



**HAL**  
open science

## Vers une modélisation d'utilisateur avec paralysie cérébrale pour la conception de système interactif

Yohan Guerrier, Christophe Kolski, Véronique Delcroix

### ► To cite this version:

Yohan Guerrier, Christophe Kolski, Véronique Delcroix. Vers une modélisation d'utilisateur avec paralysie cérébrale pour la conception de système interactif. 32e conférence francophone sur l'Interaction Humain-Machine (IHM'20.21), Apr 2021, Virtual Event, France. pp.1:1-6, 10.1145/3451148.3458636 . hal-03562158

**HAL Id: hal-03562158**

**<https://hal.science/hal-03562158>**

Submitted on 8 Feb 2022

**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.

# Vers une modélisation d'utilisateur avec paralysie cérébrale pour la conception de système interactif

Towards the modeling of user with cerebral palsy for interactive system design

Yohan Guerrier  
LAMIH, CNRS, UMR 8201, UNIV.  
POLYTECHNIQUE  
HAUT-DE-FRANCE, 59313,  
VALENCIENNES, FRANCE

Christophe Kolski  
LAMIH, CNRS, UMR 8201, UNIV.  
POLYTECHNIQUE  
HAUT-DE-FRANCE, 59313,  
VALENCIENNES, FRANCE

Veronique Delcroix  
LAMIH, CNRS, UMR 8201, UNIV.  
POLYTECHNIQUE  
HAUT-DE-FRANCE, 59313,  
VALENCIENNES, FRANCE

## ABSTRACT

Disability comes in different forms such as physical or mental disability. It is a question of taking into account finely any form in the definition of disabled user profiles for the design of suitable interactive systems. This paper focuses on physical handicap, and more precisely on that called cerebral palsy of the athetoid type. With the aim of designing interactive communication aid systems, an ontology is under development for the detailed modeling of the characteristics of the handicap. This serves as an entry point for the definition of one or more personas, to be made available to designers of interactive communication aid systems. A first case study illustrates the approach and is discussed.

## CCS CONCEPTS

• **CCS**; • **Computing methodologies**; • **Modeling and simulation**; • **Model development and analysis**; • **Model verification and validation**;

## KEYWORDS

User model, cerebral palsy, communication aid, persona, ontology

## RÉSUMÉ

Le handicap se décline sous différentes formes, comme le handicap physique ou mental. Il s'agit de prendre en compte finement toute forme de handicap dans la définition des profils utilisateurs pour la conception de systèmes interactifs adaptés. Dans cet article, nous nous intéressons au handicap physique, et plus précisément à celui nommé paralysie cérébrale de type athétosique. Avec une visée de conception de système interactif d'aide à la communication, une ontologie est en cours de développement pour la modélisation fine des caractéristiques de ce handicap. Celle-ci peut servir de point d'entrée pour la définition d'un ou plusieurs personas, à mettre à la disposition de concepteurs de système interactif d'aide à la communication. Une première étude de cas permet d'illustrer l'approche, et est discutée.

## MOTS-CLÉS

Modèle utilisateur, paralysie cérébrale, aide à la communication, persona, ontologie

## ACM Reference Format:

Yohan Guerrier, Christophe Kolski, and Veronique Delcroix. 2021. Vers une modélisation d'utilisateur avec paralysie cérébrale pour la conception de système interactif: Towards the modeling of user with cerebral palsy for interactive system design. In *32e Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine (IHM '21 Adjunct)*, April 13–16, 2021, Virtual Event, France. ACM, New York, NY, USA, 6 pages. <https://doi.org/10.1145/3451148.3458636>

## 1 INTRODUCTION

Il existe de nombreux types de handicaps [32] qui peuvent être organisés en deux catégories. La première catégorie est le handicap physique et la deuxième est le handicap mental. Parmi ces deux catégories, il existe de nombreux handicaps provenant de diverses origines et avec différentes conséquences.

Dans cet article, nous nous focalisons sur le handicap Paralysie Cérébrale (PC) de type athétosique, avec une visée de conception de système d'aide à la communication. Ce handicap a plusieurs origines. La plus répandue est le manque d'oxygène à la naissance [8]. Il provoque des mouvements involontaires accentués durant des périodes d'émotion. Ces mouvements involontaires disparaissent durant le sommeil. Les personnes PC athétosiques ont des difficultés d'élocution. Pour pallier ce problème, de nombreuses personnes utilisent une aide à la communication, soit en version papier, soit en version informatique. La version papier est représentée le plus souvent par une grille comportant un ensemble de pictogrammes organisés par catégories [3]. Dans la version informatique, on peut trouver de nombreuses aides à la communication organisées en plusieurs catégories [7] [12]. La catégorie la plus connue relativement à l'aide à la communication regroupe les claviers virtuels ; il en existe plusieurs types comme les claviers virtuels optimisés (les lettres sont organisées pour diminuer les mouvements de la souris) [23].

Dans cet article, nous nous intéressons à la modélisation de l'utilisateur, qui est dans notre cas d'étude, en situation de handicap. Cette modélisation constitue une étape traditionnelle, en interaction homme-machine, de la conception de système interactif [6] [15] [21], contribuant au travail de mise en évidence de besoins de l'utilisateur vis-à-vis du système interactif visé. Le point de départ de toutes les modélisations est la récolte de données, celle-ci pouvant avoir plusieurs origines (observations de terrain, littérature spécialisée, extraction de connaissances auprès d'experts du

domaine. . .). Ensuite vient la structuration de ces données. Finalement l'étape de modélisation peut commencer.

Le but de ce travail est de contribuer, selon une démarche innovante, à la modélisation à l'aide d'un modèle ontologique, du handicap PC athétosique, dans le but d'inspirer et d'aider les concepteurs de systèmes d'aide à la communication à réaliser des logiciels qui répondent aux besoins des utilisateurs. Il s'agit également de faire une première instanciation de notre modélisation. Celle-ci permettra de valider l'intérêt du modèle avec une visée de conception. L'article s'organise comme suit. Dans la seconde partie, un bref état de l'art sur la modélisation utilisateur est dressé. Dans la troisième, une modélisation du handicap CP de type athétosique est proposée, à l'aide d'une ontologie en cours de développement. Dans la quatrième, une instanciation de notre modèle, sous forme d'un premier persona, est proposée, tout en expliquant la démarche méthodologique globale à ce sujet. Dans la cinquième partie, l'intérêt de la démarche est discuté. L'article se termine par une conclusion et des perspectives de recherche.

## 2 ÉTAT DE L'ART SUR LA MODELISATION UTILISATEUR

La modélisation utilisateur est une sous-branche de l'interaction homme-ordinateur qui décrit le processus de construction et de modification d'une compréhension conceptuelle de l'utilisateur [6] [28]. L'objectif principal de la modélisation utilisateur peut être :

- de servir de base, de façon générale, à la conception et/ou à l'évaluation d'un système interactif : concevoir le système en prenant en compte les caractéristiques d'un ou plusieurs profils utilisateur, l'évaluer en veillant à ce que certaines caractéristiques soient respectées, etc.
- la personnalisation et l'adaptation des systèmes aux besoins spécifiques de l'utilisateur. Elle peut servir de base au Web sémantique ou à l'apprentissage automatique [9] [10] [20].

Un modèle d'utilisateur est une structure de données qui est utilisée pour capturer certaines caractéristiques d'un utilisateur individuel, et un profil d'utilisateur est la représentation réelle dans un modèle d'utilisateur donné [30]. Par exemple, la structure de données utilisée dans le cadre de nos recherches est la structure ontologique (cf. section 3). Les données incluses dans le modèle dépendent de l'objectif de l'application. Le modèle peut inclure des informations personnelles telles que le nom et l'âge des utilisateurs, leur type d'emploi, leurs intérêts, leurs compétences et connaissances, leurs objectifs et plans, leurs préférences et leurs aversions ou des données sur leur comportement et leurs interactions avec le système [25].

Un modèle utilisateur peut être représenté sous forme de persona, une personne fictive permettant de représenter/synthétiser un groupe d'individus représentant un futur utilisateur d'un système et illustrant diverses caractéristiques. Le persona est considéré comme une technique d'UX (*User Experience*) [22] [24], et est désormais communément utilisé pour la conception de systèmes interactifs [4] (cf. aussi en section 5). En suggérant directement ou indirectement des besoins, des attentes, mais aussi des caractéristiques à considérer, les personas peuvent être particulièrement inspirants, aussi bien pour les concepteurs de systèmes

interactifs [2], que pour des apprenants dans le domaine de la conception [33].

Dans la partie suivante, nous décrivons notre proposition de modélisation du handicap PC de type athétosique au travers du prisme d'une aide à la conception d'une aide à la communication.

## 3 PROPOSITION DE MODELISATION D'UTILISATEUR DE PROFIL PC ATHETOSIQUE

Dans cette partie, notre proposition de modèle d'utilisateur de profil PC athétosique est introduite. Dans un premier temps, la démarche de recueil est globalement décrite. Puis le choix de l'ontologie, comme moyen de modélisation, est précisé, avec une illustration par un extrait de la modélisation en cours de développement.

### 3.1 Recueil d'information

Nous sommes partis d'un ensemble de sources bibliographiques portant sur le type de handicap visé [17] [18] [29]. Nous avons extrait de ces documents un ensemble d'éléments et les avons confrontés avec d'autres éléments provenant du vécu de personnes dans les mêmes situations : (1) des éléments provenant de l'expérience du premier auteur de cet article qui est lui-même PC athétosique, (2) des témoignages et observations de personnes PC que le premier auteur a l'habitude de côtoyer (à terme, des associations ou des organismes spécialisés pourront être approchés, pour aller plus en profondeur dans le recueil d'information). La Table 1 fournit à titre d'illustration une journée type de travail d'une personne PC athétosique, chacune des tâches pouvant être associée à des besoins en communication, aussi bien avec des personnes (en particulier celles susceptibles de les aider dans différents contextes, faisant partie de leur écosystème, au sens de [13]), qu'avec des systèmes.

### 3.2 Choix de l'ontologie comme moyen de modélisation

Pour nos travaux, nous avons décidé d'utiliser les concepts de base des ontologies [11] [31] pour modéliser un ensemble de caractéristiques d'utilisateurs de profil PC athétosique. Il peut être utile de souligner qu'en philosophie, l'ontologie est l'étude de l'être en tant qu'être, c'est-à-dire l'étude des propriétés générales de ce qui existe. Dans le domaine de l'informatique, une ontologie est un ensemble structuré de thèmes et de concepts représentant un champ d'information [31]. Une ontologie utilise des métadonnées. L'ontologie constitue un modèle de données représentatif d'un ensemble de concepts dans un domaine, ainsi que les relations entre ces concepts. Elle est employée pour raisonner à propos des objets du domaine concerné. Une ontologie permet d'organiser et de structurer un ensemble de connaissances partagées et d'établir un vocabulaire commun.

Nous avons choisi le modèle ontologique d'abord pour ses principes de représentation graphique, pouvant être facilement compris par des concepteurs. En outre, après analyse, il s'avère qu'une ontologie peut représenter chaque élément composant le handicap *paralysie cérébrale*, selon le niveau de détail visé dans cette recherche, ainsi que les relations principales entre ces éléments.

**Table 1: Journée type de travail d'une des personnes PC athétosique concernées**

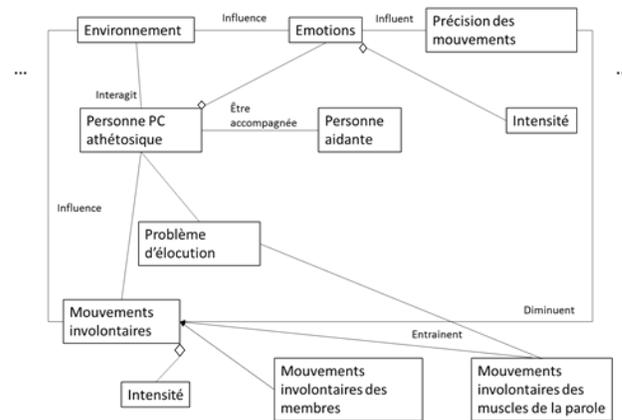
Période de la journée	Tâches réalisées
Réveil	Programme, en interaction avec une personne aidante : lever, prise des médicaments, petit déjeuner, toilette et habillage. Départ pour le lieu de travail.
En journée	Programme : réunion(s), utilisation d'ordinateur, étude et rédaction de documents, télétravail, déplacements
Fin d'après-midi	Participation à des activités en milieu associatif. De temps en temps : rendez-vous médicaux, accompagnée de l'auxiliaire de vie.
Soirée	Activités diverses éventuelles : utilisation d'ordinateur, ou cinéma, accompagnée de son aidant, ou participation à des réunions familiales, ou restaurant avec des amis. Ensuite : réalisation de toutes les tâches nécessaires avec l'aide d'une auxiliaire de vie (prise du souper et des médicaments, passage aux toilettes, prise de la douche et mise au lit).

#### 4 MODÉLISATION

La proposition commence par un schéma général fournissant les éléments de base du handicap PC athétosique (Figure 1), utiles dans les situations de conception de système interactif d'aide. Ce modèle est complété par cinq autres modèles en cours de développement focalisés sur (1) les mouvements involontaires, (2) les problèmes d'élocution, (3) l'environnement de la personne, (4) les émotions et (5) les personnes aidantes (ces thématiques ayant été choisies, car pouvant toutes avoir différentes incidences sur l'interaction homme-machine) ; ces modèles détaillés ne sont pas fournis ni décrits dans cet article par manque de place ; seuls quelques caractéristiques sont fournies et commentées à titre illustratif. Ainsi, le handicap de la personne est caractérisé par des mouvements involontaires et des problèmes d'élocution (voir la Figure 1). Les mouvements involontaires sont nommés athétose. Ces mouvements diminuent la précision des mouvements, ce qui peut avoir un impact plus ou moins important lors de l'utilisation de dispositifs d'interaction. Ceci est accentué avec les émotions. Durant une émotion forte, les mouvements involontaires augmentent considérablement [16].

La personne possède également des problèmes d'élocution nommés dysarthrie. Les mots qu'elle prononce sont déformés à cause d'un ensemble de mouvements incontrôlés des muscles de la parole. La personne handicapée interagit avec les personnes de son environnement. L'environnement a une influence importante sur les mouvements involontaires, car il peut provoquer un stress ou au contraire une détente. En sens inverse, les personnes côtoyées peuvent être influencées par les mouvements involontaires, être surprises, et donc avoir des difficultés pour communiquer avec la personne handicapée. Comme suggéré par la Figure 1, l'environnement, les émotions, et la précision des mouvements sont liés, car l'environnement provoque des émotions chez la personne handicapée. Ces émotions diminuent la précision des mouvements à cause de l'augmentation des mouvements parasites.

La personne handicapée est généralement accompagnée par une personne aidante, professionnelle ou non, qui a pour rôle de combler son handicap dans les activités de tous les jours (travail, déplacement, loisirs...).



**Figure 1: Modélisation du handicap PC athétosique en vue de la conception de systèmes interactifs d'aide à la communication (seul un extrait est fourni ici à titre illustratif, par manque de place). Les liaisons simples signifient un rapport entre deux composants. Les liaisons avec un losange blanc permettent d'exprimer une agrégation. Les flèches noires ont pour but d'exprimer un héritage.**

#### 5 ETUDE DE CAS : PASSAGE DE LA MODÉLISATION PROPOSÉE À UNE MODÉLISATION DE PERSONNA

La Figure 2 montre la démarche méthodologique globale employée pour créer des personas à partir de notre modèle ontologique. D'abord, nous avons positionné les caractéristiques du modèle sur un ou plusieurs attributs de la structure du persona. Pour ce faire, nous nous sommes appuyés sur les propositions de structure de persona de [5], adaptées dans [27] puis améliorées par [19]. Différents éléments peuvent ainsi être extraits de la modélisation et intégrés, dans un premier temps manuellement, dans la structure du persona. Cette structure générale est représentée par un tableau intégrant différentes caractéristiques susceptibles de se retrouver dans un ou des personas.

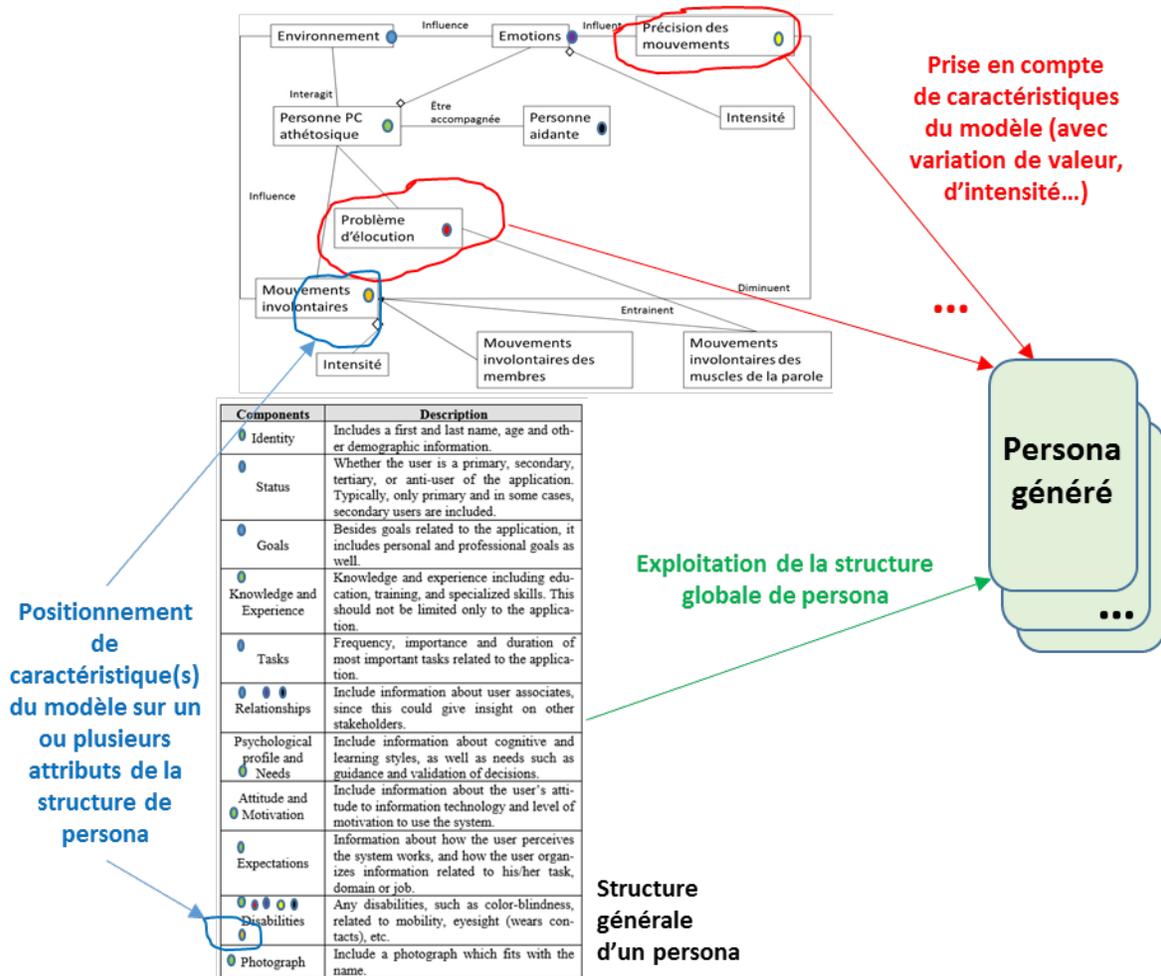


Figure 2: Passage de la modélisation au Persona via l'exploitation d'une structure générale

Pour mieux comprendre, prenons l'exemple suivant : l'entité «mouvements involontaires» peut servir à alimenter différentes parties de la structure d'un persona, et donc pas seulement nécessairement la partie handicap (une dissémination étant possible dans d'autres). En fait, tous les éléments de la modélisation sont répertoriés dans différentes parties de personas ; ils sont susceptibles de toutes les enrichir. Ainsi, il est possible de générer de nombreux personas aux caractéristiques variées. En effet, leurs caractéristiques peuvent par exemple varier selon l'intensité de mouvements involontaires, entraînant en conséquence des difficultés plus ou moins importantes d'utilisation de dispositifs d'interaction.

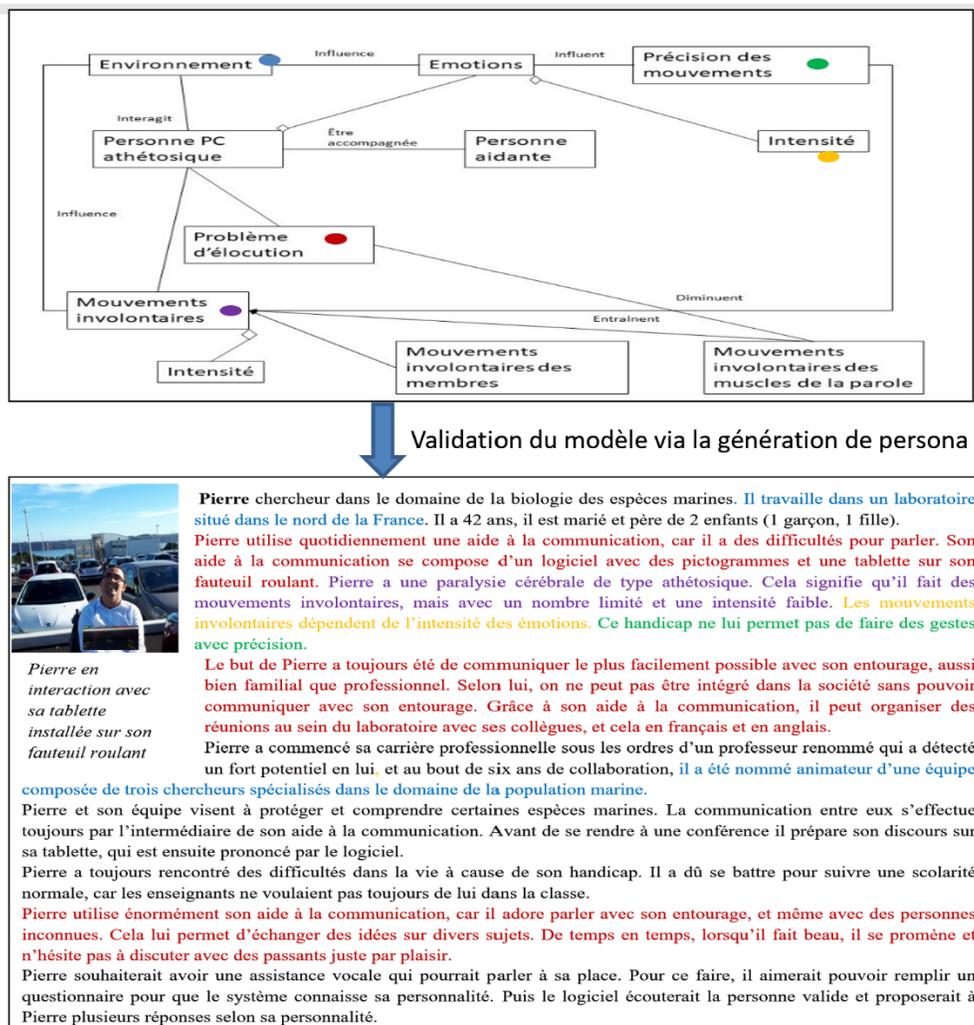
## 6 PREMIERE VALIDATION DU MODELE ONTOLOGIQUE VIA LA GENERATION DE PERSONA

Pour une première validation du modèle ontologique et de sa possibilité d'exploitation pour la conception, nous avons créé plusieurs premiers personas à partir des différentes données récoltées. Un

exemple de persona est fourni en Figure 3. Afin de faciliter la compréhension de la démarche exploitée, des pastilles colorées ont été positionnées dans le modèle ontologique. Dans le persona, le texte de la couleur d'une pastille permet au lecteur de faire la correspondance avec le concept qui a été exploité pour sa formulation.

## 7 DISCUSSION

D'une façon générale, quand on se situe dans une démarche de conception, la modélisation d'un utilisateur a pour but de répondre au mieux à ses besoins pour un système interactif donné. Ce but est très important dans le domaine du handicap, car l'utilisateur a des besoins et des contraintes particulières propres à son handicap [14]. Cependant les concepteurs de systèmes interactifs ne sont pas toujours familiers du domaine du handicap. En outre, il n'est pas toujours facile de récupérer les besoins d'un utilisateur avec troubles de la communication à cause de plusieurs raisons (problèmes d'élocution, difficultés de compréhension... ) [1].



**Figure 3: Exploitation de concepts de la modélisation ontologique pour la construction du Persona**

Dans ce contexte, nous avons proposé une modélisation du handicap PC athésosique, qui devrait être à terme une source de connaissance pour les concepteurs. En outre, quand on se situe dans une démarche de tests tout au long d'une conception centrée utilisateur, il peut s'avérer difficile d'effectuer des tests avec ce type de handicap, car dans un premier temps, il faut trouver des personnes disponibles avec ce type de pathologie. La seconde difficulté est que ce handicap possède plusieurs degrés [26]. Cela signifie que, par exemple, les personnes font des mouvements involontaires de plus ou moins grande intensité. Or, pour effectuer des tests sur un système, il faut un ensemble de testeurs dans la mesure du possible homogènes et représentatifs du profil visé. Bien comprendre certaines caractéristiques du handicap concerné peut permettre de résoudre ou atténuer certains problèmes d'utilisabilité en amont des tests.

Notre modélisation repose sur la littérature spécialisée, sur des témoignages (incluant des descriptions de journées types)

et observations de personnes du profil visé. A partir de ces informations, nous avons récupéré des données qui nous ont servi à faire un ensemble de sous-modèles correspondant à des caractéristiques représentatives du handicap ciblé dans cet article.

Le modèle qui devrait être finalement proposé devrait servir à mieux comprendre l'utilisateur PC athésosique, ce qui est crucial pour tout concepteur de systèmes d'aide dans ce domaine. Nous pensons qu'un tel modèle peut aider, via cette meilleure compréhension, à mieux répondre à certains de leurs besoins.

Par la suite, nous avons créé des premiers personas en exploitant plusieurs éléments constitutifs du modèle général proposé.

## 8 CONCLUSION

Dans cet article, nous nous sommes d'abord intéressés à un bref état de l'art sur la modélisation utilisateur. Ce procédé permet de caractériser le futur utilisateur dans le but de recueillir ou mieux comprendre ses besoins. Les besoins permettent, par la suite, de

concevoir le futur système. Cette étape dans la conception d'un système destiné à des utilisateurs handicapés est primordiale, car ces personnes peuvent éprouver des difficultés pour interagir avec les systèmes ; en conséquence le concepteur doit comprendre et prendre en compte leurs contraintes. Par la suite, nous avons proposé une modélisation générique d'utilisateur de profil PC athétosique au travers d'une ontologie. Pour finir, nous avons généré des premiers personas à partir de notre modélisation, par exemple avec des niveaux d'athétosie différents, et illustré l'un d'eux dans cet article. Pour ce faire, nous nous sommes inspirés d'une structure de base de persona provenant de la littérature, puis un ensemble d'éléments en provenance de la modélisation a permis d'enrichir chaque persona.

En plus de finaliser le modèle ontologique et de le soumettre par la suite à des concepteurs aussi bien experts que novices, nous prévoyons d'élargir ces modèles à d'autres domaines, comme l'aide au choix d'un fauteuil roulant ou l'aménagement d'une maison par rapport aux besoins d'une personne en situation de handicap. Par la suite, notre démarche étant générique, nous pouvons imaginer la création d'autres modèles ontologiques permettant de modéliser finement divers handicaps (pouvant d'ailleurs éventuellement se combiner) pour que les concepteurs de système puissent également mieux comprendre leurs caractéristiques et répondre plus finement aux besoins des utilisateurs concernés.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le LAMIH-UMR CNRS 8201 qui a financé le projet ARI ModelMobil, cadre de travail sur la modélisation du handicap Paralysie Cérébrale, ainsi que le Pôle PRIMOH. Ils remercient également les relecteurs anonymes pour leurs remarques constructives.

## RÉFÉRENCES

- [1] Antona, M., Ntoa, S., Adami, I., and Stephanidis, C. 2009. Chapter 15 - User Requirements Elicitation for Universal Access. In *The Universal Access Handbook*, 15-1 – 15-14, CRC Press.
- [2] Brangier, E., and Bornet, C. 2011. Persona: A Method to produce representations focused on consumers' needs. In W. Karwowski, M. Soares and N. Stanton (Eds.), *Human Factors and ergonomics in Consumer Product Design*, Taylor and Francis, 38–61, 2011.
- [3] Clawson, T. H., Leafman, J., Nehrenz Sr, G. M., and Kimmer, S. 2012. Using pictograms for communication. *Military medicine*, 177(3), 291–295.
- [4] Cooper, A. 1999. *The Inmates are Running the Asylum: Why Hi-tech Products Drive Us Crazy and How to Restore the Sanity*. Macmillan Publishing Co. Inc., Indianapolis.
- [5] Courage, C., and Baxter, K. 2005. *Understanding your users: a practical guide to user requirements methods, tools, and techniques*. Elsevier, San Francisco, CA.
- [6] Fischer, G. 2001. User Modeling in Human-Computer Interaction. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 11 (1-1), 65–86.
- [7] Fossett, B., and Miranda, P. 2007. *Augmentative and alternative communication. Handbook on developmental disabilities*, 330–348.
- [8] Gainsborough, M., Surman, G., Maestri, G., Colver, A., and Cans, C. 2008. Validity and reliability of the guidelines of the surveillance of cerebral palsy in Europe for the classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 50(11), 828–831
- [9] Gao M., Liu K., and Wu Z. 2010. Personalisation in web computing and informatics: Theories, techniques, applications, and future research. *Information Systems Frontiers* 12(5), 607–629.
- [10] Garlatti, S., and Prié, Y. 2004. Adaptation et personnalisation dans le web sémantique. *Revue I3, Information-Interaction-Intelligence*, Numéro Hors-série Web semantique, no. 24, 71–91.
- [11] Gruber, T. R. 1995. *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*. *International Journal Human-Computer Studies*, 43(5-6), 907–928.
- [12] Guerrier, Y., Kolski, C., and Poirier, F. 2017. État de l'art sur les systèmes d'aide à la communication envisageables pour des utilisateurs de profil IMC athétosique. *Journal d'Interaction Personne-Système*, 6 (1), 1–45.
- [13] Guffroy M., Vigouroux, N., Kolski, C., Vella, F., and Teutsch, P. 2017. From Human-Centered Design to disabled user & ecosystem centered design in case of assistive interactive systems. *International Journal of Sociotechnology and Knowledge Development*, 9 (4), 28–42.
- [14] Hannukainen, P., and Hölttä-Otto, K. 2006. Identifying customer needs: Disabled persons as lead users. In *International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*, Vol. 42584, 243–251.
- [15] Hewett, T., Baecker, R., Card, S., Carey, T., Gasen, J., Mantei, M., Perlman, G., Strong, G., and Verplank, W. 1996. *Curricula for human-computer interaction*. Technical report, ACM, New-York.
- [16] Himmelmann, K., Horber, V., De La Cruz, J., Horridge, K., Mejaski-Bosnjak, V., Hollody, K., ... and Arnaud, C. 2017. MRI classification system (MRICS) for children with cerebral palsy: development, reliability, and recommendations. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 59 (1), 57–64.
- [17] <https://www.apf-francehandicap.org/IMC-infirmité-motrice-cerebrale-1549>
- [18] <https://www.cerebralpalsy.org/inspiration/adults>
- [19] Idoughi, D., Seffah, A., and Kolski, C. 2012. Adding user experience into the interactive service design loop: a persona-based approach. *Behaviour & Information Technology*, 31(3), 287–303.
- [20] Jirkovský, V., Šebek, O., Kadera, P., Burget, P., Knoch, S., and Becker, T. 2019. Facilitation of Domain-Specific Data Models Design using Semantic Web Technologies for Manufacturing. In *Proceedings of the 21st International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services*, 649–653.
- [21] Johnson, A., and Taatgen, N. 2005. User Modeling. In: *Handbook of human factors in Web design*, Lawrence Erlbaum Associates, 424–439
- [22] Lallemand, C., and Gronier, G. 2015. *Méthodes de design UX: 30 méthodes fondamentales pour concevoir et évaluer les systèmes interactifs*. Editions Eyrolles, Paris.
- [23] Pinheiro, Carlos G., Naves, Eduardo LM, Pino, Pierre, *et al*. 2011. Alternative communication systems for people with severe motor disabilities: a survey. *Biomedical engineering online*, vol. 10, no 1, p. 31.
- [24] Pruitt, J., Grudin, J.J. 2003. Personas: practice and theory. In: *Proceedings of the Designing for User Experiences, DUX 2003*, ACM Press, 1–15.
- [25] Robert, J.M. 2003. Que faut-il savoir sur les utilisateurs pour réaliser des interfaces de qualité ? In G. Boy (Ed.), *Ingénierie cognitive, IHM et cognition*, Editions Hermes-Lavoisier, Paris, 2003, 249–283.
- [26] Sankar, C., and Mundkur, N. 2005. Cerebral palsy-definition, classification, etiology and early diagnosis. *The Indian Journal of Pediatrics*, 72(10), 865–868.
- [27] Seffah, A., Kolski, C., and Idoughi, D. 2009. Persona comme outil de design de services interactifs: principes et exemple en e-maintenance. In: *Proceedings of the 21st International Conference on Association Francophone d'Interaction Homme-Machine*. 333–336.
- [28] Seta, K., Ikeda, M., Kakusho, O., and Mizoguchi, R. 1997. Capturing a conceptual model for end-user programming: Task ontology as a static user model. In *User Modeling*, 203–214, Springer, Vienna.
- [29] Shevell, M. 2019. Cerebral palsy to cerebral palsy spectrum disorder: Time for a name change?. *Neurology*, 92(5), 233–235.
- [30] Skillen, K. L., Chen, L., Nugent, C. D., Donnelly, M. P., Burns, W., and Solheim, I. 2012. Ontological user profile modeling for context-aware application personalization. In *International conference on ubiquitous computing and ambient intelligence*, 261–268, Springer, Berlin, Heidelberg.
- [31] Velardi, P., Fabriani, P., and Missikoff, M., 2001. Using text processing techniques to automatically enrich a domain ontology. In: *Proceedings of the international conference on Formal Ontology in Information Systems*, 270–284.
- [32] World Health Organization, *et al*. 1980. *International classification of impairments, disabilities, and handicaps: a manual of classification relating to the consequences of disease*, published in accordance with resolution WHA29.35 of the Twenty-ninth World Health Assembly, May 1976.
- [33] Warin, B., Kolski, C., and Toffolon, C. 2018. Living Persona Technique applied to HCI Education. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON 2018 (17-20 April)*, IEEE, Santa Cruz De Tenerife, Spain, 57–65.