HAL open science

Toucher le son d'avant d'écrire (Touching Sound, Learning Writing)

Cécile Barbier, Marion Voillot, Maelle Buchot, Emmanuel Sander, Muriel Colagrande

To cite this version:

Cécile Barbier, Marion Voillot, Maelle Buchot, Emmanuel Sander, Muriel Colagrande. Toucher le son d'avant d'écrire (Touching Sound, Learning Writing). ERGO'IA 2021, Oct 2021, Bidart, France. hal-03365473

HAL Id: hal-03365473

https://hal.science/hal-03365473v1

Submitted on 5 Oct 2021

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.

Toucher le son avant d'écrire

Touching sound, learning writing

Cécile Barbier
Consultante associée équipe Equipe CRAFT, UNIGE
ccilebarbier@gmail.com

Maëlle Buchot
Orthophoniste
buchotmaelle@gmail.com

Muriel Colagrande
Fondatrice Studio Design OVAOM
muriel@ovaom.com

Marion Voillot
IRCAM/ CRI
marion.voillot@cri-paris.org

Emmanuel Sander
Equipe IDEA, UNIGE
emmanuel.sander@unige.ch

Abstract (FR)

Les troubles de la conscience phonologique, ou difficultés de l'enfant à scinder le mot en différentes unités sonores, constituent l'un des freins identifiés au passage à l'écrit (Liberman, 1974 ; Ouzoulias, 2010). Ils font l'objet de prises en soin en cabinet orthophonique, le travail étant fondé sur un entraînement à repérer et à manipuler les phonèmes, notamment à partir de jeux. La rencontre d'une orthophoniste et d'un studio de design soutenu par une psychoergonome a donné naissance à la conception d'un dispositif sonore ludique, ancré dans les travaux montrant un transfert des compétences d'écoute musicale vers celles relatives à la discrimination phonologique (Barbaroux et al., 2019). Six orthophonistes utiliseront le jeu dans le cadre d'une étude pilote de 10 semaines, auprès de 20 enfants présentant en début d'étude un trouble de la discrimination phonologique. L'étude s'inscrit dans une démarche de co-conception visant une acceptabilité maximale du dispositif, mais également une éthique du faire avec les professionnels, fondée sur la reconnaissance de leurs savoirs à tous les stades du projet.

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 2021, October 6-8, 2021, Bidart, France.
ISBN: 978-1-4503-8512-1

Abstract (EN)

Phonological awareness disorders are defined by the child's difficulties in perceiving the oppositions between phonemes. They are one of the obstacles identified in the transition to writing (Liberman, 1974 ; Ouzoulias, 2010) and are taken care of in speech therapy practices. The child and his therapist's work is based on a training that targets phonematic differentiation, and on games which require it. The encounter between a speech therapist and

a sound design studio gave birth to the project of creating sound-based games using tactile and sound producing HMI's, in order to renew the tools available to professionals but also to fine-tune the skills learned through playing. These games are based on studies that highlight the existence of a transfer of skills, from musical listening to phonological discrimination (Barbaroux et al., 2019). A pilot study will start with six speech therapists, committed to use the game over 10 weeks with 20 children. The study is part of a co-design approach that aimed a high level of acceptability of the device and that illustrates an ethic of doing the professionals, recognizing their knowledge at all stages of a design process, including the development of the research hypotheses and the definition of the protocol.

Mots-clés

Interfaces Tangibles ; Discrimination auditive ; Co-conception ; Orthophonie ; Conscience phonologique ; Interaction Enfant-Machine ; Cognition incarnée ; Jeux intelligents.

Key words

Tangible User Interfaces; Phonological Discrimination; Co-design; Speech Therapy; Phonological Awareness; Child-Computer Interaction (CCI); Embodied Cognition; Smart Game

1. INTRODUCTION

1.1. Prémices du projet

Le projet présenté est né de la rencontre entre une orthophoniste diplômée, en exercice depuis dix ans, intéressée par le renouvellement des divers supports mobilisés dans le cadre de ses prises en soin avec les enfants, et un studio de design, impliqué quant à lui dans une volonté de conception éthique, pariant sur la collusion - dans le cadre de création d'expériences esthétiques - des perspectives de soin et d'éducation.

Le souhait d'engager une démarche de co-conception ([1]), était intrinsèque à la fondation du studio, composé d'une équipe aux compétences complémentaires (design produit, serious game, design sonore) et accompagné dès son origine par des chercheurs et consultants de diverses disciplines (design, sciences cognitives, psychologie et ergonomie). Il s'est rapidement structuré, au contact de l'orthophoniste, autour de la recherche de nouveaux supports pour travailler l'une des compétences jugée critique dans l'apprentissage de l'écrit, pour les populations dyslexiques comme exemptes de difficultés particulières : la conscience phonologique ([2] ; [3] ; [4] ; [5] ; [6] ; [7] ; [8]).

1.2. De la discrimination sonore à la conscience phonologique

La conscience phonologique renvoie à la compréhension par l'enfant que l'unité de sens qu'est le mot s'analyse en unités sonores plus petites : les phonèmes, ou « sons de la langue ». L'enfant ayant acquis une bonne conscience phonologique, autour de 6 ans, parvient alors à identifier et à manipuler intentionnellement ces unités phonologiques de la parole ([9]), ce qui lui permet d'entrer aisément dans la compréhension du système alphabétique - chaque graphème s'associe à un phonème -, et donc dans la lecture ([3] ; [9]). Cette prise de conscience phonologique est elle-même conditionnée par la capacité à distinguer les phonèmes entre eux, dite discrimination phonologique, en particulier les oppositions entre phonèmes proches (consonnes nasales m/n, consonnes sourdes/sonores p/b ou f/v) : il s'agit de la discrimination phonologique.

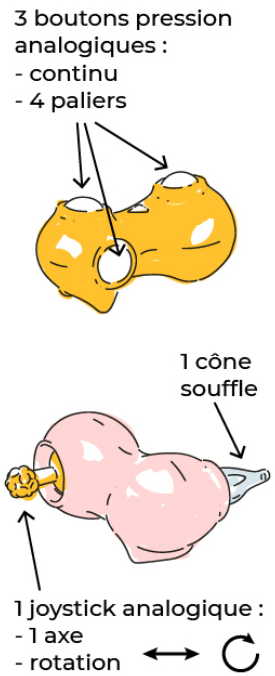


Fig.1. Les manettes

La conscience phonologique est une compétence testée en bilan orthophonique lors de la rencontre avec un lecture, au même titre que la connaissance des lettres, les capacités de mémoire à court-terme verbale, et la dénomination rapide d'images.

C'est autour de cette base théorique, qui précise les apports par ailleurs déjà décrits de la musique en suivi orthophonique (voir par exemple [10]) – et plus globalement sur les compétences dites scolaires ([11], pour une exploration neuro-acoustique ; ou encore [12], pour une revue de lecture plus généraliste), que s'est développé le projet. Celui-ci prend la forme d'un jeu sonore multimodal, destiné à familiariser l'enfant au traitement d'une masse sonore, autrement dit voué à le rendre capable de décomposer et recomposer sa propre perception auditive, à l'instar de ce qu'il produira plus tard lors de l'apprentissage de la lecture et de la transcription écrite par la voie dite d'assemblage phonologique (lecture par assemblage des sons des graphèmes pour former des syllabes puis des mots ; transcription par découpage phonologique du mot pour retrouver les graphèmes).

1.3. Principes de fonctionnement du jeu et hypothèses de recherche

Le dispositif est composé de deux artefacts tangibles évoquant des "manettes", pour inciter à leur prise en main ([13] ; ([14]), connectés à un smartphone sur lequel est installée l'application du jeu. Le but du jeu consiste à reproduire des modèles sonores émis par le téléphone, en modulant par des variations fines du geste les boucles sonores produites par les cinq zones interactives des deux « objets » : il s'agit par exemple d'appuyer plus ou moins fort sur un bouton moelleux, de tourner un joystick ou encore de souffler dans un bec en plastique (Fig. 1). L'enfant est ainsi invité à explorer de manière tactile les artefacts, afin de retrouver « le même son » que le modèle, plusieurs zones pouvant et devant même être stimulées simultanément pour reproduire les sons les plus riches proposés par l'application. Le jeu propose trois « enquêtes » : « Aquatique », « Mutation » et « Souterrain », chacune étant constituée de neuf sons sériés dans une logique de progression de la difficulté (voir Fig. 2).

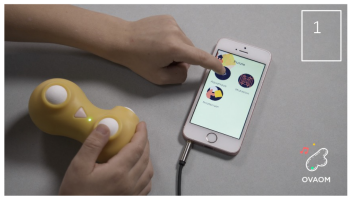
Cette première version du jeu a vocation à s'intégrer en cabinet d'orthophonie, comme support supplémentaire dans le suivi d'enfants rencontrant des difficultés dans le passage à l'écrit qui ont été pour partie rapportées, lors du bilan de prise en soin, à un déficit de performances aux items de discrimination auditive (ex. d'item : « est-ce que c'est pareil ou c'est différent ? » puis écoute de /bapu/ et /papu/).

L'hypothèse pratique globale qui soutient la démarche est la suivante : ce dispositif ludo-éducatif devrait permettre d'accélérer les progrès des enfants dans les phases de passage à l'écrit.

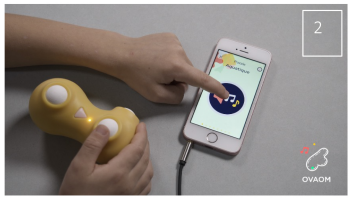
L'hypothèse théorique sous-jacente, objet de l'expérimentation à déployer, précise ce pari en supposant que l'entraînement de la discrimination auditive, sur source sonore complexe, favorise l'émergence d'une conscience phonologique (1) directement – via la prise de conscience du caractère composite (pseudo-articulé) d'un flux sonore, et (2) indirectement, via un transfert de la qualité d'écoute de la discrimination auditive non-verbale vers la discrimination phonologique.

2. UN PROTOCOLE D'EXPERIMENTATION ECOLOGIQUE

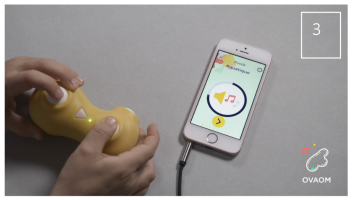
Une première insertion concrète du dispositif en cabinet d'orthophonie a été prévue pour l'été 2021, grâce au



L'enfant choisit une des 3 enquêtes



L'enfant écoute le modèle



Lorsque l'enfant trouve le « bon son » le périmètre du cercle commence à se surligner de bleu.

Fig.2. Déroulé du jeu

concours d'un groupe de six orthophonistes volontaires pour participer à l'expérimentation, dans la perspective de leur intégration ultérieure à la démarche itérative de co-conception.

Ce premier jalon sera réaliste mais mesuré dans le temps et contrôlé dans ses modalités. Le jeu sera utilisé dans le cadre d'une étude-pilote s'appuyant sur le suivi habituel de 20 enfants âgés de 5 ans ½ à 11 ans, présentant tous des difficultés à discriminer les phonèmes du langage, d'après le diagnostic global de leur orthophoniste et des scores concrètement obtenus dans les tests dédiés à cette compétence. Afin de perturber au minimum le déroulé des séances tout en permettant d'assurer une comparabilité des expositions des enfants au dispositif, le jeu sera mobilisé systématiquement sur les cinq premières minutes du rendez-vous hebdomadaire, sur une période de dix semaines. L'orthophoniste s'assurera en première séance de l'intérêt de l'enfant pour ce dispositif.

En cohérence avec le principe d'expérimentation écologique, le recueil des données critiques pour la mise à l'épreuve de l'hypothèse théorique sous-jacente au projet, se fera par chaque orthophoniste, en utilisant des extraits de tests orthophoniques dédiés à la compétence visée : la discrimination auditive. Ce type de support présente le double avantage (1) d'être écologique – il est maîtrisé sur le terrain par les orthophonistes et connu des enfants, (2) et d'être au format de la psychologie expérimentale – un test par compétence, étalonné, aux items contrebalancés. Afin d'éviter les effets de répétition (test / re-test), c'est une version lilloise, l'Epreuve Lilloise de Discrimination Phonologique ([15]), peu usitée dans la région de ce pilote, qui sera mobilisée. Ce test consiste à présenter à l'enfant une série d'items constitués de deux pseudos-mots identiques ou proches phonétiquement. L'enfant doit déterminer (« dire ») si les items sont semblables (« pareils ») ou différents (« pas pareils »). Une passation sera proposée aux enfants entrant dans l'étude en pré-expérimentation puis en post-expérimentation. Les résultats attendus se concentrent sur une amélioration des scores à l'ELDP plus marquée pour les enfants du groupe expérimental que pour le groupe contrôle, constitué de 10 enfants. Les performances au test seront contextualisées par des éléments d'expérience de chaque orthophoniste et des données explicatives recueillis dans le cadre d'une autoconfrontation ([16] ; [17]) avec chaque orthophoniste : en sortie d'étude, chaque thérapeute sera invité à commenter les scores des enfants obtenus lors des passations de début et de fin d'étude, ainsi qu'à expliciter ses propres notes habituellement prises dans le carnet de suivi de l'enfant.

Le déroulé de l'étude et la description du dispositif complet de recueil des données sont illustrés Figure 3.

3. PROCHAINES ÉTAPES

Cette étude-pilote se prolongera par les analyses des résultats des enfants aux jeux et aux épreuves et du recueil qualitatif des ressentis des orthophonistes, puis par une reprise en groupe élargi du processus itératif de co-conception.

Les logs recueillis par le dispositif serviront de données contrôle relatives au respect des temps d'exposition indiqués (5 minutes par séance), plus ou moins aisés à respecter pour un professionnel pris dans une dynamique de séance. Les scores à l'ELDP constituent la variable-charnière de l'étude : par précaution éthique mais également pratique – du fait du caractère écologique du protocole, cette donnée cruciale ne sera toutefois pas saisie comme donnée brute par les

analystes, mais soumise à interprétation de l'orthophoniste qui l'a acquise, en étant recontextualisée dans les observations effectuées en séance et mise en regard des performances objectives au jeu (progression dans les « puzzles » sonores).

Les observations des orthophonistes, mais également leurs envies et souhaits suscités par l'inscription de ce type de dispositif dans leur pratique, seront enfin utilisées comme données entrantes du cahier des charges des versions suivantes du jeu, dans la perspective de son amélioration et d'une ouverture à des adaptations à d'autres publics suivis en orthophonie (notamment, les très jeunes enfants pour lesquels l'incitation au toucher, à la manipulation, est un enjeu pour le développement de leur communication).

Au plan théorique, la prochaine étape, prévue pour le 4ème trimestre de l'année, consistera à évaluer les hypothèses non testées au premier jalon dans le souci de ne pas multiplier les évaluations, chronophages dans un suivi d'enfant et par conséquent à nos yeux non motivées en l'absence de premières validations encourageantes. Il s'agira en premier lieu d'examiner les liens entre les performances liées à la discrimination auditive et le développement de la conscience phonologique, via l'introduction additionnelle d'items de mesure de cette dernière.

La dimension tactile des objets, mobilisant le sens kinesthésique - soit l'association du toucher et du geste de l'enfant, incarne par ailleurs une hypothèse théorique secondaire, jusqu'ici non encore évoquée. Celle-ci consiste à supposer, en cohérence avec l'hypothèse ontologique du caractère incarné de la cognition ([18]) et en filiation avec les travaux sur le développement perceptivo-moteur de l'enfant inaugurés bien en amont par Piaget (voir par exemple [19] ; [20]), que lier le feed-back sonore au geste fin devrait permettre de favoriser le travail de discrimination sonore chez les enfants ne présentant pas de troubles moteurs (voir par exemple, pour l'effet du feedback haptique dans le cas de l'écriture, [21]). Il s'agira donc également, dans un second temps (2022), d'introduire un prototype fondé uniquement sur l'écoute pour objectiver les effets supposés des interactions entre développement de la discrimination sonore et développement de la motricité fine.

4. IMPACTS POUR LA COMMUNAUTÉ IHM

Ce projet rejoint les conceptions technologiques qui placent leurs interfaces non plus en accès à d'autres fonctionnalités, plus nobles, plus cognitives, « cachées derrière » les interfaces et qu'il s'agirait de servir le plus intuitivement possible, mais bien au cœur même de leur « concept ». Ici, il n'est rien en dehors des interfaces tangibles, tout s'y joue, et c'est par la conception même du lien geste-son que sont supposées les constructions d'apprentissage, précisément qualifiées d'apprentissage en mouvement ([22]). Cet exemple s'inscrit ainsi dans une série d'études pour lesquelles l'étude des interfaces excède les questions d'accessibilité /utilisabilité/ acceptabilité, et récupère l'ensemble des questions de conception de produits. Plus radicalement encore, le rapport entre conception de l'interface et analyse des facteurs humains liés à son utilisation s'inverse : en basculant au centre du projet de création technologique, la conception de l'interface vient incarner en son sein les hypothèses de recherche sur le fonctionnement humain tout autant qu'elle sera évaluée.

Ce premier enjeu se prolonge par celui, moins spécifique à la communauté IHM qu'à celle des designers en général, d'intégrer de façon active un principe de co-

conception ici déployé à tous les niveaux du projet :l'orthophoniste est venue enrichir le travail de designers – en matière de profilage du jeu, et également – de façon peut-être plus nouvelle, celui des chercheu.r.se.s. Citons en particulier des interventions marquantes de la praticienne : (i) dans l'amont du projet, pour la sélection des hypothèses théoriques à incarner au vu des outils déjà disponibles en cabinet (focus sur la discrimination sonore); (ii) puis, lors de la conception du protocole, sur les questions de recrutement des enfants, d'insertion du dispositif au sein de la pratique de soin, d'estimation de la durée critique d'étude, ou encore de choix d'outils de mesures quantitatives répondant aux exigences expérimentales tout en respectant l'écologie du protocole (extraits des batteries de tests orthophoniques).

Cette dimension collégiale, qui fait dialoguer design, recherche et pratique de soin, possède des vertus, qui pourraient être largement extrapolables à d'autres projets : elle a stimulé (1) le design, en introduisant de nouvelles contraintes, (2) l'orthophonie, engagée dans la précision de ses besoins (bien qu'elle ait une forte tradition de lien à la technologie – par sa recherche constante de nouveaux supports de soin), et enfin (3) la recherche, en particulier sur les questions d'éthique et d'écologie des recueils.

Le troisième enjeu, enfin, dérive du croisement des deux précédents : l'objectif ultime du projet repose sur la conception d'artefact qui est informée d'une part par les besoins des praticiens de soin, d'autre part, par les données produites par la recherche scientifique. Il renoue à ce titre avec les vœux fondateurs du design : une production « active », engagée, porteuse d'intentions sociales s'appuyant sur les données issues de la science mais aussi de la société ([23]). L'artefact ludique, largement modulable dans ses formes externes (forme globale, type d'interaction sur les zones sensibles…), ses modèles sonores ou encore ses règles de relation geste/son, se comprend aussi comme la traduction d'un banc d'essai méthodologique ouvert aux implémentations précisées pour la recherche en psychologie incarnée, ou de manière plus ciblée encore en psycho-acoustique.

Remerciements

Les auteurs remercient le Ministère de l'Éducation Nationale et l'entreprise Vingtième Heure, qui ont financé la conception des prototypes et leur évolution, le programme Matrice qui a soutenu notre démarche de recherche, les chercheurs de Premiers Cris ; le collaboratoire de recherche sur la petite enfance du Centre de Recherche Interdisciplinaire, l'équipe d'OVAOM et les membres de son comité scientifique, Wilco, la BPI, et enfin les orthophonistes qui ont accepté de participer à l'expérimentation. Merci à Simon Hill pour la traduction en anglais.

Références

[1] Juan-Pablo Hourcade. 2015. Child-computer interaction. Self, Iowa City, Iowa.

[2] Isabelle Y. Liberman, Donald Shankweiler, F. William Fischer and Bonnie Carter. 1974. Explicit syllable and phoneme segmentation in the young child. Journal of Experimental Child Psychology, Volume 18, Issue 2, October 1974, Pages 201-212. https://doi.org/10.1016/0022-0965(74)90101-5

[3] Linnea C. Ehri, Simone R. Nunes; Dale M. Willows; Barbara V. Schuster; Zoreh Yaghoub-Zadeh & Timothy Shanahan (2001), « Phonemic Awareness Instruction Helps Children Learn to Read: Evidence

from the National Reading Panel's meta-analysis », Reading Research Quarterly, 36, 250-287

[4] Liliane Sprenger-Charolles; Linda S. Siegel, Danielle Béchennec, & Willy Serniclaes (2003). Development of phonological and orthographic processing in reading aloud, in silent reading and in spelling: A four-year longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology,* 84, 194-2.

[5] Saskia de Graaff, Anna M.T. Bosman, Fred Hasselman, & Ludo Verhoeven, L. (2009), « Benefits of Systematic Phonics Instruction », *Scientific Studies of Reading, 13(4),* 318-333

[6] André Ouzoulias. 2010. L'émergence de la conscience phonémique : Apprentissage sensoriel ou développement conceptuel. In Gérard Chaveau (sous direction). Comprendre l'enfant apprenti lecteur. Recherches actuelles en psychologie de l'écrit. Editions RETZ: Paris. Collection pédagogie. 101-129.

[7] Trecy Martinez Perez, Steve Majerus, Martine Poncelet, 2011. Lecture et habiletés phonologiques associées chez l'adulte dyslexique. *Les troubles du langage écrit, regard croisé,* OrthoEdition

[8] Johannes C. Ziegler; Conrad Perry, & Marco Zorzi. (2014). Modelling reading development through phonological decoding and self-teaching: Implications for dyslexia. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1634), 20120397.

[9] Jean-Émile. Gombert (1990). Le développement métalinguistique. Paris : PUF.

[10] Michel Habib, Chloé Lardy, Tristan Desiles, Céline Commeiras, Julie Chobert, et Mireille Besson. 2013. Musique et dyslexie : vers une rééducation cognitivo-musicale intermodalitaire des « troubles dys ». De Boeck Supérieur | « Développements ». 2013/3 n° 16-17. 36-60

[11] Milène Barbaroux, Eva Dittinger and Mireille Besson; 2019. Music training with Demos program positively influences cognitive functions in children from low socio-economic backgrounds. PLoS ONE 14(5): e0216874.https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216874

[12] Aline Moussard, Françoise Rochette et Emmanuel Bigand. 2012. La musique comme outil de stimulation cognitive. « L'Année psychologique ». 2012/3. Vol. 112. 499 -542. https://www.cairn.info/revue-l-annee-psychologique1-2012-3-page-499.htm

[13] Donald A. Norman.1988. The psychology of everyday things. Basic Books.

[14] James J. Gibson. 1979. The ecological approach to visual perception. Boston : Houghton Mifflin. 332 pages.

[15] Lucie Macchi, Clélia Vansteene, Nathalie Timmermans et Françoise Boidein. 2013. Epreuve Lilloise de Discrimination Phonologique (ELDP) : Présentation et illustration par deux études de cas cliniques. Les Cahiers de l'ASELF, 10(3), 3-22.

[16] M. Von Cranach, U. Kalbermatten, K. Indermuhle., & B. Gugler. 1982. Goal directed action. London: Academic Press.

[17] Jacques Theureau. 2010. Les entretiens d'autoconfrontation et de remise en situation par les traces matérielles et le programme de recherche « Cours d'action ». Revue d'anthropologie des connaissances. 2010/2 Vol 4, n° 2. 287-322. https://www.cairn.info/revue-anthropologie-des-connaissances-2010-2-page-287.htm

[18] Francisco J., Varela, Evan Thompson and Eleanor Rosch. 1993. L'inscription corporelle de l'esprit : sciences cognitives et expérience humaine.

[19] Adam Sheya et Linda B. Smith. 2010. Development through sensorimotor coordination. In Stewart, J. R., Gapenne, O., & Di Paolo, E. A. (Eds.). Enaction: Toward a new paradigm for cognitive science. MIT Press.

[20] Pierre Steiner. 2010. Philosophie, technologie et cognition. État des lieux et perspectives. Intellectica, 53(54), 7-40.

[21] Florence Bara & Edouard Gentaz (2011), « Haptics in teaching handwriting: the role of perceptual and visuo- motor skills », Hum Mov Sci. https://doi.org/10.1016/j.humov.2010.05.015

[22] Alissa N. Antle, 2013. Exploring how children use their hands to think: An embodied interactional analysis. Behaviour & Information Technology, 32(9), 938-954. DOI: 10.1080/0144929X.2011.630415

[23] Victor Papanek. 1972. Design for the Real World: Human Ecology and Social Change 2nd Revised ed. Edition. New York. Pantheon Books.

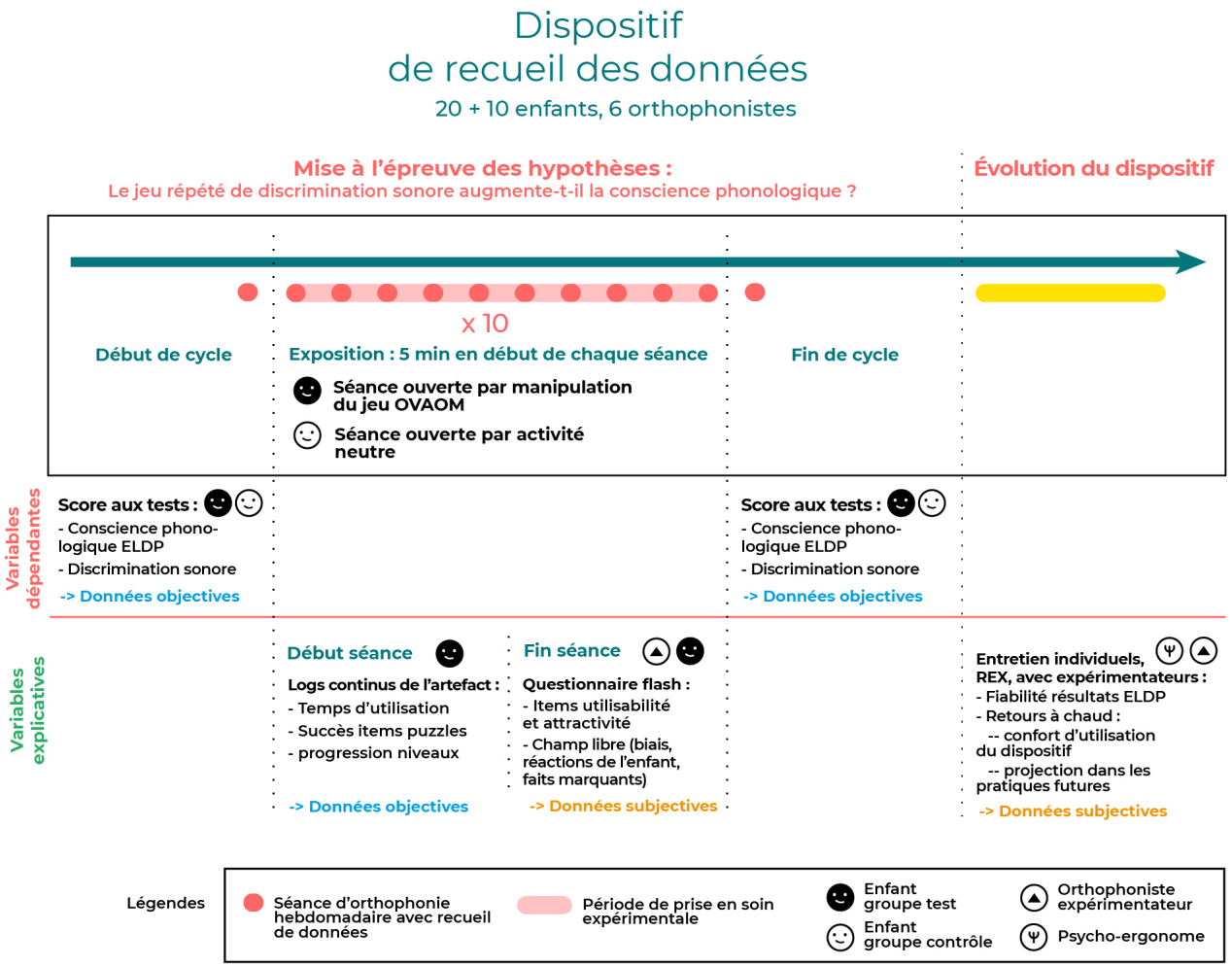


Figure 3 : Protocole