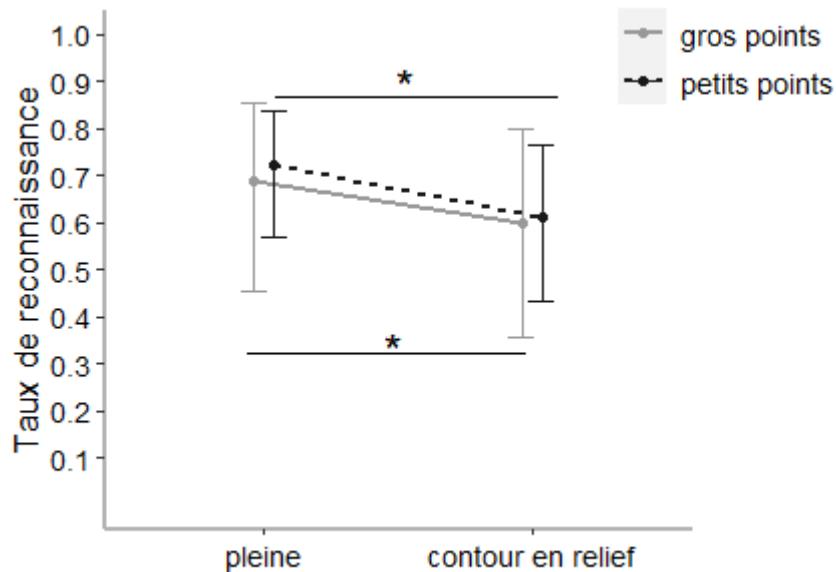


Figure 49 : Taux de reconnaissance en fonction du type de pictogramme selon la condition

4.2.2. *L'utilisation d'arrondi*

L'effet l'utilisation d'arrondi est significatif pour les pictogrammes en gros points et en petits points. Cet effet n'est pas significatif pour les pictogrammes en lignes. Les pictogrammes sans arrondis sont moins bien reconnus dans les conditions de pictogrammes en gros points et en petits points (Tableau 41, Figure 50)

Tableau 41 : Effet de l'utilisation d'arrondi sur la reconnaissance selon la condition

Utilisation d'arrondi	χ^2	df	p
Gros points	9.824	1	.002
Petits points	8.842	1	.003
Lignes	0.120	1	.729

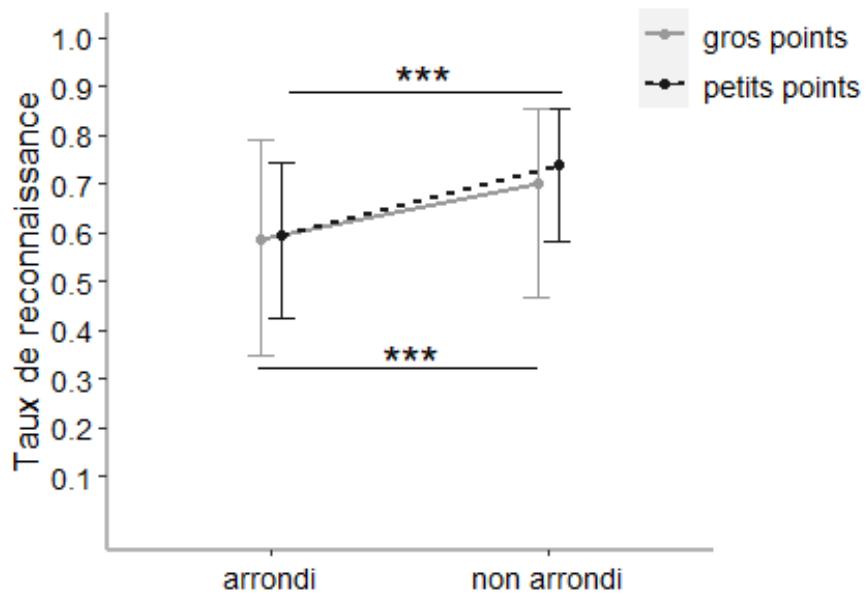


Figure 50 : Taux de reconnaissance en fonction de l'utilisation d'arrondi selon la condition

4.2.3. *Le score de similitude*

Nous observé un effet significatif du score de similitude pour les pictogrammes en gros points et en petits points. Cet effet n'est pas significatif pour les pictogrammes en lignes continues (Tableau 42, Figure 51)

Tableau 42 : Effet du score de similitude sur la reconnaissance selon la condition

Score de similitude	χ^2	df	p
Gros points	19.369	1	<.001
Petits points	2.816	1	.093
Lignes	0.784	1	.376

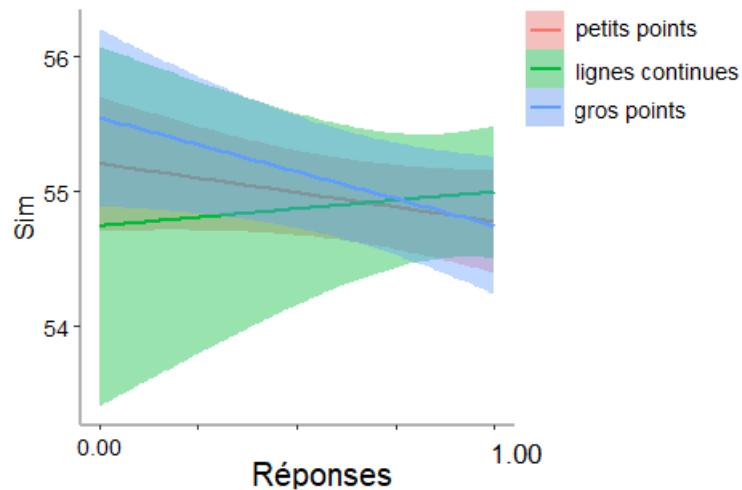


Figure 51 : Effet du score de similitude sur la reconnaissance en fonction de la condition

(Réponses erronées : 0, réponses correctes : 1)

4.2.4. *Le nombre de points*

L'effet du nombre de points est significatif pour la condition pictogrammes en gros points.

Nous n'observons pas d'effet significatif du nombre de points sur la reconnaissance des pictogrammes en petits points. Les pictogrammes avec un score de similitude plus élevé sont moins bien reconnus (Tableau 43, Figure 52).

Tableau 43 : Effet du nombre de points sur la reconnaissance selon la condition

Nombre de points	χ^2	df	p
Gros points	10.921	1	<.001
Petits points	3.357	1	0.67

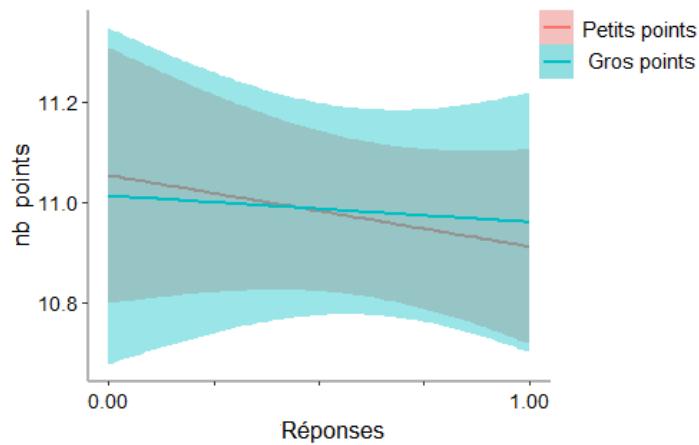


Figure 52 : Effet du nombre de points sur la reconnaissance en fonction de la condition

(Réponses erronées : 0, réponses correctes : 1)

4.3. Discussion

Nous n'observons aucun effet significatif de l'utilisation d'arrondi ou de la similitude pour les pictogrammes en lignes. Lors de la création des pictogrammes en lignes nous avons lissé les courbes créées par les points. Ce lissage permet de rendre les arrondis plus doux et moins abrupts que dans le cas des pictogrammes en points. Les arrondis ne poseraient alors plus de problèmes. De plus, nous n'observons plus d'effet de similitude. Il est possible que l'utilisation de lignes continues ait permis de rendre les pictogrammes plus faciles à discriminer entre eux.

Il est donc possible que les pictogrammes en lignes soient mieux reconnus car plus faciles à discriminer et sans arrondis abrupts.

Nous observons un effet de similitude et de l'arrondi pour les pictogrammes en gros points et en petits points. Cependant, nous n'observons pas d'effet du nombre de points pour les pictogrammes en petits points alors que cet effet est présent pour les pictogrammes en gros points. Le fait que les points soient plus petits et moins écartés peut réduire la charge liée à l'exploration et à l'intégration de nombreux points. Il est donc possible que les pictogrammes

en petits points soient mieux reconnus par les enfants ayant des capacités motrices et d'intégration (mémoire de travail) limitées alors que cet effet est moins important chez les adultes. En effet, nous n'observons pas de différence significative pour le taux de reconnaissance des pictogrammes en gros points et en petits points chez les adultes. Cependant, les adultes non-voyants passent plus de temps à explorer les pictogrammes en gros points que les pictogrammes en petits points.

5. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons proposé une simplification des images tactiles avec des pictogrammes. Cette simplification semble une bonne solution d'illustration avec des taux de reconnaissance élevés. Il semble que l'utilisation de convention visuelle n'affecte pas la reconnaissance. En effet, nous n'observons pas d'effet du statut visuel chez les adultes et observons de meilleures performances chez les enfants non-voyants par rapport aux enfants voyants.

Nous avons également étudié l'utilisation de pictogrammes en points pouvant être affichés sur des tablettes à picots. En comparant les taux et temps de reconnaissance de pictogrammes en gros points et en petits points nous avons mis en avant un effet de la taille et de l'écartement entre les points sur la reconnaissance.

Nous avons également inclus de nouvelles variables dans nos études telles que l'utilisation régulière du braille et la taille du doigt. Nous avons observé que l'utilisation régulière du braille influence positivement la reconnaissance des pictogrammes en points. La taille du doigt a également un effet sur la reconnaissance de pictogrammes en lignes et en points. Les personnes ayant les doigts les plus larges ont de moins bonnes performances.