

# Pré-Rapport

pour la soutenance (8/7/2014)

de la thèse de Mme Silvia FAJARDO FLORES

intitulée: «Modélisation des interactions non visuelles dans un environnement de travail mathématique visuel et non visuel synchronisé.» (directeur : ARCHAMBAULT Dominique)

## Aperçu

---

Cette thèse porte sur l'interface multimodale qui permet aux étudiants handicapés de la vue d'apprendre les mathématiques (surtout les expressions algébriques) et de résoudre des problèmes dans ce domaine.

Basé sur la plateforme Mozilla, le doctorant a développé un logiciel dans lequel une formule bidimensionnelle (c.à.d. la représentation « normale » des formules) et sa version braille (donc linéarisée) sont montrées en parallèle. L'ordinateur prononce la formule (par synthèse vocale). Des formules complexes sont simplifiées en les coupant en « blocs » comme « FRACTION », « PRODUIT » etc.

Les prototypes développés dans ce doctorat permettent aux utilisateurs de manipuler les formules afin de les simplifier ou résoudre et contiennent les outils qui peuvent compenser le manque d'aperçu visuel d'un élève non voyant. Par exemple, il y a des différentes possibilités de recherche dans les formules, soit par mots clés, soit par niveaux de bloc (parties de formules regroupées).

Le tout représente un outil très important pour l'éducation des maths aux élèves en milieu scolaire "normal", parce qu'il permet des discussions entre voyants (professeurs et autres élèves) et non-voyants sur une même formule.

## Commentaires sur le travail scientifique

---

### *Originalité du sujet*

Bien qu'il existe plusieurs théories sur la manipulation des formules algébriques (simplifications, solution d'équations), les méthodes utilisées par les personnes non-voyants ont eu peu d'attention, en partie parce qu'on a dû attendre les moyens interactifs (donc informatisés) pour étudier ce problème à fond.

L'originalité de ce travail réside dans :

- une étude approfondie des techniques utilisées par des personnes non-voyants (élèves de différents âges, professeurs) pour « faire » l'algèbre
- la production de deux prototypes permettant la manipulation des formules algébriques bidimensionnelles en utilisant des messages parlés et des raccourcis clavier.

En plus, la thèse donne un aperçu critique des codes mathématiques braille (avec détails sur la situation internationale) et les différents logiciels existants mais souvent seulement disponibles sous forme de prototype).

### *Cohérence dans la structure de la thèse et l'articulation des parties*

La structure de la thèse est logique et bien détaillée (fig. 1.1). Dans une première partie, le contexte et l'état de l'art sont traités, la deuxième partie analyse les besoins et explique l'implémentation et l'évaluation de deux prototypes consécutifs. Dans la troisième partie, les résultats sont analysés et leur applicabilité dans le milieu scolaire est confirmée. Les développements futurs souhaités dans ce domaine sont indiqués et l'extensibilité des résultats dans l'enseignement universitaire est expliquée.

## ***Bibliographie et utilisation correcte de la documentation pertinente***

La bibliographie spécialisée, mentionnée dans ce manuscrit, est très complète et démontre que le doctorant s'est muni des connaissances globales dans le sujet de la thèse. L'auteur a pris soin de résumer les endroits dans la thèse où les références ont été utilisées dans la discussion (références bidirectionnelles).

## ***Méthodologie appropriée***

Le doctorant a utilisé des méthodes expérimentales pour arriver aux résultats : après l'étude de l'état de l'art, Mme Fajardo a développé des tests permettant de qualifier l'efficacité de l'apprentissage des mathématiques. Après, elle a choisi pour une poursuite pratique en deux cycles de développement de prototypes suivis chacun d'évaluation. Elle finit par des conclusions sur l'applicabilité de ses résultats et indique les développements futurs à poursuivre dans ce domaine, e. a. l'utilisation et manipulation de formules mathématiques en code Latex qui devient plus populaire dans l'enseignement universitaire mais aussi en secondaire supérieur.

Pour son développement technique elle a choisi les outils modernes comme Mozilla Gecko, Python et l'utilisation des codes mathématiques en MathML, aussi comme langage de stockage pour les formules permettant l'échange des documents avec la plupart d'autres logiciels dans ce domaine.

## ***Portée et caractère innovateur des résultats et des conclusions.***

Les résultats obtenus sont de caractère innovateur étant donné que Mme Fajardo a prouvé qu'il est possible, comme personne non-voyante, de naviguer directement dans des formules bidimensionnelles en utilisant les techniques décrites dans son travail. En général les autres solutions d'édition de formules existantes à l'échelle Européenne et internationale, se basent sur la version linéarisée des formules mathématiques. Mme Fajardo a pris soin à expliquer clairement son approche didactique par rapport au produit LAMBDA, qui est le plus connu dans ce domaine.

## **Commentaires sur l'ouvrage**

---

### ***Précision et clarté du style***

Le texte de la thèse est d'une grande clarté et l'auteur a évité de se perdre dans des expressions lourdes difficiles à comprendre. La structure de l'œuvre est également claire et bien expliquée dans le paragraphe 1.3.

### ***Qualité des illustrations et tableaux***

Les figures sont précises et supportent les idées expliquées dans le texte.

Remarque : On pourrait envisager de rédiger le fichier PDF dans une version accessible aux personnes non-voyantes en se basant sur le format Tagged PDF, permettant e. a. une navigation linéaire et des « descriptions en mots » des figures [souvent appelées « alternate text »].

## **Conclusion**

---

Cette thèse répond aux objectifs d'une thèse de doctorat. Elle ne comporte pas de déficiences sur le plan scientifique ou dans sa présentation qui en invalident la démarche ou dont la correction nécessiterait la refonte de l'une ou de l'autre de ses parties.

A mon opinion, le grade académique de « docteur en sciences » peut donc être attribué à Mme Silvia Fajardo Flores.



Prof. Jan Engelen  
KU Leuven (Kath. Univ. Leuven - Belgique)  
15 juin 2014