

## *Annexes*

### *Des doigts et des nombres :*

*Utilisation d'outils d'analyse du mouvement pour étudier le rôle des doigts dans l'apprentissage de la cardinalité : une étude pilote*

**Promotrice** : Laurence Rousselle

**Lectrices** : Christelle Maillart, Marie Geurten

**Étudiante** : Neveu Maëlle

# ***Lettres information***

## Annexe 1: lettre d'information adressée aux parents des enfants de maternelle

Professeure Laurence ROUSSELLE  
Docteur en Psychologie, ULiège

Line Vossius  
Doctorante en Psychologie, Chercheuse à l'ULiège

Maëlle Neveu  
Etudiante en 2<sup>ème</sup> année de Master de Psychologie

Unité de Neuropsychologie de l'enfant de l'ULiège  
Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation



Chers parents,

Je suis Maëlle Neveu, étudiante en 2<sup>ème</sup> année de master de neuropsychologie de l'Université de Liège, et je mène actuellement un mémoire de recherche visant une meilleure compréhension du développement numérique chez le jeune enfant. Ce travail est sous la responsabilité du Dr. Laurence Rousselle, Professeure au sein de l'Unité de Neuropsychologie de l'ULiège et supervisé par Line Vossius, doctorante au sein de la même unité. Mon projet de recherche s'intéresse aux liens entre le développement des habiletés digitales (utilisation des doigts dans les activités numériques) et le développement du concept du nombre.

Mon mémoire de fin d'étude vise à déterminer l'influence des compétences motrices des enfants sur les tous premiers apprentissages numériques. Plus précisément, nous cherchons à déterminer quels facteurs moteurs influencent le développement de ces compétences. Pour cela, nous recherchons des enfants de **1<sup>ère</sup> maternelle** pour réaliser une évaluation de leur niveau de développement moteur et numérique.

Plus concrètement, je proposerai une évaluation complète de ces capacités, à votre enfant, sous forme de petits jeux et d'exercices simples. Je rencontrerai votre enfant à **deux reprises** afin de réaliser avec lui des petites activités évaluant les habiletés digitales (par exemple, imiter des configurations de doigts, etc.) et les habiletés numériques (par exemple, dénombrer des images, compter le plus loin possible, etc.). L'évaluation des compétences numériques sera réalisée au cours d'une première séance d'environ 30 minutes, **à votre domicile, dans nos bureaux (CPLU) ou à l'école**, selon votre choix. En revanche, l'évaluation des compétences motrices nécessite des outils de pointe permettant de modéliser la main de votre enfant en 3 dimensions. Elle devra donc se faire au sein du **laboratoire d'analyse du mouvement humain (LAMH) de l'ULiège, situé au Sart Tilman**, au cours de une séance d'une heure environ. Votre enfant pourra, à tout moment, refuser ou arrêter l'exercice en cours de route. Son rythme et ses habitudes (collations, récréations, sieste, etc.) seront respectés.

Les résultats de votre enfant à ces tâches resteront entièrement confidentiels. De plus, vous pourrez avoir accès à l'ensemble de vos données personnelles à tout moment et ainsi les modifier si nécessaire. Enfin, je tiens à souligner que vous êtes libres d'accepter ou de refuser cette étude et que vous pouvez, à tout moment, décider de mettre fin à la participation de votre enfant, et ce sans justification de votre part.

Je vous propose de me contacter si vous souhaitez davantage d'informations sur le déroulement de cette étude par mail ([mneveu@student.ulg.ac.be](mailto:mneveu@student.ulg.ac.be)) ou par téléphone (0479/92.23.21).

En vous remerciant de l'attention portée à ce courrier, je vous prie de recevoir, chers parents, mes salutations respectueuses.

Maëlle Neveu  
Line Vossius (doctorante)

## Annexe 2: : lettre d'information adressée aux parents des enfants de maternelle

Professeure Laurence ROUSSELLE  
Docteur en Psychologie, ULiège

Line Vossius  
Doctorante en Psychologie, Chercheuse à l'ULiège

Maëlle Neveu  
Etudiante en 2<sup>ème</sup> année de Master de Psychologie

Unité de Neuropsychologie de l'enfant de l'ULiège  
Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation



Chers parents,

Je suis Maëlle Neveu, étudiante en 2<sup>ème</sup> année de master de neuropsychologie de l'Université de Liège, et je mène actuellement un mémoire de recherche visant une meilleure compréhension du développement numérique chez l'enfant. Ce travail est sous la responsabilité du Dr. Laurence Rousselle, Professeure au sein de l'Unité de Neuropsychologie de l'ULiège et supervisé par Line Vossius, doctorante au sein de la même unité. Mon projet de recherche s'intéresse aux liens entre le développement des habiletés digitales (utilisation des doigts dans les activités numériques) et le développement du concept du nombre.

Mon mémoire de fin d'étude vise à déterminer l'influence des compétences motrices des enfants sur les tous premiers apprentissages numériques. Plus précisément, nous cherchons à déterminer quels facteurs moteurs influencent le développement de ces compétences. Pour cela, nous recherchons des enfants **de 5<sup>ème</sup> ou 6<sup>ème</sup> primaire** pour réaliser une évaluation de leur niveau de développement moteur de la main.

Plus concrètement, je proposerai une évaluation de ces capacités, à votre enfant, sous forme de petits jeux et d'exercices simples. Je rencontrerai votre enfant ***lors d'une séance unique*** afin de réaliser avec lui des petites activités évaluant ses habiletés digitales (par exemple, imiter des configurations de doigts, etc.). Cette évaluation nécessite des outils de pointe permettant de modéliser la main de votre enfant en 3 dimensions. Elle devra donc se faire au sein du ***laboratoire d'analyse du mouvement humain (LAMH) de l'ULiège, situé au Sart Tilman***, au cours d'une séance d'une heure environ. Votre enfant pourra, à tout moment, refuser ou arrêter l'exercice en cours de route. Son rythme et ses habitudes (collations, récréations, sieste, etc.) seront respectés.

Les résultats de votre enfant à ces tâches resteront entièrement confidentiels. De plus, vous pourrez avoir accès à l'ensemble de vos données personnelles à tout moment et ainsi les modifier si nécessaire. Enfin, je tiens à souligner que vous êtes libres d'accepter ou de refuser cette étude et que vous pouvez, à tout moment, décider de mettre fin à la participation de votre enfant, et ce sans justification de votre part.

Je vous propose de me contacter si vous souhaitez davantage d'informations sur le déroulement de cette étude par mail ([mneveu@student.ulg.ac.be](mailto:mneveu@student.ulg.ac.be)) ou par téléphone (0479/92.23.21).

En vous remerciant de l'attention portée à ce courrier, je vous prie de recevoir, chers parents, mes salutations respectueuses.

Maëlle Neveu  
Line Vossius (doctorante).

# ***Protocoles***

### Annexe 3 : protocole pour la tâche de la litanie

**Consignes** : « Est-ce que tu peux compter le plus loin possible ? » (Max = 20, Amorce si nécessaire : 1, 2, ...)

Essai 1 :

.....  
.....  
.....

|  |           |
|--|-----------|
| Amorce nécessaire                                  | Oui - Non |
| Usage des doigts                                   | Oui - Non |
| Usage des doigts correct jusqu'à ..... (n doigts)* | Oui - Non |

\*Correct = l'enfant lève les doigts 1 à 1 en correspondance avec NVO

Essai 2 : « Oufff, tu as compté super vite, je n'ai pas bien tout entendu. Est-ce que tu peux recommencer ? »

.....  
.....  
.....

|  |           |
|--|-----------|
| Amorce nécessaire                                  | Oui - Non |
| Usage des doigts                                   | Oui - Non |
| Usage des doigts correct jusqu'à ..... (n doigts)* | Oui - Non |

\*Correct = l'enfant lève les doigts 1 à 1 en correspondance avec NVO

**Cotation** :

|  |  |
|--|--|
| Nombre jusqu'auquel l'enfant peut réciter sans se tromper à deux reprises (partie stable et conventionnelle) |  |
| Série correcte la plus longue durant le testing  |  |

#### Annexe 4 : protocole pour la tâche de dénombrement

**Consignes et Passation** : Disposition linéaire

**a)** «Peux-tu me dire combien il y a de ...? » Si l'enfant ne donne pas de réponse cardinale, lui demander après qu'il ait compté «Ca fait combien en tout ? »

**b)** Si l'enfant donne une **réponse incorrecte sans même avoir compté verbalement** : «Peux-tu compter et me dire combien il y a de ...? » Si l'enfant ne donne pas de réponse cardinale, lui demander après qu'il ait compté «Ca fait combien en tout ? »

**Cotation** : 1 point si l'enfant donne une réponse cardinale correcte

Entourer la procédure utilisée par l'enfant pour avoir la bonne réponse (Dénombrement ou estimation).

Noter sa réponse verbale (litanie) ou s'il utilise ses doigts pour montrer combien.

Lors du dénombrement, cocher les cases correspondantes si l'enfant pointe, s'il pointe systématiquement tous les éléments 1 à 1 (terme-à-terme) et si la coordination récitation-pointage est respectée.

| N                                    | Dénombrement/<br>Estimation | Réponse (Digitale - Verbale)  | Dénombrement<br>(cocher)  | 0/1 |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---|-----|
| a                                    | D - E                       | .....<br>.....                | Pointage <input type="checkbox"/><br>Pointage t-à-t <input type="checkbox"/><br>Coordination <input type="checkbox"/> |     |
| b                                    |                             | .....<br>.....                | Pointage <input type="checkbox"/><br>Pointage t-à-t <input type="checkbox"/><br>Coordination <input type="checkbox"/> |     |
| a                                    | D - E                       | .....<br>.....                | Pointage <input type="checkbox"/><br>Pointage t-à-t <input type="checkbox"/><br>Coordination <input type="checkbox"/> |     |
| b                                    |                             | .....<br>.....                | Pointage <input type="checkbox"/><br>Pointage t-à-t <input type="checkbox"/><br>Coordination <input type="checkbox"/> |     |
| a                                    | D - E                       | .....<br>.....                | Pointage <input type="checkbox"/><br>Pointage t-à-t <input type="checkbox"/><br>Coordination <input type="checkbox"/> |     |
| b                                    |                             | .....<br>.....                | Pointage <input type="checkbox"/><br>Pointage t-à-t <input type="checkbox"/><br>Coordination <input type="checkbox"/> |     |
| a                                    | D - E                       | .....<br>.....                | Pointage <input type="checkbox"/><br>Pointage t-à-t <input type="checkbox"/><br>Coordination <input type="checkbox"/> |     |
| b                                    |                             | .....<br>.....                | Pointage <input type="checkbox"/><br>Pointage t-à-t <input type="checkbox"/><br>Coordination <input type="checkbox"/> |     |
| <b>Total</b>                         |                             | <b>Petites :</b> ..... /2     | <b>Grandes :</b> ..... /2   |     |
| <b>Nb de comptages corrects / RC</b> |                             | <b>Petites:</b> ..... / ..... | <b>Grandes :</b> ..... / .....  |     |

| N | Dénombrement/<br>Estimation | Réponse (Digitale - Verbale) | Dénombrement<br>(cocher)  | 0/1 |
|---|-----------------------------|------------------------------|---|-----|
| a | D - E                       | .....<br>.....               | Pointage <input type="checkbox"/><br>Pointage t-à-t <input type="checkbox"/><br>Coordination <input type="checkbox"/> |     |
| b |                             | .....<br>.....               | Pointage <input type="checkbox"/><br>Pointage t-à-t <input type="checkbox"/><br>Coordination <input type="checkbox"/> |     |
| a | D - E                       | .....<br>.....               | Pointage <input type="checkbox"/><br>Pointage t-à-t <input type="checkbox"/><br>Coordination <input type="checkbox"/> |     |
| b |                             | .....<br>.....               | Pointage <input type="checkbox"/><br>Pointage t-à-t <input type="checkbox"/><br>Coordination <input type="checkbox"/> |     |
| a | D - E                       | .....<br>.....               | Pointage <input type="checkbox"/><br>Pointage t-à-t <input type="checkbox"/><br>Coordination <input type="checkbox"/> |     |
| b |                             | .....<br>.....               | Pointage <input type="checkbox"/><br>Pointage t-à-t <input type="checkbox"/><br>Coordination <input type="checkbox"/> |     |
| a | D - E                       | .....<br>.....               | Pointage <input type="checkbox"/><br>Pointage t-à-t <input type="checkbox"/><br>Coordination <input type="checkbox"/> |     |
| b |                             | .....<br>.....               | Pointage <input type="checkbox"/><br>Pointage t-à-t <input type="checkbox"/><br>Coordination <input type="checkbox"/> |     |



Annexe 5 : : protocole pour la tâche « donne-moi » en entrée verbale

**Consignes et passation :** « Voici des petites billes/fleurs, peux-tu m'en donner  $n$  ? »

Si l'enfant réussit à donner  $x$ , demander  $x + 1$  à l'essai suivant.

Si l'enfant échoue à donner  $x + 1$ , demander  $x$  à l'essai suivant.



**Critère d'arrêt :** Arrêt quand l'enfant n'obtient pas au moins 2/3 à une numérosité donnée.

**Cotation :** Niveau de développement cardinal = + grande numérosité pour laquelle l'enfant a obtenu au moins 2/3.

1 erreur de dénombrement autorisée : Si l'enfant utilise le dénombrement pour déterminer la numérosité, créditer comme correcte une réponse de  $x \pm 1$  en cas d'erreur de dénombrement (Wynn, 1990, 1992).

| N | Essai | Procédure<br>(Dénombrement/Estimation) | Nombre<br>donné | 0/1 |
|---|-------|--|-----------------|-----|
| 1 | 1     |  |                 |     |
|   | 2     |  |                 |     |
|   | 3     |  |                 |     |
| 2 | 1     |  |                 |     |
|   | 2     |  |                 |     |
|   | 3     |  |                 |     |
| 3 | 1     |  |                 |     |
|   | 2     |  |                 |     |
|   | 3     |  |                 |     |
| 4 | 1     |  |                 |     |
|   | 2     |  |                 |     |
|   | 3     |  |                 |     |
| 5 | 1     |  |                 |     |

|   |   |  |  |  |
|---|---|--|--|--|
|   | 2 |  |  |  |
|   | 3 |  |  |  |
| 6   | 1 |  |  |  |
|   | 2 |  |  |  |
|   | 3 |  |  |  |
| 7   | 1 |  |  |  |
|   | 2 |  |  |  |
|   | 3 |  |  |  |
| 8   | 1 |  |  |  |
|   | 2 |  |  |  |
|   | 3 |  |  |  |
| 9   | 1 |  |  |  |
|   | 2 |  |  |  |
|   | 3 |  |  |  |
| 10  | 1 |  |  |  |
|   | 2 |  |  |  |
|   | 3 |  |  |  |
| <b>Niveau de développement cardinal :</b> |   |  |  |  |

Annexe 6 : protocole pour la tâche « donne-moi » en entrée verbale

**Consignes et passation :** « Voici des animaux, peux-tu me donner ça [montrer le nombre de doigts requis] d'animaux ? » Laisser les doigts visibles jusqu'à la réponse de l'enfant.

Si l'enfant réussit à donner  $x$ , demander  $x + 1$  à l'essai suivant.





Si l'enfant échoue à donner  $x + 1$ , demander  $x$  à l'essai suivant.


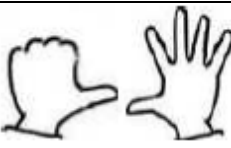
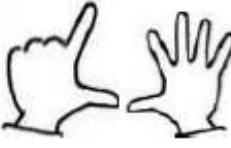
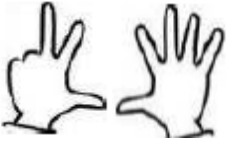
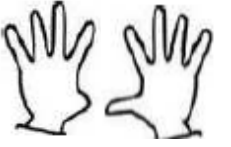
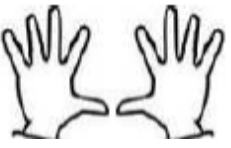


**Critère d'arrêt :** Arrêt quand l'enfant n'obtient pas au moins 2/3 à une numérosité donnée.

**Cotation :** Niveau de développement cardinal = + grande numérosité pour laquelle l'enfant a obtenu au moins 2/3.

1 erreur de dénombrement autorisée : Si l'enfant utilise le dénombrement pour déterminer la numérosité, créditer comme correcte une réponse de  $x \pm 1$  en cas d'erreur de dénombrement (Wynn, 1990, 1992).

| N   | Essai | Procédure<br>(Dénombrement/Estimation) | Nombre<br>donné | 0/1 |
|---|-------|--|-----------------|-----|
|   | 1     |  |                 |     |
|   | 2     |  |                 |     |
|   | 3     |  |                 |     |
|  | 1     |  |                 |     |
|   | 2     |  |                 |     |
|   | 3     |  |                 |     |
|  | 1     |  |                 |     |
|   | 2     |  |                 |     |
|   | 3     |  |                 |     |
|  | 1     |  |                 |     |
|   | 2     |  |                 |     |
|   | 3     |  |                 |     |
|   | 1     |  |                 |     |
|   | 2     |  |                 |     |

|   |   |  |  |  |
|---|---|--|--|--|
|    | 3 |  |  |  |
|    | 1 |  |  |  |
|   | 2 |  |  |  |
|   | 3 |  |  |  |
|    | 1 |  |  |  |
|   | 2 |  |  |  |
|   | 3 |  |  |  |
|   | 1 |  |  |  |
|   | 2 |  |  |  |
|   | 3 |  |  |  |
|  | 1 |  |  |  |
|   | 2 |  |  |  |
|   | 3 |  |  |  |
|  | 1 |  |  |  |
|   | 2 |  |  |  |
|   | 3 |  |  |  |
| <b>Niveau de développement cardinal :</b>   |   |  |  |  |

Annexe 7 : protocole pour la tâche de fluences arithmétiques imagées

**Consigne et passation :** « Je vais te poser des questions et tu vas essayer de répondre le plus vite possible car tu n'as pas beaucoup de temps. Le but du jeu est d'essayer de me donner le plus possible de bonnes réponses, d'accord ? Tu peux utiliser des jetons qui sont ici si ça peut t'aider. Tu es prêt ? »

Lire mot à mot les consignes pour chaque item. Déclencher le chronomètre à la fin de la lecture du 1<sup>er</sup> item. 150 secondes de temps imparti. Laisser à l'enfant le temps de la réflexion mais s'il semble bloqué ( $\pm$  de 20 secondes) et/ou ne semble pas chercher une réponse, passer à l'item suivant. Répéter la 2<sup>ème</sup> partie de la consigne (partie non imagée qui contient le 2<sup>ème</sup> terme) si nécessaire.

Noter les stratégies utilisées (usage des doigts, des jetons, comptage verbal, sur le dessin, comptage du tout ou counting on, ...). Si l'enfant ne donne pas de bonne réponse ou est bloqué au 1<sup>er</sup> item, noter 0 mais donner un feedback sur la réponse attendue à l'aide du papillon supplémentaire.

**Cotation :**

Total : Le nombre d'items réussis dans le temps imparti.

En cas de réussite des 10 items avant l'écoulement du temps, accorder 1 point de bonus par tranche de 5 secondes économisées sur le temps imparti.

|              | Calcul  | RC | Consignes  | Stratégie | 0/1 |
|--------------|---------|----|--|-----------|-----|
| 1            | 1 + 1 = | 2  | Regarde, ici, il y a 1 papillon dans le ciel, si 1 autre papillon vient voler avec lui, combien de papillons y aura-t-il en tout ?           |           |     |
| 2            | 2 + 2 = | 4  | Dans ce bocal, il y a 2 poissons. Si on met 2 autres poissons dans le bocal, combien y aura-t-il de poissons en tout ?                       |           |     |
| 3            | 2 + 1 = | 3  | Dans cette cage, il y a 2 oiseaux. Si 1 autre oiseau entre dans la cage, combien y aura-t-il d'oiseaux en tout ?                             |           |     |
| 4            | 3 + 3 = | 6  | Dans cette prairie, il y a 3 vaches. Si 3 autres vaches viennent dans la prairie, combien y aura-t-il de vaches en tout ?                    |           |     |
| 5            | 3 + 2 = | 5  | Dans ce panier, il y a 3 fruits. Si on met 2 autres fruits dans le panier, combien y aura-t-il de fruits en tout ?                           |           |     |
| 6            | 4 + 3 = | 7  | Dans cette mare, il y a 4 tortues. Si 3 autres tortues plongent dans la mare, combien y aura-t-il de tortues en tout ?                       |           |     |
| 7            | 4 + 4 = | 8  | Dans l'herbe, il y a 4 lapins. Si 4 autres lapins viennent, combien y aura-t-il de lapins en tout ?  |           |     |
| 8            | 5 + 5 = | 10 | Dans cette prairie, il y a 5 moutons. Si 5 autres moutons viennent dans la prairie, combien y aura-t-il de moutons en tout ?                 |           |     |
| 9            | 5 + 4 = | 9  | Au pied de l'arbre, il y a 5 pommes qui sont tombées. Si 4 autres pommes tombent, combien y aura-t-il de pommes en tout au pied de l'arbre ? |           |     |
| 10           | 6 + 5 = | 11 | Ici, il y a 6 escargots dans l'herbe. Si 5 autres escargots arrivent, combien y aura-t-il d'escargots en tout ?                              |           |     |
| Total        |         |    |  |           |     |
| Temps        |         |    |  |           |     |
| Bonification |         |    |  |           |     |
| Score        |         |    |  |           |     |

Annexe 8 : protocole pour la tâche de gnosies digitales

**Ordre des mains dans cette échelle (entourer) :** MainD - MainG]

**Consignes et passation :** « Je vais cacher ta petite main, et je vais toucher un de tes doigts. Puis, avec l'autre main, on va voir si tu sais retrouver quel doigt j'ai touché. »  
Doigts bien écartés, paume à plat. Toucher le doigt au niveau de la 2<sup>e</sup> phalange.

**Cotation :** 1 point par réponse correcte.

| N° | Touche       | Main droite | Main gauche |
|----|--------------|-------------|-------------|
| 1  | Pouce        |             |             |
| 2  | Majeur       |             |             |
| 3  | Annulaire    |             |             |
| 4  | Index        |             |             |
| 5  | Auriculaire  |             |             |
|    | <b>TOTAL</b> |             |             |

Annexe 9 : protocole pour la tâche d'imitation de configurations de doigts











IMITATION DE CONFIGURATION DE DOIGTS

**Consignes et passation :** « Regarde, est ce que tu sais faire la même chose avec tes doigts ? »  
Pour les configurations de type « counting » (n° 5 et 8), orienter la paume vers le haut.

**Cotation :** 1 point par réponse correcte.

Configuration = correcte même si l'enfant ne présente pas sa main dans le bon sens

Si l'enfant a eu besoin de s'aider de l'autre main pour former la configuration, ne pas pénaliser mais cocher la case « Aide ».

| N°           | Configuration   | Main droite |                               | Main gauche |                               |
|--------------|---|-------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|
|              |   | Réponse     | 0/1                           | Réponse     | 0/1                           |
| 1            |    |             | Aide <input type="checkbox"/> |             | Aide <input type="checkbox"/> |
| 2            |    |             | Aide <input type="checkbox"/> |             | Aide <input type="checkbox"/> |
| 3            |   |             | Aide <input type="checkbox"/> |             | Aide <input type="checkbox"/> |
| 4            |  |             | Aide <input type="checkbox"/> |             | Aide <input type="checkbox"/> |
| 5            |  |             | Aide <input type="checkbox"/> |             | Aide <input type="checkbox"/> |
| 6            |  |             | Aide <input type="checkbox"/> |             | Aide <input type="checkbox"/> |
| 7            |  |             | Aide <input type="checkbox"/> |             | Aide <input type="checkbox"/> |
| 8            |  |             | Aide <input type="checkbox"/> |             | Aide <input type="checkbox"/> |
| 9            |  |             | Aide <input type="checkbox"/> |             | Aide <input type="checkbox"/> |
| 10           |  |             | Aide <input type="checkbox"/> |             | Aide <input type="checkbox"/> |
| <b>Total</b> |   |             |                               |             |                               |

*Annexe 10 : protocole pour la tâche de praxies mélokinétiques*

| <b>Item</b>                       | <b>M droite</b> | <b>M gauche</b> | <b>Observations</b> |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| Ouverture de la main              | 0 – 1           | 0 – 1           |                     |
| Pianotage                         | 0 – 1           | 0 – 1           |                     |
| Touche chaque doigt avec le pouce | 0 – 1           | 0 – 1           |                     |



***Développement de nouveaux indices  
fondés sur l'analyse du mouvement***

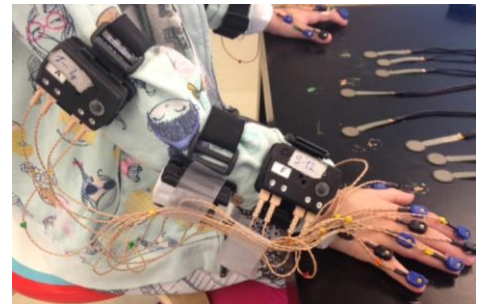
*Annexe 11 : Dispositif 3D utilisé dans le cadre de cette étude*



*Annexe 12 : Marqueurs (a) et boitiers (b) utilisés*



a



b

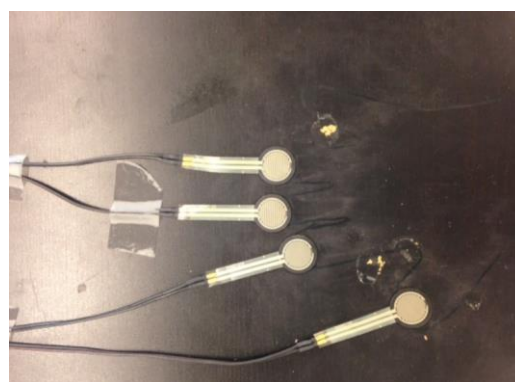
***Annexe 13 : Tableau récapitulatif des emplacements des marqueurs***

| <b>N° Marqueur</b> | <b>Doigts</b>                | <b>Positions</b>   |
|--------------------|------------------------------|--------------------|
| 1                  | Pouce                        | Phalange distale   |
| 2                  |                              | Phalange proximale |
| 3                  | Index                        | Phalange distale   |
| 4                  |                              | Phalange proximale |
| 5                  | Majeur                       | Phalange distale   |
| 6                  |                              | Phalange proximale |
| 7                  | Annulaire                    | Phalange distale   |
| 8                  |                              | Phalange proximale |
| 9                  | Auriculaire                  | Phalange distale   |
| 10                 |                              | Phalange proximale |
| 11                 | 1 <sup>er</sup> métacarpien  |                    |
| 12                 | 5 <sup>ème</sup> métacarpien |                    |

***Annexe 14 : Dispositif utilisé (a) et capteurs de pression (b)***



a



b

**Annexe 15** : Illustration des traitements réalisés pour créer la main de référence en 3D. (a) acquisition des « mains ». (b et c) translation. (d) normalisation. (e) Rotation. (f) Création de la main de référence



a



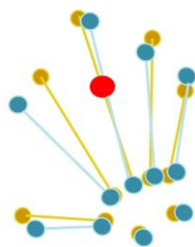
b



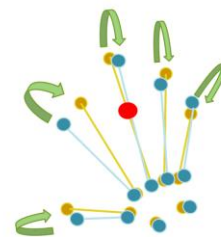
c



d



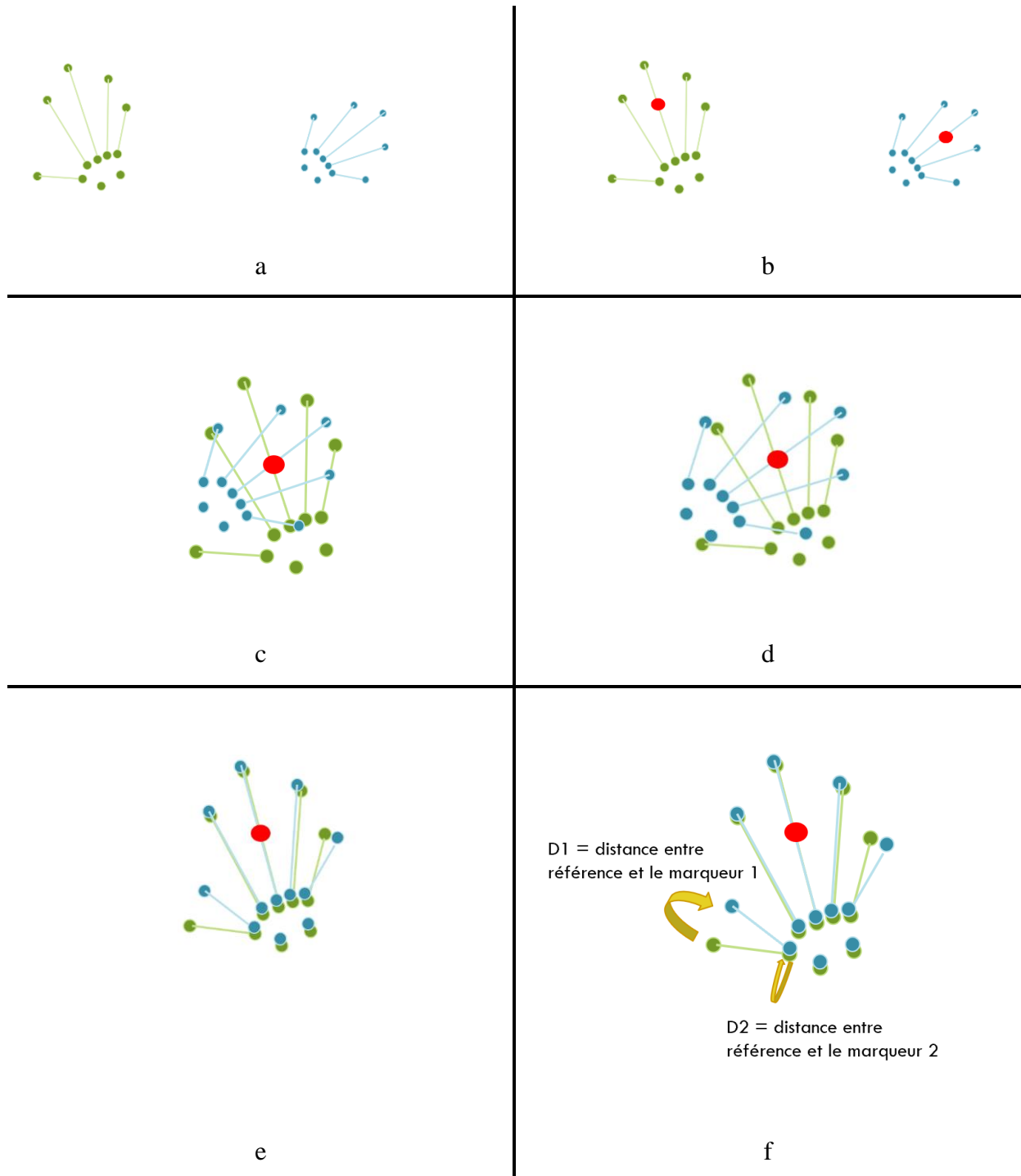
e



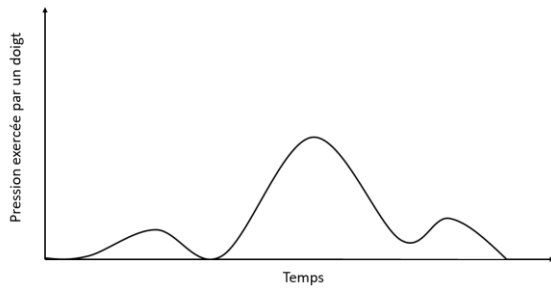
Main de référence 3D = position moyenne des 12 marqueurs

f

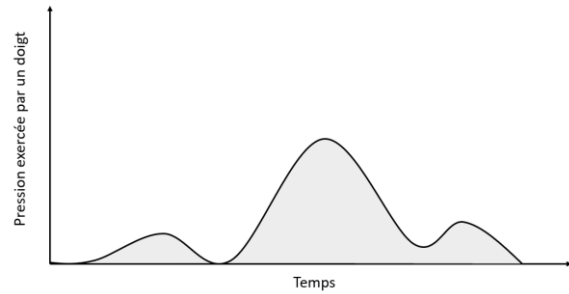
**Annexe 16:** Illustration des traitements réalisés pour calculer l'« indice de précision 3D ». (a) acquisition d'une main d'un enfant du groupe expérimental (i.e., la main bleue est une main d'un enfant du groupe expérimental, la main verte représente notre « main de référence en 3D »). (b et c) translation. (d) normalisation. (e) rotation. (f) distances entre chaque marqueur positionné sur les mains des enfants du groupe expérimental et leur marqueur référent positionné sur la « main de référence en 3D ».



**Annexe 17** : Calcul de la pression exercée depuis le signal mesuré par un capteur de pression au cours d'une tâche. (a) enregistrement individuel de pression. (b) intégrale sous la courbe.



a



b