

Écouter les gestes, dessiner les sons

Etienne Thoret – etienne.thoret@mcgill.ca

Que ce soit la subtile harmonie entre les mouvements d'une danseuse se mouvant au gré des variations d'un morceau de musique ou encore les gestes d'un chef d'orchestre articulant méticuleusement le jeu des musiciens pendant une symphonie, les relations entre sons et mouvements sont nombreuses. Pourtant, le contrôle de nos mouvements semble s'appuyer essentiellement sur des informations visuelles. Quand on écrit sur une feuille c'est principalement la vision du mouvement du stylo qui dirige le mouvement de notre main, nos oreilles elles, restent inutilisées ! Pourquoi ne pas utiliser ce canal sensoriel pour améliorer le contrôle de nos mouvements ?

L'écriture est un type de mouvement particulièrement intéressant. Beaucoup de personnes ont des difficultés à écrire. Les enfants dysgraphiques par exemple sont dans l'impossibilité d'écrire un mot de façon fluide.

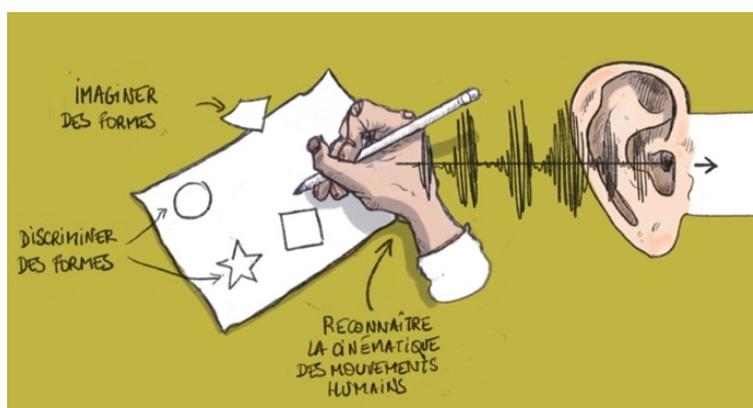
lapin lapier

Écriture fluide

Écriture dysgraphique

Des méthodes pour les aider existent mais consistent le plus souvent à les guider en leur tenant la main. Dans cette thèse réalisée au Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique de Marseille, on a eu le rêve de créer un stylo sonore, fil d'Ariane acoustique du geste, qui utiliserait l'audition pour guider la fluidité de l'écriture des enfants dysgraphiques. Pour créer ce stylo, il était d'abord nécessaire de comprendre la relation qui peut exister entre l'écriture et le son. A première vue fortuit, ce lien entre son et écriture prend tout son sens si l'on tend l'oreille quand on écrit. En effet, de subtils bruits de frottement sont émis par la friction entre le stylo et le papier. Ces sons sont d'ailleurs souvent utilisés comme bruitage dans les films quand une personne écrit sur un manuscrit. Pourquoi ne pas essayer de les utiliser pour guider le geste d'une personne qui écrit ?

En les recréant artificiellement¹, nous avons tout d'abord montré qu'écouter ces sons permet de reconnaître la vitesse des mouvements graphiques. De façon encore plus surprenante, on a mis en évidence que l'on peut même imaginer des formes géométriques² ! Faites l'expérience vous-même, prenez un crayon et une feuille et tendez bien l'oreille, les bruits que produisent le stylo évoquent très vivement votre geste. Vous pourrez même peut-être reconnaître les formes que vous êtes en train de dessiner juste avec à l'aide vos oreilles.



Afin d'attester de la force du son pour guider l'écriture, nous avons ensuite montré qu'écouter ces sons quand on dessine peut même distordre notre mouvement. Dans une expérience, des sujets devaient recopier un mouvement visuel circulaire tout en entendant le son d'un mouvement elliptique incohérent avec ce qu'ils voyaient. Dans cette situation, les sujets dessinaient non pas un cercle mais une ellipse³ !

Cet article a été distingué dans le cadre du prix Jeune Chercheur Science et Musique 2017 - <http://jcm2017.irisa.fr/prix/>. Ces travaux ont été réalisés au Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique (LMA, UPR7051) dans le cadre de la thèse de doctorat d'Etienne Thoret sous la supervision de Sølvi Ystad et Mistuko Aramaki désormais chercheuses au laboratoire PRISM (Perception, Représentations, Image, Son, Musique, FRE 2006) de l'Université d'Aix-Marseille (AMU).



Fort de ces résultats théoriques, nous nous sommes alors attaché à créer un retour sonore pour le guidage de la fluidité de l'écriture. En fait il existe de nombreuses situations où le son guide la fluidité d'un mouvement. Quand on essaie de faire « chanter » un verre en frottant son rebord avec un doigt humide par exemple, le son produit par le verre guide la fluidité de notre doigt afin de faire entrer le verre en résonance. Pourquoi ne pas imiter cette situation afin de guider la fluidité de l'écriture ? On peut en effet imaginer un stylo qui produirait le son d'un verre virtuel qui « chante » quand l'écriture est fluide et qui « grince » quand l'écriture est saccadée. Cela devrait permettre de guider la fluidité du geste tout en laissant le champ visuel libre pour le contrôle de la position du stylo.

En se basant sur des algorithmes de synthèse sonore inspirés directement de la physique du frottement⁴, un stylo sonore grinçant ou chantant en fonction de la fluidité de l'écriture a été développé. Ce stylo se contrôle très facilement avec une tablette graphique et a permis d'améliorer significativement la fluidité de l'écriture des enfants dysgraphique après plusieurs séances de pratique^{5,6} ! De plus, ces travaux réalisés en collaboration avec le Laboratoire de Neurosciences Cognitives de Marseille ont montré que ce nouvel outil était bien accueilli par beaucoup d'enfants. Le stylo est en effet utilisé comme un jeu, les exercices d'écritures deviennent alors beaucoup plus motivants et amusants pour les enfants.

Finalement ces travaux montrent l'intérêt de mêler des techniques issues de synthèse sonore avec des méthodes émanant des sciences du mouvement humain afin d'aborder des questions fondamentales aux applications sociétales considérables. Ces recherches sont actuellement poursuivies entre autres pour le diagnostic de la maladie de Parkinson, la sonification des voitures électriques, ou encore l'apprentissage de gestes experts comme ceux des sportifs de haut niveau.

(Crédits illustrations 2 & 3 : Suzanne Labourie)

Exemples sonores et vidéos accessible librement à cette page :

<http://www.lma.cnrs-mrs.fr/%7ekronland/TheseEThoret/>

Publications reliées à la thèse accessibles librement à cette page :

<http://etiennethoret.free.fr/publications.html>

Références :

1. Conan, S., Thoret, E. et al. (2014) An Intuitive Synthesizer of Continuous Interaction Sounds: Rubbing, Scratching and Rolling. *Computer Music Journal*, 38(4), 24-37.
2. Thoret, E. et al. (2014) From Sound to Shape: Auditory Perception of Drawing Movements, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 40(3), 983-994.
3. Thoret, E., et al. (2016) Seeing circles and drawing ellipses: when sound biases reproduction of visual motion. *PLoS ONE*, 11(4):e0154475
4. Thoret, E., Aramaki, M., Gondre C., Ystad S., Kronland-Martinet R. (2016) Eluding the Physical Constraints in a Nonlinear Interaction Sound Synthesis Model for Gesture Guidance. *Applied Sciences*, 6(7):192
5. Danna J., Velay J.L., Paz-Villagrán V., Capel A., Pétriz C., Gondre C., Thoret E., et al. (2013) Handwriting Movement Sonification for the Rehabilitation of Dysgraphia, Sound, Music and Motion, *Proceedings of the 10th International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research (CMMR)*, 15-18 Oct., Marseille – Oral
6. Danna, J., Fontaine, M., Paz-Villagran, V., Gondre, C., Thoret, E., et al. (2015) The effect of real-time auditory feedback on learning new characters. *Human Movement Science*, 43, 216-228