



HAL
open science

Un entraînement pour combattre la dysgraphie : tout un enjeu

François Demontoux, Samia Humeau, Raphaël Vargas

► **To cite this version:**

François Demontoux, Samia Humeau, Raphaël Vargas. Un entraînement pour combattre la dysgraphie : tout un enjeu. ERGO'IA 2018, Oct 2018, Bidart, France. hal-01882631

HAL Id: hal-01882631

<https://hal.science/hal-01882631>

Submitted on 27 Sep 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Un entraînement pour combattre la dysgraphie : tout un enjeu

François Demontoux
IUT de l'Université de Bordeaux et
Laboratoire IMS
351 cours de la Libération
33 405 Talence, France
francois.demontoux@u-bordeaux.fr

Samia Humeau
Cabinet de rééducation fonctionnelle
de l'écriture
45, rue Hériard Dubreuil
33000, Bordeaux, France
cbt.humeau@gmail.com

Raphaël Vargas
IUT de l'Université de Bordeaux
351 cours de la Libération
33 405 Talence, France
rap.vargas@laposte.net

RESUME

La dysgraphie est une atteinte de la faculté à écrire de façon claire et rapide. Dans son stade le plus important elle peut, être significativement douloureuse voire empêcher toute écriture. Elle peut apparaître dès l'enfance, survenir suite à un accident ou se manifester au cours de l'existence. La prévalence de la dysgraphie est de 5 à 25% selon les études (Hamstra-Bletz, 1993 ; Mojet, 1991 ; Smits-Engelsman, 1991). Sa fréquence est évaluée entre 10 et 30% de la population d'âge scolaire. Elle concerne également les adultes ainsi que les personnes âgées.

Dans le cadre de la rééducation de l'écriture, le rééducateur de l'écriture est amené à imaginer des exercices spécifiques pour chaque patient. Il ne trouve malheureusement pas toujours le matériel nécessaire. La rencontre d'une rééducateur de l'écriture et d'un enseignant-chercheur a donné naissance à une collaboration associant la connaissance des besoins et des pathologies à la compétence technique pour imaginer et réaliser des dispositifs thérapeutiques innovants et ludiques. Nous présenterons un instrument de rééducation que nous avons conçu permettant de comptabiliser et d'analyser les exercices réalisés. Associé par Bluetooth à une application sur tablette ces exercices sont rendus ludiques pour les plus petits en associant les mouvements exercés à des actions sur un jeu vidéo. Le thérapeute peut se connecter par Bluetooth à la maquette pour configurer les exercices à exécuter et peut recevoir par Sigfox un journal d'événements à son cabinet lorsque le patient travaille à son domicile.

Mots-Clés

Dysgraphia, rééducation, graphothérapie ; conception centrée utilisateurs, communication à distance, exercices ludiques.

ABSTRACT

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the Owner/Author. Copyright is held by the owner/author.

ERGO'IA, 3 - 5 Octobre, 2018, Bidart, France.

The dysgraphia strikes more and more people. It is an attack of the faculty to write in a clear and rapid manner. In its most important stage it can be significantly painful or even prevent any writing. It can appear from childhood, occur following an accident or appear during the course of existence. The prevalence of dysgraphia is 5-25% according to the studies (Hamstra-Bletz 1993, Mojet 1991, Smits-Engelsman 1991). Its frequency is estimated between 10 and 30% of the school-age population. It also concerns adults as well as seniors.

As part of the re-education of writing, the graphotherapist is led to imagine specific exercises for each patient. Unfortunately, he does not always find the necessary equipment. The meeting of a graphotherapist and a teacher-researcher gave birth to a collaboration associating the knowledge of the needs and the pathologies to the technical competence to imagine and to realize innovative therapeutic devices and playfulness. We will present a rehabilitation tool that we designed to record and analyze the exercises performed. Associated with an Android tablet application and a Bluetooth connection, these exercises are fun for the little ones by combining the movements exercised and actions on a video game. The therapist can connect by Bluetooth to the model to configure the exercises to perform and can receive by Sigfox an event log at his office when the patient works at home.

ACM Classification Keywords

Dysgraphia; rehabilitation; graphotherapy; users centered design; remote communication; fun exercises.

1. INTRODUCTION

1.1. Contexte

L'écriture manuscrite est une activité complexe dont le développement ou le maintien peuvent nécessiter une rééducation adaptée. L'écriture peut présenter une dysgraphie de maladresse ou de lenteur, en cas de troubles spécifiques des apprentissages, de maladies ou suite à un accident. La dysgraphie est une atteinte de la faculté à écrire de façon claire et rapide. Dans son stade le plus important elle peut, être significativement douloureuse voire empêcher toute écriture. Elle peut apparaître dès l'enfance, survenir suite à un accident ou se manifester au cours de l'existence. La

prévalence de la dysgraphie est de 5 à 25% selon les études (Hamstra-Bletz, 1993 ; Mojet, 1991 ; Smits-Engelsman, 1991). Sa fréquence est évaluée entre 10 et 30% de la population d'âge scolaire. Elle concerne également les adultes ainsi que les personnes âgées.

La dysgraphie, qu'elle soit instrumentale, acquise ou réactionnelle requière la maîtrise de la coordination d'habilités diverses, linguistiques, cognitives et perceptivo-motrice. Le développement ou la restauration de cette dernière compétence regarde, entre autres, la dextérité fine. On parle de dextérité si le geste atteint son but, dans un temps raisonnable, suivant une exécution harmonieuse, dans un espace minimum (sans à-coups, oscillation ou changement de trajectoire). C'est ici, la compétence que nous observons et pour laquelle nous avons cherché à concevoir un matériel d'entraînement spécifique (figure 1). En effet, pour que les gestes fins puissent être disponibles de manière automatisée, dans le geste graphomoteur, il faut que chacun d'entre eux soit passés en mémoire procédurale. Par quel processus cette mémorisation implicite s'actualise-t-elle ? Tout d'abord, notre mémoire sensorielle repère l'information à traiter, ensuite la mémoire de travail entre en action celle-ci doit intégrer la succession de gestes, de postures. Il faut qu'il y ait répétition pour que la mémoire procédurale devienne inconsciente, automatisée. Or, cette répétition, sine qua non, s'avère souvent difficile à réaliser pour les patients aussi bien au cabinet qu'à domicile. Il est donc nécessaire de trouver des outils suffisamment ludiques pour aider le binôme thérapeute/patient dans la répétition de l'entraînement.

Ainsi, la dextérité fine nécessite coordination, rapidité des mouvements. Elle est tributaire de la précision des mouvements des doigts, de leur indépendance et de leur utilisation combinée. Parmi les principales variables de la dextérité, le rééducateur de l'écriture doit donc faire travailler son patient :

- l'amplitude des mouvements
- Le tonus musculaire
- La force musculaire
- Le contrôle de la force musculaire
- La coordination et la précision des gestes distaux
- Le contrôle de la fréquence des mouvements distaux

Ces différents axes de travail doivent être de nature à obtenir la dissociation inter-digitale et segmentaire des doigts (IV ; V) recrutant le nerf ulnaire et des doigts (I ; II ; III) recrutant le nerf médian et le nerf cubital.

1.2. Genèse du projet

Le rééducateur du geste graphomoteur est amené à imaginer des exercices spécifiques pour chaque patient. Il ne trouve malheureusement pas toujours le matériel nécessaire. La rencontre d'une rééducatrice de l'écriture (S. Humeau) et d'un enseignant-chercheur (F. Demontoux) a donné naissance à une collaboration associant la connaissance des besoins et des pathologies à la compétence technique pour imaginer et réaliser des dispositifs thérapeutiques innovants et ludiques. Dans le cadre du stage de formation en licence professionnelle SARI (Systèmes Automatisés Réseaux Informatique Industrielle de l'IUT de

Bordeaux) ; R. Vargas a participé à cette collaboration qui a donné naissance à une première réalisation que nous présentons à Egoia 2018.

2. PRÉSENTATION DE L'INSTRUMENT

2.1. Démarche et cahier des charges

Ce projet, baptisé graphogame, a commencé par une analyse des besoins (figure 1). Cette phase a été basée sur l'expérience de graphothérapeute de S. Humeau. Au cours d'années de pratique elle a identifié les pathologies liées à la dysgraphie et imaginé les exercices de rééducation adaptés.

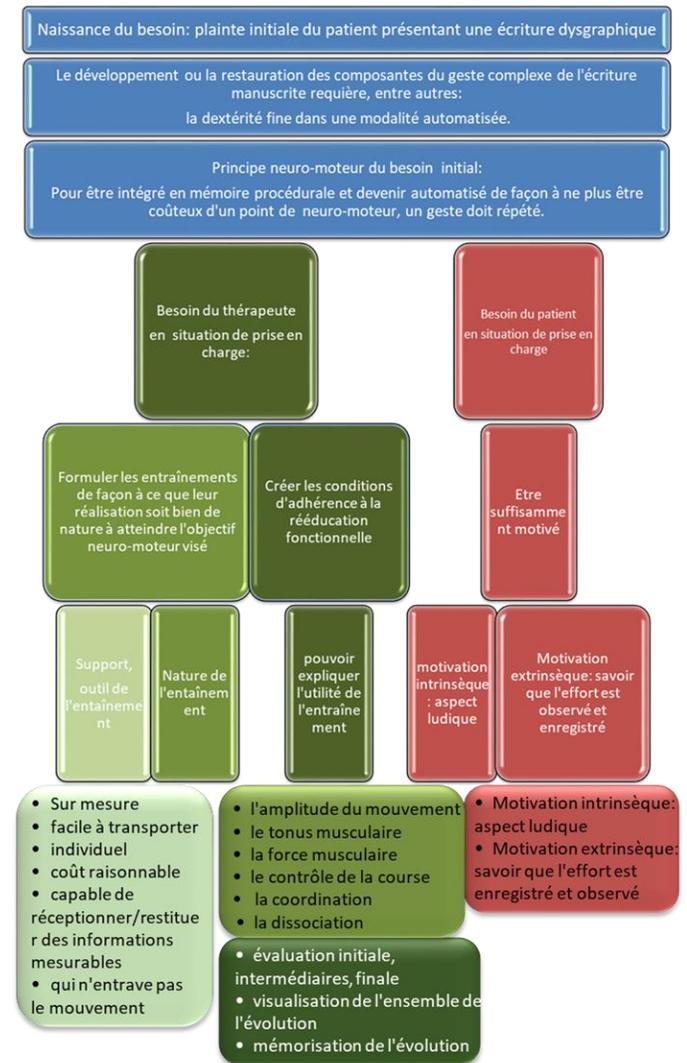


Figure 1 : Organigramme des besoins

Nous avons sélectionné une première situation d'exercice qui nécessite des mouvements sous contraintes de mise en contact du pouce et de l'index ou du pouce et de majeur (figure 2).



Figure 2 : Exercice sélectionné

En situation, le thérapeute devra fixer le nombre de mouvements à exercer et la résistance à appliquer, c'est à dire, la force minimale que le patient devra exercer. Le thérapeute devra avoir la possibilité d'accéder au nombre de mouvements réalisés et à la force exercée afin de pouvoir observer les évolutions du patient.

Le thérapeute pouvant être amené à prescrire des exercices à faire à la maison, le système devra être mobile et communicant. Un journal des événements pourra être enregistré lors des exercices à domicile puis télécharger au retour au cabinet. Le système pourra aussi être communicant pour que le thérapeute reçoive les informations au cabinet via sa connexion internet.

Ces exercices peuvent être longs et fastidieux. Les patients témoignent d'une lassitude et s'organisent en tentant par exemple de faire les exercices tout en regardant la télé. Une approche ludique a donc été intégrée au cahier des charges, en particulier pour encourager les jeunes patients.

2.2. Description du dispositif

Principe

A terme, notre instrument se présentera sous la forme d'un gant ou d'un exosquelette de main (en impression 3D). Différentes tailles (S, M, L) permettront l'utilisation de l'instrument par des patients de morphologie différente (enfant, adulte ...). La carte électronique de contrôle se situera sur l'avant-bras (voir figure 3). Cette carte disposera d'une double connectivité sans fil Bluetooth et Sigfox pour des échanges d'informations avec le praticien pour des liaisons cabinet-cabinet et cabinet-domicile respectivement. Cette carte sera connectée aux capteurs et actionneurs qui permettront le contrôle du nombre d'exercices réalisés, de la force exercée et de la résistance appliquée.

Capteurs
Micro vérins, contrôle de force
Carte électronique
Transmission Bluetooth
Transmission Sigfox



Figure 3 : Vue imagée du dispositif final

Carte électronique, capteurs et actionneurs

L'architecture électronique du prototype est basée sur une carte Arduino Uno [9] équipée d'un *shield* Bluetooth et d'un *shield* Sigfox. Ces *shields* sont des cartes électroniques d'extension octroyant à la carte mère d'origine une nouvelle fonctionnalité. Arduino est à la fois une gamme de plateformes matérielles open source, comportant un microcontrôleur et différentes entrées sorties, et un langage de programmation simplifié sur une base de C++ offrant une bibliothèque de développement très complète. L'Arduino Uno est une carte microcontrôleur basée sur l'ATmega328P. Elle dispose de 14 broches numériques d'entrée / sortie, 6 entrées analogiques, d'une connexion USB.

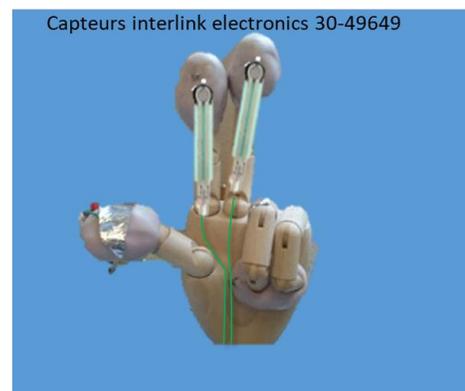


Figure 4 : Dispositif actuel de positionnement des capteurs et actionneurs

Des moules adaptées aux extrémités des doigts du patient supportent les capteurs de contact et de pression (figure 4). Des mini vérins réglables sont aussi prévus pour moduler la résistance appliquée au patient. Ils auront aussi une extrémité positionnée sur

ces embouts (non présentés sur la figure 4). Nous présenterons un instrument de rééducation que nous avons conçu permettant de comptabiliser et d'analyser les exercices réalisés.

La programmation de la carte électronique s'effectue en langage C.

Applications Android et échange des données

La carte électronique peut se connecter par Bluetooth à l'application smartphone du thérapeute ou à celle de la tablette (ou smartphone) patient (figure 5). Les applications ont été développées à l'aide de MIT App Inventor. C'est un logiciel de création d'application mobile pour Android. Ce logiciel est assez simple à prendre en main pour la création d'interface par sa programmation en blocs.

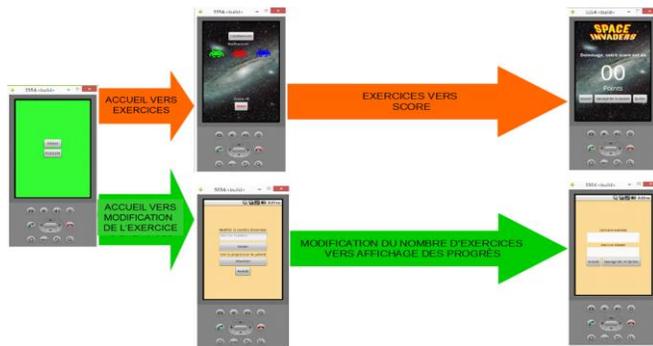


Figure 5 : Applications Android

L'application thérapeute (figure 6) permet d'envoyer les informations de configuration des exercices au dispositif électronique. Elle permet aussi de récupérer, lorsque le thérapeute et le patient sont au cabinet, les résultats des exercices.



Figure 6 : Application praticien

L'application dédiée au patient est un jeu *space invader* (figure 7). Des vaisseaux arrivent sur l'écran et le joueur doit les détruire avec un canon. Lors de l'exercice, seul un contact entre les doigts du patient permet de tirer. De plus, le patient doit appliquer une force minimale entre les doigts et doit tenir le contact durant une durée minimale pour valider l'action de tir. Un nombre de tir doit être atteint pour terminer la partie. Tous ces paramètres sont réglés par le praticien. Ce réglage va pouvoir être affiné au fur et à mesure de l'avancée de la prise en charge, au regard de l'évolution précise du

patient. Nous serons ainsi au plus proche de la « zone proximale de développement » de chaque patient.



Figure 7 : Application patient. Un aspect ludique de la rééducation

Lorsque le scénario d'usage place le praticien au cabinet et le patient chez lui la connexion Bluetooth pour envoyer les données d'exercice au thérapeute est impossible en raison de la distance qui les sépare. Il nous a fallu trouver une autre technologie de communication. Pour cette situation nous avons choisi la technologie Sigfox [10].

La technologie Sigfox est une technologie dédiée à l'internet des objets (Internet Of Things, IoT).

C'est une technologie d'échange d'informations sans fil (868 MHz) longue portée. Le service est annoncé comme bidirectionnel mais dans la réalité, chaque nœud du réseau (élément connecté) peut émettre 140 messages de 12 octets et recevoir 4 messages par jour. Ce volume d'informations émis par le nœud est faible mais suffisant pour les données que nous souhaitons transmettre. Le débit de transmission ne dépasse pas les 100 bits/s ce qui n'affecte pas le fonctionnement de notre appareil. En contrepartie, cette technologie est bon marché tout en étant robuste.

Les échanges d'informations débutent par l'émission des données par notre appareil (nœud). Ces données sont réceptionnées par une antenne du réseau Sigfox à portée (~10km).

Une fois les données reçues par une antenne Sigfox, elles sont relayées d'antenne à antenne jusqu'au cloud Sigfox. Les données sont alors disponibles sur un serveur de ce réseau et peuvent être récupérées par le propriétaire du compte Sigfox associé à l'émetteur sur tout équipement informatique connecté à internet.

3. CONCLUSION

Le premier prototype est opérationnel et pourra être présenté à ergoia 2018. Il sera confronté prochainement aux usages réels en cabinet de graphothérapie. Il est intéressant de noter que les réponses technologiques proposées dans l'élaboration du

graphogame, vont nous permettre d'atteindre un objectif que nous n'avions pas visé, au début de cette collaboration. En effet, les acquisitions de données vont pouvoir être exploitées dans les aspects d'évaluation et de communications interdisciplinaires.

Les évaluations quantifiables, initiales, intermédiaires et sommatives, vont nous permettre d'objectiver les observations cliniques de l'évolution de la dextérité fine. Pour l'heure, leur cotation n'ayant pas d'étalonnage, elles ne pourront pas être un outil diagnostique mais resteront une observation objectivée et affinée des éléments qui composent la dextérité digitale. Nous imaginons notamment qu'elles pourraient nous permettre d'avoir accès aux tremblements en les rendant visibles sous forme chiffrées et graphiques.

Par ailleurs, ces supports graphiques pourraient être un outil précieux de communication interdisciplinaire. Ainsi, le neurologue, le médecin de rééducation fonctionnelle (mais aussi les autres thérapeutes, intervenant dans la rééducation du patient), pourront être tenus informés objectivement, régulièrement et facilement de l'évolution de la prise en charge du patient qu'ils nous ont adressé. La collaboration pluridisciplinaire que nous avons établie nous a déjà permis d'envisager de nouvelles pistes de conception de dispositifs de rééducation dans le cadre de la rééducation fonctionnelle de l'écriture.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été initié dans le cadre d'un stage financé par le département GEII de l'IUT de Bordeaux.

REFERENCES

- [1] AJURIAGUERRA, J et al. (1956-1989). L'écriture de l'enfant. Tome I : L'évolution de l'écriture et ses difficultés. Paris : Delachaux et Niestlé
- [2] AJURIAGUERRA, J., AUZIAS, M., COUMES, F. (1998) L'écriture de l'enfant. Tome I, L'évolution de l'écriture et ses difficultés. Neuchatel : Delachaux et Niestlé.
- [3] AJURIAGUERRA, J., AUZIAS, M., DENNER, A., (1971), L'écriture de l'enfant, Tome II, La rééducation de l'écriture. Paris : Delachaux et Niestlé
- [4] (1995) Évaluation psychomotrice des dysgraphies, Rééducation Orthophonique, vol. 33, N°181
- [5] GIROMINI, F., et SCIALOM, P. (2015), Manuel d'enseignement de psychomotricité 1. concepts fondamentaux . Paris : de Boeck-Supérieur
- [6] ALBARET, J-M., KAISER, M-L., SOPPELSA, R., (2013), Troubles de l'écriture chez l'enfant : des modèles à l'intervention. Paris : de Boeck-Supérieur
- [7] BLETON, JP. (2004), Rééducation de la Crampe de l'écrivain. Marseille : Solal
- [8] KAPANDJI, IA., (2005), physiologie articulaire, Membre supérieur Tome 1, Maloine.,
- [9] <https://www.arduino.cc/>
- [10] <https://www.sigfox.com/en>