
Un outil de visualisation d'ontologies pour le web des données, utilisable par tous

Fatma Ghorbel^{1,2}, Elisabeth Métails¹, Nebrasse Ellouze²,
Faiez Gargouri²

1. Laboratoire CEDRIC, CNAM, Paris, France
fatmaghorbel6@gmail.com, metais@cnam.fr

2. Laboratoire MIRACL, Université de Sfax, Sfax, Tunisie
nebrasse.ellouze@gmail.com, faiez.gargouri@isimf.rnu.tn

RÉSUMÉ. Cet article présente un outil de visualisation d'ontologies nommé MEMO GRAPH qui permet la visualisation des données ouvertes liées. De plus, il est conçu pour être utilisé par tous, y compris les experts du domaine et les utilisateurs non connaisseurs des technologies du web sémantique. Il offre une interface qui illustre le concept du « Design For All » ou « design universel ». En particulier, il offre une interface utilisateur conviviale et accessible aux personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer. Cet outil est intégré dans la prothèse de mémoire CAPTAIN MEMO pour visualiser un jeu de données à petite échelle (PersonLink). Il est aussi utilisé, comme application autonome, pour visualiser une partie d'un jeu de données ouvertes liées à large échelle (DBpedia). Nous évaluons l'efficacité et l'accessibilité de MEMO GRAPH avec des experts du domaine et des patients atteints de la maladie d'Alzheimer. Les premiers résultats montrent que cet outil est efficace et convivial.

ABSTRACT. This paper presents a user-friendly tool, called MEMO GRAPH, for visualizing and navigating ontologies. Compared to related work, MEMO GRAPH supports the visualisation of linked open data datasets. It is designed to be used by everyone, including ontology experts and users not familiar with semantic web technologies. It provides an accessible and understandable user interface that follows the "Design-for-all" philosophy. Precisely, it offers an Alzheimer's patients-friendly interface. MEMO GRAPH is integrated in the CAPTAIN MEMO memory prosthesis in order to visualize a small-scale dataset (PersonLink). It is also applied, as a standalone application, for visualizing a large-scale dataset (DBpedia). We discuss the encouraging results derived from the preliminary empirical evaluation, which confirm that MEMO GRAPH is an intuitive and efficient visualization tool.

MOTS-CLÉS : web sémantique, ontologie, données ouvertes liées, visualisation, conception universelle, maladie d'Alzheimer, interface utilisateur.

KEYWORDS: semantic web, ontology, linked open data, visualization, design-for-all, Alzheimer's disease, user interface.

DOI:10.3166/ISI.21.5-6.107-131 © 2016 Lavoisier

1. Introduction

Notre travail se situe dans le cadre du projet VIVA¹ « Vivre à Paris avec Alzheimer en 2030 grâce aux nouvelles technologies » qui vise à aider les malades d'Alzheimer en profitant des nouvelles technologies. A cet effet, nous proposons une « prothèse de mémoire ». Ce système, nommé CAPTAIN MEMO, fonctionne comme un aide-mémoire intelligent qui vise à aider les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer à pallier les problèmes mnésiques (Métais *et al.*, 2015). La solution mise en place est basée sur un jeu de données utilisant le vocabulaire PersonLink (Herradi *et al.*, 2015a ; 2015b). PersonLink est une ontologie multilingue et multiculturelle, elle a pour but de représenter, stocker et raisonner sur les différentes « relations familiales et conviviales » (ex. : cousin germain, ex-épouse, grand-mère maternelle, etc.).

Les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer souffrent de plusieurs incapacités. Ces dernières empêchent les utilisateurs d'utiliser des interfaces informatiques standard (De Boer, 2008). Plusieurs études ont montré que la difficulté d'utilisation des interfaces était l'une des raisons qui empêchait les personnes ayant la maladie d'Alzheimer d'utiliser des ordinateurs et des applications software (De Boer, 2008 ; Ancient et Good, 2013).

Dans le cadre de notre prothèse de mémoire CAPTAIN MEMO, nous avons besoin d'un outil pour visualiser un jeu de données utilisant le vocabulaire PersonLink sous forme d'un graphe, ayant la particularité d'être convivial, facile à utiliser et accessible aux personnes souffrant de la maladie d'Alzheimer.

Il existe divers outils de visualisation d'ontologies disponibles. Cependant, seulement quelques outils parmi eux peuvent visualiser des jeux de données ouvertes liées. De plus, la plupart des travaux connexes sont conçus pour être utilisés uniquement par des experts du domaine. Finalement, à notre connaissance, il n'existe aucun outil de visualisation d'ontologie qui illustre le concept du « Design For All ». Cette philosophie peut être définie par le fait qu'un produit est utilisable par tous, de tous les âges et de toutes les capacités.

Le présent article propose un outil de visualisation d'ontologies nommé MEMO GRAPH. Cet outil présente trois avantages majeurs. Premièrement, il supporte la visualisation des jeux de données ouvertes liées. Deuxièmement, il est conçu pour être utilisé par tous, y compris les experts du domaine et les utilisateurs non connaisseurs des technologies du web sémantique. Troisièmement, il offre une interface utilisateur qui illustre les principes de la conception universelle. Plus précisément, il offre une interface utilisateur facile à utiliser et accessible aux personnes souffrant de la maladie d'Alzheimer.

1. <http://viva.cnam.fr/>

La suite de cet article est structurée comme suit. La section 2 présente l'état de l'art des outils de visualisation d'ontologies. La section 3 présente une étude que nous avons menée pour identifier et comprendre les incapacités des patients atteints de la maladie d'Alzheimer et propose un ensemble de bonnes pratiques ergonomiques que les développeurs et les designers doivent suivre afin de concevoir une interface accessible aux personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer. La section 4 présente l'outil MEMO GRAPH. La section 5 donne quelques utilisations de MEMO GRAPH. La section 6 présente l'évaluation de MEMO GRAPH menée avec des experts du domaine du web sémantique et des patients atteints de la maladie d'Alzheimer. Enfin, dans la section 7, nous terminons par une conclusion et quelques perspectives futures.

2. Etat de l'art : outils de visualisations d'ontologies et/ou des données ouvertes liées

Dans la présente section, nous nous intéressons aux trois catégories d'outils de visualisation suivantes : (a) des outils de visualisation conçus spécialement pour visualiser les ontologies, (b) des outils de visualisation conçus spécialement pour visualiser les données liées et (c) des outils développés principalement pour la visualisation d'ontologies supportant aussi la visualisation des jeux de données. Le tableau 1 récapitule cette étude sur les outils de visualisation des ontologies et/ou des données ouvertes liées.

L'étude de ces différents outils de visualisation d'ontologies, nous conduit aux observations suivantes. Premièrement, la plupart de ces outils sont conçus pour être utilisés uniquement par des experts du domaine. Par exemple, ces outils utilisent un vocabulaire non compréhensible par les non experts du domaine (un vocabulaire technique). Deuxièmement, à notre connaissance, il n'y a aucun outil qui illustre les principes de la conception universelle. Par exemple, il n'y a pas d'outil qui utilise, comme seconde modalité, la reconnaissance vocale pour dicter les mots-clés dans les champs de saisie de recherche. Troisièmement, la plupart de ces outils ne représentent pas tous les éléments clés de l'ontologie ou du jeu de données ouvertes liées (les classes, les instances, les propriétés de données et les propriétés d'objets) et ne représentent pas les propriétés d'objets en tant que des liens étiquetés. Finalement, à notre connaissance, peu d'outils de visualisation d'ontologies peuvent aussi visualiser les jeux de données ouvertes liées.

Tableau 1. Comparatif des outils de visualisation d'ontologies et/ou des données ouvertes liées (* colonne réservée aux outils de visualisation des données ouvertes liées. ** colonne réservée aux outils de visualisation des ontologies)

	2d/3d	Représentation			Interactions					Type d'application	Dédié à tous	Multiple jeux de données*	Langage de l'ontologie**	Disponibilité
		Spécificités de la visualisation	Propriétés d'objets	Propriétés de données	Recherche par mot clé	Filtrage	Zoom	vue d'ensemble	Détails sur demande					
« Outils de visualisation conçus spécialement pour visualiser les ontologies »														
Protégé class browser (Fridman <i>et al.</i> , 2000)	2d	Les classes sont représentées par un arbre indenté. Les instances sont affichées dans un autre panneau	-	+	+	+	-	-	-	Java	-		RDF OWL	+
OWLviz ²	2d	Classes et instances sont représentées par des ellipses étiquetées et colorées	-	-	+	-	+	+	-	Java	-		OWL	+
KC-Viz (Motta <i>et al.</i> , 2011)	2d	Les classes sont représentées par leur nom	+	-	+	-	+	+	+	Java	-		OWL	+
OntoGraf ³	2d	Les classes sont représentées par un rectangle avec un petit cercle marron ; les instances par un rectangle avec un losange violet	+	-	+	+	+	+	+	Java	-		OWL	+
TGViz Tab (Harith, 2003)	2d	Les classes et les instances sont représentées par leur nom. La classe racine est représentée par un rectangle étiqueté	+	-	+	+	+	+	+	Java	-		OWL	+
GrOWL (Krivov, 2007)	2d	Les classes sont représentées par rectangles étiquetés	+	+	+	+	+	+	-	Java	-		OWL	-
OWLPropViz ⁴	2d	Les classes sont représentées par des ellipses étiquetées	+	-	+	-	+	+	-	Java	-		OWL	+
SOVA ⁵	2d	Les classes sont	+	+	+	-	+	+	-	Java	-		OWL	+

2. <http://protegewiki.stanford.edu/wiki/OWLviz>

3. <http://protegewiki.stanford.edu/wiki/OntoGraf>

4. <http://protegewiki.stanford.edu/wiki/OWLPropViz>

5. <http://protegewiki.stanford.edu/wiki/SOVA>

		représentées par des rectangles étiquetés												
Jambalaya (Storey, 2011)	2d	Les classes et les instances sont représentées par des rectangles étiquetés	+	-	+	+	+	+	-	Java	-		OWL	+
GLOW (Hop, 2012)	2d	Les classes sont représentées par leurs noms et sont affichées autour d'un nœud central	+	+	-	-	+	+	-	Java	-		OWL	+
ezOWL (Chung, 2005)	2d	Les classes et les instances sont représentées par des tables (nom et propriétés)	+	+	+	-	+	+	-	Java	-		OWL	+
OntoViz Tab (Singh <i>et al.</i> , 2006)	2d	Les classes et les instances sont représentées par des rectangles étiquetés	+	+	-	-	+	+	+	Java	-		OWL	-
OntoSphere (Bosca <i>et al.</i> , 2006)	3d	Les classes et les instances sont représentées par des sphères	+	-	-	-	+	+	+	Java	-		OWL RDF	+
Ontorama (Eklund, 2002)	2d	Les classes et les instances sont représentées par des rectangles étiquetés à l'intérieur d'un cercle	+	+	-	-	-	+	+	Java	-		RDF	-
Onto3DViz (Guo et Chan, 2010)	3d	Les classes sont représentées par des sphères 3d ; les instances par des cubes 3d	+	+	+	-	+			Java	-		OWL	-
NavigOWL (Hussain, 2014)	2d	Les classes sont représentées par des cercles, une couleur pour représenter les classes (jaune) et une autre pour représenter les instances (violet)	+	-	-	+	+	-	-	Java	-		OWL RDF	+
CropCircles (Taowei et Parsia, 2006)	2d	Les classes et les instances sont représentées par des cercles concentriques	+	-	-	+	+	-	-	Java	-		RDF OWL	+
OWLGrEd (Bärzdiņš <i>et al.</i> , 2010)	2d	Les classes et les instances sont représentées par des tables (nom et propriétés)	+	+	-	-	+	+	-	Java	-		OWL	+
OntoTrack (Liebig et Noppens, 2004)	2d	Les classes et les instances sont représentées par des rectangles étiquetées	-	+	-	+	+	+	-	Java	-		OWL	+

Knocks (Kriglstein et Wallner, 2010)	2d	Les classes sont représentées sous forme de blocs (rectangles). Chaque bloc représente une classe avec ses sous-classes	+	+	+	+	-	-	-	C#	-	OWL Lite	-
VOM ⁶	2d	Les classes sont représentées par des rectangles étiquetées	+	+	-	-	+	+	+	Java	-	OWL- DL	+
OntoTriX (Bach <i>et al.</i> , 2011)	2d	Les classes sont représentées par leurs noms	+	-	+	+	+	+	+	Java	-	OWL RDF	-
Treebolic ⁷	2d	Classes et instances sont représentées par leurs noms. Cet outil permet l'importation des photos pour identifier les nœuds	+	-	-	-	+	+	+	Java	-	OWL RDF	+
JUNG	2d	Classes et instances sont représentées par des cercles. La couleur par défaut des nœuds est le rouge	+	-	+	-	+	+	-	Java	-	OWL RDF	+
FlexViz (Falconer, 2009)	2d	Classes et instances sont représentées par des nœuds rectangulaires étiquetés. Les nœuds fils sont représentés sous leur nœud parent	+	-	+	+	+	+	-	Flex	-	OWL	+
OWLeasyVi z (Catenazzi <i>et al.</i> , 2013)	2d	Les classes sont représentées par des ellipses étiquetées	+	+	+	+	+	+	-		+	OWL	-
ProtégéVOW L (Lohmann <i>et al.</i> , 2014b)	2d	Les classes sont représentées par des cercles étiquetés	+	+	+	-	+	+	+	Java	+	OWL	+
« Outils développés principalement pour la visualisation d'ontologies supportant aussi la visualisation des jeux de données »													
WebVOWL (Lohmann <i>et al.</i> , 2014a)	2d	Les classes sont représentées par des cercles étiquetés	+	+	+	-	+	+	+	Html CSS JS	+	OWL	+
RDF Gravity ⁸	2d	Les classes et les instances sont représentées par des rectangles	+	+	+	+	+	+	-	Java	-	RDF OWL	+

6. Visual Ontology Modeler ; <http://thematrix.com/tools/vom>7. <http://treebolic.sourceforge.net/>8. <http://semweb.salzburgresearch.at/apps/rdf-gravity/>

		étiquetés. Chaque type d'élément possède sa propre couleur.																
IsaViz ⁹	2d	Les classes et les instances sont représentées par des ellipses étiquetées.	+	+	-	+	+	+	-	Java	-			RDF				+
« Outils de visualisation conçus spécialement pour visualiser les données liées »																		
Disco ¹⁰	1d	Présentation basée sur le texte	+	+	-	-	-	-	+	web	-	-						+
Exhibit ¹¹	2d	Carte, timeline et chart	+	+	+	+	+	-	+	web	-	-						+
DBpedia Mobile (Becker et Bizer, 2009)	2d	Carte	+	-	+	+	+	-	+	mobile	-	+						+
Tabulator (Berners-Lee <i>et al.</i> , 2006)	2d	Carte et timeline	+	+	-	+	+	-	+	web	-	-						+
Rhizomer (Brunetti <i>et al.</i> , 2012)	2d	Carte d'arbre, timeline, carte et chart	+	+	+	-	+	+	+	web	-	+						+
Fenfire (Hastrup <i>et al.</i> , 2008).	2d	Graphe	+	+	+	-	-	-		web	-	-						+
LESS (Auer <i>et al.</i> , 2010)	2d	Graphe	-	-	-	-	-	-	+	web	-	+						+
Payola (Klimek <i>et al.</i> , 2014)	2d	Chart, cercles, graphe, carte, carte d'arbre, timeline et arbres	+	+	+	-	+	+	+	web	-	+						+
LOD visualization ¹²	2d	Graphe.			-	-	-	+	-	web	-	+						+
Dipper ¹³	1d	Présentation basée sur le texte	-	-	-	-	-	-	+	web	-	+						+
Sgvizler (Skjæveland, 2012)	2d	Chart, graphe, timeline, carte, carte d'arbre	+	+	+	-	+	+	+	web	-	-						+
LDVizWiz (Atemezing et Troncy, 2014)	2d	Carte, pie et arbre	+	+	-	-	+	+	+	web	-	-						-
VisualBox (Graves, 2013)	2d	Carte	+	+	+		+	+	+	web	-	+						-
LODVizSuite (De Vocht, 2014)	2d	Carte d'arbre, carte, arbre	+	+	-	-	+	+	-	web	-	-						-
Explorator (Araujo <i>et al.</i> , 2013)	2d	Graphe	+	+	+	-	-	-	+	web	-	-						+

9. <https://www.w3.org/2001/11/IsaViz/overview.html>

10. <http://www4.wiwiw.fu-berlin.de/bizer/ng4j/disco>

11. <http://www.simile-widgets.org/exhibit>

12. <http://lodvisualization.appspot.com/>

13. <http://api.talis.com/stores/iand-dev1/items/dipper.htm>

3. Conception des interfaces utilisateurs destinées aux personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer

Les personnes souffrant de la maladie d'Alzheimer ont des difficultés à utiliser les interfaces utilisateurs standard (De Boer, 2008 ; Ancient et Good, 2013). L'interface utilisateur doit tenir compte de leurs incapacités (Ancient et Good, 2013 ; Hunter *et al.*, 2007) afin d'être accessible, conviviale et facile à utiliser. Pour adapter les interfaces utilisateurs aux besoins particuliers des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer ; nous devons tout d'abord identifier leurs principaux déficits.

3.1. Incapacités cliniques et psychologiques des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer

Plusieurs études ont démontré que la maladie d'Alzheimer survenait généralement chez des adultes, âgés de 50 à 65 ans (Farage *et al.*, 2012). Ainsi, ces malades souffrent de certains déficits reliés au processus normal du vieillissement (Farage *et al.*, 2012). Nous classifions leurs incapacités en deux catégories : « les incapacités liées à la maladie d'Alzheimer » et « les incapacités liées au processus normal du vieillissement ».

3.1.1. Les incapacités liées à la maladie d'Alzheimer

Nous classifions les incapacités liées à la maladie d'Alzheimer en quatre groupes : « troubles de mémoire », « déficit cognitif », « changements de personnalité » et « aphasie ou troubles du langage ».

« Troubles de mémoire » – Les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer souffrent des pertes de mémoire (Ancient et Good, 2013 ; Moutinho, 2011 ; Gowans *et al.*, 2007 ; Wang, 2010), en particulier la mémoire à court terme. La mémoire à court terme ou de travail assure la fonction d'enregistrement d'informations récemment apprises et des événements récents, leur stockage et leur restitution. La maladie d'Alzheimer n'affecte que dans un second temps la mémoire à long terme (ex : l'histoire, la géographie, le vocabulaire, etc.) (Farage *et al.*, 2012).

« Déficit cognitif » – Les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer présentent un déclin cognitif (capacités intellectuelles, parfois encore dites « supérieures ») par rapport à ses capacités antérieures, et ce, dans un certain nombre de domaines des fonctions cognitives (Ancient et Good, 2013 ; Gowans *et al.*, 2007). Les fonctions cognitives recouvrent l'intelligence, la rapidité de traitement de l'information, la capacité d'apprendre, le raisonnement, le jugement, l'attention (Jian, 2013), la capacité à résoudre le problème et la concentration (Jian, 2013).

« Changements de personnalité » – La maladie d'Alzheimer a des conséquences sur l'humeur et le comportement de la personne malade. Elle peut entraîner des troubles affectifs et émotionnels comme la dépression, l'anxiété, l'apathie ou

l'exaltation de l'humeur et des troubles du comportement comme l'agitation, l'agressivité ou l'instabilité psychomotrice. L'Association nationale d'Alzheimer estime qu'environ 40 % des patients touchés par cette maladie souffrent d'une dépression. Très souvent, les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer refusent les nouvelles technologies (Phiriyapokanon, 2011) et refusent d'apprendre (Loureiro et Rodrigues, 2014).

« Aphasie ou troubles du langage » – Les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer souffrent des troubles du langage (Wang, 2010). Les malades ne sont plus capables de comprendre et/ou de produire du langage. Au début de la maladie, les personnes ont parfois des difficultés à trouver les mots justes, mais elles peuvent les substituer avec d'autres mots. Avec la progression de la maladie, les patients ne peuvent pas substituer les mots oubliés avec d'autres mots, ce qui rend les phrases difficiles à comprendre. Il arrive également que la personne utilise un mot incorrect de même consonance que le mot correct, par exemple lion à la place de violon.

3.1.2. Les incapacités liées au processus normal du vieillissement

Nous classifions les incapacités liées au processus normal du vieillissement en six groupes : « incapacités visuelles », « incapacités auditives », « incapacités motrices », « non ou pauvres compétences en informatique », « non ou pauvres compétences littéraires » et « incapacité vocale ».

« Incapacités visuelles » – Avec l'âge, les troubles de la vision chez les personnes âgées se développent (Hunter *et al.*, 2007 ; Moutinho, 2011 ; Jian, 2013 ; Arch et Abou-Zhara, 2008) : la baisse de l'acuité visuelle (Ancient et Good, 2013 ; Moutinho, 2011 ; Lorenz *et al.*, 2007), une perte progressive du champ de vision périphérique ou sur le côté (Arch et Abou-Zhara, 2008), des difficultés d'adaptation à l'obscurité (IJsselsteijn *et al.*, 2007), une vision floue de près (Farage *et al.*, 2012); y compris l'écran de l'ordinateur (Arch et Abou-Zhara, 2008) et un déclin de perception des couleurs, plus précisément, ils ont des difficultés à différencier les couleurs peu contrastées (IJsselsteijn *et al.*, 2007 ; Phiriyapokanon, 2011 ; Arch et Abou-Zhara, 2008). L'Association nationale de la maladie d'Alzheimer rapporte que plus de 60 % des patients touchés par cette maladie ont une baisse dans au moins une des capacités visuelles.

« Incapacités auditives » – Très souvent, les personnes âgées présentent au moins une des incapacités auditives (Farage *et al.*, 2012 ; Jian, 2013 ; Arch et Abou-Zhara, 2008 ; Lorenz *et al.*, 2007 ; IJsselsteijn *et al.*, 2007). Une étude estime qu'environ 40 % des adultes de plus de 65 ans souffrent d'un déficit auditif (Caprani *et al.*, 2012). Les adultes peuvent souffrir aussi du fait qu'ils peuvent entendre les gens parler, mais ils ne peuvent pas comprendre les mots (Farage *et al.*, 2012). Le plus souvent, ils ont du mal à comprendre le texte produit par la synthèse vocale (IJsselsteijn *et al.*, 2007).

« Incapacités motrices » – Le plus souvent, le processus du vieillissement s'accompagne d'une baisse de la mobilité (Moutinho, 2011 ; Jian, 2013 ;

Phiriyapokanon, 2011 ; Arch et Abou-Zhara, 2008 ; Lorenz *et al.*, 2007 ; Jsselsteijn *et al.*, 2007). Les personnes âgées souffrent d'un manque de dextérité manuelle et ont des difficultés à utiliser la souris et le clavier. Par exemple, il est difficile pour eux de pointer avec la souris si la cible est très petite ou appuyer sur plusieurs touches du clavier en même temps. Plusieurs erreurs peuvent être produites pendant ces mouvements (Jian, 2013).

« Non ou pauvres compétences en informatique » – La plupart des personnes âgées ne maîtrisent pas l'utilisation des nouvelles technologies (Phiriyapokanon, 2011 ; Lorenz *et al.*, 2007).

« Non ou pauvres compétences littéraires » – Dans certains pays le taux d'analphabétisme des adultes âgées de 65 ans et plus est important. De plus, très souvent, des vieux alphabétisés ont des faibles compétences en lecture et en écriture.

« Incapacité vocale » – La voix des personnes âgées est inéluctablement modifiée (Jian, 2013). Les personnes âgées ont des difficultés en prononçant les mots complexes. Par conséquent, la saisie des données en utilisant la modalité de la reconnaissance vocale peut être limitée par ces tremblements de voix.

Nous sommes convaincus que les personnes souffrant de la maladie d'Alzheimer ne pourraient pas utiliser MEMO GRAPH si nous adaptions une interface utilisateur standard. Ainsi, dans la section suivante, nous proposons un ensemble de lignes directrices ergonomiques pour la conception des interfaces conviviales et accessibles à cet utilisateur particulier.

3.2. Les bonnes pratiques pour la conception d'interfaces utilisateurs accessibles aux personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer

Dans la présente section, nous proposons, à partir de la littérature, un ensemble de bonnes pratiques que les designers doivent suivre pour concevoir des interfaces accessibles aux personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer. Nous avons classifié ces lignes directrices ergonomiques selon les incapacités identifiées dans la section précédente. Dix groupes sont créés. Nous les catégorisons en : « bonnes pratiques ergonomiques liées à la maladie d'Alzheimer » et « bonnes pratiques liées au processus normal du vieillissement ».

3.2.1. Les bonnes pratiques ergonomiques liées à la maladie d'Alzheimer

« Troubles de mémoire » – L'interface doit fournir un *feedback* après chaque action de l'utilisateur (Moutinho, 2011) (messages d'erreur, messages de confirmation, etc.), utiliser des messages courts (Moutinho, 2011 ; Lorenz *et al.*, 2007), soutenir les utilisateurs dans leurs interactions, à travers un arrière-plan sonore par exemple (Lorenz *et al.*, 2007) et offrir un design cohérent. Par exemple, il est recommandé de placer le bouton correspondant à une certaine fonctionnalité au même endroit de l'interface dans toute l'application.

« Déficit cognitif » – La conception de l'interface doit être simple (Farage *et al.*, 2012). Il est recommandé d'alléger le contenu des interfaces en limitant la quantité d'informations et le nombre d'éléments affichés (Ijsselsteijn *et al.*, 2007). Les animations et les pop-up publicitaires doivent être évités (Loureiro et Rodrigues, 2014). Les titres doivent être affichés au milieu de l'interface (Loureiro et Rodrigues, 2014). Le contenu textuel doit utiliser un vocabulaire non ambigu et compréhensible. Les abréviations doivent être évitées (Arch et Abou-Zhara, 2008) (Lorenz *et al.*, 2007). Les boutons de navigation doivent avoir des significations claires et être utilisés à bon escient. Les icônes et les images utilisées doivent être représentatives, explicites et faciles à comprendre (Loureiro et Rodrigues, 2014). Les hyperliens doivent être soulignés pour être visuellement différenciés du reste du contenu. Plusieurs études prouvent que les interfaces qui offrent différentes modalités d'interactions facilitent la compréhension (les interfaces vocales, gestuelles, tactiles, etc.) (Moutinho, 2011 ; Ijsselsteijn *et al.*, 2007 ; Teixeira *et al.*, 2012). La profondeur de navigation devrait idéalement être limitée à deux ou trois niveaux.

« Changements de personnalité » – Il est recommandé d'ajouter l'humour à l'interface (message de retour, contenu textuel, images, etc.) (Carroll, 2004). Le vocabulaire doit être en ligne avec le champ sémantique des adultes (de Barrosa *et al.*, 2014). Les messages d'erreur doivent clairement indiquer à l'utilisateur qu'il n'est pas la cause de l'erreur (Loureiro et Rodrigues, 2014).

« Aphasie ou troubles du langage » – Il est recommandé d'utiliser, si possible, les listes à choix multiples au lieu des champs de texte libres pour la saisie des données.

3.2.2. Les bonnes pratiques liées au processus normal du vieillissement

« Incapacités visuelles » – L'interface utilisateur doit fournir un contenu textuel lisible (au minimum 12 pt jusqu'à 14 pt pour le texte affiché et 16 pt pour les titres) (Jian, 2013 ; Teixeira *et al.*, 2012), éviter l'utilisation de l'italique, le souligné et le gras pour les gros blocs de texte (Arch et Abou-Zhara, 2008), fournir la possibilité de zoomer l'interface (Farage *et al.*, 2012 ; Loureiro et Rodrigues, 2014 ; Ijsselsteijn *et al.*, 2007), utiliser une police de caractères dont les lettres sont faciles à lire (le Sans-Serif par exemple) (Arch et Abou-Zhara, 2008), éviter les polices d'affichage décoratives (Farage *et al.*, 2012 ; Moutinho, 2011), n'utiliser que des couleurs froides (Arch et Abou-Zhara, 2008), éviter l'utilisation des couleurs saturées, complémentaires (jaune et bleu ou rouge et vert) ou éloignées dans le spectre des couleurs (jaune et pourpre) qui peuvent causer des images consécutives, des ombres et des effets de profondeur, éviter l'utilisation des bleus saturés pour le texte ou pour les petits symboles et maximiser le contraste entre la couleur de l'arrière-plan et le texte en avant (Moutinho, 2011 ; Loureiro et Rodrigues, 2014 ; Arch et Abou-Zhara, 2008).

« Incapacités auditives » – Il est recommandé d’augmenter, par défaut, le volume de l’arrière-plan sonore (Loureiro et Rodrigues, 2014), de permettre aux utilisateurs d’ajuster le volume selon leur choix (Moutinho, 2011 ; Loureiro et Rodrigues, 2014) et de mettre l’arrière-plan sonore en pause, de fournir une alternative textuelle équivalente du contenu auditif et d’allonger la durée des bips sonores (Loureiro et Rodrigues, 2014). L’information auditive doit être prononcée lentement (Moutinho, 2011), c’est-à-dire une pause de quelques secondes après chaque phrase (Farage *et al.*, 2012). Il est conseillé aussi d’utiliser une voix masculine (Loureiro et Rodrigues, 2014) et un discours naturel plutôt qu’un discours synthétisé (Farage *et al.*, 2012 ; IJsselsteijn *et al.*, 2007) pour délivrer le contenu auditif.

« Incapacités motrices » - L’interface doit éviter les menus déroulants (Arch et Abou-Zhara, 2008). Il est conseillé d’utiliser un menu avec support audio (Teixeira *et al.*, 2012). Il faut réaliser des pages courtes pour éviter les barres de défilement (Loureiro et Rodrigues, 2014 ; Arch et Abou-Zhara, 2008). Il est recommandé de concevoir une interface tactile pour éviter l’utilisation du clavier et de la souris (Jian, 2013) (Loureiro et Rodrigues, 2014).

« Non ou pauvres compétences en informatique » – L’interface doit assister l’utilisateur durant la navigation sur le site ou l’application (Hunter *et al.*, 2007). Au fur et à mesure de la navigation, elle doit indiquer aux utilisateurs le trajet déjà effectué, sa position actuelle et les trajets futurs possibles. L’interface doit fournir des liens du type « précédent » et « suivant » (Arch et Abou-Zhara, 2008) et un plan du site. Il est nécessaire d’aider l’utilisateur lors de la saisie de certains caractères spéciaux comme « @ » (Teixeira *et al.*, 2012).

« Non ou pauvres compétences littéraires » – Il est recommandé d’utiliser des métaphores graphiques ou d’un arrière-plan sonore lorsque l’utilisateur ne peut pas lire le contenu textuel de l’interface (Moutinho, 2011), d’identifier les boutons par des icônes étiquetées (de Barrosa *et al.*, 2014), d’offrir la modalité de reconnaissance vocale pour la saisie des données (de Barrosa *et al.*, 2014), tout en gardant l’alternative de la saisie d’informations ou de commandes *via* le clavier (de Barrosa *et al.*, 2014) et d’accepter des orthographes approximatives pour les zones de recherche.

« Incapacité vocale » – Il est recommandé d’utiliser des microphones dédiés aux personnes âgées pour la saisie des données *via* la modalité de reconnaissance vocale.

En nous basant sur ces règles ergonomiques, nous avons conçu l’interface utilisateur de MEMO GRAPH.

4. L’outil de visualisation MEMO GRAPH

Dans la présente section, nous présentons MEMO GRAPH. C’est un outil de visualisation d’ontologies qui supporte la visualisation des données ouvertes liées. Il est conçu pour être utilisé par tous, y compris les experts du domaine et les

utilisateurs non connaisseurs des technologies du web sémantique. De plus, MEMO GRAPH offre une interface universelle et accessible aux personnes souffrant de la maladie d'Alzheimer. Nous la concevons en nous basant sur les bonnes pratiques ergonomiques identifiées dans la section 3.2.

MEMO GRAPH visualise les ontologies et les jeux de données ouvertes liées sous forme d'un graphe. Les ontologies sont formalisées en OWL ou RDF. Cet outil est basé sur un algorithme de champs de forces. Cet algorithme présente trois avantages majeurs. Premièrement, il optimise l'utilisation de l'écran. Deuxièmement, il affiche les nœuds de façon à ce que les classes fortement connectées ou importantes soient placées plus au centre de la visualisation, tandis que les classes les moins connectées soient affichées à la périphérie. Troisièmement, il accroît la lisibilité du graphe, car il tend à éviter les croisements des liens.

MEMO GRAPH affiche tous les éléments clés de l'ontologie, c'est-à-dire les classes, les instances, les propriétés de données et les propriétés d'objets. Il représente les propriétés d'objets entre les nœuds concernés par des liens étiquetés. Afin d'être distinguées des instances, les classes apparaissent légèrement plus grandes.

Par rapport aux travaux connexes, MEMO GRAPH représente les nœuds du graphe par des photos étiquetées. L'utilisation des photos aide l'utilisateur à comprendre un vocabulaire d'ontologie compliqué et facilite l'identification visuelle des différents nœuds par l'utilisateur. Les photos peuvent être automatiquement extraites à partir de Google par notre outil si l'utilisateur ne les fournit pas.

L'interface utilisateur de MEMO GRAPH fournit un contenu textuel lisible et des nœuds de grande taille. Nous utilisons la couleur noire pour le texte sur un fond clair pour maximiser le contraste entre la couleur de l'arrière-plan et le texte en avant plan.

MEMO GRAPH permet à l'utilisateur de zoomer et de dézoomer le graphe résultant (« zoom-in » et « zoom-out »). Le zoom est infini. Nous utilisons un rythme simple et lent pour l'animation. Lorsqu'un nœud du graphe est sélectionné, ce dernier apparaît légèrement plus grand afin d'être distingué des autres.

MEMO GRAPH offre une interface utilisateur vocale. Nous ajoutons un arrière-plan sonore à MEMO GRAPH pour supporter les utilisateurs dans leurs interactions. Nous utilisons, par défaut, un volume plus élevé. Les utilisateurs peuvent ajuster le volume selon leur choix. Nous utilisons le « discours naturel » et une voix masculine pour délivrer le contenu auditif.

Dans le but de concevoir une interface compréhensible par tous, nous utilisons un vocabulaire facile à comprendre et nous évitons l'emploi des mots techniques réservés au domaine du web sémantique.

L'interface de MEMO GRAPH se compose de trois panneaux : un pour visualiser l'ontologie sous forme d'un graphe (« MEMO GRAPH Viewer »), un autre représentant les détails d'un nœud sélectionné (« MEMO GRAPH Details ») et

le dernier permettant la recherche d'un nœud particulier dans le graphe (« MEMO GRAPH Search »). Pour rendre ces trois panneaux plus distincts, nous leur attribuons à chacun une couleur différente.

MEMO GRAPH possède un moteur de recherche qui permet de trouver un nœud spécifique du graphe (une classe ou une instance) à travers la saisie d'un mot-clé dans un champ de saisie. Pour la saisie, nous offrons deux modalités : la saisie à partir du clavier et la reconnaissance vocale. Nous permettons l'alternance entre les deux modalités. La recherche d'une classe donnée provoque l'affichage de cette dernière avec toutes ces instances. Pour la recherche des instances, le système affiche l'instance en question avec ces différentes connexions dans le graphe (ses propriétés d'objets) et ses propriétés de données. De plus, MEMO GRAPH supporte la possibilité de faire une recherche à travers le graphe. En effet, lorsqu'un nœud instance est sélectionné, ses propriétés de données sont affichées dans le panneau « MEMO GRAPH Details ».

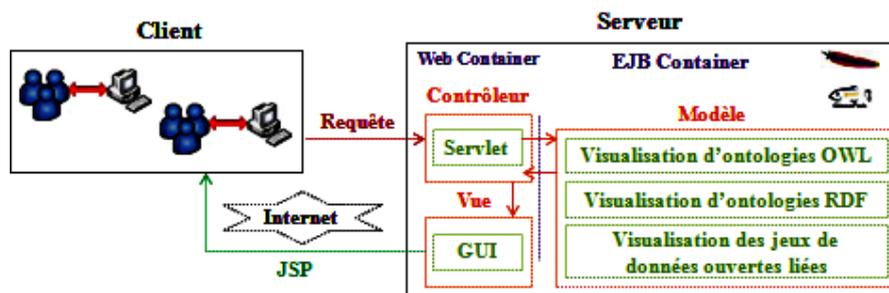


Figure 1. Architecture de MEMO GRAPH

MEMO GRAPH est une application du web sémantique. Elle est basée sur la plateforme J2EE, l'architecture client/serveur et le design pattern MVC¹⁴ (modèle-vue-contrôleur). Nous utilisons le serveur d'application GlassFish¹⁵, le serveur http Apache¹⁶, l'API JENA¹⁷ et le langage d'interrogation SPARQL¹⁸. La figure 1 représente l'architecture de MEMO GRAPH.

14. <https://en.wikipedia.org/wiki/Model-view-controller>

15. <https://glassfish.java.net/>

16. <http://www.apache.org/>

17. <https://jena.apache.org/>

18. <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>

5. Les utilisations de MEMO GRAPH

Dans cette section, nous présentons quelques applications de MEMO GRAPH. Cet outil est intégré dans la prothèse de mémoire CAPTAIN MEMO afin de visualiser un jeu de données utilisant le vocabulaire PersonLink. Il est aussi utilisé, en tant qu'une application autonome, pour visualiser une partie d'un jeu de données à large échelle (DBpedia).

5.1. L'intégration de MEMO GRAPH dans la prothèse de mémoire CAPTAIN MEMO

La prothèse de mémoire CAPTAIN MEMO (Métais *et al.*, 2015), est un aide-mémoire intelligent qui vise à aider les personnes touchées par la maladie d'Alzheimer à pallier les problèmes mnésiques. Elle permet en particulier la mémorisation des personnes constituant l'entourage du patient et les différentes relations qui peuvent exister entre elles. Pour cela CAPTAIN MEMO utilise l'ontologie PersonLink (Herradi *et al.*, 2015a ; 2015b) créée pour modéliser, stocker et raisonner sur les liens interpersonnels (familiaux et conviviaux) de façon précise et la plus exhaustive possible, tout en réutilisant dans la mesure du possible, les liens interpersonnels déjà décrits dans les vocabulaires existants (tels que FOAF, Relationship, etc.). PersonLink est représentée en OWL2 et un ensemble de règles SWRL ; elle a été publiée sur le Linked Open Vocabularies (LOV¹⁹) du web des données en 2016. Elle contient 3 classes (personne, homme, femme), 86 propriétés et 582 règles. Cet outil est intégré dans la prothèse de mémoire CAPTAIN MEMO afin de visualiser un jeu de données utilisant le vocabulaire PersonLink.



Figure 2. Capture d'écran de la prothèse de mémoire CAPTAIN MEMO qui montre le graphe familial généré à l'aide de MEMO GRAPH

19. <http://lov.okfn.org/dataset/lov/>

6. Evaluation de MEMO GRAPH

MEMO GRAPH est conçu pour être utilisé par tous. Il fournit une interface utilisateur accessible aux patients atteints de la maladie d'Alzheimer. Ainsi, la phase d'évaluation est réalisée en deux étapes. Tout d'abord, nous évaluons la performance de cet outil avec des experts du domaine du web sémantique. Puis, nous évaluons l'accessibilité de l'interface utilisateur de MEMO GRAPH avec les patients souffrant de la maladie d'Alzheimer. Ces deux points sont développés dans les sections suivantes.

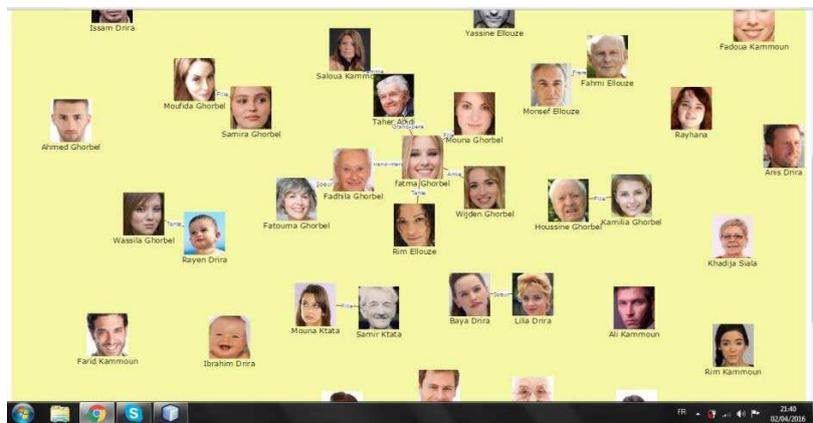


Figure 4. Capture d'écran de MEMO GRAPH utilisé, comme application autonome, pour visualiser un jeu de données utilisant le vocabulaire PersonLink

Pour les deux phases de l'évaluation du MEMO GRAPH, nous avons utilisé un jeu de données utilisant le vocabulaire PersonLink comme input. La figure 4 montre un aperçu de MEMO GRAPH utilisé, comme application autonome, pour visualiser un jeu de données utilisant le vocabulaire PersonLink.

6.1. Evaluation de la performance de MEMO GRAPH

Dans la présente section, nous évaluons la performance de MEMO GRAPH. Cette évaluation est réalisée avec 24 experts du domaine. Ces participants sont des membres du laboratoire de recherche MIRACL²⁰. Un questionnaire de sélection est élaboré pour sélectionner les participants en se basant sur leurs profils scientifiques (leur expertise dans les domaines du web sémantique, des ontologies, du web de données, de la visualisation des données, etc.).

20. Multimedia, Information systems and Advanced Computing Laboratory (Université de Sfax, Sfax, Tunisie).

Les 24 participants sont aléatoirement divisés en trois groupes nommés GX, GY et GZ. Chaque groupe utilise un outil de visualisation différent pour répondre aux questions posées. Les membres du groupe GX répondent aux questions en utilisant l'outil RDF Gravity. Les membres du groupe GY utilisent WebVOWL pour résoudre les questions. Les membres du groupe GZ utilisent MEMO GRAPH. A la fin de l'expérience, nous avons présenté une démonstration de MEMO GRAPH aux membres des groupes GX et GY pour acquérir leurs feedbacks.

Au début de la session, nous informons les participants du but de l'expérience. Pour éviter d'être contre ou en faveur d'un outil spécifique, les participants sont informés que le but de l'expérience est d'évaluer certains outils de visualisation d'ontologies disponibles.

Chaque participant doit répondre à ces trois questions :

- Q1 : Quelle est l'instance la plus importante de la visualisation (l'instance ayant le plus grand nombre de connexion avec les autres nœuds c'est-à-dire l'instance ayant le plus grand nombre des propriétés d'objets) ?
- Q2 : Quelles sont les propriétés de données de l'instance « Fatma Ghorbel » ?
- Q3 : Quelles sont les propriétés d'objets de l'instance « Fatma Ghorbel » ?

Pour les trois outils de visualisation, nous avons utilisé un jeu de données utilisant le vocabulaire PersonLink comme input. Pour chaque question, nous donnons au participant 5 minutes pour répondre à la question. Si le participant dépasse cet intervalle de temps, nous considérons que la réponse est « fail ». Les temps moyens d'exécution (en minutes : secondes) des différents groupes et les nombres de « fail » pour chacune des tâches sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2. Les résultats de l'expérience

	RDF Gravity (GX)		WebVOWL (GY)		MEMO GRAPH (GZ)	
	Moyenne (min:secs)	Nombre de « fail »	Moyenne (min:secs)	Nombre de « fail »	Moyenne (min:secs)	Nombre de « fail »
Q1	4:23	4	1:15	0	1:07	0
Q2	0:56	0	3:05	5	0:47	0
Q3	0:59	0	3:13	5	0:54	0
Moyenne globale/Total des « fail »	2:06	4	2:31	10	0:56	0

Toutes les tâches effectuées à l'aide de MEMO GRAPH sont terminées dans le délai de 5 minutes. Tandis que 14 tâches, effectuées avec RDF Gravité et WebVOWL, sont enregistrées comme « fail ».

En moyenne, les membres du groupe GZ (MEMO GRAPH) ont pris 0:56 minutes pour répondre aux trois questions posées. Les membres du groupe GX (RDF Gravity) et GY (WebVOWL) ont pris, respectivement, 1:10 minute et 1:35 minute plus de temps pour terminer les tâches demandées.

Ces deux constatations confirment que GRAPH MEMO est, comparativement, un outil de visualisation efficace.

Pour la première question, WebVOWL et MEMO GRAPH ont à peu près la même moyenne des temps d'exécution. RDF Gravity présente en moyenne des temps d'exécution 4 fois plus longs que les autres outils de visualisation d'ontologies. WebVOWL et MEMO GRAPH sont plus efficaces, car ils utilisent un algorithme d'affichage par champs de forces pour la visualisation du graphe.

Pour les deuxième et troisième questions, RDF Gravity et MEMO GRAPH ont à peu près la même moyenne des temps d'exécution. WebVOWL présente en moyenne des temps d'exécution 4 fois plus longs que les autres outils de visualisation d'ontologies. Cet outil est moins efficace, car il ne supporte pas la recherche des nœuds par mot-clé. Ainsi, l'utilisateur prend plus du temps pour la recherche du nœud concerné.

Les membres des groupes GX (RDF Gravity) et GY (WebVOWL) sont très satisfaits de MEMO GRAPH. Ils trouvent que MEMO GRAPH est performant et conviviale. En particulier, ils apprécient l'utilisation des images pour la visualisation des classes et instances.

6.2. Evaluation de l'accessibilité de l'interface de MEMO GRAPH

La présente section vise à évaluer l'accessibilité de l'interface utilisateur de MEMO GRAPH. Cette évaluation est réalisée avec 22 personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer qui séjournent dans une maison de retraite à Sfax, Tunisie. Un questionnaire de sélection est élaboré pour sélectionner les participants à partir de leurs caractéristiques (âge, capacité visuelle, capacité auditive, niveau d'étude, sexe, stade de la maladie d'Alzheimer, etc.) et de leurs usages des systèmes informatiques. Parmi les 22 participants, 2 participants sont atteints du stade avancé de la maladie d'Alzheimer et tous les autres participants étaient atteints du stade précoce ou modéré de la maladie d'Alzheimer. Les participants sont 10 femmes et 12 hommes, âgés de 55 à 78 ans. La médiane est égale à 64 ans.

Un questionnaire de satisfaction est également utilisé afin de relever le taux de satisfaction des participants. Ce questionnaire est composé de 14 questions d'accessibilité regroupées en 5 dimensions : « réaction globale », « visibilité », « reconnaissance vocale », « terminologie » et « arrière-plan sonore ». Les participants expriment leur accord ou leur désaccord sur une échelle de 1 (pas du tout d'accord) à 5 (tout à fait d'accord). Pour répondre au questionnaire, nous aidons chaque patient à manipuler l'interface pendant environ 20 minutes. Nous les aidons

à effectuer quelques tâches à savoir la recherche, *via* le graphe, d'une personne donnée et les critères concernant une personne donnée, le zoom du graphe, la rotation du graphe, l'utilisation de la modalité de la reconnaissance vocale pour la recherche d'une personne donnée, etc. Le tableau 3 présente le questionnaire de satisfaction et les résultats de l'expérience.

Tableau 3. Questionnaire de satisfaction et les résultats de l'expérience

Questions	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Moyenne
« Réaction globale » (La moyenne globale est égale à 3,75)						
En général, est-ce que l'interface est facile à utiliser ?		3	3	5	9	4
En général, est-il facile d'apprendre à utiliser l'interface ?		7	3	10		3,15
En général, êtes-vous satisfait(e) de cette interface ?		3	3	3	11	4,1
« Visibilité » (La moyenne globale est égale à 4,57)						
Pouvez-vous lire le contenu textuel de l'interface ?		2	2	1	15	4,45
Est-ce que la possibilité de zoomer le graphe est utile ?					20	5
Est-ce que les images sont assez grandes ?			3	2	15	4,6
Est-ce que les nœuds du graphe sont assez grands ?			3	2	15	4,6
Êtes-vous satisfait(e) du rythme de l'animation ?		1	4	5	10	4,2
« Reconnaissance vocale » (La moyenne globale est égale à 3,8)						
Est-ce que la modalité de la reconnaissance vocale est utile ?	5			4	11	3,8
« Terminologie » (La moyenne globale est égale à 5)						
Est-ce que le langage utilisé est facile à comprendre ?					20	5
Est-ce que c'est utile d'identifier les nœuds via de photos et des labels ?					20	5
« Arrière-plan sonore » (La moyenne globale est égale à 3,93)						
Est-ce que vous êtes satisfait(e) du rythme de l'information auditive ?	6			10	4	3,3
Est-ce que l'arrière-plan sonore est utile ?	6	2			12	3,5
Est-ce que la possibilité d'ajuster le volume est utile ?					20	5

Deux participants refusent de répondre au questionnaire. Ils ne sont pas motivés pour utiliser les nouvelles technologies. Ces participants sont les plus vieux, atteints du stade avancé de la maladie d'Alzheimer et ne maîtrisent pas l'utilisation des ordinateurs et des technologies connexes. Nous appelons ces utilisateurs « patient-restricted users ».

La moyenne générale des 5 dimensions est comprise entre 3,75 et 5. Ainsi, les résultats confirment que l'interface de MEMO GRAPH est conviviale, facile à utiliser et accessible aux personnes touchées par la maladie d'Alzheimer.

Cinq des 20 participants (25 %) utilisent le clavier pour la saisie des données. Ils ne peuvent pas utiliser la modalité de la reconnaissance vocale, car leurs voix sont basses et ne peuvent pas être capturées par le microphone. Ainsi, dans la prochaine itération, nous utiliserons des microphones dédiés aux personnes âgées pour la modalité de la reconnaissance vocale.

Six des 20 participants (30 %) ignorent l'arrière-plan sonore, car ils peuvent assimiler le contenu auditif. Ainsi, dans la prochaine itération, nous devons assurer un rythme plus lent pour délivrer le contenu auditif.

7. Conclusion et perspectives

Cet article présente MEMO GRAPH. Cet outil permet de visualiser les ontologies RDF ou OWL et les données ouvertes liées. Il est conçu pour être utilisé par tous, y compris les experts du domaine et les utilisateurs non connaisseurs des technologies du web sémantique. Il offre une interface qui illustre le concept du « Design For All ». Précisément, il offre une interface utilisateur accessible aux personnes souffrant de maladie d'Alzheimer. Il représente les nœuds du graphe généré par des photos étiquetées. Les photos peuvent être automatiquement extraites à partir de Google si l'utilisateur ne les fournit pas.

Pour commencer, nous passons en revue quelques outils de visualisation d'ontologies. Cet état de l'art montre que la majorité de ces travaux sont conçus pour être utilisés uniquement par des experts du domaine et, à notre connaissance, il n'existe pas d'outils qui obéissent aux principes du « Design For All ». Uniquement quelques outils de visualisation d'ontologies supportent la visualisation des données ouvertes liées. Ensuite, nous présentons les incapacités cliniques et psychologiques des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer. En nous basant sur ces dernières, nous sommes convaincus que la conception de l'interface utilisateur joue un rôle majeur pour assurer l'accessibilité et l'utilisabilité de MEMO GRAPH. Pour tenir compte de ces incapacités, nous collectons à partir de la littérature un ensemble de bonnes pratiques ergonomiques que les designers doivent suivre pour concevoir des interfaces accessibles aux personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer. En nous basant sur ces règles d'accessibilité, nous concevons l'interface utilisateur de MEMO GRAPH. Cet outil est intégré dans la prothèse de mémoire CAPTAIN MEMO pour visualiser un jeu de données utilisant le vocabulaire PersonLink sous

forme d'un arbre généalogique. Il est aussi utilisé, en tant qu'application autonome, pour visualiser une partie d'un jeu de données à large échelle (DBpedia). Finalement, nous évaluons MEMO GRAPH avec des experts du domaine et des patients atteints de la maladie d'Alzheimer. Les résultats montrent que cet outil est performant et convivial.

Les futurs travaux seront consacrés à améliorer la version actuelle de MEMO GRAPH. Notamment, nous voulons que MEMO GRAPH puisse visualiser efficacement les ontologies et les jeux de données à large échelle et les ontologies temporelles.

Bibliographie

- Ancient C., Good A. (2013). Issues with designing dementia-friendly interfaces. *HCI International 2013*, Las Vegas, Nevada, États-Unis.
- Arch A., Abou-Zhara S. (2008). How web accessibility guidelines apply to design for the ageing population. *Accessible Design in a Digital World Conference*, York, UK.
- Auer S., Doehring R., Dietzold S. (2010). LESS- template-based syndication and presentation of Linked Data. *Extended Semantic Web Conference*, p. 211-224.
- Araujo S., Schwabe D., Barbosa S. (2013). Experimenting with explorer: a direct manipulation generic RDF browser and querying tool. *Visual Interfaces to the Social and the Semantic Web*.
- Atemezing G. A. and Troncy R. (2014). Towards a linked-data based visualization wizard. *International Conference on Consuming Linked Data-Volume*, p. 1-12.
- Bach B., Pietriga E., Liccardi I., Legostaev G. (2011). OntoTrix: a hybrid visualization for populated ontologies. *WWW '11*, Hyderabad, Inde.
- Bārzdīņš J., Bārzdīņš G., Čerāns K., Liepiņš R., Sproģis A. (2010). OWLGrEd: a UML style graphical notation and editor for OWL 2. *OWLED 2010*, San Francisco, Californie, États-Unis.
- Becker C., Bizer C. (2009). Exploring the geospatial semantic web with DBpedia mobile. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, vol. 7, n° 4, p. 278-286.
- Berners-Lee T., Chen Y., Chilton L., Connolly D., Dhanaraj R., Hollenbach J., Lerer A., and Sheets D. (2006) Tabulator: Exploring and analyzing Linked Data on the semantic web. In *SWUI 2006: Proc., 3rd International Semantic Web User Interaction Workshop*.
- Bosca A., Bonino D. (2006). OntoSphere3D: a multidimensional visualization tool for ontologies. *DEXA '06*, Cracovie, Pologne.
- Brunetti J., Gil R., Garcia R. (2012). Facets and pivoting for flexible and usable linked data exploration. *Interacting with Linked Data Workshop*, Crete, Greece.
- Caprani N. (2012). Touch screens for the older user. *Assistive technologies, InTech*, p. 95-118.
- Carroll J. M. (2004). Beyond fun. *Interactions*, vol. 11, n° 5, p. 38-40.

- Catenazzi N., Sommaruga L., Mazza R. (2013). User-friendly ontology editing and visualization tools: the OWLeasyViz approach. *International Conference Information Visualisation*, Barcelone, Espagne.
- Chung M. Oh S., Kim K. I., Cho H., Cho H. K. (2005). Visualizing and authoring OWL in ezOWL. *ICACT 2005*, Irlande.
- de Barrosa A. C., Leitão R., Ribeiro J. (2014). Design and evaluation of a mobile user interface for older adults: navigation, interaction and visual design recommendations. *DSAI 2014*, Crète, Grèce.
- De Boer J. (2008). Auditory navigation for persons with mild dementia. Mémoire, Faculté des sciences du comportement, Université de Twente, Enschede.
- De Vocht L. Dimou A., Breuer J., Van Compernelle M., Verborgh R., Mannens E. (2014). A visual exploration workflow as enabler for the exploitation of linked open data. *Workshop Intelligent Exploration of Semantic Data*.
- Eklund P. Roberts N., Green S. (2002). OntoRama: browsing RDF ontologies using a hyperbolic-style browser. *CW'02*, Piscataway, États-Unis.
- Farage M.A. Miller K. W., Ajayi F., Hutchins D. (2012). Design principles to accommodate older adults. *Global journal of health science*, vol. 4, n° 2, p. 2.
- Graves A. (2013). Creation of visualizations based on linked data. *International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics*, New York, NY, USA, p. 41:1-41:12.
- Gowans G. Dye R., Alm N., Vaughan P., Astell A., Ellis M. (2007). Designing the interface between dementia patients, caregivers and computer-based intervention. *Design Journal*, vol. 10, n° 1, p. 12-23.
- Guo S. S., Chan C. W. (2010). A tool for ontology visualization in 3D graphics: Onto3DViz. *CCECE'10*, Calgary, Canada.
- Harith A. (2003). TGVizTab: an ontology visualisation extension for Protégé. *K-Cap'03*, Sanibel Island, Florida, États-Unis.
- Hastrup T. Cyganiak R., Bojars U. (2008). Browsing Linked Data with Fenfire. *Linked Data on the Web Workshop at WWW'08*.
- Herradi N. Hamdi F., Métais E., Soukane A. (2015a). PersonLink: a multilingual and multicultural ontology representing family relationships. *KEOD 2015*, Lisbonne, Portugal.
- Herradi N., Hamdi F., Métais E., Ghorbel F. Soukane A (2015b). PersonLink: an ontology representing family relationships for the CAPTAIN MEMO memory prosthesis. *ER 2015 (Workshop AHA)*, Stockholm, Suède.
- Hop W. de Ridder S., Frasinca F., Hogenboom F. (2012). Using hierarchical edge bundles to visualize complex ontologies in glow. *SAC 2012*, Riva del Garda (Trento), Italie.
- Hunter A., Sayers H., McDaid L. (2007). An evolvable computer interface for elderly users. *HCI Conference on Workshop Supporting Human Memory with Interactive Systems*, Lancaster, UK.

- Hussain A., Latif K., Rextin A. T., Hayat A., Alam M. (2014). Scalable visualization of semantic nets using power-law graph. *Applied Mathematics & Information Sciences*, vol. 8, ° 1, p. 355.
- IJsselsteijn W., Nap H. H., de Kort Y., Poels K. (2007). Digital game design for elderly users. *Futureplay 2007*, Toronto, ON, Canada.
- Jian C. (2013). *Multimodal shared-control interaction for mobile robots in AAL environments*. Mémoire, Université de Brême.
- Klímek J., Helmich J., Necaský M. (2014). Application of the linked data visualization model on real world data from the czech LOD cloud, *LDOW*.
- Krivov S., Williams R., Villa F. (2007). GrOWL: A tool for visualization and editing of OWL ontologies. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, vol. 5, n° 2, p. 54-57.
- Kriglstein S., Wallner G. (2010). Knoocks - A visualization approach for OWL Lite ontologies. *CISIS 2010*, Cracovie, Pologne.
- Liebig T., Noppens O. (2004). OntoTrack: a semantic approach for ontology authoring. *Web Semantics: science, services and agents on the World Wide Web*, vol. 3, n° 2, p. 116-131.
- Lohmann S., Negru S., Haag F., Ertl T. (2014a). VOWL 2: user-oriented visualization of ontologies. Knowledge Engineering and Knowledge Management. *EKAW 2014*, Linköping, Suède.
- Lohmann S., Negru S., Bold D. (2014b). The Protégé VOWL plugin: ontology visualization for everyone. *ESWC'14*, Crète, Grèce.
- Lorenz A., Mielke D., Oppermann R., Zahl L. (2007). Personalized mobile health monitoring for elderly. *MobileHCI07*, Singapour.
- Loureiro B., Rodrigues R. (2014). Design guidelines and design recommendations of multi-touch interfaces for elders. *ACHI 2014*, Barcelone, Espagne.
- Métais E., Ghorbel F., Herradi N., Hamdi F., Lammari N., Nakache D., Ellouze N., Gargouri F., Soukane A. (2015). Memory prosthesis. *Non-pharmacological Therapies in Dementia*, vol. 3, n° 2, p. 177-180.
- Motta E., Mulholland P., Peroni S., d'Aquin M., Gomez-Perez J. M., Mendez V., Zablith F. (2011). *A novel Approach to Visualizing and Navigating Ontologies*. *ISWC'11*, Bonn, Allemagne.
- Moutinho R. J. A. (2011). *A mobile Phone Navigator for Older Adults and Persons with Dementia*. Mémoire.
- Noy N. F., Ferguson R. W., Musen M. A. (2000). The knowledge model of Protege-2000: combining interoperability and flexibility. *EKAW 2000*, Juan-les-Pins, France.
- Phiriyapokanon T. (2011). *Is a big Button Interface Enough for Elderly Users? Toward user Interface Guidelines for Elderly Users*. Mémoire, université de Mälardalen.
- Falconer S. M. (2009). FLEXVIZ: Visualizing Biomedical Ontologies on the Web. *International Conference on Biomedical Ontology, Software Demonstration*, New York.

- Singh G., Prabhakar T. V., Chatterjee J., Patil V. C., Ninomiya S. (2006). OntoViz: visualizing ontologies and thesauri using layout algorithms. *AFITA 2006*, Bangalore, Inde.
- Storey M.A., Musen M., Silva J., Best C., Ernst N., Ferguson R., Noy, N. (2001). Jambalaya: interactive visualization to enhance ontology authoring and knowledge acquisition in Protégé. *K-CAP-2001*, Victoria, B.C. Canada.
- Skjæveland M. G. (2012). Sgvizler: A javascript wrapper for easy visualization of sparql result sets. *Extended Semantic Web Conference*.
- Taowei D. W., Parsia T. (2006). CropCircles: topology sensitive visualization of OWL class hierarchies. *ISWC 06*, Athens, États-Unis.
- Teixeira V., Pires C., Pinto F., Freitas J., Dias M. S., Rodrigues E. M. (2012). Towards elderly social integration using a multimodal human-computer interface. International living usability lab workshop on AAL latest solutions, trends and applications, Vilamoura, Algarve, Portugal.
- Wang B. (2010). Designing a graphical user interface of an easy-to-use videophone for people with mild dementia. Mémoire.

