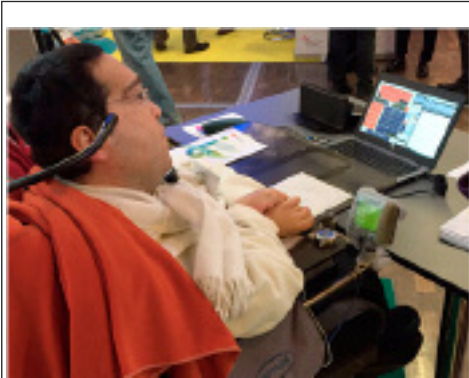


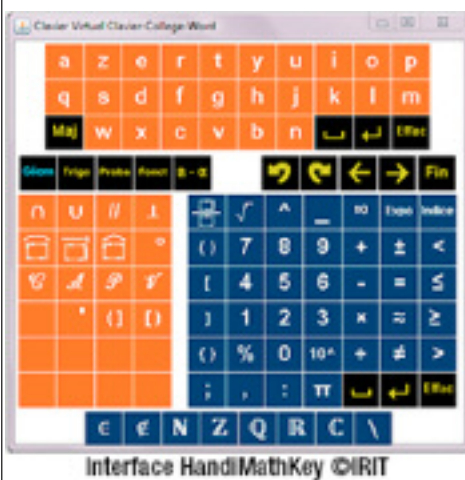
HANDIMATHKEY

(INTERFACE DE SAISIE DES FORMULES
MATHÉMATIQUES POUR WORD, OPEN OFFICE)

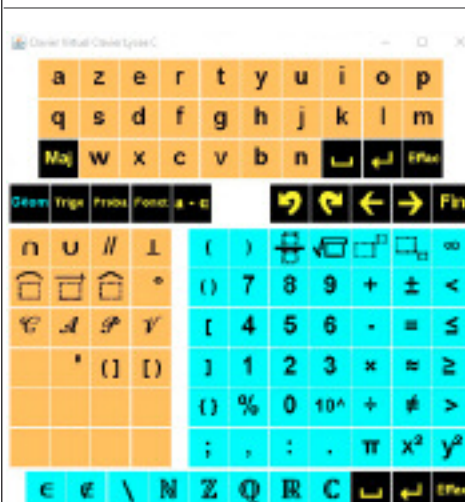
Mots clés : clavier virtuel – scolarité – mathématiques – accessibilité – windows



HandiMathKey : clavier virtuel pour composer
texte et formules mathématiques avec la souris.
(F. Vella, chercheur CNRS à IRIT)



HandiMathKey : interface pour le collège



HandiMathKey : interface pour le lycée

INTRODUCTION

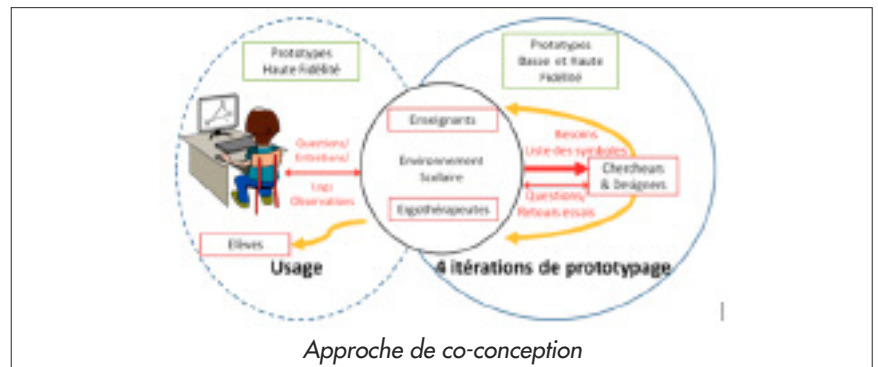
Les enfants avec des situations de handicap moteur sévères ressentent de la fatigue motrice lors de la saisie de formules mathématiques avec des applications telles qu'Open Office ou Microsoft Office. Pour pallier ce ressenti, nous avons mis en œuvre une interface nommée HandiMathKey, Elle vise à répondre aux limitations d'utilisation que les utilisateurs en situation de handicap pouvaient rencontrer avec d'autres éditeurs de mathématiques.

Cet outil est une réponse aux besoins formulés par les ergothérapeutes et les enseignants de mathématiques du Centre Jean Lagarde de Toulouse, fruit d'une collaboration très étroite entre l'association Agir, Soigner, Eduquer, Insérer (ASEI) et l'IRIT (Institut de Recherche en Informatique de Toulouse) dans le cadre de la convention Hand'Innov.

Réf.	HandiMathKey (collège ou lycée) version windows pour Word et Open Office et Libre Office
Auteurs	<ul style="list-style-type: none"> • IRIT : Frédéric Vella - Nadine Vigouroux - Damien Sauzin - Elodie Bertrand • ASEI : Nathalie Dubus - Christine Gallard - Eloise Grolleau • IUT A de Toulouse : Gaëlle Lavigne
Logiciel libre (Licence Creative Commons Attribution) - Adresse de téléchargement : https://www.irit.fr/handinov/index.php/handimathkey (nécessite Java)	

LA GENÈSE DU PROJET

Pour concevoir l'application HandiMathKey (HMK), la conception centrée utilisateur et la norme ISO 9241-210 ont été mises en œuvre car celles-ci placent l'utilisateur final et la tâche qu'il doit effectuer, au centre du processus de conception. Cette démarche constitue une avancée considérable en termes de participation des utilisateurs finaux dans les diverses étapes du processus de conception des aides techniques. L'expression de la demande formulée par des enseignants et des ergothérapeutes, deux focus group pour l'évaluation de prototypes base fidélité et un protocole d'évaluation par des ergothérapeutes et des enfants ont été mise en œuvre pour la conception de l'application HandiMathKey. C'est une interface de saisie des formules mathématiques pour tous, simple et intuitive qui vise à répondre aux limitations d'utilisation des éditeurs de mathématiques.



Approche de co-conception

Expression de la demande

Le centre Jean Lagarde (ASEI) accueille des jeunes atteints de handicaps moteurs et/ou sensoriels, dans le cadre d'une scolarité adaptée en collège, lycée général ou professionnel et associée à une prise en charge médico-sociale.

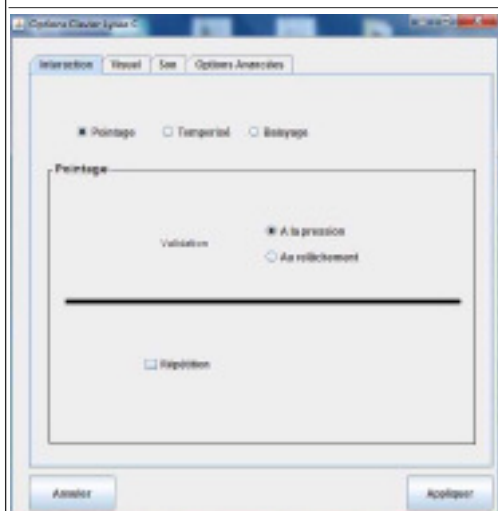
Pour de nombreux élèves, le handicap moteur nécessite la mise en place rapide de compensation des capacités de production écrite, étant donné les difficultés fonctionnelles d'écriture manuscrite, la fatigabilité, parallèlement aux exigences de productions croissantes tout au long de la scolarité.



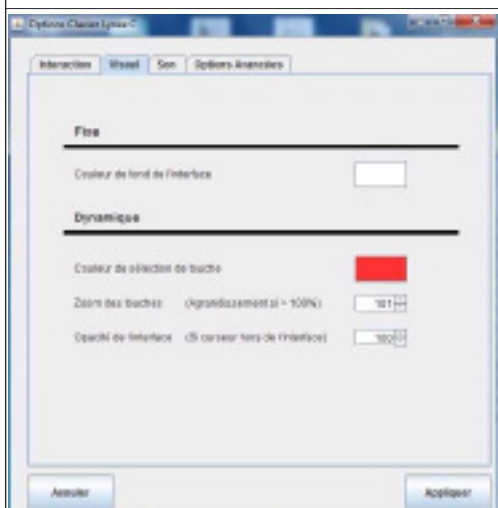
Onglet fonction



Lettres grecques et ongles Trigo avec pointeur souris en surbrillance



Onglet de paramétrage Interaction



Onglet de paramétrage Visuel

Des aménagements pour les examens sont mis en place : présence d'un transcritteur-répétiteur, utilisation de l'ordinateur, tiers temps, adaptation des documents. Or, plusieurs élèves passant les examens de fin d'année (3ème ou terminale) ayant investi l'outil informatique dans leur scolarité avaient le désir de développer leur autonomie et ont exprimé la demande aux ergothérapeutes d'apprendre plus spécifiquement l'utilisation de l'ordinateur pour la saisie des mathématiques, seul cours dans lequel ils étaient contraints d'écrire à la main (lenteur et difficulté de relecture) ou de faire appel à une tierce-personne.

Les observations par les ergothérapeutes ont montré que les éditeurs d'équations habituels (Microsoft Office, Open Office) présentent de nombreuses limites pour les élèves :

- difficulté de repérage sur l'éditeur : taille réduite des icônes, multiplication des symboles, manque d'intuitivité de certains symboles
- raccourcis claviers, emplacement des symboles à mémoriser
- combinaisons de touches multiples impossibles à produire
- nombreux déplacements de la souris indispensables
- apprentissage nécessaire qui peut être long et difficile donc abandon.

La saisie dans les éditeurs s'est avérée particulièrement exigeante tant au niveau fonctionnel (trouble moteur) qu'au niveau cognitif (attentionnel, visuo-spatial, mémoire) et générateur d'une fatigabilité à chaque niveau pour peu de gain productif et efficace.

Ainsi l'idée de disposer d'un clavier unique réunissant les symboles utiles (au collège/au lycée), accessible rapidement (toujours présent) et adaptable aux besoins de l'utilisateur (affichage, mode d'accès, synthèse vocale) a émergé de l'observation des difficultés et des besoins des jeunes scolarisés au sein de notre établissement.

Description de l'interface

Une version Collège et une version Lycée ont été conçues afin de répondre aux besoins en formules mathématiques des élèves ou des étudiants.

La disposition du clavier de mathématique est composée de chiffres, de lettres latines et de lettres grecques. Le nombre de symboles est d'environ soixante pour le niveau collège et de quinze de plus pour le niveau lycée.

Les symboles et les fonctions sont regroupés par thématique mathématique et dans des onglets. Six thèmes ont été définis pour le collège et le lycée. Ce sont : Arithmétique, Géométrie, Trigonométrie, Probabilité, Statistiques et fonctions. Quand un étudiant fera un exercice de géométrie, par exemple, tous les symboles géométriques sont disponibles sous l'onglet géométrie. Ce choix de conception a été retenu pour faciliter le choix du thème et ainsi, optimiser la taille de HMK et réduire le temps de sélection.

L'application HandiMathKey offre la possibilité de configuration du mode d'accès (pointage, clic temporisé, défilement de la touche), des caractéristiques d'affichage (niveau de contraste, couleur, police) et du retour audio de la touche.

Pour faire apparaître la fenêtre de configuration :

- faire un clic droit sur l'icône HMK
- cliquer sur ouvrir l'emplacement du fichier
- double cliquer sur le fichier config.jar

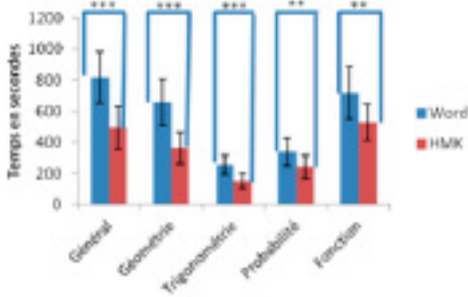
La fenêtre des options s'ouvre. Faire les modif souhaitées, valider, puis lancer le clavier.

Étude de cas et résultats sur 12 personnes valides

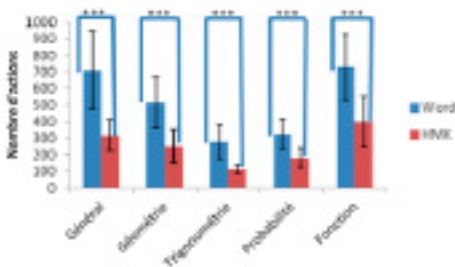
Nous avons réalisé une expérimentation sur 12 personnes valides novices dans l'écriture de formules mathématiques sous Word et sans aucune connaissance de l'interface HandiMathKey

Pour étudier l'utilisabilité du clavier HandiMathKey, nous avons mesuré le temps de saisie et le nombre de click d'actions supplémentaires en comparant la saisie d'un corpus de test composé de 166 symboles mathématiques, 486 chiffres numériques et 147 fonctions.

Les résultats montrent que HMK est environ 1/3 de fois plus rapide pour saisir des formules et que le nombre d'actions est réduit d'environ 48 % en faveur de HMK. Ces résultats s'expliquent par le fait que l'utilisateur saisit ses formules mathématiques tout en restant à l'intérieur de notre interface sans aller sur l'outil Microsoft Office (38 % de réduction de déplacement du curseur du dispositif de pointage).



Temps de saisie : Microsoft Office et HMK



Nombres d'action : Microsoft Office et HMK

Retour d'observations sur le Centre Jean Lagarde

Le clavier HMK a été proposé à un petit groupe d'élèves, collégiens et lycéens, du centre Jean Lagarde et du Sessad, bénéficiant d'un suivi en ergothérapie. Il a également été installé sur les ordinateurs présents dans les classes du collège et d'autres connectés sur le réseau Education Nationale du centre.

Selon les situations des jeunes (type de handicap, connaissance et pratique sur l'outil informatique, mode de travail en mathématiques, âge), les ergothérapeutes ont pu observer, lors d'un premier test d'utilisation en séance pour 6 élèves (3 porteurs de handicap moteur et/ou visuel et 3 autres présentant des troubles dyspraxiques/dysgraphiques), quels étaient les avantages/inconvénients de l'utilisation du clavier HMK et repérer quelques pistes d'amélioration :

Selon le type de difficultés de l'élève et selon le mode d'accès et de saisie sur l'ordinateur :

- **Les jeunes atteints d'un handicap moteur** (IMC, pathologie musculaire) : Pour ceux travaillant déjà en mode souris/clavier visuel, les bénéfices sont rapides, en temps et en énergie (moins de déplacement du pointeur). Le clavier HMK limite ainsi l'apparition de la fatigue fonctionnelle en saisie. En revanche, les élèves en capacité d'utiliser le clavier ont pris certaines habitudes de travail qui demandent un temps d'adaptation supplémentaire dans l'utilisation du clavier HMK. Cependant, l'accès aux symboles scientifiques leur est nettement facilité, car ceux-ci sont immédiatement disponibles sans recherche particulière. Pour ces élèves, HMK est alors utilisé lorsque le clavier physique ne permet pas de produire le symbole. D'autres y ont trouvé un intérêt, malgré une lenteur de production qui reste présente étant donnée les troubles cognitifs associés.

- **Les jeunes présentant des troubles dyspraxiques ou dysgraphiques** : L'utilisation est variable selon leur motivation pour investir l'ordinateur, surtout en math et en sciences. Pour certains, les avantages sont présents et rapides grâce aussi à l'accès tactile qu'offre la solution « tablette » : le tactile permet un accès direct aux symboles du clavier HMK et à la page de saisie puis au clavier physique pour les lettres. Pour d'autres, l'utilisation a pu être ralentie par les difficultés visuo-spatiales, d'attention ou de mémoire, notamment dans l'utilisation des fractions, indice/exposant (la position du curseur importante dans le fonctionnement de l'éditeur).

- **Les jeunes présentant une déficience visuelle** : les possibilités de paramétrage d'affichage (contraste, couleur, police) sont un des avantages importants du clavier HMK.

Selon l'expérience antérieure sur l'outil informatique pour les mathématiques :

Deux situations ont pu être observées : celle de jeunes qui avaient l'habitude de travailler avec l'ordinateur en mathématiques et avait quelques notions sur l'éditeur (les lycéens particulièrement) et celle d'un jeune qui bénéficiait de la présence d'une auxiliaire et travaillait à l'oral (élève de 6ème dyspraxique/dysgraphique). Les premiers ont mieux investi le clavier HMK (phase d'apprentissage réduite, maturité) tandis que pour le second, l'ordinateur et le clavier HMK n'ont pas été investis (pas de besoin exprimé, difficulté de mettre en place l'outil ordinateur en classe, difficultés associées).

La phase d'apprentissage est nécessaire afin de réduire la double tâche en situation de cours, elle peut être rapide (1 séance) ou plus longue selon les troubles associés présents (Troubles visuo-spatiaux, Mémoire, Attention).

Autres avantages du clavier HMK pour tous les jeunes :

- Clavier HMK et feuille de travail se situe dans le même plan visuel (approche visuo-spatiale facilitée).
- Clavier toujours présent au-dessus de l'application, avec ou non réglage de transparence.
- Repérage facilité et invariable favorisant la mémorisation de la position des touches (couleurs).
- Fonctionnement du clavier HMK favorable pour Word et moins intuitif sous Open Office étant donné son éditeur différent par la saisie (langage spécifique).
- Installation sur le réseau Magret de l'Education Nationale possible, très avantageux.



Interfaces de saisie de formules mathématiques dans Word et Open Office

Quelques verbatims des sujets valides

« Word n'est pas assez confortable pour récupérer 1 élément, trop de blocs à ouvrir pour trouver ce que l'on cherche et trop de clics souris avec 1 visuel assez petit »

« Word n'est pas adapté pour les écritures scientifiques -> perte de temps qui engendre de l'agacement »

« HMK plus rapide, plus personnalisable et plus intuitif »

« HMK, touches plus rapide d'accès. On peut utiliser seulement la souris »

« plus ergonomique et plus logique »

« HMK est plus rapide car il y a moins de menus et sous menus »



Hand'Innov : conventions ASEI et IRIT :
<https://www.irit.fr/handinno/>



APF 2017

C-RNT

57 rue du Moulin Delmar
59650 Villeneuve d'Ascq
Tél : 03 20 20 97 70 Fax : 03 20 20 97 73
<http://c-rnt.apf.asso.fr>

AUTEURS

- IRIT : Frédéric Vella - Nadine Vigouroux - Damien Sauzin - Elodie Bertrand
- ASEI : Nathalie Dubus - Christine Gallard - Éloïse Grolleau
- IUT A de Toulouse : Gaëlle Lavigne

CONTACTS

frederic.vella@irit.fr
nathalie.dubus@asei.asso.fr

OCTOBRE 2017

Retour d'observations à l'IUT A de Toulouse

Au département Génie Electrique et Informatique Industrielle de l'IUT 'A' de Toulouse, nous avons proposé à 5 étudiants dyslexiques, dans le cadre du projet SATED (Soutien et Aides Technologiques pour les Etudiants Dyslexiques), une séance de prise en main du clavier HandiMathKey. Il s'agissait d'une séance d'1h30 pendant laquelle ils devaient recopier une partie du cours de mathématiques contenant un grand nombre de formules avec l'éditeur d'équations de Word puis avec HandiMathKey. Nous avons comparé les temps de recopie, puis analysé leur ressenti.

Le temps de recopie a été diminué d'environ 25% pour tous les étudiants sauf un qui connaissait parfaitement tous les raccourcis clavier de Microsoft Office. Il est à noter malgré tout que les étudiants ne maîtrisaient pas totalement l'éditeur d'équations de Word car ils l'utilisent peu, ayant plutôt l'habitude d'écrire à la main.

Ils ont trouvé l'utilisation d'HandiMathKey très simple et la prise en main rapide et fonctionnelle. Le clavier est très attrayant et l'organisation des touches logique. Les images sur les touches représentent correctement les symboles mathématiques et leur utilisation. La mémorisation des commandes au clavier se fait facilement. Ces étudiants ont donc adopté pleinement ce clavier et l'utiliseraient volontiers.

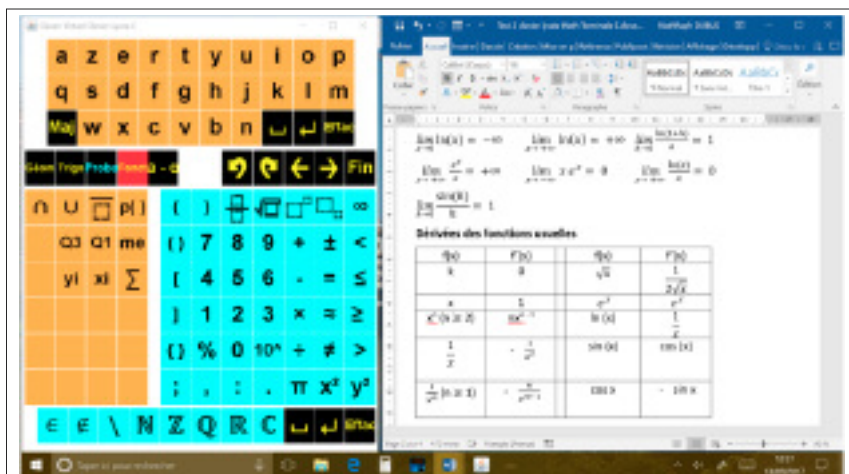
Indications thérapeutiques

Le clavier HMK offre une solution avantageuse dans la saisie des symboles pour les élèves du secondaire et les étudiants. Il s'adresse particulièrement aux personnes atteintes de troubles moteurs, utilisant l'ordinateur en compensation des difficultés de graphisme. Pour les jeunes présentant des troubles praxiques et dysgraphiques, le clavier peut s'avérer être une aide, il mérite d'être proposé et testé. Comme pour toute aide spécifique, les facteurs suivants sont importants à considérer : la motivation et la personnalité du jeune, son investissement sur l'ordinateur, l'expression de la demande par rapport à son besoin ressenti et son désir d'autonomie. Il peut également être très utile pour une personne valide (professionnels, enseignants, étudiants bac+3) n'ayant pas la maîtrise du code LaTeX (code utilisé par les étudiants en mathématique).

CONCLUSION

Le clavier HMK est fonctionnel, en téléchargement gratuit pour Word et OpenOffice (<https://www.irit.fr/handinno/index.php/handimathkey>).

De plus, nous avons observé vu des bénéfices sur l'usage de HMK. En effet, le gain de saisie est plus important par rapport à la saisie de formules sur Word. Dans le cadre de la convention Hand'Innov, nous envisageons de le développer sous Libre Office. Il apporte une aide à toute personne valide ou non, enseignant ou élèves / étudiants ayant un besoin de saisie de symboles scientifiques. Il est utilisé de plus en plus par les jeunes et les professeurs sur l'établissement Jean Lagarde. L'étape suivante consistera à recueillir des données quantitatives plus précises sur l'utilisation du clavier et les bénéfices récoltés, ou les améliorations à apporter. Le développement d'une fonctionnalité de lecture de la saisie de formules mathématiques est également envisagé.



Capture d'écran en phase de test utilisateur : saisie dans un tableau/clavier Lycée