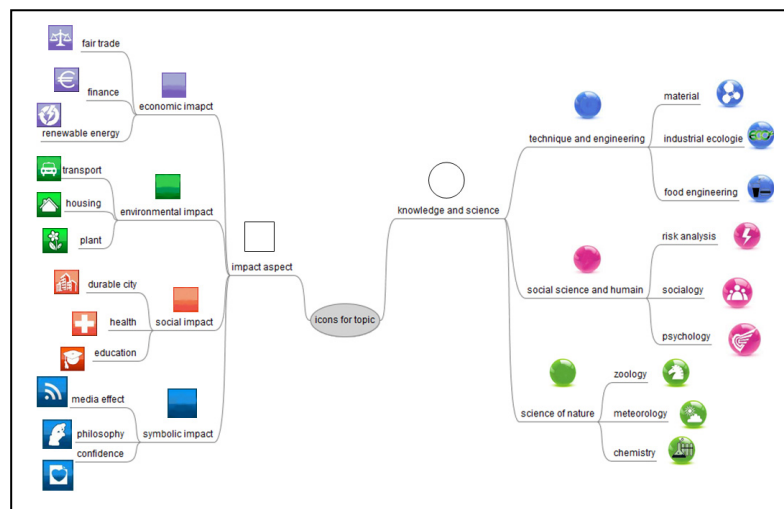


**Xiaoyue MA**

# Systeme participatif de tags iconiques basé sur un langage visuel distinctif multi-points de vue



**Spécialité :**  
**Réseaux, Connaissances, Organisations**

2013TROY0009

Année 2013

---

---

# THESE

*pour l'obtention du grade de*

## DOCTEUR de l'UNIVERSITE DE TECHNOLOGIE DE TROYES Spécialité : RESEAUX, CONNAISSANCES, ORGANISATIONS

*présentée et soutenue par*

**Xiaoyue MA**

*le 17 juin 2013*

---

---

### **Système participatif de tags iconiques basé sur un langage visuel distinctif multi-points de vue**

---

---

## JURY

Mme G. CALVARY	PROFESSEUR DES UNIVERSITES	Président
Mme M. H. ABEL	MAITRE DE CONFERENCES - HDR	Examinateur
M. J.-P. CAHIER	ENSEIGNANT CHERCHEUR	Directeur de thèse
M. M. CRAMPES	ENSEIGNANT CHERCHEUR -HDR	Rapporteur
M. P. SALEMBIER	PROFESSEUR UTT	Examinateur
M. M. ZACKLAD	PROFESSEUR	Rapporteur

## Personnalité invitée

Mme R. TEULIER	CHARGE DE RECHERCHE CNRS
----------------	--------------------------



## Remerciements

Après ces trois ans de recherches, de rencontres et de discussions la liste des personnes à qui je dois une pensée pour m'avoir soutenue et permis d'arriver ici s'est bien allongée. J'espère bien qu'elle s'allongera dans l'avenir.

Je remercie tout d'abord Jean-Pierre Cahier qui a encadré mon travail de thèse, a su me conseiller et me donner confiance lorsque j'en avais besoin. Merci aussi aux tous les membres de jury de me donner les conseils précieux.

Je remercie également Aurélien Bénéel, Nada Matta, Pascal Salembier, Nadia Gauducheau et tous les membres de l'équipe Tech-CICO toujours présents ou de passage au cours de ces années. Les échanges et les discussions que nous avons partagés ont activement contribué à mes travaux de thèse.

Beaucoup de collègues doctorants sont aussi à remercier pour les excellents souvenirs que je garde de mon quotidien à l'UTT, Nour, Malek, Mohenmod, Kuhould, Matthieu, Frédéric... Merci de m'avoir encouragé tous les temps surtout dans les moments les plus difficiles.

J'exprime toute ma gratitude au China Scholarship Conseil (CSC) pour son soutien financier et aux responsables du programme Master-Doctorant Monsieur Régis Lengelle et Madame Ling Gong, qui me permettent de faire mes études à l'UTT pendant ces quatre ans. Je ne peux pas oublier de remercier à tous les collègues chinois du programme CSC, je n'aurais pas pu aller plus loin sans votre soutien.

Une pensée bien sûr pour ma famille qui a toujours été là pour me soutenir. Merci à mon mari Ye de partager ma vie chaque jour malgré les voyages, la distance et les coups de blues, elle est bien plus belle et légère depuis que tu es là.

Et puis merci aussi aux étudiants à l'UTT qui ont participé dans les expériences ou aidé à développer et évaluer le logiciel. Ce travail de recherche s'est inscrit dès ces débuts comme le fruit d'une coopération.

Enfin toutes celles et ceux que je n'ai pu ajouter faute de place mais qui je pense aussi.

## Résumé

Le système de tags pour un système d'organisation des connaissances centralise et fournit les tags qui peuvent être utilisés pour classer, partager et rechercher des connaissances sur le web pour l'utilisation personnelle ou organisationnelle. Bien que les études précédentes aient pensé à améliorer le système de tags visuels en utilisant des icônes, il existe dans ce cas le problème de reconnaissance, de mémorisation et de désorientation. Notre recherche se consacre à la recherche d'une nouvelle approche pour améliorer la représentation des tags et surtout la représentation de leur structure, dans un système où les icônes bien structurées pourront améliorer l'efficacité de tagage en considérant la qualité et la rapidité. Ce système de tags iconiques s'organise sur un LVD (Langage Visuel Distinctif) lui-même basé sur le modèle Hypertopic servant à la représentation de cartes de thèmes multipoints de vue et développé par l'équipe Tech-CICO. Cette solution est proposée pour améliorer principalement l'interprétation sémiotique du sens de l'icône et renforcer la compréhension et l'usage de la structure de tags dans un système informatisé de partage des connaissances, notamment pour gérer et partager les tags iconiques sur une plate-forme collaborative.



## **Abstract**

Tags systems for Knowledge Organization System centralize and provide the tags that can be employed in classifying, sharing and seeking knowledge on the web for personal or organizational use. However, an increased variety of vocabularies and languages cause connections between tags and documents marked by textual tags to become less and less distinctive, making the use and reuse of tags systems even harder. Although previous attempts have been made onto visual tags system by using icons, it caused the disorientation when users facing with plant of isolated symbols. Our research dedicates to searching a new approach to improve the representation of tags and their structure in a tags system, where well-structured icons enhance the tagging effectiveness by considering tagging quality and tagging speed. The VDL (Visual Distinctive Language)-based iconic tags system is proposed and presented in this thesis to bring amelioration mainly from semiotic interpretation of tag meaning and graphical code of tag structure. The arrangement of icons is as well another interesting topic that was deal with in our research to offers a more complete definition of iconic tags system. Apart from modeling and evaluating the LVD-based iconic tags system we have considered the way to build up such icon system in today's cooperative knowledge sharing context and made it possible to manage and share iconic tags on a collaborative platform.





# Table des matières

<b>1. Introduction</b> .....	1
1.1 Les tags textuels .....	1
1.2 Les systèmes de tags textuels .....	2
1.4 Problématique de la thèse.....	5
1.5 Organisation du mémoire .....	9
<b>2. État de l'art (1) sur l'Ingénierie des Connaissances et les système de tags</b> .....	12
2.1 Systèmes d'Organisation des Connaissances .....	12
2.3 Nuage de tags .....	17
2.3.1 Nuage de tags sémantiquement structuré .....	17
2.3.2 De la visualisation du nuage de tags au système de tags iconiques basés sur un langage visuel distinctif (LVD).....	19
2.4 Le Web socio-sémantique et le modèle Hypertopic.....	21
<b>3. État de l'Art (2) sur la représentation imagée et cognitive d'icônes</b> .....	26
3.1 Représentation imagée .....	26
3.2 Sémiotique et cognition graphique des icônes .....	30
3.3 Icônes en IHM vs icônes en IC .....	32
3.3.1 Icônes en IHM.....	32
3.3.2 Icônes de domaine en IC .....	34
3.4 L'Icône et la structure graphique .....	38
<b>4. Modélisation et expérimentation du format du système de tags iconiques basé sur Hypertopic</b> .....	44
4.1 Modélisation d'un système de tags iconiques basé sur Hypertopic .....	44
4.2 Première expérimentation – validation de l'efficacité du système .....	51
4.2.1 Participants .....	51
4.2.2 Matériel .....	52

4.2.3 Procédure.....	54
4.2.4 Résultats .....	55
4.2.5 Discussion .....	58
4.3 Conclusion.....	61
<b>5. Modélisation et expérimentation du dispositif du système de tags iconiques basé sur Hypertopic.....</b>	<b>64</b>
5.1 Objectif supplémentaire : réfléchir sur l’arrangement sémantique d’un système de tags iconiques basé sur le LVD .....	65
5.2 Deuxième expérimentation – validation du dispositif sémantique du système de tags iconiques.....	68
5.2.1 Participants .....	69
5.2.2 Matériel (documentation électronique sur le Web) .....	70
5.2.3 Procédure.....	70
5.2.4 Résultats .....	73
5.2.5 Discussion .....	76
5.3 Conclusion.....	81
<b>6. Construction collaborative d’un système de tags iconiques .....</b>	<b>82</b>
6.1 Quatre rôles des participants dans la co-construction .....	84
6.2 Catégorisation des icônes dans un système d’icône.....	88
6.2.1 Les catégorisations empiriques des icônes en fonction de caractères symboliques ou graphiques .....	88
6.2.2 Catégorisation d’icônes dans le système d’icônes basé sur le LVD.....	90
6.3 Les activités coopératives dans le système d’icônes basé sur le LVD.....	92
6.4 Discussion: à partir du système icône au SOC.....	94
<b>7. Conclusion.....</b>	<b>96</b>
 <b>Bibliographie.....</b>	 <b>102</b>
 <b>Annexe 1 – Présentoirs de tags pour la première expérience .....</b>	 <b>111</b>
<b>Annexe 2 – Exemple des items tagués pour la première expérience.....</b>	<b>112</b>
<b>Annexe 3 – Pré-questionnaire pour la première expérience .....</b>	<b>113</b>
<b>Annexe 4 – Partie 1 du post-questionnaire pour la première expérience .....</b>	<b>114</b>
<b>Annexe 5 – Partie 2 du post-questionnaire pour la première expérience .....</b>	<b>115</b>
<b>Annexe 6 – Présentoirs de tags pour la deuxième expérience.....</b>	<b>118</b>

<b>Annexe 7</b> – Brochure de présentation de l’interface pour la deuxième expérience.....	119
<b>Annexe 8</b> – Pré-questionnaire pour la deuxième expérience.....	120
<b>Annexe 9</b> – Brochure de maquette du système participatif d’icônes.....	123



## Table des figures

Figure 1 Trois systèmes de tags que nous avons comparés : (a) système de tags textuel, (b) système de tags iconiques sans structure visuelle, (c) système de tags iconiques bien structuré .....	3
Figure 2 Trois étapes pour réaliser un système participatif de tags iconiques basés sur Langage Visuel Distinctif, y compris la modélisation conceptuelle et la méthodologie .....	6
Figure 3 Exemple de Tagclusters avec une structure visuelle de tags textuels dans un nuage de tags (Chen et al., 2010).....	20
Figure 4 Hypertopic : un modèle de connaissances structurant des items par les thèmes (associés avec des points de vue), les attributs et les ressources (Zhou et al., 2006).....	21
Figure 5 Exemple d’item décrit par le protocole Hypertopic dans le Système d’Organisation des Connaissances CartoDD .....	22
Figure 6 Système de tags (jusqu’ici textuel) proposé par Hypertopic .....	23
Figure 7 Comparaison entre des logos vus comme des signes (extrait de Floch, 2010).....	29
Figure 8 Le signe mis à jour: une sémiotique illimitée (Morand, 1997).....	30
Figure 9 Scénarios basés sur des icônes pour les menus de téléphone mobile .....	34
Figure 10 Les symboles de la sécurité incendie selon (Collins, 1982) .....	36
Figure 11 La construction des icônes du langage VCM à partir des primitives (Lamy, 2009).....	37
Figure 12 Logiciel documentaire à facette en utilisant des icônes (Zacklad, 2011) .....	38
Figure 13 Six variables graphiques analysées par Bertin et ses fonctions sémiotiques (Bertin 1983).....	42
Figure 14 Icônes en couleurs différentes dans le Google Map pour représenter des informations géo-localisées sous les catégories variées (Patrick, 2012).....	43
Figure 15 Le modèle que nous proposons pour construire un système de tags iconiques basé sur Hypertopic .....	45
Figure 16 Langage Visuel Distinctif - Régularité graphique de la création d’un système de tags iconiques - basé sur Hypertopic (à gauche : version colorée, à droite, version monochromatique) .....	47

Figure 17 Une partie du système de tags iconiques respectant un LVD basé sur Hypertopic, utilisé dans les expériences .....	50
Figure 18 Présentoirs des trois systèmes de tags (de g. à dr.): tags textuels, iconiques sans structure visuelle, iconiques basés sur Hypertopic.....	53
Figure 19 le système sémantiquement structuré de tagage iconique basé sur le LVD (prenant le nuage de tags comme un exemple).....	67
Figure 20 Le page de tagage des 24 items (prenant le groupe B en exemple).....	71
Figure 21 La page de la première partie du post-questionnaire : reconnaissance de catégorisation des tags iconiques (prenant le groupe D en exemple) .....	72
Figure 22 Durée moyenne de tagage d'un item dans les quatre groupes.....	75
Figure 23 Construire un SOC au sein d'une communauté sociale en utilisant la synergie des tags iconiques et les tags textuels .....	83
Figure 24 L'architecture de participation proposée: les quatre rôles essentiels pour à la construction coopérative d'un système d'icône basé sur le LVD.....	85
Figure 25 L'interface de la catégorisation et la recherche d'icônes par les options graphiques dans Google Image.....	89
Figure 26 Deux critères de la catégorisation des icônes sans structure explicite et des icônes basées sur le LVD .....	91
Figure 27 Les opérations coopératives sur la combinaison de la pré-icône et du symbole pour proposer des nouvelles icônes basées sur le LVD.....	93
Figure 28 Présenter les valeurs d'attribut d'un item en utilisant des tags iconiques .....	100
Figure 29 Présenter géographiquement des connaissances sur la carte en utilisant des tags iconiques.....	101

## Table des tableaux

Tableau 1 Exemples d'icônes mettant en évidence des fonctions sémiotiques spécifiques.....	39
Tableau 2 Synthèse des catégorisations d'icônes étudiées sous les critères théoriques différentes.....	41
Tableau 3 Matrice de tagage d'expert et matrice de tagage de participant.....	55
Tableau 4 Moyenne des Rx des trois groupes pour évaluer la performance de tagage .....	56
Tableau 5 Performances moyennes de l'identification de la structure des tags des trois groupes .....	57
Tableau 6 Performances moyennes de la mémorisation des tags iconiques des trois groupes	58
Tableau 7 Quatre présentoirs des systèmes de tags iconiques : iconiques sans structure et présentés au hasard (A), iconiques sans structure et présentés par catégories (B), iconiques basés sur Hypertopic et présentés au hasard (C), iconiques basés sur Hypertopic et présentés par catégories (D).....	69





# 1. Introduction

Notre contexte est celui des Systèmes d'Organisation des Connaissances (SOC) (Ohly, 2012) ce terme général désignant une famille d'outils qui présentent l'interprétation organisée des structures de connaissances, nous nous intéressons à ces objets utiles à l'articulation du travail intellectuel avec des SOC, que constituent les cartes de thèmes et les systèmes de tagage qui leurs sont associés. Nous chercherons à évaluer certains apports supplémentaires que peuvent apporter à ces objets, sous certaines conditions, les icones et les systèmes d'icônes. À certains égards, parce qu'ils mettent en jeu des signes dont les interprétations sont potentiellement multiples, tout en visant un certain resserrement du sens (des interprétations conventionnelles stabilisées pour différents points de vue et communautés), en apportant une plasticité d'interprétation particulière aux modes iconiques, les systèmes d'icônes pourraient être considérés comme des « objets intermédiaires » (Star et al., 1989) du travail collaboratif, facilitant le l'apprentissage des codes entre des métiers et des niveaux d'expertise différents.

Signalons dès à présent, nous utiliserons le mot « tag » dans le sens courant qu'il tend à prendre aujourd'hui, celui d'un thème, d'un « sujet dont on parle » ou d'un « topic » au sens de la norme ISO des Topic Maps (ISO, 1999), c'est-à-dire un élément langagier pris dans le flux des interprétations, et non un descripteur ni un concept. C'est pourquoi dans la suite nous utiliserons de façon indifférente les termes « tag », thème ou « topic ».

## 1.1 Les tags textuels

Dans le cheminement de cette thèse, nous sommes partis de premières observations concernant les tags tels qu'on les connaît habituellement, c'est-à-dire les tags textuels. Les tags textuels associés à un SOC sont des étiquettes courtes textuelles peuvent être considérées

indiquant de la part de leur auteur une certaine catégorisation des connaissances dans un contexte donné. Ils sont proposés soit par des experts du domaine soit par des utilisateurs à partir de leur propre compréhension. Ces tags dans un SOC aident à l'interprétation des connaissances et mettent en relation des connaissances qui sont relativement associées. A cause d'une coopération plus ouverte dans le SOC, les participants qui s'intéressent à des objectifs informationnels différents pourront avoir besoin des tags multi-points de vue pour taguer des connaissances correspondantes aux contextes spécifiques. L'ensemble des tags recommandés d'un SOC permet de voir clairement l'organisation des connaissances et de taguer des ressources documentaires avec des points de vue variés.

## **1.2 Les systèmes de tags textuels**









































Un système de tags textuels associé à un SOC est conçu pour centraliser les tags utilisés dans le SOC et pour proposer des tags potentiels par des experts et des utilisateurs. Pour établir un système de tags efficace, il est essentiel que les tags pris un à un soient compréhensibles, et qu'ils soient reliés par une structure claire.

- D'une part, une structure explicite de tags aide à trouver et à retrouver un thème donné dans un grand nombre d'autres tags. Lors de la recherche des tags pour un but donné, la relation entre eux permet aux utilisateurs de trouver plusieurs alternatives qui pourraient être dans la catégorie de sujets proches. Cela conduit à une comparaison et une sélection en profondeur entre ces tags en vue de prendre une meilleure décision.

- D'autre part, les tags, vont aider à la qualification d'objets du monde ou à l'annotation de documents. La structure offre un intérêt pour articuler les connaissances sur les objets « tagués » par ces tags. Lorsque des ressources sont taguées par des tags qui sont voisins ou dans la même catégorie, cela rapproche aussi les objets les uns des autres en considérant les sujets concernés. Ainsi la structure des tags renforce les liens implicites et fournit une gestion plus facile dans le SOC.

On peut se demander alors si les systèmes de tags textuels proposent des solutions suffisantes pour appréhender des structures complexes du SOC, où le nombre de thèmes est très grand.

La forme textuelle peut créer des problèmes sur la compréhension des tags ou l'identification de la structure de tags. Par exemple dans des systèmes participatifs sans contrôle descendant, le vocabulaire pose des défis importants dans les systèmes de tags. Ce problème résulte soit d'autre choix de mots (y compris le choix des langues) ou la diversité de l'objectif de l'information. (Furnas *et al.*, 2006) ont constaté que les utilisateurs appliquent « des termes différents comme des tags pour décrire la même ressource » en utilisant des synonymes, des homonymes et des polysémies, conduisant à des descriptions multiples et variées pour la même ressource. De plus, comme le notent ces auteurs, les différents états cognitifs des utilisateurs aboutissent à indexer le même document avec des tags différents du même système, qui peuvent ne pas être cohérents entre eux. Cette variété accrue des vocabulaires, des langues et des points de vue entraîne que les connexions entre les tags et les documents marqués par ces tags textuels deviennent de moins en moins distinctives. Dans les utilisations collectives, le nombre et le volume croissants des vocabulaires de métiers, se référant à des sémantiques variées, peuvent impliquer que les relations entre les tags et les documents indexés deviennent trop ambiguës ou confuses, ce qui rend l'utilisation de systèmes de tags plus difficile lorsque ceux-ci sont purement textuels (cf. Figure 1(a)). Le système d'icônes, comme nous le verrons, ne permet pas d'échapper complètement à ce problème, mais apporte une « ossature » sémiotique supplémentaires qui laisse espérer dans cette direction des progrès, que nous chercherons à mesurer.

éruption volcanique	science de l'atmosphère	chimie	pêche								
droit	collectivité locale	gestion de risque	psychologie								
lampe	arbre	batiment	énergie éolienne								
bloqué	fini	au début	en cours								
enfants	déconseillé aux enfants	adultes	experts								

(a)

(b)

(c)

**Figure 1** Trois systèmes de tags que nous avons comparés : (a) système de tags textuel, (b) système de tags iconiques sans structure visuelle, (c) système de tags iconiques bien structuré

### 1.3 Vers des systèmes de tags renforcés visuellement

Cela nous a amené à rechercher une structure qui explorerait les possibilités du tagage iconique basées sur la diversité des points de vue, et qui pour cette raison pourrait être renforcée en étant « outillée » au niveau de l'interface homme-machine (IHM) en utilisant l'élément « visuel » de deux façons complémentaires :

- Représentation de chaque tag isolé : permettant que les tags soient perçus comme proches grâce à des particularités visuelles internes à chaque icône (perception de proximité liée aux caractéristiques sémiotiques de l'icône)
- Représentation de la structure de tags : pour visualiser les tags avec une plus forte proximité lorsqu'ils sont en relation et/ou participent du même point de vue (perception de proximité liée à la « distance » inter-tags dans un nuage ou un présentoir de tags)

Des études en psychologie cognitive (Paivio, 1971) de l'image ont imposé peu à peu l'idée que dans la représentation des informations, le code visuel et le code verbal sont utilisables de façon à la fois autonome et complémentaire.

En tant qu'une des représentations visuelles, les icônes ont été de plus en plus largement utilisées dans des applications informatiques et l'interface machine depuis la fin des années 70, comme les navigateurs, les logiciels et les interfaces de téléphone mobile. Les fonctionnalités, concises, intuitives et sémiotiques des icônes leur permettent d'agir comme un outil de communication offrant aux utilisateurs un guide visuel pour l'exploitation de l'information.

Outre les applications traditionnelles d'icônes dans le domaine de l'information, des travaux antérieurs ont montré que théoriquement l'icône a été l'un des avantages des représentations visuelles des connaissances en tenant compte de ses caractères graphiques et symboliques. Le classement des représentations des connaissances visuelles (Lohse *et al.*, 1990) a démontré que les icônes donnaient une interprétation spécifique d'une image. Particulièrement, les premiers langages écrits étaient des représentations iconographiques des images du quotidien, par exemple, l'hiéroglyphe égyptien et le chinois. Ces langages graphiques sont les plus naturels pour interpréter des informations et pour communiquer avec la représentation iconique des connaissances.

Un système de tags s'intéresse non seulement à la représentation de chaque tag, mais aussi à la structure des tags multi-points de vue. Mais, comme nous le verrons dans l'état de l'art des chapitres 2 et 3, les travaux en sémiotique graphique et en psychologie cognitive ont expliqué surtout l'amélioration de la compréhensibilité de chaque icône, en tant que l'image porteuse de connaissance, mais ne traitent pas de la structure. Par ailleurs les catégories pertinentes pour les connaissances concernées augmentent avec le nombre de points de vue existant chez les acteurs impliqués. Si ces catégories de connaissances sont représentées par des icônes non-structurées, les utilisateurs pourront ressentir une désorientation accrue face à trop de symboles isolés (cf. (b) de la Figure 1).

## 1.4 Problématique de la thèse

Le projet de recherche présenté dans cette thèse s'inscrit dans cette problématique des systèmes de tags iconiques en proposant d'apporter, à sa mesure, une contribution de la recherche en informatique sur ces questions complexes, avec l'aide des sciences humaines et sociales.

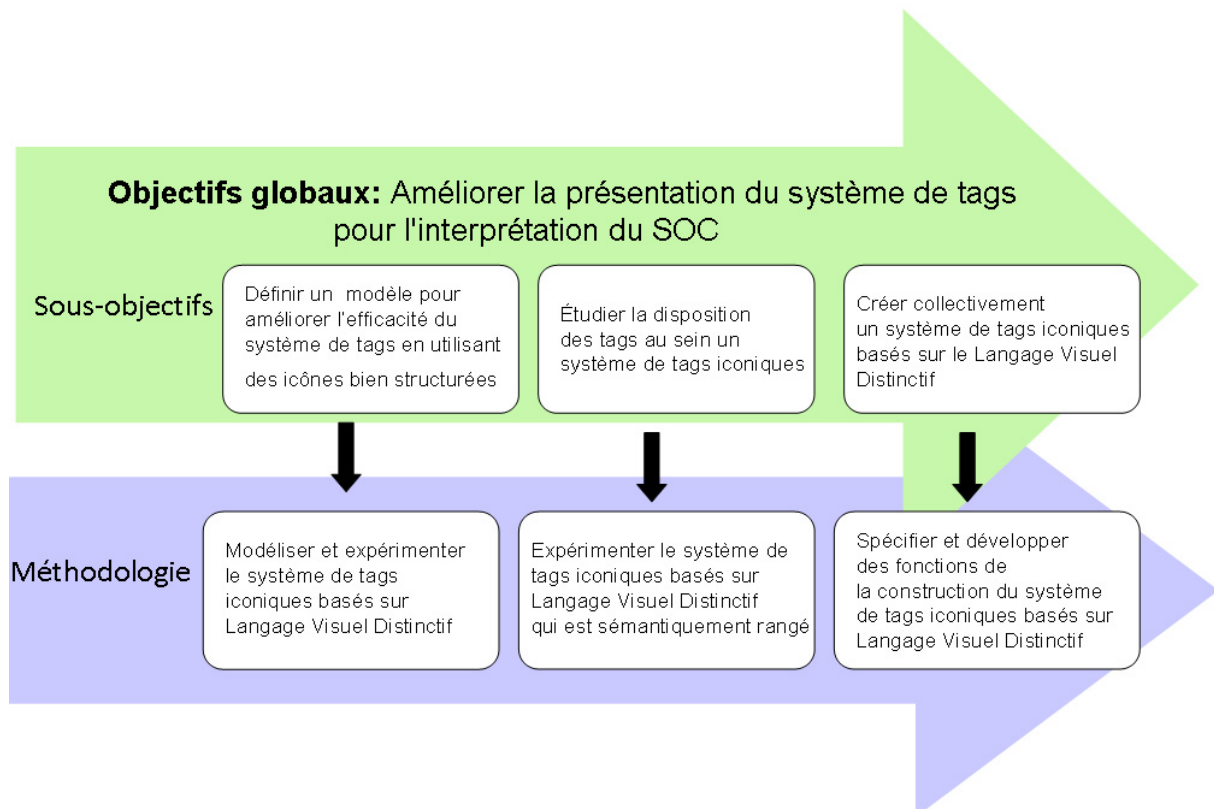
Cette contribution se matérialise notamment par le système participatif de tags iconiques basés sur un LVD (Langage Visuel Distinctif) basé sur le modèle Hypertopic<sup>1</sup> (cf. (c) de la Figure 1). Nous pensons que cette approche est plus efficace de construire un système de tags produisant collectivement des tags iconiques pour l'annotation, la recherche et le partage des connaissances dans un SOC. Cette étude a été réalisée dans le contexte du développement durable et de son ensemble des tags à l'origine textuels, qui ont gérés par le modèle Hypertopic (Zhou *et al.*, 2006). Pour le même SOC, nous avons développé leur équivalent pour les tags iconiques. Le propos de ce système est de permettre aux utilisateurs de mieux comprendre les tags sous la forme iconique et de reconnaître les relations sémantiques au sein du système de tags ainsi que des connaissances taguées en identifiant des codes visuels et des régularités graphiques.

La conception du système participatif de tags iconiques basé sur un LVD a nécessité l'élaboration d'une démarche de conception en vue de répondre de façon pertinente aux

---

<sup>1</sup> Cf. l'outil Porphyry, <http://hypertopic.org>

nombreuses questions soulevées par l'objectif de réaliser un système dédiée à l'activité concernant les tags en ligne. Durant ces trois années, nous avons travaillé à élaborer un cadre de conception interdisciplinaire basé sur la notion de tag visuel en vue de mobiliser des analyses réalisés dans des perspectives théoriques et méthodologiques différentes (cf. Figure 2). Notre recherche porte donc sur une problématique de conception ouvrant des questions tant sur la démarche et ses conditions de mise en œuvre que sur l'outil support de cette démarche.



**Figure 2** Trois étapes pour réaliser un système participatif de tags iconiques basés sur Langage Visuel Distinctif, y compris la modélisation conceptuelle et la méthodologie

Cette problématique nous a amené à nous poser les questions suivantes :

***Quel type de système de tags iconiques permet d'explicitier visuellement la structure sémantique de tags ?***

Comme nous avons commencé à l'esquisser, les utilisateurs (y compris les tagueurs) sont toujours investis autour des tags nombreux et n'arrivent pas à sélectionner ceux qui sont plus utiles et utilisables. D'autant plus que les tags textuels n'expriment pas d'information sur la

relation entre eux et entre les documents tagués, lorsqu'ils cherchent une information ou une connaissance pertinente pour une activité très précise, les gens perdent leur temps à la chercher et à la retrouver. L'idéal est d'avoir un système de tags iconiques dans lequel les images offrent l'interprétation graphique et la structure visuelle de tags en même temps. Pour cela la première chose à faire c'est de bien organiser les tags au sein d'un système de tags. Cette organisation claire et compréhensible permettra de créer un système de tags iconiques sur une base solide avec une structure visuelle bien améliorée. Aussi, nous avons d'abord besoin en nous appuyant sur les recherches en Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) dans le domaine de l'Ingénierie des Connaissances (IC), de caractériser et de comprendre les liens qui unissent les tags textuels tels qu'ils ont pu être étudiés dans le Web Socio-Sémantique (Zacklad *et al.*, 2003) et dans le Web 2.0. Nous prendrons pour cela en exemple les tags d'un SOC du développement durable.

Et deuxièmement, en visant pour même SOC à développer l'équivalent iconique de tags, nous avons aussi besoin de concevoir les codes graphiques pour visualiser les tags et leur structure. Dans cette optique, nous mobilisons notamment les notions de sémiotique graphique et de cognition des images qui sont associées au domaine de l'Interface Humain-Machine (IHM). Le système de tags iconiques crée un lien entre ces deux domaines.

### ***Quelle disposition de tags permet d'améliorer l'efficacité de tagage dans un système de tags iconiques basé sur un LVD multipoints de vue?***

Afficher une série de tags recommandés a un lien fort avec la disposition des tags dans un système de tags. Quand un petit groupe de tags est impliqué, l'afficheur du système de tags peut être considéré comme une interface du nuage de tags et la disposition, c'est-à-dire l'agencement spatial des tags dans la zone d'écran proposée par l'afficheur, a une importance. La seule différence est que le but du nuage de tags est de rechercher les informations requises alors que celui du système de tags est de centraliser une structure sémantique compréhensible par les utilisateurs et de fournir les tags utilisés pour l'annotation supplémentaire. Cependant, l'objectif commun entre les deux est de fournir une interface pour trouver et retrouver un mot-clé avec précision et rapidité. Ce genre de question associé à la façon d'organiser et d'afficher efficacement l'ensemble de tags a été largement étudié dans les nuages de tags textuels.



Suivant la validation de l'efficacité d'un système de tags iconiques basé sur le LVD conforme au modèle Hypertopic, nous avons besoin de réfléchir sur le type de disposition de ces tags, qui permettront d'avoir encore plus d'amélioration sur la visualisation de tags ainsi que leur structure sémantique. Nous faisons l'hypothèse que les tags rangés par catégorie (sémantiquement, selon le modèle Hypertopic) permettent de faciliter l'ajout, la modification et la recherche des tags iconiques (opération des tags iconique dans le système de tags) et par la suite la recherche, l'annotation et le partage des ressources (mise en œuvre des connaissances en utilisant des tags iconiques). Les résultats sont également intéressants pour les systèmes de tags à grande échelle. Par exemple, s'il est prouvé que les tags iconiques sémantiquement structurés montrent un processus de tagage plus efficace que les autres arrangements au sein d'un nuage de tags, ces tags doivent être stockés et affichés correspondant au LVD impliqué par des icônes lorsque plus des tags sont concernés. Cette partie du travail s'inscrit dans le domaine de l'IHM qui s'intéresse à l'interface du nuage de tags et la disposition visuelle.

### ***Comment co-construire un système de tags iconiques basé sur un LVD ?***

Les deux hypothèses évoquées précédemment s'intéressent beaucoup plus à l'aspect individuel qui focalise plutôt sur l'amélioration du tagage en particulier. Comme le tagage est une activité sociale, dans un cadre par exemple de communautés, nous avons aussi besoin de la meilleure compréhension des dispositifs qui accueillent cette opération collaborative pour concevoir un système de tags iconiques dédié à cette activité qui soit pertinente.

En plus, même s'il est en général reconnu que les icônes sont davantage lisibles et « universels » en tant que représentations visuelles, la compréhension d'icône est une tâche cognitive complexe qui varie en fonction de différents milieux utilisateurs, des niveaux et des objectifs cognitifs de l'information. C'est aussi l'une des raisons pour lesquelles les auteurs d'un SOC expriment la catégorisation en texte. Par exemple, une icône d'arbre peut représenter un tag « nature » ou « environnement ». Nous avons besoin de recueillir et de concevoir une unité de structure pour des icônes que plusieurs symboles pourraient représenter comme cela se passe pour les système de tags textuels où plus d'un mot-clé peut

exprimer un même sens dans des objectifs variés. C'est un gros travail qui a besoin d'une contribution participative avec des intérêts différents.

Enfin, de nouvelles icônes doivent en permanence être conçues si les connaissances et les objets évoluent ou si le contexte de partage est changé. La chose la plus difficile n'est pas de proposer de nouveaux symboles, mais de confirmer la structure du système actuel d'icône avec le moins de modifications possibles. Nous avons besoin de concevoir un système participatif de tags iconiques plus général qui permette d'adapter les cas différents pour que les utilisateurs puissent s'habituer à la nouvelle régularité graphique et ne subissent pas une trop forte fatigue d'apprentissage.

Cette partie de la recherche s'inscrit dans le domaine du Travail Coopératif Assisté par Ordinateur (TCAO), ou Computer Supported Cooperative Work (CSCW). Nous pensons que le système de tags iconiques basé sur le LVD développé dans les premières parties permet de signaler un modèle théorique et notre étude en CSCW met en œuvre une création coopérative de ce système qui intègre l'activité individuelle et l'activité sociale pour bénéficier de la contribution des tous les rôles dans une communauté.

## **1.5 Organisation du mémoire**

Le chapitre 2 s'intéresse à l'état de l'art sur les systèmes de tags et le tagage social, plus particulièrement dans le contexte de l'IC et du Web Socio-Sémantique. Au travers de ces présentations, ce chapitre vise à démontrer les manques dans les systèmes de tags textuels qui ont besoin d'être améliorés. Nous regardons d'abord les apports concernant le SOC et les systèmes de tags pour voir les contributions faites par les tags dans le domaine de l'IC. Ainsi nous présentons les études autour les tags, en général textuels (et dans quelques cas iconiques) et le tagage social qui permet de mieux comprendre les caractères des tags y compris le nuage de tags et les limites actuels. Enfin, nous rappelons également le modèle Hypertopic dans le cadre du Web Socio-Sémantique qui vise à améliorer l'organisation des connaissances dans un contexte multi points de vue. Ce modèle apporte des éléments de réponse à la question de la structuration des thèmes. Ce premier état de l'art, du SOC à Hypertopic, nous permet de

comprendre un état actuel du tagage collaboratif afin d'envisager des premières options de proposition.

Le chapitre 3 s'intéresse à l'état de l'art sur la représentation imagée et la cognition graphique. Bien que notre recherche soit principalement un sujet interdisciplinaire entre l'IC et l'IHM, nous présentons également des travaux associés aux icônes et à leurs applications visuelles, y compris celles dans la conception d'interface, la représentation des connaissances, la psychologie cognitive et la sémiotique. Ces compléments sont utiles dans l'optique de la conception d'un système de tags iconiques bien structurés. Ainsi, les caractères graphiques et symboliques des icônes ont été considérés et les travaux sur la sémiotique graphique ont également inspiré et nourri notre recherche.

Le chapitre 4 présente notre démarche du système de tags iconiques basé sur un LVD (un code visuel). Nous modélisons la façon d'iconiser un tag textuel et de visualiser sa catégorie dans le cadre d'un SOC en particulier dans le domaine du développement durable. Ce type de système de tags a été validé par une expérience de tagage « sur papier », sans utiliser à cette étape l'outil informatique comme nous l'avons fait ensuite, en effectuant une comparaison entre les tags textuels et les tags iconiques non-structurés.

Dans le chapitre 5, nous présentons ensuite une deuxième expérience plus complète et s'intéressant à valider l'intérêt de la disposition du système de tags iconiques basé sur le LVD. L'analyse de ces deux expériences nous permet de confirmer un standard solide de système de tags iconiques et son interface.

Le chapitre 6 s'intéresse à la question des dispositifs et fonctionnalités pour la construction collective d'un système de tags iconiques bien structurés. Nous illustrons la spécification des rôles et des activités collaboratives contribuant à la co-création de ce système d'icônes. Nous montrons également le fonctionnement du logiciel coopératif que nous avons conçu dans le cadre de la thèse, pour co-construire un système d'icônes basé sur un LVD. Nous mentionnons les premières évaluations réalisées de ce système à une petite échelle, en expliquant comment cette évaluation pourrait être étendue dans le cadre d'une communauté réelle amenées à co-construire un système d'icônes tel que nous le proposons.

Dans le chapitre 7 nous proposons un bilan scientifique et une synthèse des différentes contributions présentées dans le cadre de ce mémoire, en indiquant quelques pistes pour de futures recherches prolongeant ce travail. Nous proposons plusieurs réflexions sur les relations entre interdisciplinarité et conception que nous mobilisons en prenant des exemples de domaines applicables pour mettre en perspective notre travail ainsi que certains enseignements que nous avons tirés.

## **2 État de l'art (1) sur l'Ingénierie des Connaissances et les systèmes de tags**

En raison de l'aspect très pluridisciplinaire du sujet traité, l'état de l'art nécessaire est abondant, aussi proposons-nous de le présenter en deux chapitres, le premier davantage orienté vers l'informatique et notamment l'Ingénierie des Connaissances (IC) pour voir des limites du système de tags textuels pour un SOC, le second étant plus orienté vers quelques aspects de psychologie cognitive et de sémiotique qui seront utiles à notre propos de trouver une solution graphique pour améliorer la présentation du système de tags.

Dans le premier de ces chapitres, comme un système de tags iconiques crée un lien entre l'Ingénierie des Connaissances (IC) et l'Interface Humain-Machine (IHM), nous nous intéresserons premièrement dans cette partie aux travaux sur l'IC sur les Systèmes d'Organisation des Connaissances, les systèmes de tags, les nuages de tags, le Web Socio-Sémantique et le modèle d'IC Hypertopic.

Dans le chapitre suivant, nous résumerons des études sur la représentation imagée, notamment au moyen d'icônes et nous montrerons des applications « d'IC visuelle » utiles à notre propos.

### **2.1 Systèmes d'Organisation des Connaissances**

Le terme « Système d'Organisation des Connaissances » (SOC) (Hodge, 2000) (Ohly, 2012) est un terme général désignant, entre autres, les outils qui présentent l'interprétation organisée des structures de connaissances. Ce sens du terme correspond à des «outils sémantiques». Dans un sens plus large les SOC englobent aussi par exemple, les bibliothèques et les

encyclopédies. Depuis les environnements bureautiques (fichiers Office propriétaires ou liés à des logiciels en Open Source, photo, vidéo, musique...), les SOC font une entrée remarquable à travers l'utilisation de plus en plus systématique et délibérée des métadonnées (Zacklad, 2010) (Charlet *et al.*, 2001). Six familles de SOC représentatives ont été étudiées et formalisées : les classifications épistémiques universelles de la bibliothéconomie et les approches à facettes universelles, les langages documentaires et les thésaurus, les ontologies « formelles » et le web sémantique, les approches multidimensionnelles, les ontologies sémiotiques (web socio-sémantique) et les approches à facette locales, les annuaires de ressources internet collaboratifs et les folksonomies ainsi que les index automatiques des moteurs de recherche.

Dans tous ces types de SOC, il y a besoin de méthodes pour aider à interpréter les connaissances incluses ainsi qu'à organiser ces connaissances, ce qui facilite l'accès et les requêtes aux informations et la compréhension documentaire. Les tags pour un SOC sont jusqu'à présent textuels et peuvent être employés pour l'organisation, le partage et la recherche de connaissances et d'information, pour un usage personnel ou organisationnel. Ces tags courts textuels peuvent être considérés comme des mots-clés pour impliquer la catégorisation des connaissances dans le contexte donné et les participants à ce contexte commun peuvent utiliser des tags prédéfinis et recommandés pour trier les ressources dans certaines catégories. En plus, ces tags fonctionnent, d'un point de vue sémantique, pour aider à l'interprétation, et pour aider également à la compréhension des environnements des autres acteurs dans l'organisation.

Les tags textuels associés à un SOC sont des étiquettes courtes textuelles pouvant être considérées comme indiquant de la part de leur auteur une certaine catégorisation des connaissances dans un contexte donné. Ils sont proposés soit par des experts du domaine soit par des utilisateurs à partir de leur propre compréhension. Ces tags existent dans un SOC pour aider à l'interprétation des connaissances et pour mettre en relation des connaissances qui leur sont associées. Nous utiliserons le mot « tag » dans le sens courant qu'il tend à prendre aujourd'hui, celui d'un thème, d'un « sujet dont on parle » ou d'un « topic » au sens de la norme ISO des Topic Maps (ISO, 1999), c'est-à-dire un élément langagier pris dans le flux des interprétations, et non un descripteur ni un concept.

## 2.2 Système de tags

La notion de système de tags vise à proposer des tags potentiels par des experts et à centraliser les tags utilisés par des utilisateurs. Ces tags sont définis dans le cadre de SOC tels que mentionnés dans le paragraphe ci-dessus. Dans ce cadre ils sont des mots-clés pour interpréter des connaissances destinées et l'organisation construite pour les SOC. Un système de tags pour les SOC rassemble ces mots-clés soit pour rechercher et partager des connaissances taguées, soit pour taguer des connaissances par la suite. Des tags compréhensibles et une structure claire de ces derniers (relations sémantiques entre les tags) sont deux conditions essentielles pour établir un système efficace de tags. Toutefois, les tags textuels, qui sont la forme généralement adoptée pour les tags apparaissant dans les systèmes actuels, peuvent créer des problèmes sur la compréhension des tags ou l'identification de leur structure.

Dans les cas d'absence de contrôle descendant, le problème du vocabulaire pose des défis importants dans les systèmes de tags (Furnas *et al.*, 1988). Ce problème résulte soit d'un autre choix des mots (y compris le choix des langues) ou de la diversité de l'objectif d'information (Sen *et al.*, 2006) (Downey *et al.*, 2008). Furnas *et al.* ont constaté que les utilisateurs appliquent « des termes différents comme des tags pour décrire la même ressource » en utilisant des synonymes, homonymes et polysémies, ce qui amène des descriptions multiples et variés pour la même ressource. Par ailleurs, les différents états cognitifs des utilisateurs conduisent à des ensembles de tags différents qui peuvent ou ne peuvent pas être cohérents entre eux pour le même document (Fu *et al.*, 2010). Cette variété accrue des vocabulaires et des langues entraîne que les connexions entre les tags et les documents marqués par ces tags textuels deviennent de moins en moins distinctives (Furnas *et al.*, 2006). Même si un système de tags prépare le tagage à une grande échelle en tenant compte de la plupart des cas en matière de vocabulaire, ces problèmes rendent l'utilisation et la réutilisation du système de tags encore plus difficiles.

Des auteurs (Golder et Huberman, 2006) enquêtent sur les intentions d'utilisateurs lors du tagage. Leurs tags s'intéressent en grande majorité aux thèmes, aux types ou aux propriétaires du contenu sous-jacent. Ces résultats ont été confirmés et étendus aux différents types de folksonomies par Bischoff *et al.* (Bischoff *et al.*, 2008). Ces deux études (Golder et Huberman,

2006) et (Bischoff *et al.*, 2008) n'ont pas enquêté sur les différences dans les stratégies au niveau d'utilisateurs de tagage. Noh (Noh, 2009) a proposé une approche traductionnelle pour la recherche multilingue. Les tags sont considérés comme des traductions valides s'ils exposent le motif similaire de la cooccurrence de tags. La contextualisation de tags pour améliorer la désambiguïsation de tags a été proposée par (Yeung *et al.*, 2009). Ces auteurs ont présenté une mesure de la cooccurrence qui considère que deux ressources seront proches si un utilisateur les tague avec le même tag. Ils ont signalé que cette méthode centrée utilisateurs est mieux adaptée pour la désambiguïsation de tags que les autres. Des recherches sur la distribution de la cooccurrence de tags différents ont été présentées dans (Cattuto, 2008) (Markines, 2009) (Oldenburg, 2008). Li et al. (Li *et al.*, 2008) ont noté que les utilisateurs du service de bookmarking social Delicious profitent des vocabulaires personnalisés pour le même URL. Ils ont affirmé que ces différences peuvent être négligées lorsqu'on regarde seulement les tags d'URL en raison des effets cumulatifs. Ces deux observations ont inspiré la démarche de traduction, qui utilise la cooccurrence de tags entre personnalités et les folksonomies dans les ressources tagués afin de créer des cartes.

En dépit du problème vocabulaire existant (Sen *et al.*, 2006) (Downey *et al.*, 2008) (Macgregor et McCulloch, 2006) (Ames et Naaman, 2007), certains chercheurs ont apporté des preuves suggérant que les structures émergentes existent dans un système de marquage social (Golder et Huberman, 2006) (Cattuto *et al.*, 2007). Ces structures semblent aider les utilisateurs à explorer des informations utiles en fournissant une organisation et une indexation des ressources d'information. Même si les personnes utilisent des mots différents pour décrire le même document, les relations implicites sémantiquement structurées et le contenu de ces mots peuvent être semblables, comme illustrés par des modes globaux de tags dans le système. Dans l'étude de Fu et al. (Fu *et al.*, 2010), le modèle de l'imitation sémantique de tagage suppose que le processus d'inférence des thèmes basés sur des tags améliore l'interprétation sémantique du contenu des ressources au cours de l'exploration et la recherche, et que l'amorçage sémantique des tags existants, à son tour, influencera le choix des futurs tags.

Pour explorer les relations hiérarchiques entre les tags, des méthodes intuitives sont proposées afin de regrouper les tags en grappes hiérarchiques. Wu et al. (Wu *et al.*, 2006b) ont utilisé un modèle factorisé qui s'appelle Latent Semantic Analysis, pour regrouper des tags aux thèmes non-hiérarchiques dans le but d'une meilleure recommandation. Brooks et al. (Brooks *et al.*,



2006) ont argumenté que le procédé de « Hierarchical Agglomerative Clustering (HAC) » sur les tags pourront améliorer un système collaboratif de tags. Plus tard, le procédé de HAC a été aussi appliqué à la recommandation personnalisée (Shepitsen *et al.*, 2008). Heymann *et al.* (Heymann *et al.*, 2006) ont regroupé des tags dans un arbre par une méthode arborescente basée sur la similarité. Ils ont évalué que cette méthode pour obtenir les arbres empiriquement était applicable pour organiser les tags avec des hiérarchies. Basé sur le travail de Heymann *et al.*, (Schwarzkopf *et al.*, 2007) ont proposé une approche pour modéliser des utilisateurs avec la hiérarchie des tags. (Begelman *et al.*, 2006) ont utilisé la classification hiérarchique descendante (« top-down »), au lieu d'une classification hiérarchique ascendante comme l'HAC, pour organiser des tags. Ils ont établi que la hiérarchie des tags pourrait améliorer l'expérience des utilisateurs au sein de leur système. La plupart des algorithmes de groupement hiérarchique de tags s'appuie sur la similarité entre les tags, alors que les relations découvertes sont difficiles à évaluer quantitativement. Nous ne pouvons pas distinguer des similarités depuis des non-similarités avec une frontière claire.

Les chercheurs ont également travaillé sur la relation entre les systèmes de tagage social et les ontologies. L'ontologie (Guarino et Giaretta, 1995) (Kassel, 2002) est définie et utilisée en IC qui permet de rendre expliciter les concepts d'un domaine. Peter Mika (Mika, 2005) a proposé un système étendu de tagage social qui inclut des acteurs, des concepts et des objets. Il a utilisé la cooccurrence de tags pour construire une ontologie à partir du tagage social. Wu *et al.* (Wu *et al.*, 2006a) ont utilisé la classification hiérarchique pour construire une ontologie à partir de tags qui utilise également les relations « similaire à ». Ensuite, des approches ontologiques qui s'adaptent au système d'étiquetage social ont été proposées, telles que (Van Damme *et al.*, 2007) et (Echarte *et al.*, 2007). Ces approches ont principalement porté sur la relation entre les tags, les objets et les utilisateurs, plutôt qu'entre les tags eux-mêmes. Alexandre Passant (Passant, 2007) a manuellement associé des tags à des ontologies de domaine pour améliorer la recherche d'information dans les médias sociaux. Pour construire automatiquement l'ontologie de tags, Angeletou *et al.* (Angeletou *et al.*, 2007) ont profité des ontologies construites par des experts du domaine pour trouver les relations entre les tags, mais il a observé une très faible couverture. (Specia *et al.*, 2007) ont proposé un cadre intégré pour l'organisation de tags par les ontologies existantes, mais aucune expérience n'a été réalisée. (Kim *et al.*, 2008) ont résumé les méthodes de l'état de l'art pour modéliser les tags avec des annotations sémantiques.

A partir de ces études, les tags textuels étaient traditionnellement appliqués pour les ontologies et la recherche des connaissances, mais ils sont insuffisants en lien avec le social surtout dans le cas où la relation sémantique est très implicite.

## **2.3 Nuage de tags**

### **2.3.1 Nuage de tags sémantiquement structuré**

Comme les tags ont des relations sémantiques entre eux, les études présentées dans cette partie montreront comment exploiter les travaux liés à ces relations quand un petit groupe de tags apparaissent ensemble, comme un nuage de tags ou bien des tags recommandés dans un système de tags. Deux facteurs, le groupement de tags et la disposition de ces groupes, sont essentiels pour construire un système efficace de tags où les tags appropriés peuvent être trouvés et retrouvés plus précisément et rapidement pour un tagage. Il est donc utile d'examiner les études précédentes qui ont appliqué la relation sémantique dans le nuage de tags dans le but de concevoir une interface de système de tags. De même, une fois que le nombre de tags augmente, l'approche du nuage de tags sémantiquement structuré est aussi applicable pour les tags dans un gros système de tags.

Halvey et Keane (Halvey et Keane, 2007) ont étudié les effets des nuages de tags et des listes de tags dans les dispositions différentes, en comparant les performances pour la recherche des éléments spécifiques. Ces dispositions incluaient l'ordre aléatoire et l'ordre alphabétique, mais la structure sémantique ne faisait pas partie de leur approche. Ils ont constaté que les participants pouvaient plus facilement et rapidement trouver des tags dans les ordres alphabétiques (à la fois dans les listes et les nuages). Rivadeneira et al. (Rivadeneira *et al.*, 2007) ont comparé la reconnaissance des tags simples dans l'ordre alphabétique, l'ordre de la fréquence séquentielle (le tag le plus important sur le côté gauche en haut), l'ordre de l'espace organisé par la visualisation de « groupages » de tags (organisé avec l'algorithme de Feinberg), et la fréquence de mise en page (le tag le plus important au début de la liste verticale de tags). Les résultats n'ont montré aucune disparité importante dans la reconnaissance des tags.

Toutefois, les participants pouvaient mieux reconnaître les catégories générales présentées lorsqu'ils sont confrontés à la liste verticale de tags rangés par la fréquence.

Hearst et Rosner (Hearst et Rosner, 2008) ont discuté sur l'organisation de nuage de tags. Un inconvénient important qu'ils ont mentionné pour la mise en page d'un nuage de tags était que les éléments avec un sens similaire pouvaient se trouver éloignés, et ainsi que l'association significative pourrait être manquée.

Les études suivantes se sont focalisées sur la relation sémantique entre les tags et ont essayé de représenter ce nuage de tags en texte. Hasan-Montero et Herrero-Solana (Hasan-Montero et Herrero-Solana, 2006) ont posé que les arrangements alphabétiques ne facilitent ni la lecture visuelle, ni la déduction de relations sémantiques entre les tags. Ils ont découvert que les utilisateurs avaient des difficultés à comparer les tags de petite taille et à tirer des relations sémantiques. Il pourrait y avoir une mésinterprétation de la relation de proximité entre objets. Ils ont proposé un algorithme utilisant la similarité de tags pour grouper et organiser le nuage de tags. Cet algorithme (k-means) groupe sémantiquement des tags similaires et calcule la similarité de tags en appliquant la cooccurrence entre les tags.

Un travail proche peut être trouvé dans (Provost, 2008). De même, Fujimura et al. (Fujimura *et al.*, 2008) ont utilisé la similarité cosinus des vecteurs caractéristiques des tag (tags et leurs poids sont générés à partir d'un ensemble de documents tagués) pour mesurer la similarité de tags. Sur la base de cette similarité ils ont calculé une mise en page de tags, où la distance entre les tags représente la relation sémantique. Une autre approche très similaire est proposée par Berlocher (Berlocher, 2008).

Une évaluation empirique d'un nuage de tags sémantiquement structurés (Schrammel *et al.*, 2009) a établi que les dispositions thématiques (nuage de tags sémantiquement structurés) peuvent améliorer les performances de recherche pour des tâches de recherche spécifiques par rapport aux dispositions aléatoires et à l'ordre alphabétique. Considérant qu'ils ont utilisé le regroupement et les algorithmes d'arrangement très simples, ils attendent de nouveaux progrès sur les arrangements sémantiques avec des procédures plus élaborées. Cependant, l'arrangement sémantique doit être assez bon sinon les utilisateurs ne peuvent pas le distinguer de la disposition aléatoire. En conséquence, la disposition sémantique ne devrait donc être appliquée que lorsque la qualité de l'arrangement peut être assurée. Les participants au test ont

aussi indiqué qu'il était difficile d'identifier les groupes et les relations au-delà des lignes simples.

### **2.3.2 De la visualisation du nuage de tags au système de tags iconiques basé sur un langage visuel distinctif (LVD)**

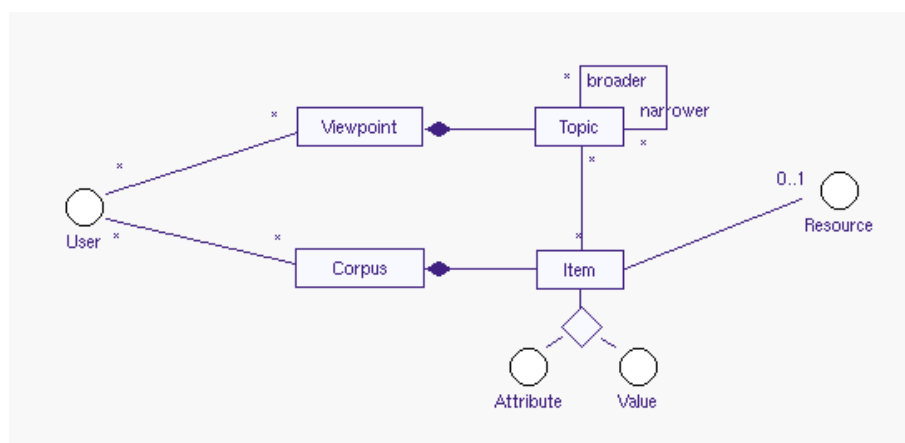
Plusieurs études précédentes ont examiné la visualisation du nuage de tags pour obtenir une interface plus claire et plus efficace. Bielenberg et Zacher (Bielenberg et Zacher, 2005) ont proposé une disposition circulaire, où la taille de la police et de la distance au centre représentent l'importance d'un tag. Shaw (Shaw, 2008) a visualisé les tags comme un graphe où le bord représente la similarité. TagOrbitals (Kerr, 2006) est un système qui présente des tags avec leurs relations et informations synthétiques dans une métaphore où chaque tag primaire est placé au centre et d'autres tags sont associés dans des bandes voisines. Le problème principal avec cette visualisation est l'orientation des textes.

D'autres résultats de recherche concernent l'importance des éléments sémiotiques et visuels dans un nuage de tags. Bateman et al. (Bateman *et al.*, 2008) et Rivadeneira et al. (Rivadeneira *et al.*, 2007) ont convenu que la taille de police, le poids de police et l'intensité devenaient les variables les plus importantes. Cependant, l'importance de la position des tags reste incertaine parce que les deux études sont arrivées à des conclusions différentes. Bateman et al. (Bateman *et al.*, 2008) n'ont rapporté aucune influence sur la position de tags, alors que Rivadeneira et al. ont constaté que les tags dans le quadrant supérieur à gauche avaient plus d'influence que d'autres dans le quadrant inférieur à droit.



## 2.4 Le Web socio-sémantique et le modèle Hypertopic

Les chercheurs en Ingénierie des Connaissances ont créé une catégorisation plus appropriée afin de faire une meilleure utilisation des standards du Web pour partager des connaissances et des informations, dans un contexte de travail collaboratif et de points de vue multiples. L'idée d'un certain type de SOC, de type «Web Socio-Sémantique» (Zacklad *et al.*, 2003) (Cahier *et al.*, 2007) (Bénel *et al.*, 2009) a émergé ces dernières années avec les progrès de la notion de la gestion collaborative des connaissances, auxquels nous souhaitons contribuer (Ma et Cahier, 2011a). Au contraire du Web Sémantique (Berners-Lee, 2000), le Web Socio-Sémantique ne s'intéresse pas à la sémantique formelle, mais à la fonction humaine d'interprétation et au substrat sémiotique servant de support aux interprétations multiples.



**Figure 4 Hypertopic (v2<sup>2</sup>): un modèle de connaissances structurant des items par les thèmes (associés avec des points de vue), les attributs et les ressources**

Un modèle de connaissance adapté au contexte du Web, Hypertopic (Zhou *et al.*, 2006), a été développé dans le cadre du Web Socio-Sémantique. Il propose de décrire des items, rassemblés en corpus, par leurs thèmes (ou « topics »), leurs attributs (couple attribut+valeur) et leurs ressources associées (cf. Figure 4). Pour chaque item, les thèmes pertinents sont répertoriés pour mentionner quel type de sujet est impliqué. Ces thèmes sont associés à des points de vue en prenant en compte les utilisateurs et les groupes potentiels. En d'autres termes, les points de vue représentent l'objectif d'information d'acteurs sociaux variés. Les attributs et leurs valeurs fournissent également des explications complémentaires pour enrichir chaque item par des informations spécifiques. Ils sont organisés en couple attribut-valeur, comme les facettes (Mas et Marleau, 2009). Concernant les ressources, elles

<sup>2</sup> Cf. <https://github.com/Hypertopic/Protocol/wiki>

caractérisent d'autres aspects des items, tels que des photos, l'URL du site Web ou des liens des documents relatifs. Les attributs et les ressources sont automatiquement produits et associés avec les items sans interprétation d'auteur. Pour cela, le point de vue ne fonctionne que sur le topic mais pas sur l'attribut et le ressource. Voyons un exemple (cf. Figure 5) issu de l'application CartoDD (Cahier *et al.*, 2010), un site web sur le développement durable. Dans cet exemple, « Zif69 » est l'un de ses items. Les tags affichés en vert sont les thèmes choisis parmi les catégorisations existantes du point de vue approprié. Certains attributs sont aussi énumérés ci-dessous, tels que «type» et «langage».

The screenshot shows the CartoDD interface for the item 'Zif69'. At the top, it says 'CartoDD Agoræ développement durable'. Below that is a 'Navigation' bar. The main content area is divided into several sections:

- Zif69**: A network diagram showing connections between various concepts.
- Tags**: A list of tags associated with the item, including 'réchauffement climatique', 'dioxyde de carbone', 'UCLA', 'carbon dioxide', 'réduction gaz à effet de serre', 'changement climatique', 'research project', '二氧化碳', '輸送站', 'power station', and 'centrale électrique'.
- Fiche descriptive**: A section containing a description in French and English, along with metadata such as 'Signaled by: omar21', 'Signalement date: 21/04/08', 'language: en', 'type: Article', and 'type: Research project'.
- Ressource(s) documentaire(s)**: A list of related documents, including 'Science Mag paper (abstract)' and 'Wired-Science Blog Info'.
- Usage de thèmes**: A sidebar on the right showing a list of themes related to the item, such as 'research project', 'réduction gaz à effet de serre', 'Geo-ingénierie', 'UCLA', 'alerte', 'article de recherche', 'atmosphère', 'carbon dioxide', 'cendre volante', 'centrale électrique', 'changement climatique', 'climatic change', 'controverse scientifique', 'dioxyde de carbone', 'gaz à effet de serre', 'physique atmosphérique', 'power station', 'projet de Recherche-développement', 'risque', 'réchauffement climatique', 'science de l'atmosphère', 'test climatique', 'éruption volcanique', '二氧化碳', and '能源站'.

Figure 5 Exemple d'item décrit par le protocole Hypertopic dans le Système d'Organisation des Connaissances CartoDD

D'une part, Hypertopic propose une catégorisation par thèmes, en particulier en insistant sur la notion de point de vue ce qui est important dans la classification collaborative des connaissances (Ma et Cahier, 2011a). Sur la Figure 6, nous voyons une autre façon de présenter Hypertopic, toujours basée sur la structure globale des items. Les caractérisations des items présentés peuvent être enrichies en fonction des points de vue des utilisateurs. Un item peut être associé à plus d'un thème depuis des points de vue. Par exemple, un musée 1 et un musée 2 peuvent se référer à un lieu éducationnel sous le point de vue « fonction et valeur ». Par contre, ils seront classés en deux rubriques différentes quand on parle du point de vue de « style de l'apparence »: musée 1 en style baroque, tandis que 2 en gothique. Les

sous-thèmes possible comme «baroque au 15<sup>e</sup> siècles» ou «baroque au 16<sup>e</sup> siècles» pourront continuer à spécifier la période où le style du musée. Ce type de catégorisation illustre l'intérêt de la notion de point de vue qui permet d'organiser plus soupagement des connaissances sur les items dans le SOC. De plus, les catégories des items sont dynamiques en s'appuyant sur les nouvelles opinions des utilisateurs. Hypertopic permet en effet la participation collaborative de différents utilisateurs pour rechercher et déposer un élément sous les points de vue qu'ils préfèrent, et même pour créer un point de vue totalement nouveau, sans changer la structure actuelle des connaissances et des informations.

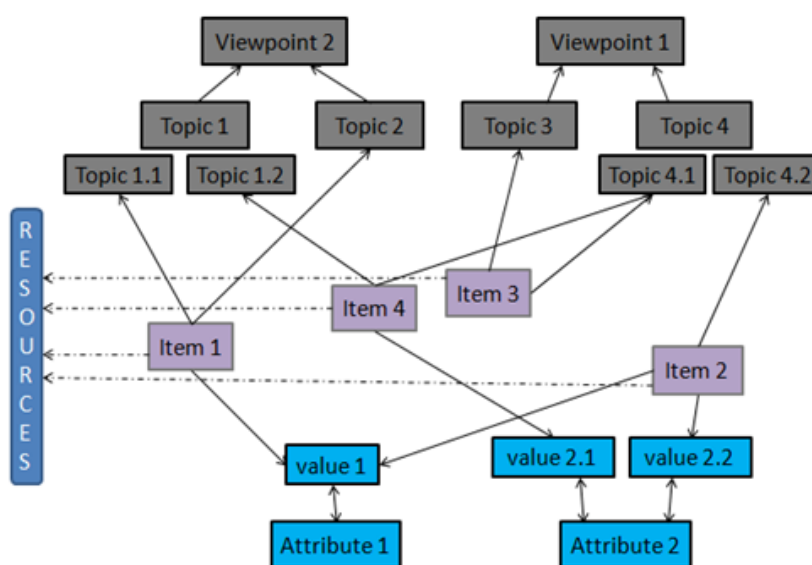


Figure 6 Système de tags (jusqu'ici textuel, en haut) et d'attributs (en bas) proposé par Hypertopic

D'autre part, Hypertopic fournit une structure utile pour gérer les tags qui découlent de thèmes et de valeurs d'attributs. Tous les thèmes et les valeurs d'attributs peuvent se traduire par des tags textuels pour spécifier la catégorisation d'items. Un tag venant d'un attribut peut en effet être considéré comme un thème réunissant le nom d'attribut (éventuellement sous-entendu) et la valeur.

Cette approche permet un tagage basé sur Hypertopic dans lequel les utilisateurs pourront taguer des connaissances et des informations par ses thèmes et ses attributs. Dans l'esprit des concepteurs du modèle Hypertopic, ce tagage a été considéré au départ comme uniquement textuel. Mais il est clair pour chaque thème et valeur d'attribut, plus d'une expression possible textuelle pourrait exister, ne serait-ce que du fait des synonymes ou des langues.



Dans le tagage textuel basé sur Hypertopic, nous considérons les thèmes (topics) et les valeurs d'attributs comme une source unifiée de tags (différenciables ensuite en tags de thème ou tags d'attribut), à travers laquelle la structure du système de tags sera plus claire et plus facile à gérer. Tous les tags de valeur seront alors classables sous une arborescence en considérant l'attribut comme le nœud « parent » au niveau immédiatement supérieur. Tous les tags de thème seront classés sous une arborescence en considérant le point de vue commun comme nœud « parent » au niveau le plus élevé (car dans Hypertopic, au sein d'un point de vue chaque tag de thème peut être suivi par des sous-thèmes et l'utilisateur est autorisé à ajouter de nouvelles branches de thèmes par la création d'un nœud « point de vue » au niveau supérieur).

Hypertopic favorise grâce ces fonctionnalités le tagage collectif dans un cadre de gestion collaborative des connaissances. Toutefois, si les tags textuels générés par Hypertopic sont présentés ensemble dans un système de tags sans mentionner leur niveau supérieur (la catégorie de thème ou le nom d'attribut), la structure sera moins explicite en particulier lorsque les utilisateurs ne sont pas familiers avec les sujets de tags. Ce problème est plus évident lorsque le nombre de tags grandit. En outre, parfois, un tag de thème peut être lié à plus d'un sujet et la structure réelle est celle d'un treillis. Par exemple, le topic « énergie renouvelable » peut être associée à l'énergie et l'économie. Dans ce cas, le cadre d'expression de Hypertopic, initialement centré sur des arbres de tags textuels, ne peut pas pour cette raison exprimer la richesse des formes pertinentes souhaitables pour le treillis. C'est pourquoi nous avons recherché des formes supplémentaires d'explicitation, en allant au-delà de la représentation textuelle, afin de mieux représenter cette richesse de la structure.

Pour cela, nous présentons dans la section suivante des études sur la représentation imagée et cognitive graphique d'icônes pour voir comment elles ont amélioré l'expression textuelle. En plus, des leçons intéressantes pourront en être tirées dans notre recherche concernant l'usage de tags visuels avec un système informatisé.



### **3 État de l'Art (2) sur la représentation imagée et cognitive d'icônes**

Dans ce chapitre, nous continuons à présenter les études relatives dans le cadre de l'interface Humain-Machine (IHM), qui fait une partie importante de la visualisation de tags et leur structure. Comme le système que nous voulons développer est un système de tags iconiques, nous nous intéressons maintenant aux travaux sur la représentation imagée, surtout sur l'icône et ses caractères symboliques ainsi que ses caractères sémiotiques et graphiques. Nous montrerons pour finir des applications « d'IC visuelle » utiles à notre propos.

#### **3.1 Représentation imagée**

A la base de la recherche sur la Théorie du double codage (Paivio, 1971), il est postulé que les informations visuelles et verbales sont différemment traitées et le long des canaux distincts avec la création par l'esprit humain de représentations distinctes pour les informations traitées dans chaque canal. Les deux codes visuels et verbaux représentant l'information sont utilisés pour organiser les informations entrant dans la connaissance qui peut être suivie d'effet, stockée et récupérée pour un usage ultérieur. Des preuves à l'appui de cette théorie (Denis, 1989) ont été fournies dans les années 70 et 80 par des recherches montrant que la mémorisation d'une information verbale est améliorée si un visuel pertinent est également présenté ou si l'apprenant peut imaginer une image visuelle pour aller avec l'information verbale. De même l'information visuelle peut souvent être renforcée lorsqu'elle est associée à des informations verbales pertinentes. Cette étude a fondamentalement montré que la représentation visuelle renforce l'interprétation textuelle. Pour cela, nous allons continuer à étudier de façon plus approfondie les nombreux travaux précédents sur la représentation

imagée qui ont conduit à une démonstration théorique et pratique de l'amélioration visuelle par rapport au texte.

Dans les années 60, Rudolf Arnheim (Arnheim, 1969) suivi par des auteurs postérieurs (Webb, 1989) précise et compare les différentes relations des images à leurs référents. Donnant des exemples, il distingue entre trois fonctions exercées par des images, comme *image ou illustration*, comme *symboles* et comme *simples signes*. Il avertit que les images peuvent être utilisées pour chacune des trois fonctions mais « *serviront souvent à plus d'une fonction à la fois. Une règle est que « l'image elle-même ne dit pas quelle fonction est voulue ». Un triangle peut être un signe de danger, ou l'illustration d'une montagne, ou un symbole de hiérarchie. Nous avons besoin de savoir comment une grande variété d'images remplissent ces trois fonctions* »<sup>3</sup>.

- Tout d'abord, les images *sont des images/illustrations* dans la mesure «où elles dépeignent des choses situées à un niveau inférieur d'abstraction qu'elles ne le sont elles-mêmes. Elles jouent leur rôle en prenant et rendant certaines qualités pertinentes – forme, couleur, mouvement – des objets ou des activités qui sont dépeints".

- Deuxièmement les images sont des symboles dans la mesure où elles peuvent avoir des fonctions symboliques remplies par des images très abstraites. Pour Rudolf Arnheim « *l'abstraction est un moyen par lequel l'image interprète ce qu'elle représente. (...) Les flèches par lesquelles les physiciens dépeignent les vecteurs montrent des caractéristiques pertinentes des forces c'est à-dire leurs intensité, direction, sens et point d'application. La notation musicale opère en partie au moyen de symboles* »

- Et troisièmement une image considérée dans sa fonction de simple signe "*signifie un contenu particulier sans réfléchir à ses caractéristiques visuelles (...) les lettres de l'alphabet utilisés en algèbre sont proches d'être de purs signes*». Dans cette mesure, les images comme simples signes ne peuvent servir que les médias indirects. Parce qu'elles opèrent comme simples références aux choses pour lesquelles elles sont mises, "*elles ne sont pas analogues et, par conséquent elles ne peuvent pas être utilisées comme supports pour la pensée de plein droit. Cela devient évident si on parle des langages chiffrés ou verbaux qui sont par excellence des médias basés sur le signe* ".

---

<sup>3</sup> Arnheim, 1969, pp.136 et suivantes

La *reconnaissance* du signe visuel est une activité essentielle (en utilisant la mémoire, comme un répertoire de formes, d'objets ou de configurations spatiales), qui est soulignée par Gombrich (Gombrich, 1992). Il analyse le rôle crucial du *contexte* d'une interprétation correcte des images. Il applique les divisions de la langue proposée par Karl Bühler, en distinguant les fonctions *d'expression*, *d'éveil* et de *description*. Un discours peut être considéré comme *expressif* quand il nous informe sur le sentiment de l'orateur (par exemple, son intonation est un signe qui peut être un *indice* de la colère ou de plaisir). Mais le discours peut être utilisé pour provoquer un sentiment donné dans le récepteur, comme un *signal* qui provoque la colère ou de plaisir. Dans ce cas, l'expression (indice) et l'éveil (signal) de l'émotion doivent être clairement distingués. Ils correspondent à des interprétants différents (un *indice* de la colère dans l'émetteur n'est pas forcément un *signal* du même sentiment dans le récepteur). Enfin, pour la troisième fonction de la langue (la description), Gombrich note que l'image visuelle n'est pas bien adaptée, par rapport au texte. Cependant d'un autre côté, il note que l'image peut être très supérieure à la capacité de l'éveil.

Il est également utile de comprendre le fonctionnement sémiotique de l'icône dans les systèmes multilingues. Les icônes ont souvent besoin d'une courte légende, un texte (en option) venant en complément. Quand il y a d'autres icônes, l'interprétant d'une icône dépend du contexte des autres icônes. C'est particulièrement le cas pour les usages descriptifs, si le contexte (par exemple, les codes culturels) n'est pas clairement partagé par tous les utilisateurs. La sémiotique contribue également à une meilleure conception des icônes symboliques afin d'améliorer leur pertinence cognitive pour des utilisateurs finaux donnés dans des cultures données. Les logos d'entreprise sont un de bons exemples sur ce point.

Floch (Floch, 2010) a analysé le logo comme une énonciation «visuelle» pour soutenir les identités respectives visuelle des deux entreprises rivales en comparant les logos d'IBM et d'Apple (cf. Figure 7). Reprenant la différenciation de Saussure entre signifiant et signifié pour le signe linguistique, l'analyste distingue deux phases dans son analyse: 1) sur le côté signifiant (le signe «matériel» du logo, son matériau graphique), puis 2) sur le côté signifié (le « contenu », le « message »).

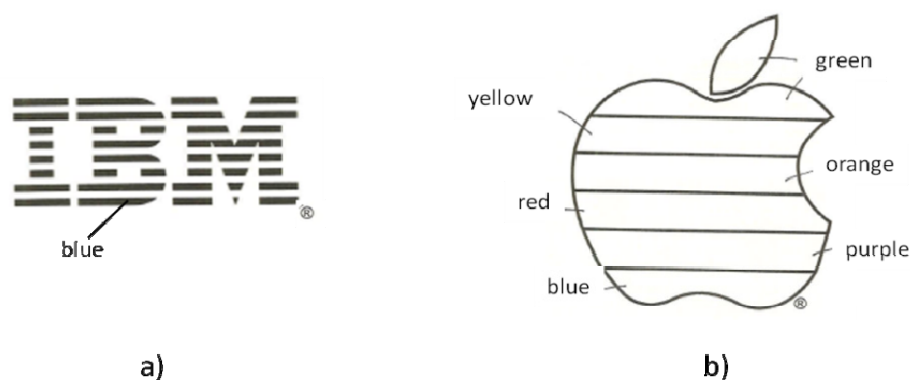


Figure 7 Comparaison entre des logos vus comme des signes (extrait de Floch, 2010)

Tout d'abord *l'analyse du signifiant* se concentre en particulier sur les « invariants » plastiques visuels de chaque image, comme le caractère monocolore (IBM) opposé au caractère monocolore multicolore (Apple), les couleurs froides vs chaudes, la prédominance angle vs courbe, la structure complexe vs simple, la répétition ou non-répétition, etc. A ce stade de l'examen visuel de profondeur (tout en excluant toute interprétation figurative venant du côté signifié), l'analyste compare ces *caractères différentiels visuels* des deux logos. Dans le cas IBM vs Apple, le logo fournit déjà la ferme volonté de chaque entreprise de renforcer son identité.

Puis, dans la deuxième étape, l'analyste s'intéresse au côté *signifié* des logos. Il s'interroge sur le « contenu » du message envoyé par les images, et pour cela il propose des interprétations de leur dimension figurative. Par exemple, la pomme croquée et l'arc en ciel dans le logo Apple pourraient être liés aux références bibliques, mais qui risquent d'être seulement connues par des personnes ayant déjà cette culture. Le système des rayures horizontales dans le logo IBM peut être associé à l'endroit réservé à la signature, d'habitude, dans les documents de droit américain (signe du respect de l'engagement), etc. Cette étude constate que les caractères construits respectivement par le signifiant et le signifié *se renforcent* clairement *mutuellement*. Cela pourrait également fournir des indications pour la conception efficace d'icônes pour représenter la connaissance, en particulier pour être utilisé dans un environnement international et un contexte multiculturel.

### 3.2 Sémiotique et cognition graphique des icônes

Morand (Morand, 1997 et 2004) a représenté la théorie du signe de Peirce par un diagramme qui est utile pour comprendre la dynamique de l'actualisation du signe. Cette représentation est également disponible dans un contexte de communication avec de nombreux utilisateurs amenés à créer, reproduire, interpréter et utiliser des icônes en fonction de multiples points de vue (cas du Web Socio-Sémantique). Conforme à Peirce, l'approche de la « relation–signe » de Morand « SIO » (S: signe, I: interprétant, O: objet, cf. Figure 8) nous permet de considérer le processus de représentation comme une chaîne, qui offre la possibilité d'imagination entre deux choses sans relation directe.

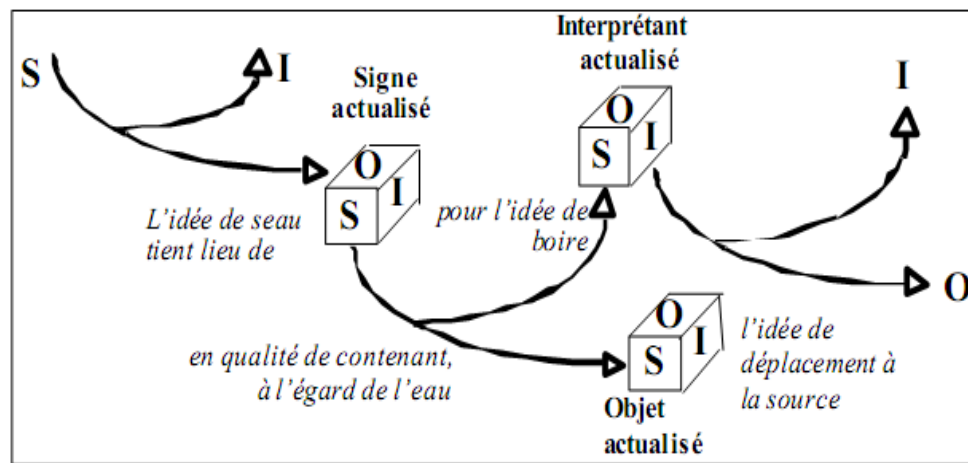


Figure 8 Le signe mis à jour: une sémiotique illimitée (Morand, 1997)

Notre état de l'art n'a pas permis pour le moment de trouver un cadre théorique complet ni des critères de qualité sémiotique adaptés dans tous les cas aux icônes. Mais en utilisant le modèle de Morand ci-dessus, on peut proposer quelques idées. Les utilisateurs répondent au *representamen* graphique en suivant la première interprétation ou connaissance dont ils disposent mais cette connaissance peut être modifiée par une adaptation forcée ou guidée (rôle d'encadrement ou de convention que peuvent jouer les icônes). Après qu'une personne s'y soit habituée, cette compréhension sémiotique servira automatiquement lorsque cette personne utilisera des outils visuels. En règle générale, le fait qu'une représentation visuelle fonctionne bien (ou mal) a des conséquences sur la rapidité (ou la difficulté pour obtenir le dernier « O » à partir du premier « S ». Le chemin « S - O » sera court si un moins grand nombre d'étapes « S-I-O » sont utilisées.

Ce modèle peut aussi expliquer le mode dans lequel trois types d'icônes travaillent. Pour les icônes picturales (1<sup>ère</sup> ligne du Tableau 1, p. 38), il y a une relation directe entre S et O. Ils ne prennent qu'un seul S-I-O pour arriver à l'objectif. De plus, la relation entre S et I existe automatiquement et naturellement. L'interprétant peut être différent selon les utilisateurs. Une étape S-I-O pourrait être simplifiée à S-O parce que la sémiotique peut travailler intensément même sans l'aide d'IC. D'autre part, la distance sémantique (Isherwood, 2009) dans les icônes symboliques est toujours plus longue. Les utilisateurs ont l'expérience d'un chemin comportant plusieurs étapes S-I-O pour trouver un objet réel. L'interprétant joue ici un rôle important pour s'assurer que le chemin se passe comme nous le prévoyons. C'est-à-dire, le processus peut s'arrêter à un certain S-I-O sur le chemin de la « destination ». Cette structure fiable a besoin d'explication supplémentaire de sa facilité d'utilisation. Toutefois, pour ce dernier type d'icône, l'explication sémantique est entièrement élaborée par la convention forcée. Bien que ce type d'icône suffise pour un S-I-O complet, la formation de cette structure nécessite au moins une étape avant qu'elle n'arrive à être stable. L'interprétant est crucial pour décider dans quelle direction le chemin ira. Bien que la relation entre S et O apparaisse passive, il fonctionne bien tant que cette structure existe.

Grâce à cette explication, que nous avançons en appliquant le modèle Peircéen explicité par Morand, la relation entre ces trois éléments (SIO) semble en première analyse fortement traçable. Elle peut être modifiée par l'influence extérieure. On pourrait aussi faire l'hypothèse que le processus ne diffère pas significativement entre personnes qui parleraient des langues différentes.

De plus, l'apprentissage d'une nouvelle icône est plus facile que celle d'une nouvelle langue. En effet, il y a moins besoin de suivre un apprentissage pour les icônes picturales et une partie des icônes symboliques les plus simples, car elles ont généralement le même S-I-O pour presque tous les utilisateurs. En outre, l'apprentissage semble simple pour l'autre partie des icônes symboliques et des signes. Ces icônes peuvent apparaître tout d'abord suivies d'une instruction dans la langue correspondante. Lorsque le S-I-O reste stable, ces icônes peuvent travailler sans explication dans toutes les langues possibles. Cet apprentissage emblématique nous semble donc adapté à un contexte multilingue, ce qui évite en plus de considérer longuement à l'avance quelles langues doivent être préparées pour les utilisateurs potentiels dans le partage des connaissances.



### 3.3 Icônes en IHM vs icônes en IC

#### 3.3.1 Icônes en IHM

Depuis la première utilisation d'icônes dans des IHM (qui semble remonter aux premières interfaces-utilisateur graphiques de Xerox et d'Apple à la fin des années 1970), l'icône est devenue populaire dans les IHM. Les icônes y sont définies simplement comme de petites images, bien adaptées pour les utilisateurs d'ordinateurs et qui proposent une représentation abrégée d'actions possibles dans une activité d'utilisateur informatique.

Mais pour les connaissances de domaines plus larges que nous visons dans cette étude, les icônes ne peuvent-elles aussi servir ? Par exemple la valeur d'une facette caractérisant le domaine d'un article ou un thème très détaillé dans ce domaine devrait pouvoir, - c'est une partie de notre hypothèse - être représentée de façon abrégée par des icônes dans de nombreux cas, en apportant certains avantages. L'icône offre des atouts pour une utilisation multilingue en complétant des cartes de thèmes (topic maps) textuelles ainsi que des nuages de tags. En complément - c'est une autre partie de notre hypothèse - cette icône de domaine doit tirer parti de ce qu'elle est une unité d'un grand ensemble, incluant de nombreuses autres icônes et des relations avec d'autres éléments (iconiques et textuels) existants dans les activités liées à ce domaine.

Revenons d'abord sur « l'icône d'action », dans les IHM. La présentation d'icônes dans la conception d'interfaces pour des utilisateurs a ouvert une nouvelle page dans l'interface homme-machine. L'icône découvre plus efficacement une façon de montrer les fonctions du logiciel ou d'outils informatisés (bureautique, etc.). Au contraire d'une longue description textuelle, l'icône permet d'une manière commode et parfois indique d'attirer l'attention des utilisateurs et d'aider leur mémoire. Dans l'application de l'interface pour des utilisateurs, l'icône fonctionne comme un guide qui permet un apprentissage plus naturel de l'IHM, étape par étape, fonction par fonction. L'icône est alors utile dans l'environnement international de déploiement des logiciels, quelle que soit la plate-forme utilisée. L'icône fournit un moyen d'atteindre un objet pratique au-delà des barrières linguistiques ou culturelles. Les icônes d'ordinateur *iconiques*, c'est-à-dire conçues pour ressembler à leur fonctionnalité graphique sous-jacente, sont mieux reconnues par les participants et peuvent être aussi mieux reconnues par les utilisateurs (Ferreira, 2006).

*«Les gens reconnaissent souvent des images et les comprennent plus vite qu'ils ne le font sur les représentations verbales des mêmes choses.»* (Apple computer, 2002). En conséquence, le fonctionnement de l'ordinateur est suggéré de se laisser guider par des icônes.

Pour les navigateurs web par exemple, certaines études examinent la pertinence et l'efficacité de la conception d'icônes. Pour un navigateur web chinois, le site d'essai se composait de la conception d'un système d'exploitation chinois (COS), l'environnement, développé pour agir comme une alternative à la métaphore du bureau, impliquant le « jardin » comme une métaphore globale. Le COS a été conçu pour être culturellement riche, et ont à la fois visuelle et auditive des stimuli (Shen, 2007). Ils ont souligné que les interfaces utilisateurs graphiques (GUI), qui comprennent des images interactives et des animations, ont ouvert une nouvelle dimension au langage visuel et ont transformé tout notre système symbolique en un système beaucoup plus complexe.

Un navigateur web comme Internet Explorer accorde aussi beaucoup d'attention dans l'utilisation des icônes. Certaines recherches ont examiné la façon dont les utilisateurs influencent la conception et l'emplacement d'icônes lorsqu'ils naviguent sur le net avec IE6 et IE7, et examinent la manière dont la navigation par onglets influence les utilisateurs lors de la commutation entre les sites (Chiuhsiang, 2009). Selon Lindberg et Näsänen (Lindberg, 2003), la taille et l'espacement des icônes ont une influence significative sur les performances de l'utilisateur. Lors de la conception du produit, la visibilité est un principe très important. Les contrôles à effectuer correctement devraient être évidents et le système devrait fournir aux utilisateurs des informations visibles (Norman, 2000). Considérant cela, si IE7 est plus avancé par rapport à IE6, il est difficile pour les utilisateurs de naviguer sur des pages rapidement et facilement depuis quelques dessins icône dans IE7 qui ne sont pas référencés avec le principe de visibilité.

L'icône montre également une capacité de certains types de logiciels. Tout d'abord, l'icône est largement utilisée dans les outils Office, notamment Word. L'expertise de traitement de texte et les icônes utilisées ont un effet significatif sur le temps nécessaire pour accomplir certaines tâches (Tanya, 2007). La seule différence significative pour les utilisateurs de l'interface lors de l'utilisation d'une icône est qu'elle pourrait ne pas transmettre le sens de la fonction clairement à l'utilisateur. A côté des ordinateurs, l'icône a un avantage sur la conception des

smartphones et des téléphones mobiles comportant un menu (Lim, 2006). Souhaitant différencier leur téléphone de ce qui est vu sur le marché, ils ont mis en place l'élément de plaisir dans le menu en y animant des scénarios d'animation.

L'icône de la base de scénarios d'animation du menu (cf. Figure 9) a été sélectionné ainsi en raison de certain aperçu des icônes. Les utilisateurs peuvent également comprendre les informations qu'ils ont quelques difficultés à reconnaître. La fonction est représentée par le scénario, mais avec l'aide de l'affichage du texte, les relations ont été corrigées.



Figure 9 Scénarios basés sur des icônes pour les menus de téléphone mobile

### 3.3.2 Icônes de domaine en IC

Pour certains auteurs, le but de la représentation visuelle est de représenter des connaissances à partir des données brutes (Lohse, 1990). Certaines représentations visuelles traduisent certains types de connaissances mieux que d'autres. La classification du type des connaissances véhiculées par des représentations visuelles a aussi un avantage : elle prend en compte, à sa manière, certains aspects subjectifs de la conception d'une représentation visuelle appropriée.

Les représentations visuelles des connaissances aident surtout par la façon de mieux exprimer les catégories d'une manière vivante et brève. De plus, cette forme de classification offre également une possibilité d'accéder plus rapidement et correctement à la connaissance cible. Par rapport à d'autres types des représentations visuelles des connaissances mentionnés par Lohse - le tableau de réseau, le diagramme, la carte, la table graphique - l'icône attire l'attention des utilisateurs à travers un encombrement moindre et sa représentation

significative de la fonction. Outre la grande utilisation dans la conception d'interface, l'icône est ainsi familière dans une grande variété de plates-formes de gestion des connaissances (mais pour signifier des actions de l'Interface Humain-Machine (IHM) davantage que des connaissances de domaine).

En tant qu'une des représentations visuelles possible pour des connaissances, l'icône comparée au texte a presque le même avantage d'être un langage de communication quand l'écriture n'est pas accessible.

De nombreuses études réalisées pour établir l'efficacité des icônes ont été compilées par (Barr, 2003) : il en ressort que l'icône, de forme plus brève par rapport au texte écrit, en prenant moins de place et exprimant des informations utiles, serait propice à rendre en outre les gens plus actifs s'ils sont guidés par une icône que par des phrases complexes. Mais cette idée resterait à vérifier après une expérimentation appropriée. Certes, depuis la première utilisation d'icônes dans des environnements de programmation visuelle en 1975 (Smith, 1993), des études ont montré que les icônes sont plus rapides et plus faciles à reconnaître que le texte (Collins, 1982). Elles peuvent soutenir l'apprentissage et la mémorabilité (Constantine, 1999) de l'interface utilisateur et permettent de réduire complexité d'une application (Barr, 2003). Cependant ces articles concernent surtout des icônes utilisées pour signifier des opérations assez élémentaires de l'Interface Humain-Machine (IHM), davantage que pour signifier des actions dans des activités-métier et donc des connaissances de domaine, auxquels nous nous intéressons davantage.

Outre le succès remporté par l'icône dans la représentation de l'action interactive, certaines études commencent à se concentrer sur son utilisation dans la représentation des connaissances, en particulier pour la gestion des connaissances cruciales dans des domaines.

Une partie des signes dans notre vie quotidienne utilisent la représentation des connaissances par icônes. Nous les utilisons sans cesse pour accéder à des informations. De plus, le signe semble être uniforme dans toutes les cultures, en particulier dans les domaines importants. Prenant la sécurité-incendie à titre d'exemple, les symboles Collins de sécurité incendie (Collins, 1982) ont été étudiés sur vingt-cinq icônes au niveau international proposé pour les symboles de sécurité-incendie d'alerte (cf. Figure 10) avec d'autres participants des États-Unis. Ces symboles incluent trois modes de présentation (diapositives, affiches et livrets) et deux

modes de réponse des participants (définition et à choix multiples) ainsi que les cotes de confiance et de données de production (dessins). Le mode de présentation des symboles n'a aucun effet significatif, alors que la définition et les procédures d'intervention à choix multiples conduisent à des conclusions généralement similaires. Les cotes de confiance ont été utiles pour concilier les divergences entre les deux méthodes d'intervention. L'intelligibilité des 25 symboles a varié de près de zéro à une presque parfaite intelligibilité. La performance médiocre de certains symboles essentiels tels que «sortie» a été notée, et une certaine confusion potentiellement dangereuse dans le sens a été ainsi révélée.



Figure 10 Les symboles de la sécurité incendie selon (Collins, 1982)

Dans ce cas, l'icône est formellement étudiée comme moyen de la diffusion des connaissances. En outre, les chercheurs se rendent compte que les icônes ont un intérêt pour guider les utilisateurs à trouver leurs connaissances directement. Bien que les gens au début ne traitent pas ces signes comme de la connaissance, ils ont commencé à appliquer les différents types d'icône sans classification rigoureuse.

La recherche met aussi l'accent sur les icônes au sein de systèmes de connaissances dans le domaine de la médecine assistée (Lamy, 2009) avec un ensemble d'icônes de représentation des connaissances pour le développement de notices associées à des médicaments (cf. Figure 11).

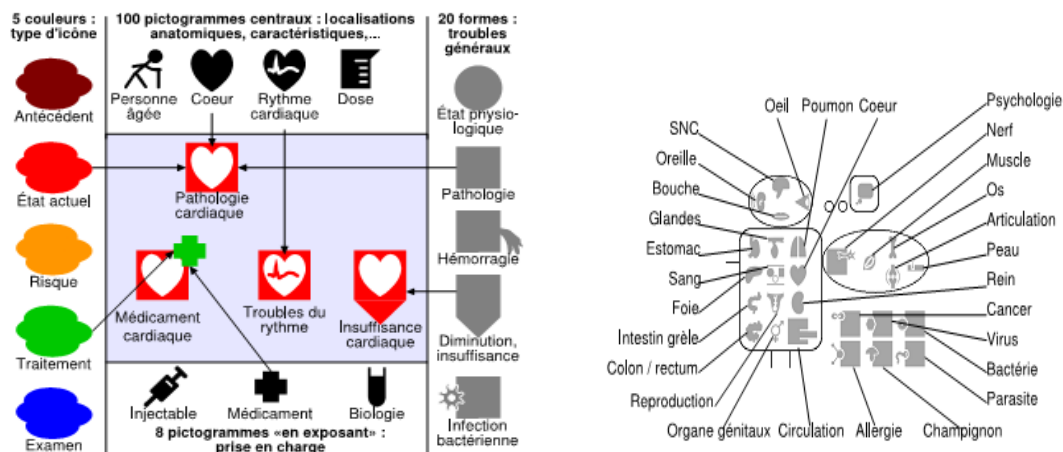


Figure 11 La construction des icônes du langage VCM à partir des primitives (Lamy, 2009)

Ce SOC assisté par les icônes est composé de trois sous-systèmes (contre-indications, interactions médicamenteuses, effets indésirables). Chaque partie est à l'origine rédigée par des experts en pharmacie sous une forme textuelle appelée « Résumé des Caractéristiques du Produit ». Il est également considéré comme un entrepôt de connaissances médicales.

Les approches graphiques sont principalement classées en deux catégories: langage iconique et visualisation de l'information. Ici, les chercheurs ont développé un langage iconique nommée VCM (visualisation des connaissances médicales) (Lamy, 2008a) (Lamy, 2008b) qui utilise des icônes pour représenter tous les principaux concepts de la science médicale: la pathologie, le risque, la drogue, d'examiner, les habitudes de vie ...

Les chercheurs qui ont travaillé sur ce système d'icônes médicales ont commencé à illustrer explicitement des corpus complexes avec une représentation graphique, où les icônes combinent plusieurs parties graphiques. Mais dans ces études, peu d'attention a été portée à expliciter la structure de connaissances du système de tags par icônes. Ces approches demanderaient à être généralisées de façon plus systématique.

Dans le cadre du projet ANR Miipa-Doc «Méthodes et Services Intégrés Institutionnels et Participatifs pour la Classification à Facettes des Contenus Documentaires Complexes » (2008-2012), les chercheurs impliqués ont développé de nouvelles approches méthodologiques et logicielles de « Semiotags » pour permettre une gestion plus intégrée de la documentation d'entreprise en utilisant des icônes dans les facettes (Zacklad, 2011) (Desfriches Doria,2012). Pour taguer ou rechercher un article, les utilisateurs peuvent

sélectionner une ou plusieurs icônes par facette (cf. Figure 12). Par contre, les icônes dans toutes les facettes ne sont pas considérés comme relevant d'un cadre de structuration visuelle (la piste d'un Langage Visuel Distinctif n'a pas été spécialement étudiées, bien qu'un LVD serait facile à introduire dans ce genre de système d'icônes en facettes, qui ne vise pas par ailleurs la gestion de multiples points de vue sur les items métier comme le propose Hypertopic).

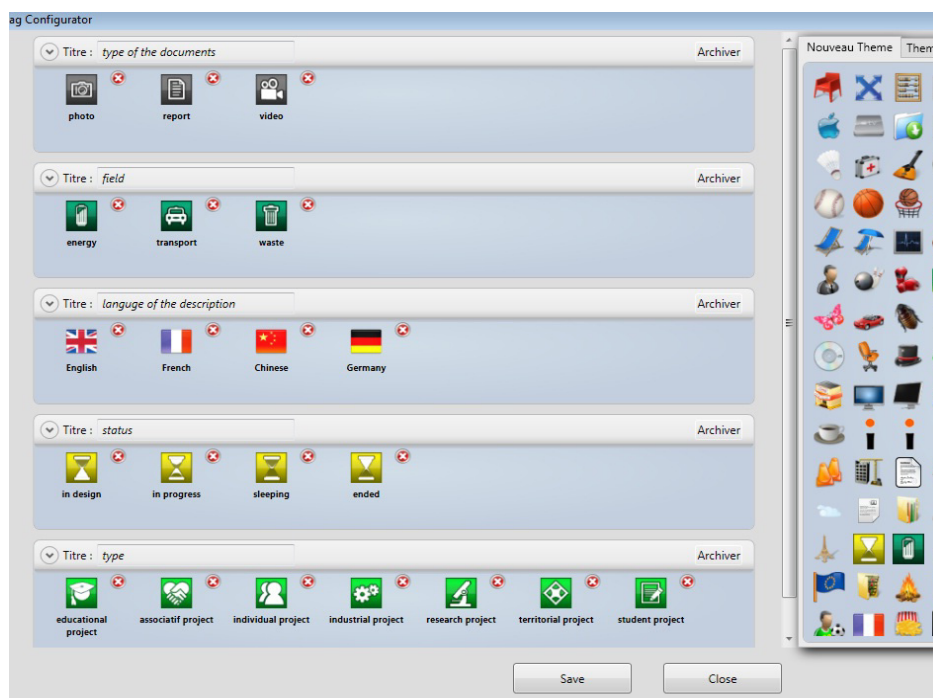


Figure 12 Logiciel documentaire à facettes en utilisant des icônes (Zacklad et al., 2011)



### 3.4 L'Icône et la structure graphique

Suite aux éléments présentés dans le Chapitre 2 et dans les parties précédentes, on peut espérer que la représentation imagée incluant des icônes puisse aider à améliorer la compréhension de tags. Toutefois, cela doit s'accompagner d'une méthode d'élaboration plus visuelle pour représenter la structure de tags, qui permette de recourir aussi au visuel pour identifier la catégorisation de tags et des liens vers les items ou ressources marqués par ces tags. En même temps, une structuration visuelle simple devrait encourager les utilisateurs à participer à la conception variable du système iconique.


Pour créer un système visuellement structuré de tagage, nous avons étudié les travaux antérieurs sur la structure (catégorisation) de la représentation visuelle, principalement sur les icônes. Les résultats et les conclusions peuvent suggérer comment mettre en place une structure explicite dans un groupe d'éléments et de traits graphiques, qui bénéficiera également à la catégorisation visuelle des tags dans un système de tags.

Il faut d'abord revenir à la nature sémiotique de l'icône. Les signes réels, comme les icônes de catégorisation dans un domaine, sont les compositions élémentaires des cas sémiotiques élémentaires de Peirce, et le mécanisme de la sémiotique rappelée précédemment (cf. Figure 8) s'applique. Pour être complet, le signe n'est pas seulement défini par son objet, mais aussi par son caractère propre et son interprétant (voir ci-dessous, le cas de l'interprétation de la colère comme indice ou signal) (cf. Tableau 1). C'est important, car les signes (comme nos icônes de catégorisation) sont saisis et rendus dans diverses activités collectives, en particulier dans les pratiques de communication. Umberto Eco (Eco, 1979) inventorie quatre types de «travail matériel» que différents «modes de production» du signe, quand les acteurs de la communication sont amenés à reconnaître, à répliquer, à montrer ou à inventer le signe.

**Tableau 1 Exemples d'icônes mettant en évidence des fonctions sémiotiques spécifiques**

Exemple d'icônes	Les caractéristiques sémiotiques prédominant dans l'icône
 <p>photo</p>	<p>Considérant la relation entre le signe et son objet, le signe <i>iconique</i> (Peirce). Il s'agit d'une <i>image</i> (Arnheim) (niveau d'abstraction inférieur à la chose elle-même). Une conséquence est une représentation plus réaliste de l'objet que dans les autres cas ou une fonction plus détaillée associée à l'interprétation et la remémoration.</p>
 <p>projet éducatif</p>	<p>Considérant la relation entre le signe et son objet (Peirce), il peut être classé comme un <i>indice</i> et un <i>symbole</i>; la fonction <i>symbolique</i> (Arnheim) est prédominante, il met l'accent sur des caractéristiques essentielles, par analogie ou symbolisme - simplifié - mais pourraient être davantage affecté par le contexte que le cas précédent (par exemple si le symbole n'est pas</p>



	reconnu dans certaines cultures).
 idée	La relation entre le signe et son objet est <i>symbolique</i> (Peirce). Il est un <i>simple signe</i> (Arnheim) n'ayant aucun lien intuitif entre l'icône et le référent - abstraite, simple - l'association doit être apprise.

L'icône est une représentation imagée montrant les caractères graphiques comme une image et les caractères sémiotiques comme un signe. Sa catégorisation dépend principalement de ces deux aspects. Les catégorisations existantes d'icônes se concentrent plus sur les caractères sémiotiques. Dans son étude sur la taxonomie d'icône de (Wang, 2007) a présenté 9 taxonomies et comparé les terminologies utilisées, y compris la théorie de signe de Peirce (Peirce, 1931). L'étude montre que la catégorisation d'icônes s'appuie sur la forme physique. Elle avance aussi une conclusion mentionnant que, plus une icône est liée au monde réel, plus elle est compréhensible par des utilisateurs. Une autre synthèse sur la taxonomie d'icône de (Nakamura & Zeng-Treitler, 2012) a déclaré une taxonomie plus complète allant du signe au pictogramme. En plus des critères mentionnés dans les travaux de Wang, ils ont souligné la catégorisation d'icône basée sur la relation signe-objet (cf. Tableau 2). Cette méthode de catégorisation a permis aux utilisateurs d'identifier la structure d'icônes en comprenant leurs objets représentatifs. Les icônes signifiant la même catégorie d'objets seront cataloguées dans le même groupe. Bien qu'il existe d'autres méthodes de catégorisation comme l'étude menée par McDougall et ses collègues mettant en place les quatre critères d'une icône : la complexité, le concret, la distance sémantique et la familiarité des icônes (Isherwood *et al.*, 2007) (McDougall *et al.*, 1999) (McDougall et Isherwood, 2009), elle demande une enquête plus et une intégration approfondie dans des unités graphiques et sémiotique.

Cependant, pour identifier la structure des icônes, les méthodes précédentes ont besoin d'éclaircir leur signification comme dans le cas des tags textuels. En outre, la compréhension d'une icône est une tâche cognitive complexe qui varie en fonction de différents utilisateurs, des niveaux et des objectifs cognitifs d'information (Babbitt *et al.*, 1990) (Huchingson, 1981). Ce sera un gros problème pour parvenir à un consensus sur l'identification de la structure d'icônes en s'appuyant sur les niveaux de la reconnaissance de chaque utilisateur.

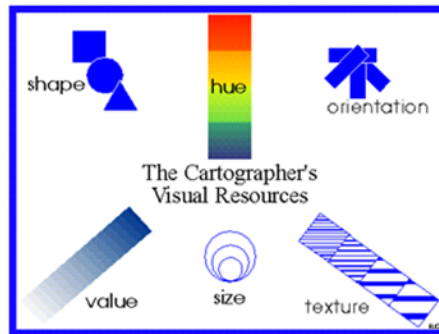
**Tableau 2 Synthèse des catégorisations d'icônes étudiées sous les critères théoriques différentes**

<b>Classification systems based on pictograph characteristics</b>			
	<b>Pictograph does not resemble any real object</b>		<b>Pictograph resembles real object</b>
Lindgaard et al.	Abstract	Mixed	Depictive
Blattner et al.	Abstract	Semi-Abstract	Representational
<b>Classification systems based on the relation between pictograph and referent</b>			
	<b>Arbitrary</b>	<b>Direct</b>	<b>Indirect</b>
Lodding	Arbitrary	Representational	Abstract
Webb et al.	Sign	Pictorial	Symbolic
Purchase	Symbolic	Concrete-Iconic	Abstract-Iconic
Rogers	Arbitrary	Resemblance	Exemplar/Symbolic
Lidwell et al.	Arbitrary	Similar	Example/Symbolic
Gaver	Symbolic	Nomic	Metaphorical Structure/Metonymic

Une autre série de recherches sur la méthode de catégorisation s'est focalisée sur les caractères graphiques de représentation visuelle. Dans son étude-phare sur la sémiotique graphique (Bertin, 1983) a proposé six variables visuelles de base. Il a constaté que ces variables visuelles n'ont pas la même capacité d'exprimer des informations (cf. Figure 13). La couleur et la forme, par exemple, sont incapables de traduire les rapports quantitatifs alors qu'ils peuvent exprimer parfaitement les différences de l'information graphique. Bertin a exposé la façon d'utiliser la perception humaine en fonction de chaque variable lorsque l'on catalogue un ensemble d'objets graphiques. Bien que la théorie de Bertin ait contribué d'abord à comprendre la façon selon laquelle ces variables visuelles permettent de distinguer différentes zones géographiques, la conclusion est universelle pour tous les types d'éléments graphiques ainsi que de donner une explication précise de caractères graphiques d'icônes. Les variables graphiques doivent être prises en compte dans la conception d'icônes pour représenter des connaissances et des informations. La perception sensible peut être évoquée pour identifier la catégorisation lorsque la variable appropriée est choisie.

Plusieurs applications utilisent les « glyphes » pour la visualisation de logiciel (Boukhelifa *et al.*, 2002) (Chuah & Eick, 1997) et la représentation des points dans un espace de dimension K (Chernoff, 1973). Elles montrent par exemple comment une composition complexe de certaines variables graphiques est appliquée pour distinguer visuellement une série

d'informations. Les représentations visuelles seraient automatiquement classées dans les catégories différentes lorsque l'un des caractères graphiques communs est changé. Chaque représentation graphique complexe est associée à un objet qui représente par une convention et non par une signification directement explicite. Comme les icônes de systèmes médicaux, ces applications visuelles ont plus d'effet dans des domaines de catégorisation spécifique. La composition de composants graphiques nécessite un long apprentissage et ne peut pas être dupliquée dans d'autres domaines.



Symbol	interpretation	Level of the organization of the visual variables			
≡	The associative perception is used when trying to equalize a variation to regrouping the correspondences (all the categories of this variation combined).	≠	≠	○	Q
≠	Otherwise, it is dissociative.	≠	≠	○	
≠	The selective perception is used when attempting to answer the question "where such a category is?" The eye must isolate all the items in this category, removing all other signs and perceiving the image formed by the sought category.	≡	≠	○	
○	The orderly collection is used when attempting to compare two or more orders.	≡	≠		
Q	The quantitative perception is used 1) when attempting to define the signs between which there are so many relations, 2) when trying to classify the homogeneous signs.	≡			

**Figure 13 Six variables graphiques analysées par Bertin et ses fonctions sémiotiques (Bertin 1983)**

Selon (Patrick, 2012), l'intégration entre la catégorisation sémiotique et la catégorisation graphique a commencé à partir de Google Maps. Les tags iconiques sur la carte marquent des informations accessibles à travers des symboles représentant ainsi des couleurs affichées pour expliciter la catégorie d'informations. Des applications réussies des icônes bien structurés conduisent à deux méthodes pour identifier la structure de tags iconiques: avec l'objet représenté par l'icône ou avec l'une des variables graphiques. Basé sur la manifestation empirique des icônes sur Google Map (cf. Figure 14), nous pensons à la généralisation en profondeur pour faire un lien possible entre les représentations visuelles de structure avec une catégorisation de tags plus complexe et plus large du système de tags en respectant la gestion collaborative des connaissances (Ma et Cahier, 2011a), dans lequel une seule variable graphique (comme la couleur) n'est pas suffisante.



Figure 14 Icônes en couleurs différentes dans la Google Map pour représenter des informations géolocalisées sous les catégories variées (Patrick, 2012)

### 3.5 Conclusion

Après avoir étudié les travaux sur la représentation iconique dans ces deux chapitres de l'état de l'art, il ressort de nombreuses raisons pour lesquelles les icônes pourront aider à interpréter symboliquement des connaissances et à visualiser la relation sémantique par ces apparences graphiques. Ces avantages pourront nous aider à développer un outil IHM pour améliorer la présentation du système de tags pour comprendre des connaissances et leur structure. Par contre, concernant les tags de connaissances, il apparaît que les études existantes ont surtout travaillé soit sur la représentation de tags isolés, soit sur la structuration de tags textuels. Nous nous concentrons sur la définition d'une méthode pour améliorer la présentation d'un système de tags du SOC en réfléchissant à la fois à la représentation de chaque tag et la structuration de tags.

## **4 Modélisation et expérimentation du format du système de tags iconiques basé sur Hypertopic**

Dans les deux chapitres précédents, nous avons présenté l'état de l'art sur les systèmes de tags et sur les icônes. Un système de tags s'intéresse non seulement à la représentation de chaque tag, mais aussi à la *structure* des tags. Face aux limites des tags textuels et l'avantage visuel de la représentation iconique, nous faisons l'hypothèse que les tags iconiques structurés avec les régularités graphiques améliorent l'efficacité des systèmes de tags, en particulier pour les applications orientées vers l'annotation participative, le partage des connaissances et d'autres types d'activités concernant les tags. Dans ce chapitre, nous proposons alors notre approche du Langage Visuel Distinctif basé sur le modèle Hypertopic (Zhou *et al.*, 2006) pour construire un système de tags iconiques bien structuré. Cette approche offre un lien possible entre la conception graphique d'icônes, l'Ingénierie des Connaissances (IC) et le travail coopératif assisté par ordinateur (TCAO). Nous explicitons la question scientifique centrale de la thèse, quant à la possibilité pour une telle approche d'être efficace en termes d'ingénierie des connaissances. Nous présentons à la fin du chapitre une première évaluation de cette hypothèse par une première expérience comparative, sur une tâche de tagage recommandé, dont les résultats valident en partie notre hypothèse.

### **4.1 Modélisation d'un système de tags iconiques basé sur Hypertopic**

Pour mettre en place un système de tags iconiques, la visualisation de la structure des tags est aussi importante que la représentation de chaque tag. La structure visuelle des tags iconiques facilite la recherche et complète les étiquettes imagées. Par conséquent, il faut simultanément

confirmer la façon de structurer les tags, les iconiser et iconiser leur structure. Les tags, dans un système de tags destiné à un SOC, peuvent être considérés comme les thèmes (topics) pour spécifier une catégorisation possible des connaissances, ce qui signifie que confirmer la structure des tags est, en fait, recommander une méthode pour organiser des informations et des connaissances dans le contexte des métiers concernés. Puisque le processus de catégorisation est impliqué dans le domaine de l'Ingénierie des Connaissances, structurer les tags iconiques a besoin de la contribution d'un modèle de connaissance existant (Hypertopic, cf. section 2.4) pour lequel la méthode de catégorisation des connaissances a déjà été étudiée en ce qui concerne les thèmes textuels.

L'idée est de profiter de la catégorisation des tags textuels faite par Hypertopic (à partir de thèmes et de valeurs d'attribut) et de l'iconiser pour une meilleure visualisation pour les tags séparés et leur structure (cf. Figure 15). Ici, nous pensons d'abord au cas le plus simple – le système de tags recommandé par des experts, où un tag possible correspond à chaque sujet et valeur d'attribut. L'expérience décrite en fin de ce chapitre a également été menée en termes d'association bijective (« un tag-une icône »).

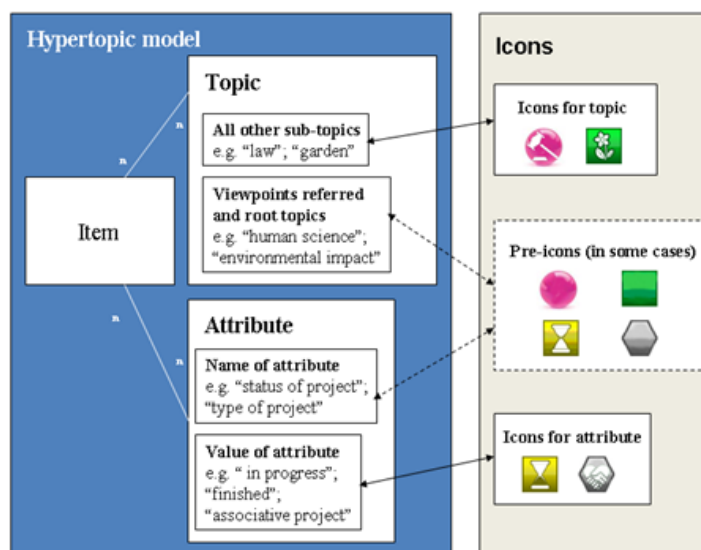


Figure 15 Le modèle que nous proposons pour construire un système de tags iconiques basé sur Hypertopic

Ultérieurement, cette approche sera également étendue pour les systèmes de tags non-recommandés. Dans ce cas, plus d'un tag textuel sera proposé pour indiquer les thèmes de chaque catégorie dans des vocabulaires et des langues variés. Dans les deux cas, la structure des tags respecte toujours Hypertopic. Tant que les tags se conforment à cette structure, nous pouvons les iconiser de la même manière pour créer plus d'icônes possibles en termes de relations « plusieurs-à-plusieurs ».

Les caractères symboliques interpréteront la connaissance représentée par les tags tandis que les caractères graphiques aideront à visualiser la structure dans le système de tags. Parmi les trois éléments principaux de Hypertopic indiqués au chapitre 3, les thèmes (au sein de points de vue) et les valeurs d'attributs constituent les éléments, au départ textuels, que nous voulons iconiser. En particulier, nous proposons d'utiliser un groupe d'icônes spéciales appelées « pré-icônes » qui sont conçues pour représenter le point de vue, un thème de niveau supérieur, ou un nom d'attribut. Elles sont considérées comme les bases graphiques pour signifier la structure des tags iconiques. D'autres tags iconiques de chaque catégorie (les thèmes de niveau fin ou les valeurs d'attributs) seront précisés par la combinaison des signes concrets sur les pré-icônes correspondantes. Toutefois, la pré-icône de l'attribut n'est pas toujours nécessaire. Par exemple, lorsque nous représentons les valeurs de l'attribut « langue », il pourrait être considéré comme assez clair de les représenter de manière indépendante avec des codes empruntés aux couleurs conventionnelles des drapeaux nationaux ou régionaux, sans qu'il y ait ni pré-icône (par exemple la forme explicite du drapeau) ni de signe graphique communs.

Le modèle que nous proposons peut être considéré comme un «organisateur graphique » que nous proposons d'appeler un Langage Visuel Distinctif (LVD) (cf. Figure 16). Dans notre proposition, de plus, le LVD a pour but de caractériser visuellement la catégorisation et les objets classés selon le protocole Hypertopic. Dans l'expression « Langage Visuel Distinctif », nous employons le mot « langage », non comme une langue, mais comme une notion large qui nous permet de communiquer les uns avec les autres d'une manière relativement facile (Nakamura & Zeng-Treitler, 2012). Nous l'appelons Langage Visuel Distinctif, car il prend en charge la communication en s'appuyant sur la convention préétablie ainsi que la représentation explicite de la structure particulière de tags pour la communication comme le tagage et le partage des connaissances.

Le LVD est appliqué dans les systèmes de tags dans le but d'illustrer visuellement la catégorisation des mots qui, plus tard d'obtenir un consensus implicite des relations sémantiques existant dans ces tags ainsi que les connexions entre les ressources tagués. Par conséquent, le LVD s'intéresse plus à la structure visuelle de tags qu'au symbole de chaque icône. Selon la théorie de Bertin sur la capacité représentative de six variables visuelles

(Bertin, 1983), trois sont peu utiles pour cet objectif, aussi avons-nous choisi de les éliminer en première approche: la taille, l'orientation et la valeur. Cela provient de la difficulté d'exprimer la différence d'information graphique avec l'aide de ces trois variables. Pour des raisons esthétiques, les icônes sont censées être conçues avec une taille unifiée. Surtout quand on veut les afficher sur le web, il n'est pas pratique de concevoir la taille appropriée pour chaque tag iconique et pour la nouvelle catégorie de tags. L'orientation peut causer le même problème. Un objet 3D qui tourne à 45° fait peu de différence avec le même objet qui tournerait à 60° sur un écran Web. Enfin des icônes qui utiliseraient des valeurs variées se heurteraient aux paramétrages et aux conditions différentes d'un écran d'ordinateur à un autre. Choix limité de l'orientation et de la valeur rend également moins possible de concevoir des catégories emblématiques d'un système de tag à grande échelle.

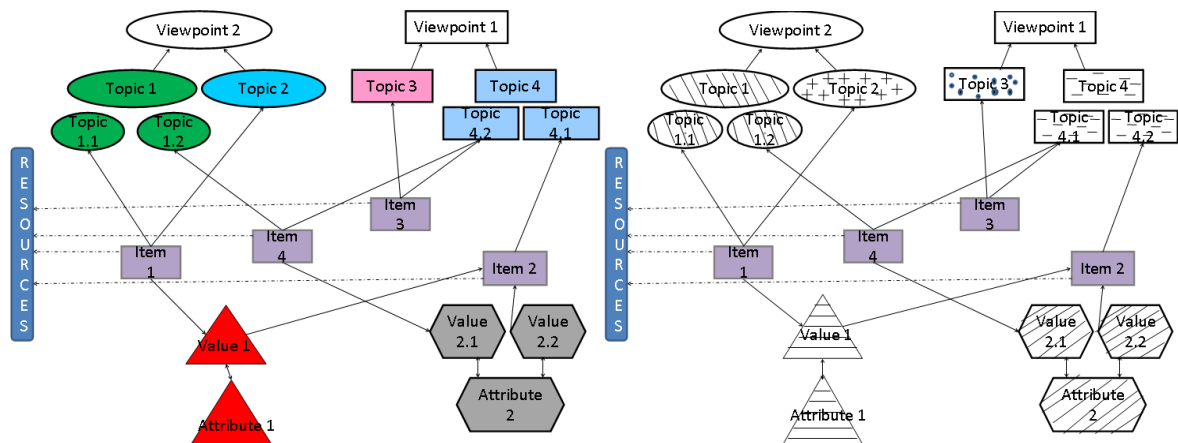


Figure 16 Langage Visuel Distinctif - Régularité graphique de la création d'un système de tags iconiques - basé sur Hypertopic (à gauche : version colorée, à droite, version monochromatique)

En revanche, la forme, la couleur et la texture sont très utiles, c'est pourquoi en première approche nous les avons privilégiées pour la création de LVD satisfaisant la structure du système de tags iconiques (cf. Figure 16 - gauche). Dans cet exemple, les pré-icônes pour les points de vue sont essentiellement distinguées les unes des autres par la forme. Des thèmes au premier niveau, sont également distingués par des pré-icônes avec une signification supplémentaire apportée par la couleur. Puisque les tags iconiques de thèmes sont encore catalogués dans des catégories différentes, il est logique d'ajouter la nouvelle variable graphique pour les thèmes dans le deuxième niveau. Cependant, d'une part le nombre de



variables graphiques est limité ; d'autre part les variables graphiques excessives réduisent la lisibilité de la catégorisation de tags. Visant à simplifier le système de tags iconiques, les thèmes à partir du deuxième niveau gardent toujours le même code visuel (forme, couleur) sans être distingués par des nouvelles variables graphiques.

La règle graphique est pareillement appliquée aux attributs. Le nom d'attribut est iconisé par la pré-icône avec les formes colorées, puis on détaille la valeur en ajoutant le symbole à la pré-icône. Les couleurs choisies dans la Figure 16 sont juste un exemple pour montrer l'idée de visualiser la catégorisation des tags par des variables graphiques sans test strict sur la perception de couleurs. Cependant, la couleur et la forme sont censés intervenir conjointement dans la visualisation des catégories, sans qu'aucun de ces facteurs ne domine.

Dans une application, il faut éviter les cas où deux variables des pré-icônes sont trop proches. Par exemple, deux catégories sous le même point de vue (la même forme de pré-icônes) ne devraient pas être représentées par les couleurs proches, comme le bleu et bleu foncé. Considérant le cas des personnes daltoniennes la version en noir et blanc peut ainsi être plus facilement dérivée. En cas d'impression limitée au « noir et blanc », une couleur variable pourra être remplacée par la texture (cf. Figure 16), tout en s'efforçant de préserver l'essentiel des autres règles de la version couleur. Dans le cas monochromatique, la couleur sera remplacée par la texture comme deuxième variable graphique (cf. Figure 16 - droite) en ne changeant pas les autres règles dans la version colorée (sauf cas particuliers mentionnés dans le paragraphe précédent, comme l'attribut «langue»).

Dans le modèle que nous proposons, la version finale de tous les tags iconiques, pour les thèmes et les attributs, ne fait aucune différence visuelle sauf s'ils sont spécifiquement marqués. Les pré-icônes permettent d'indiquer que des tags iconiques viennent de la même catégorie de point de vue ou de thème, et du même nom d'attribut.

La question scientifique, que nous allons désormais pouvoir nous poser plus complètement maintenant, est celle de l'apport de notre proposition au SOC et à son usage : nous posons en effet que les tags basés et « bien structurés » sur ce LVD Hypertopic sont plus efficaces pour l'annotation et le partage. Sont-ils plus efficaces que les simples tags textuels ? Sont-ils plus

efficaces que les tags iconiques non soutenus par un LVD ? Ces deux questions méritent d'être posées.

Différent des systèmes de tags purement textuels, les tags iconiques bien structurés fournissent une représentation graphique des tags textuels. La partie « symbole » de l'icône améliore la compréhension de la signification des tags, ce qui implique une compréhension plus profonde sur le contenu des documents marqués par des icônes, ou du moins, donne une confirmation graphique d'un sens imaginé. Les tags iconiques permettraient au tagage et au partage des connaissances d'être adoptés dans un environnement multilingue. Ils sont plus compréhensibles en comparaison que des tags purement textuels qui ont besoin justement d'une icône appropriée en complément du vocabulaire standard et des langues concernés.

En plus de l'amélioration attendue au niveau d'un tag isolé, l'amélioration est attendue aussi au niveau de la structure visuelle explicitée par le LVD des tags, et dans les relations sémantiques entre les tags et les ressources marquées par ces tags. Les codes graphiques signalés dans un contexte collaboratif visent, grâce au LVD Hypertopic, à un consensus sur la structure de tags dans un système commun de tagage, même s'il subsiste des différences de points de vue.

Les tags affichés avec la même couleur (même texture) ou la même forme suggèrent la même catégorie ou le même point de vue, et aident à s'accommoder et à se souvenir de cette complexité. Dans le processus de tagage plus tard, il suffira de choisir les tags de chaque catégorie visuelle plutôt que d'une grande unité entière. En particulier, les tags concernant plusieurs catégories de thèmes seront mieux représentés avec des icônes indépendantes en ne changeant que les pré-icônes. Par contre si un tag de ce type est sous le format textuel, il ne pourra pas expliciter toutes les catégories de connaissances correspondantes. Par exemple, le tag « énergie renouvelable » pourra être associé à la catégorie des connaissances « portée environnementale » ainsi qu'à la catégorie « portée économique ». Lorsqu'il est dans un système de tags textuels, le tag « énergie renouvelable » est toujours sous la même expression, même si dans certains cas il souligne le sens environnemental, l'autre s'intéresse pas du tout à l'environnement. Par rapport au cas textuel, le système de tags iconiques basé sur le LVD permet à un seul tag de devenir deux tags iconiques qui sont représentés par les deux pré-

icônes correspondant aux deux catégories différentes. Chaque tag iconique se relie à la même connaissance mais dans un point de vue différent.

Afin d'évaluer l'avantage conceptuel de notre solution en termes d'interprétation symbolique du contenu et de structure explicite des icônes du code graphique, nous avons construit un système de tagage basé sur le LVD dans le domaine du développement durable (partiellement montré dans la Figure 17). Tous les tags sont générés à partir de sept groupes de thèmes (points de vue) et de trois catégories de nom d'attribut, avec une pré-icône pour chacune de ces dix catégories. Ce système de tags a servi à l'expérience que nous allons maintenant décrire.

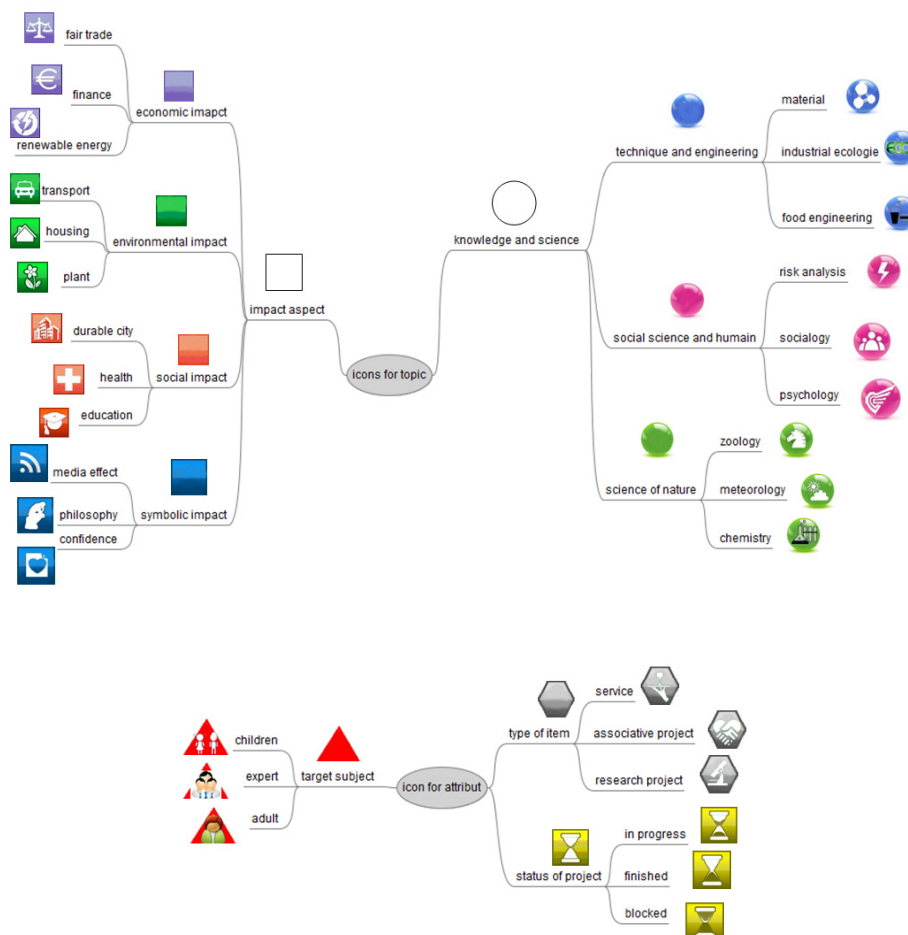


Figure 17 Une partie du système de tags iconiques respectant un LVD basé sur Hypertopic, utilisé dans les expériences

## **4.2 Première expérimentation – validation de l'efficacité du système**

Cette première expérience de tagage a été effectuée en laboratoire « sur table et sur papier ». En attendant d'avoir pu développer un dispositif informatisé permettant des vérifications plus complètes également en laboratoire (cf. Chapitre 5 suivant) il s'agissait déjà d'affiner notre hypothèse scientifique et de vérifier certaines de nos intuitions. Le but de cette première expérience était d'évaluer avec un groupe d'étudiants l'efficacité supplémentaire éventuellement procurée par le tagage iconique, dans un système de tagage iconique sur papier basé sur un LVD.

En considérant que l'efficacité du système de tags est un sujet complexe associé à de nombreux facteurs cognitifs, nous nous sommes concentrés principalement sur l'amélioration de l'interprétation de tags et la visualisation de la structure de tags dans cette expérience par rapport à deux autres systèmes de tags: système de tags textuel et système de tags iconiques sans structure explicite. Comme plusieurs études antérieures sur les IHM ont souligné l'avantage de l'utilisation d'icônes par rapport à la représentation en texte seul, le système de tags textuel agit plutôt ici comme un élément pivot, dans le but de donner une norme générale pour les deux autres types de systèmes tag. Par contre, apprécier les caractéristiques différentes entre les deux types de tags iconiques nous intéressait davantage. Les résultats tirés de cette expérience ont également conduit à des arguments psychologiques, à la fois sur la représentation symbolique des icônes et les aspects cognitifs de la structure visuelle.

### **4.2.1 Participants**

Vingt-sept étudiants de l'Université de Technologie de Troyes ont participé à cette expérience. Le groupe était constitué de 13 étudiantes et 14 étudiants tous autour de 23 ans. Tous les participants ont été répartis au hasard en trois groupes en recevant un code de participant (A,

B, ou C): le groupe A pour les tags textuels (9 personnes), le groupe B pour les tags iconiques sans structure explicite (9 personnes) et le groupe C pour les tags iconiques basé sur le LVD (9 personnes).

#### 4.2.2 Matériel

Le matériel expérimental se compose de trois « présentoirs » de système de tags (cf. Figure 18) au format A3 et de 24 fiches d'items à taguer. Ils sont tous imprimés sur papier en couleur.

Les 88 tags – chaque tag a 2cm de côté - ont été affichés au hasard mais gardent la même disposition dans tous les trois présentoirs des groupes A, B et C en marquant le numéro correspondant en haut à gauche : les tags textuels (groupe A), les tags iconiques sans structure visuelle (groupe B) et les tags iconiques basés sur Hypertopic (groupe C). Les tags textuels sont sélectionnés depuis les tags structurés venant de sept catégories de thèmes et trois catégories d'attributs de CartoDD, un système d'organisation des connaissances dans le domaine du développement durable expérimenté antérieurement à l'UTT (Cahier *et al.*, 2010). Dans CartoDD, basé sur le protocole Hypertopic, les items sont tagués par des thèmes depuis les points de vue et complétés par les attributs. Il a donc été facile de construire après coup le LVD des icônes à partir de cette structure Hypertopic. Sept catégories de thèmes ont été choisies parmi les aspects d'impact (aspect économique, aspect environnemental, aspect social et aspect symbolique) et les aspects technoscientifiques (technologie et l'ingénierie, sciences sociales, sciences naturelles). Ont été aussi retenus trois noms d'attributs, en forme de facette : le type d'item (projet, article, activité...), le statut du projet (en cours, terminé...) et le public cible (enfant, expert...). Tous les tags textuels ont été disposés de la manière au hasard sur le présentoir avec les chiffres correspondants de 1 à 88 à leur coin en haut à gauche.

Dès que les 88 tags textuels ont été confirmés, nous avons cherché des icônes appropriées afin de composer les tags iconiques pour le groupe B. Ensuite il a fallu déterminer les pré-icônes du LVD pour le système de tags du groupe C, et créer sur ces pré-icônes les tags iconiques basés sur Hypertopic, mais en prenant soin de s'appuyer sur les mêmes symboles présents dans les tags iconiques du groupe B, comme montré dans la Figure 18 (si le tag « eau » du groupe B comporte un symbole de robinet, celui du groupe C utilise aussi ce symbole). Les deux types de tags iconiques sont *toujours sous-titrés*, avec des textes totalement identiques à ceux des tags textuels. Cette considération a été élaborée à partir de l'argument de

reconnaissance d'icône complexe (Haramundanis, 1996). Les sous-titres ont pour but d'éviter les effets variés de compréhension cognitive sur leurs icônes. La couleur des sous-titres des tags iconiques pour le groupe C reste compatible avec les pré-icônes tandis que celle des sous-titres du groupe B reste en noir. Les tags illustrés par le même texte occupent le même lieu sur les trois présentoirs et ont toujours été marqués par le même chiffre.



**Figure 18 Présentoirs des trois systèmes de tags (de g. à dr.): tags textuels, iconiques sans structure visuelle, iconiques basés sur Hypertopic**

Le matériel utilisé consiste aussi en 24 fiches (format A4) des items à taguer. Tous ces items sont choisis depuis CartoDD, avec des sujets variés du développement durable, tel que des réalisations territoriales ou des projets scientifiques ayant des impacts croisés sur l'eau, sur l'énergie ou sur le climat. De la sorte, un item pouvait facilement être tagué par plusieurs (3 à 6) thèmes ou attributs du présentoir. Le type des items est aussi très diversifié ; certains d'entre eux présentent des résultats ou des recherches en cours, tandis que d'autres décrivent une idée à ses débuts. Dans l'expérience menée, le principal critère de choix de ces items fut de bien couvrir la plupart des 88 thèmes et valeurs d'attributs des présentoirs. Chaque item est présenté par une fiche comportant une photo ou image, une dizaine de lignes de description en français et 15 cases vides pour mettre les tags choisis. Les 24 items furent proposés aux participants des trois groupes dans le même ordre fixe, selon un numéro indiqué sur chaque fiche.

### 4.2.3 Procédure

L'ensemble des 27 participants étaient présents ensemble dans la salle pour tirer au sort le code de participant Ax, Bx ou Cx (9 codes pour chaque groupe, ex. A3 = le 3ème participant du groupe A), code à rappeler ensuite sur tous les matériels expérimentaux (par ailleurs anonymes). Puis ils ont été séparés en trois salles indépendantes, avec un animateur surveillant dans chaque salle. Puis, pour que les expérimentateurs puissent connaître les niveaux en français et en développement durable, chaque participant dut remplir un pré-questionnaire (cf. Annexe 3).

Une fois que tous les participants ont terminé le pré-questionnaire, ils se voient distribuer les 24 fiches d'items et le présentoir du système de tags : groupe A avec les tags textuels, groupe B avec les tags iconiques sans structure visuelle et groupe C avec les tags iconiques basés sur Hypertopic. Après avoir compris la consigne, ils taguent les items l'un après l'autre en utilisant les tags du présentoir et en notant le numéro correspondant dans les cases vides. Il suffit de mettre entre 1 et 15 tags, sans priorité. Les participants ne peuvent pas revenir aux items précédents, et doivent avoir fini de taguer l'item précédent avant de prendre la fiche suivante. Le processus de tagage est limité à 50 minutes, même s'ils n'ont pas terminé la tâche. Nous les avons encouragés à trouver des tags avec la meilleure qualité possible sans se soucier trop de quantité ni de vitesse.

L'expérience se poursuit par un post-questionnaire en deux parties. Dans la 1ère partie, conçue pour tous les participants, ils devaient répondre à trois questions en regardant le présentoir. La question n°1 concerne la compréhensibilité du présentoir utilisé en proposant des annotations et commentaires, en écrivant cinq tags les plus compréhensibles ainsi que cinq les moins compréhensibles. Dans la question n°2 il est demandé à tous de signaler une catégorie de tags et de la nommer. Nous avons ensuite comparé cette catégorie avec la catégorisation du LVD : sept catégories des thèmes et trois catégories d'attributs (marquées par les pré-icônes accessibles au seul groupe C). Les participants étaient aussi encouragés à commenter l'utilisabilité du système de tags et à donner des suggestions précieuses.

L'autre partie du post-questionnaire a consisté à tester la mémorisation la compréhension et la reconnaissance des tags iconiques comparée des deux types de tags iconiques (pour les seuls groupes B et C cf. Figure 18), en enlevant cette fois le présentoir. Le test prenait la forme d'un quizz mettant en correspondance 12 tags iconiques et des textes.

## 4.2.4 Résultats

### Pré- questionnaire

Le Test d'homocédasticité Levene n'a pas révélé une hétérogénéité significative entre les variances sur les scores aux tests de connaissances préalables ( $F < 1$ ,  $P = 0,902$ ). Les scores moyens sur le test de connaissances sont 1,1 (SD = 1,05) pour le groupe A, 0,9 (SD = 1,05) pour le groupe B et 1,0 (SD = 1,00) pour le groupe C. Une analyse de variance réalisée sur les performances dans le pré-questionnaire n'a révélé aucune différence significative ( $F < 1$ ).

### Processus de tagage

Nous avons proposé la méthode de la matrice d'experts pour évaluer la qualité de tagage. Cinq experts sur le développement durable ont été invités à taguer les 24 items avec 88 tags textuels donnés dans l'expérience sans limite de temps (en tenant compte tags dans trois types de présentoir représentent les mêmes objets, les tags textuels sont choisis pour vérifier leurs pertinences aux items). Il était demandé aux experts de donner à chaque tag une note de 0 à 5 pour représenter le degré de corrélation aux items. 5 correspond à la plus forte corrélation (0 à aucune relation). La notation des cinq experts compose une matrice appelée la matrice d'experts montrant la relation entre les tags et les items (cf. Tableau 3)

**Tableau 3 Matrice de tagage d'expert et matrice de tagage de participant**

	<i>Item 1</i>	<i>Item 2</i>	<i>Item j</i>	...	<i>Item 24</i>
Tag 1	0	0	1	...	0
Tag 2	3	4	2	...	1
Tag i	2	2	1	...	0
...	...	...	...	...	...
Tag 87	5	4	5	...	3

	<i>Item 1</i>	<i>Item 2</i>	<i>Item j</i>	...	<i>Item 24</i>
Tag 1	0	0	1	...	0
Tag 2	1	1	0	...	1
Tag i	0	1	1	...	0
...	...	...	...	...	...
Tag 87	1	0	1	...	1



De même, le résultat de tagage de chaque participant est mis sous la forme de 27 matrices repérées par les numéros de participant X. Les matrices des participants ne comportent que des 1 et des 0: 1 se réfère aux tags utilisés alors que 0 aux tags non indiqués dans les boîtes.

Pour analyser la qualité de tagage de participant X, la formule ci-dessous est appliquée.

$$R_x = \sum_{i=1}^{87} \sum_{j=1}^{24} TE_{ij} \bullet TPx_{ij} \quad (1)$$

Où

- $TE_{ij}$ : chiffre dans le rang i et la colonne j de la matrice d'experts de tagage ;
- $TPx_{ij}$ : chiffre dans le rang i et la colonne j de la matrice de tagage de participant x

$R_x$  (1) est une variable complexe qui intègre la qualité et la rapidité de tagage. La qualité de tagage s'associe au degré de tags appropriées qui ont été choisis. Ces tags impliquent une grande qualité sur des connaissances relativement résumées par la proposition des experts. Par ailleurs, la matrice de participant avec « 0 » dans les quatre dernières colonnes signifie que le participant n'a pas eu assez de temps pour finir tous les éléments et sa vitesse de tagage affectera implicitement la sortie de  $R_x$ . Par conséquent,  $R_x$  est un indicateur pour comparer les résultats du tagage des trois groupes et expliquer l'efficacité du système de tags.

Après avoir vérifié que l'homocédasticité des variances a été respectée ( $F < 1$ ), les  $R_x$  (4.1) sont analysés par les analyses répétées des variances (ANOVA). Le groupe C utilisant le système de tags iconiques basé sur Hypertopic ( $M = 246,3$ ,  $SD = 49,1$ ) a de meilleurs résultats que le groupe A avec les tags textuels ( $M = 198,7$ ,  $SD = 39,4$ ),  $MD = 47,6$ ,  $P = 0,037$ . De même, le groupe C ( $M = 246,3$ ,  $SD = 49,1$ ) ont montré un effet significatif dans  $R_x$  par rapport le groupe B utilisant le système de tags iconiques sans structure visuelle ( $M = 199,2$ ,  $SD = 40,2$ ),  $MD = 47,1$ ,  $p = 0,041$ . Par contre, il n'y avait pas de différence significative entre  $R_x$  dans le groupe A ( $M = 198,7$ ,  $SD = 39,4$ ) et le groupe B ( $M = 199,2$ ,  $SD = 40,2$ ),  $MD = 0,5$ ,  $P = 0,977$  (cf. Tableau 4).

**Tableau 4 Moyenne des  $R_x$  des trois groupes pour évaluer la performance de tagage**

Type of tags	Mean	SD
Group A Textual tags	198.7	39.4
Group B Iconic tags explicit structure	199.2	40.2
Group C VDL-based iconic tags	246.3	49.1

Type of tags	MD	P
Group A vs Group B	0.5	0.977 (>0.05)
Group B vs Group C	47.1	0.041 (≤0.05)
Group A vs Group C	47.6	0.037 (≤0.05)

## Post-questionnaire

### Structure

La prédiction critique de l'identification de la structure des tags (la première partie du post-questionnaire) concerne la comparaison avec les catégories du LVD (sept catégories des thèmes et trois catégories des attributs). Les participants qui sont en correspondance complète par rapport au profil de tagage proposé par les experts obtiendront 2 points. Ceux dont la catégorie correspond partiellement à l'une des catégories proposées sont crédités de 1 point. Enfin aucun point n'est obtenu pour les participants en cas d'adéquation avec aucune catégorie proposée. En respectant l'homocédasticité des variances ( $F < 1$ ), la procédure d'analyse a été mise en jeu. Les résultats du groupe C manifestent une grande cohérence à la catégorisation de CartoDD ( $M = 1,4$ ,  $SD = 0,7$ ), qui a été sans surprise mieux réalisée que le groupe A ( $M = 0,7$ ,  $SD = 0,7$ ),  $MD = 0,7$ ,  $P = 0,035$  et le groupe B ( $M = 0,5$ ,  $SD = 0,8$ ),  $MD = 0,9$ ,  $P = 0,019$ . Au contraire, aucun écart important a été fait entre A ( $M = 0,7$ ,  $SD = 0,7$ ) et B ( $M = 0,5$ ,  $SD = 0,8$ ),  $MD = 0,2$ ,  $P = 0,645$  (cf. Tableau 5).

**Tableau 5 Performances moyennes de l'identification de la structure des tags des trois groupes**

Type of tags	Mean	SD
Group A Textual tags	0.7	0.7
Group B Iconic tags explicit structure	0.5	0.8
Group C Hypertopic-based iconic tags	1.4	0.7

Type of tags	MD	P
Group A vs Group B	0.2	0.645 ( $>0.05$ )
Group B vs Group C	0.9	0.019 ( $<0.05$ )
Group A vs Group C	0.7	0.035 ( $<0.05$ )

## Memorisation

L'évaluation de la mémorisation des tags iconiques est mise en œuvre par des points : une icône correspondant permet de gagner 1 point et le score total est 12. Les résultats du groupe B et C respectent l'homocédasticité des variances ( $F < 1$ ). Une analyse plus approfondie d'ANOVA montre une performance équivalente entre les deux groupes: le groupe B ( $M = 13,1$ ,  $SD = 0,8$ ), le groupe C ( $M = 13,6$ ,  $SD = 0,7$ ),  $MD = 0,5$ ,  $P = 0,273$  (cf. Tableau 6).

**Tableau 6 Performances moyennes de la mémorisation des tags iconiques des trois groupes**

Type of tags	Mean	SD
Group B Iconic tags explicit structure	13.1	0.8
Group C Hypertopic-based iconic tags	13.6	0.7

Type of tags	MD	P
Group B vs Group C	0.5	0.273 ( $> 0.05$ )

## 4.2.5 Discussion

Compte-tenu de la petite taille de l'échantillon de participants - à laquelle nous souhaitons remédier par une expérience ultérieure, cette fois informatisée permettant notamment d'augmenter ce nombre (cf. chapitre 5) - les résultats actuels sont apparus partiellement en accord avec nos prédictions. Comme prévu, le système de tags iconiques basé sur Hypertopic, dans le cas d'icônes sous-titrées, apparaît améliorer, d'une façon relativement significative, l'efficacité de tagage par rapport aux deux autres types de systèmes testés.

Tout d'abord, les tags iconiques basés sur le LVD Hypertopic améliorent de façon significative les effets de tagage par rapport aux deux autres types en termes d'intégration de

la qualité de tagage (expliqué dans la matrice d'experts) et sa vitesse. Ceci peut être expliqué par la théorie de double codage (Paivio, 1986) (Anderson, 2005) selon laquelle l'information verbale est mieux exprimée lorsqu'elle est accompagnée par une information visuelle. Le symbole de l'étiquette emblématique agit comme une illustration du texte et permet d'améliorer la lisibilité des étiquettes textuelles. Pour simplifier, on peut considérer en première approche que, une fois que l'utilisateur examine la fiche de l'item (photo, texte...) et comprend cet item, plusieurs tags pertinents apparaissent dans sa tête. Son travail suivant est de lire des tags dans le système de tags, un par un pour trouver la cible ou des tags proches. Lors de la lecture de tags, *il découvre ou comprend certains tags qui n'ont pas été retenus avant, mais qui aussi donnent un sens pour l'item. L'avantage de tags iconiques se manifeste à cette étape.* Les icônes dans les deux groupes B et C fournissent une traduction visuelle utile pour les connaissances complexes qui permet de la meilleure identification de tags. L'utilisateur trouvera de plus en plus précisément les tags appropriés qui n'étaient pas dans son propre « dictionnaire » avant la lecture.

En outre, on sait que le temps pour répondre aux images est beaucoup plus court que celui au texte (Mayer et Alexander, 2011), ce qui conduit à une rapide évocation des tags iconiques par rapport aux tags textuels. Lorsque l'utilisateur cherche un tag en vérifiant son expression verbale, il doit lire le texte pour le confirmer. Au contraire, il passera moins de temps à le trouver sur un tag imagé en prenant un rappel visuel s'il a besoin de mémoriser un tag iconique avec ses caractères graphiques. Dans les tags iconiques basés sur le LVD et les tags iconiques sans structure explicite, l'icône et le texte travaillent ensemble en poursuivant le même objectif par des canaux distincts. Par rapport aux tags textuels monocanaux, les tags iconiques offrent plus de choix pour la compréhension et la mémorisation.

Bien que les deux systèmes de tags iconiques présentent une capacité équivalente à l'interprétation symbolique et à la mémorisation imagée, une explication particulière rend compte de la différence entre eux : *la représentation de structure.* L'identification de la structure de tags intervient comme étape dans le processus de tagage, de trois façons :

Premièrement, lorsqu'un utilisateur découvre le présentoir, sa première perception cognitive le pousse à tenter de comprendre la structure des tags. La plupart des participants, de n'importe quel groupe, ont commenté dans le post-questionnaire qu'ils obtenaient une

mauvaise performance dans les cas où ils ressentaient une catégorisation peu claire des tags. Ce problème est explicitement confirmé par les résultats des groupes A et B. En particulier, les participants du groupe B disent avoir essayé de trouver une certaine structure existante au système de tags iconiques, alors que ces icônes « dépareillées » sont aussi diverses que les tags textuels pour trier les tags qui relèveraient de la même catégorie. En plus, disent-ils, le temps limité les força à terminer la tâche plutôt qu'à identifier la structure de tags. La meilleure performance sur l'identification (post-questionnaire) de la structure, obtenue par le groupe C a signifié que les codes graphiques du LVD, comme la couleur ou la forme, ont permis de visualiser la catégorisation. Certains des participants du groupe C ont décrit comment ils ont bénéficié de la structure visuelle pour le tagage : dès que le présentoir leur a été distribué, ils ont trouvé que les différentes couleurs de fond et les formes communes étaient un signe de la structure implicite des tags.

Deuxièmement, les utilisateurs réutilisent parfois les tags qui ont été attribués à des éléments de thèmes ou des valeurs d'attributs associés. Certains des participants dans le groupe C ont décrit la façon dont ils ont bénéficié de cet avantage, dans leurs commentaires de l'activité. Dès qu'ils ont eu le présentoir, ils ont constaté que les tags étaient représentés en plusieurs couleurs et formes comme un signal d'une structure implicite. Lors du tagage d'un item parlant d'un thème proche, les utilisateurs vont revenir pour vérifier les tags déjà utilisés et d'autres tags dans la même catégorie. Dans ce cas, *la structure visuelle (donc le LVD) leur permet de mieux et plus vite trouver ces tags «voisins»*. Par exemple, si quelqu'un a tagué un item en utilisant un tag iconique vert, il tente de consulter d'autres tags verts pour taguer cet item ou pour taguer un autre item qui parle d'un sujet proche.

Troisièmement, certains des participants ont déclaré que, après avoir identifié la structure visuelle des tags iconiques, ils ont pris l'habitude de choisir régulièrement au moins un tag depuis chaque catégorie visuelle (tags verts carrés, tags roses ronds ...), alors que dans les groupes A et B, les participants ignorent, conceptuellement, la catégorisation des tags. Aucune information explicite de la structure de tags ne passe dans ces deux types de système de tags qui pourrait être capitalisée dans le processus de tagage. Dans le cas C, sélectionner un tag approprié parmi 88 autres devient un choix depuis chaque catégorie visuelle (7 pour les thèmes, 3 pour les attributs). Cette efficacité augmente quand le nombre de tags augmente.

Cependant, un résultat inattendu a émergé entre les groupes A et B. Nous avons fait l'hypothèse que les tags iconiques sans structure amélioreraient le processus de tagage par rapport aux tags textuels. Mais cela n'a pas été significativement montré par le résultat. Plusieurs arguments pourraient être proposés pour l'expliquer. Tous les tags iconiques, rappelons-le, sont sous-titrés dans l'expérience, et le choix entre l'information visuelle et l'information verbale va servir aux participants dans la compréhension ou la redécouverte de tags. Or de précédents travaux (Kalyuga *et al.*, 2000) (Chandler et Sweller, 1991) (Chandler et Sweller, 1992) (Chandler et Sweller, 1996) ont observé que la restauration de la coréférence entre texte et illustration ne produit aucune amélioration des performances de compréhension. Certains participants du groupe B ont commenté qu'ils ont fait davantage attention aux icônes lorsqu'ils éprouvaient des difficultés à comprendre des mots professionnels dans le sous-titre. Ils ont identifié principalement un tag textuel par son sous-titre. Les tags iconiques sans structure auraient alors aussi bien fonctionné que les tags textuels. Le tagage du groupe C ont eu plus besoin du soutien textuel. Les participants n'étaient pas suffisamment confiants pour confirmer le sens du tag en s'appuyant sur l'expression visuelle, même si ces icônes ont aidé à la compréhension et la mémorisation. En outre, comme mentionné précédemment, Rx est une intégration de la qualité et la vitesse de tagage. Un Rx insatisfaisant pourra résulter de la qualité faible ou de la vitesse faible. Les participants du groupe B ont pris du temps à confirmer l'information visuelle par son texte ou à comprendre l'information textuelle par l'image correspondante, tandis que ceux du groupe A avaient des difficultés à comprendre ou à retrouver les tags textuel. En considérant ces deux facteurs de Rx, les tags iconiques sans structure reflètent un avantage évident par rapport aux textes. Le problème pourra aussi se poser au groupe C, mais l'amélioration apportée à la structure rééquilibre ce problème de coréférence.

### **4.3 Conclusion**

À travers des différents tests effectués dans cette expérience, les premiers résultats ont démontré que le système de tags iconiques basé sur le LVD améliore l'efficacité des processus de tagage par rapport au système de tags iconiques sans structure et au système de tags textuels. Cette amélioration profite essentiellement de la représentation visuelle de la structure

et de l'assistance aux icônes pour la compréhension ainsi que la mémorisation. Bien que la lecture de l'information alternative des sous-titres allonge probablement un peu le temps pour taguer, les bénéfices apportés par la catégorisation visuelle du LVD sont plus importants. Par contre, intégrant aussi la représentation visuelle (similairement aux tags iconiques basés sur le LVD) et la perturbation textuelle, les tags iconiques sans structure explicite n'ont pas montré une amélioration remarquable des grandeurs observées.

Bien que chaque tag dans le système de tags utilisé dans cette étude corresponde à une représentation iconique unique, cette approche pourra contribuer également aux cas « plusieurs-à-plusieurs » où il n'y a aucune contrainte de vocabulaire et chaque tag textuel peut avoir plusieurs icônes appropriées.

Comme le processus de tagage est une activité cognitive complexe, les études actuelles ne permettent pas d'établir une démonstration précise du comportement, en particulier cognitif, des participants. Ce n'est d'ailleurs pas l'ambition des expériences que nous avons menées, qui visaient davantage à évaluer scientifiquement l'avantage de notre proposition en tant que dispositif IHM. Cependant, ces résultats permettent d'affirmer principalement l'efficacité du LVD sur la représentation visuelle en particulier pour la structure de tags. Pour obtenir une observation plus profonde de ce système de tags spécial, nous avons ensuite engagé une seconde expérience prolongeant la précédente, mais cette fois informatisée et réalisée sur Internet. Cette seconde expérience, que nous décrirons au chapitre 5, garde l'essentiel du protocole de la précédente expérience « sur table et sur papier », en l'améliorant par les leçons intéressantes que nous en avons tirées. Une trace plus précise du comportement de tagage sera réalisée pour analyser et comprendre la perception de l'utilisateur sur le tagage social.

Dans le chapitre suivant, nous étudions aussi plus précisément la disposition dans le système de tags iconiques basé sur le LVD. Nous proposons une méthode sémantique pour arranger les tags iconiques dans une interface. Cette hypothèse est analysée et validée par la seconde expérience de tagage avec des traces intéressantes sur le test. Les deux expérimentations permettent d'élaborer un concept plus complet sur un système de tags iconiques basé sur le LVD.

Les travaux de ce chapitre ont fait l'objet de plusieurs publications internationales et nationales : (Ma et Cahier, 2011a) (Ma et Cahier, 2011b) (Ma et Cahier, 2011c) (Ma et Cahier, 2012a) (Ma et Cahier, 2012b) (Ma et Cahier, 2012c).



## 5 Modélisation et expérimentation du dispositif du système de tags iconiques basé sur Hypertopic

Après avoir validé le format des tags iconiques, nous réfléchissons à la façon de les afficher simultanément. La présentation des tags recommandés d'un système de tags donne un apport relatif au nuage de tags. Quand un petit groupe de tags est concerné, la zone d'affichage du système de tags peut être considérée comme un nuage de tags. La seule différence est que le but du nuage de tags est de rechercher les informations requises alors que les tags dans le système de tags servent à centraliser et à *suggérer des tags utilisés pour l'annotation supplémentaire*. Cependant, l'objectif commun des deux est de fournir une interface de présentation des tags pour les trouver et retrouver avec plus de précision et rapidité. Cette question est associée à l'organisation efficace de tags en tant qu'ensemble, qui a été largement étudiée en ce qui concerne les nuages de tags textuels. Comme mentionné précédemment, les tags iconiques basés sur le LVD Hypertopic, comme un nouveau format proposé pour les tags, ont obtenu dans le tagage de meilleurs résultats que les tags textuels. Il est nécessaire de prolonger cette expérience par une étude plus approfondie sur la disposition de ces tags spéciaux, dont les résultats seront également utiles à grande échelle du système de tags. Par exemple, s'il est prouvé que les tags iconiques sémantiquement structurés montrent un tagage plus efficace que les autres dispositions du nuage de tags, les tags iconiques recommandés dans une catégorie devraient alors être *placés dans le même menu* lorsqu'ils sont trop nombreux pour tous les mettre dans une interface.

Dans la première expérience (décrite dans le chapitre 4), l'objectif était d'évaluer la qualité et la rapidité de tagage par rapport aux tags textuels et aux tags iconiques sans structure explicite. Tous les tags dans trois groupes ont été disposés au hasard, en d'autres termes, les tags sémantiquement associés au sein d'une catégorie ne sont pas strictement affichés ensemble. Pour compléter notre hypothèse, dans ce chapitre, la nouvelle expérience que nous présentons

cherche à vérifier si le système de tags iconiques basé sur le LVD et sémantiquement structuré pourra améliorer l'efficacité de tagage par rapport aux autres modèles d'arrangement. Cette expérience reprend pour l'essentiel la procédure et la méthode d'évaluation précédente sur l'efficacité de tagage, juste en changeant la plate-forme pour passer du test sur papier à l'ordinateur. En outre, le comportement humain sur le tagage et l'apprentissage seront tracés plus précisément.

Les résultats de cette expérience seront utiles pour mieux fonder théoriquement l'application des nuages de tags iconiques aux SOC et aux autres systèmes concernés les tags. Ils pourraient ainsi contribuer à développer à plus grande échelle des systèmes de tags iconiques où les icônes seront des vecteurs principaux des connaissances au lieu d'une partie fonctionnelle de SOC.

Cette expérience permet la comparaison entre les tags iconiques basés sur le LVD et les tags iconiques sans structure explicite en faisant aussi intervenir les deux modes de la disposition sémantique et de la disposition au hasard. De l'autre côté, l'apprentissage humain au cours de tagage sera révélé par des traces du comportement d'utilisateurs dans chaque système de tags. Cet impact est logique pour la construction du système de tags dans l'avenir en mettant en évidence les facteurs centrés sur l'utilisateur, comme la compréhension des tags, la mémorisation des tags, qui sont importantes pour expliquer pourquoi un tel système de tags oriente progressivement vers les meilleures performances sur le tagage.

## **5.1 Objectif supplémentaire : réfléchir sur l'arrangement sémantique d'un système de tags iconiques basé sur le LVD**

Le système de tags iconiques basé sur le LVD centralise et suggère des tags structurés pour taguer des connaissances. Les caractères symboliques des icônes transmettent explicitement les objets représentés, tandis que les caractères graphiques aident à visualiser les relations au sein du système de tagage. En particulier, un groupe spécial d'icônes appelées « pré-icônes » au sens de Hypertopic signifient les catégories et notamment les points de vue. Ceci est important dans la perspective d'une utilisation collective impliquant par exemple des métiers

différents travaillant sur un domaine. Les pré-icônes sont importantes car elles réduisent la complexité ou le chaos ambiant en donnant un repère pour retrouver facilement les signes du même point de vue, de la même branche de thèmes ou du même nom d'attribut (structure des tags proposée par Hypertopic).

Ces pré-icônes agissent comme des bases communes de tags iconiques. Les tags dans chaque catégorie seront précisés par une combinaison entre les symboles avec cette base correspondante. De même que les études antérieures ont démontré que les tags textuels sémantiquement structurés manifestent une meilleure efficacité sur la présentation des tags, de la même façon, nous envisageons de présenter socio-sémantiquement les tags iconiques basés sur le LVD Hypertopic pour voir si des utilisateurs peuvent faire mieux dans un tagage dont la structure serait organisée de façon à rendre claire les catégories et les points de vue.

Certes à cette étape de notre étude, nous continuons de penser au cas le plus simple : un système de tags multi-points de vue recommandé par des experts, comme lors de notre recherche précédente, où un tag possible existe pour chaque thème et valeur d'attribut. L'expérience décrite dans ce chapitre a également été réalisée en termes descendants (correspondance « un-tag-une-icône »), mais l'idée est de préparer l'extension à des systèmes de tags non-recommandés ou dans lesquels aucune contrainte de vocabulaire n'est appliquée. Dans ce cas, plus d'un tag textuel est proposé (dont des tags folksonomiques « émergents » apportés de façon ascendante par des utilisateurs) pour qualifier les items dans des catégories, vocabulaires et langues variés. Dans tous ces cas, la structure des tags respecte toujours le protocole d'Hypertopic : nous pouvons iconiser des tags de la même manière et proposer des icônes envisagés en termes de relation « plusieurs-à-plusieurs ».

Cette seconde expérience a représenté aussi l'occasion de prendre conscience et de considérer plus pleinement le rôle joué par un système de tags iconiques dans une communauté. Un système de tags, qui est un outil de proposition et de collecte de tags, s'inscrit dans un usage bien précis, qui est de choisir des thèmes utiles et dans une certaine mesure partageable entre eux, aux différents acteurs des communautés et domaines couverts par ce système. Il ne s'agit donc pas - en tous cas pas seulement - d'une interface simple pour chercher des connaissances comme ce que fait par le nuage de tags dans un SOC.

C'est pourquoi les parties concernant l'identification et la sélection de tags, mais aussi leur création sont aussi significatives dans un système de tags. En d'autres termes, lorsque les tags sont sémantiquement regroupés dans un nuage de tags, les utilisateurs pourront trouver une cible plus rapidement qui pourrait influencer également et rétroagir sur l'efficacité d'usage du système de tags. De plus, d'autres arguments devraient être aussi mis en compte sur la qualité des tags choisis pour les documents donnés, en s'appuyant sur la représentation de tag isolé à la fois la structure de tags.

Comme ce qui a été souligné dans le chapitre précédent, la relation sémantique au sein des tags iconiques basés sur le LVD est intégrée à la fois sur le plan graphique et sur le plan sémiotique en profitant du Langage Visuel Distinctif. Pour organiser des tags dans une seule catégorie (un point de vue, une branche du thème ou un nom d'attribut) nous avons besoin de mettre les tags sous les mêmes caractères graphiques communs (même couleur, même forme ...). Plus précisément, les tags venant de branches de thèmes différentes, mais du même point de vue, sont également recoupés (cf. Figure 19).



**Figure 19 Le système sémantiquement structuré de tagage iconique basé sur le LVD (pris comme un exemple de nuage de tags présenté « selon les catégories »)**

Notre hypothèse a légèrement été élargie par rapport à l'expérience précédente : nous posons aussi que notre proposition de système de tags pourra représenter des groupes de tags, plus clairement que selon la disposition au hasard, en tenant compte de la qualité et la rapidité pour chercher et retrouver un tag. C'est le cas quand un petit groupe de tags iconiques sont impliqués. Une fois que le nombre de tags augmente de plusieurs ordres de grandeur – une complexité « à l'échelle » dont il est difficile de rendre compte dans la Figure 19 ci-après - il est impossible d'afficher tous les tags dans une interface. Au contraire, si la théorie de la

structuration sémantique est validée pour le cas des systèmes de tags comme un nuage de tags, elle pourra aussi être explorée en fonction de la catégorisation des tags. Dans ce cas, les tags sémantiquement liés (un point de vue, une branche du thème ou un nom d'attribut) seront regroupés sous le même menu avec le nom de cette catégorie et le caractère graphique (carré bleu, triangle rose ...).

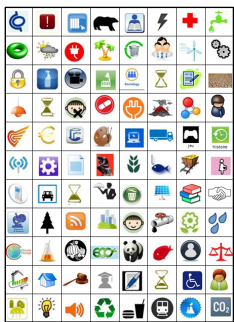

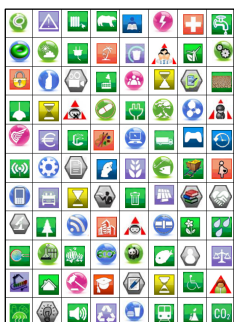

Etant donné que les tags textuels sémantiquement structurés ont largement été étudiés, nous nous concentrons dans cette expérience plutôt sur l'amélioration entre le système de tags iconiques basé sur le LVD et le système de tags iconiques sans structure explicite, en comparant aussi, avec ces deux types, la disposition sémantique et la disposition au hasard. Il est supposé que le système de tags iconiques basé sur le LVD et sémantiquement structuré sera plus efficace en raison de sa structure visuelle et la disposition sémantique. Dans la section suivante, nous allons présenter l'expérience pour évaluer cette hypothèse et obtenir une analyse générale sur ce qui peut être qualifié de système de tags « bien structuré ».

## **5.2 Deuxième expérimentation – validation du dispositif sémantique du système de tags iconiques**

Pour compléter le dispositif du système de tags iconiques basé sur le LVD, nous avons proposé ce deuxième essai, informatisé et dans lequel un autre facteur du système a été testé: la disposition. Cette expérience est mise en œuvre dans deux sessions: les tags iconiques sans structure explicite et les tags iconiques basés sur le LVD. Pour chaque session, une comparaison est réalisée entre la disposition sémantique et la disposition au hasard (quatre groupes A, B, C, D présentés dans le Tableau 7). Pour le reste, le même protocole et la méthode d'évaluation de l'expérience précédente (chapitre 4) ont été appliqués dans celui-ci et nous avons continué de mettre l'accent sur l'efficacité du tagage de ces quatre modèles de système de tags. Nous supposons que les tags iconiques basés sur le LVD et présentés par catégories permettront d'améliorer l'efficacité de tagage par rapport aux autres modèles. Ce qui doit être mentionné est que, cette fois, aucun des tags iconiques de cette expérience n'a été sous-titré (le sous-titre n'apparaît qu'à la demande) en raison de l'argument précédent que les textes des sous-titres pourraient influencer le résultat du tagage. En outre, nous avons

également tracé les comportements des participants: le temps passé à taguer un item et ses évolutions, la fréquence de consultation de la consigne et de la proportion entre les tags considérés et ceux finalement choisis.

**Tableau 7** Quatre présentoirs des systèmes de tags iconiques : iconiques sans structure et présentés au hasard (A), iconiques sans structure et présentés par catégories (B), iconiques basés sur Hypertopic et présentés au hasard (C), iconiques basés sur Hypertopic et présentés par catégories (D)

	présentées au hasard	présentés selon les catégories
Les tags iconiques sans structure explicite	 <p>Groupe A, Type 1</p>	 <p>Groupe B, Type 2</p>
Les tags iconiques basés sur le LVD	 <p>Groupe C, Type 3</p>	 <p>Groupe D, Type 4</p>

### 5.2.1 Participants

48 étudiants francophones dans l'Université de Technologie de Troyes ont participé à cette expérience (aucun d'entre eux n'avait participé ni été informé de l'expérience précédente). Ils ont été divisés en quatre groupes correspondant aux quatre types de systèmes de tags testés: le groupe A pour les tags iconiques sans structure explicite et présentés au hasard (12 personnes); le groupe B pour les tags iconiques sans structure explicite et présentés selon les catégories

(12 personnes), le groupe C pour les tags iconiques basés sur le LVD et présentés au hasard (12 personnes), le groupe D pour les tags iconiques basés sur le LVD et présentés selon les catégories (12 personnes). Ils étaient 22 étudiantes et 26 étudiants, avec tous une certaine expérience comparable des outils informatiques.

### **5.2.2 Matériel (documentation électronique sur le Web)**

Le matériel utilisé pour cette expérience menée entièrement sur le web comprenait 24 items dans l'intérêt du développement durable (les mêmes documents que la première expérience), quatre présentoirs du système de tags avec des mêmes symboles pour des tags correspondants (cf. Tableau 7), un pré-questionnaire et un post-questionnaire.

### **5.2.3 Procédure**

Cette expérience garde le même protocole, qui est composé de trois parties: le pré-questionnaire, le test de tagage et le post-questionnaire.

Tous les participants accèdent le teste avec leur adresse e-mail et le mot de passe attribué. Le système produit automatiquement pour chacun un code de groupe dans l'ordre (A1, B1, C1, D1, A2, B2, C2, D2, ...). La lettre de ce code correspond au type de présentoir qu'ils vont utiliser. En effet pour obtenir le niveau de connaissances préalables dans le domaine du développement durable, chaque participant remplit tout d'abord un pré-questionnaire de 10 questions: cinq d'entre eux concernent des connaissances théoriques du domaine tandis que les autres sur le point de vue personnel du développement durable.

Une fois que tous les participants ont terminé le pré-questionnaire, ils arrivent dans l'étape de tagage. Il faut d'abord lire la consigne qui leur explique ce qu'il faut faire et comment faire dans cette partie. Si jamais ils ont besoin de l'aide, il y a un bouton « aide » toujours en haut à droite contenant tout le contenu de la consigne.

Les 24 items à taguer restent les mêmes que dans l'expérience présentée dans le chapitre 3. Ils comportent tous un titre, une photo relative et une courte description de 12 à 15 lignes. Il y a trois parties pour chaque page de tagage (cf. Figure 20): une liste de tâches à suivre (à gauche), une description des items (au centre), 16 places de zone de sélection (en haut à droite) et un présentoir du système de tags (en bas à droite). Le type de tags dans le présentoir correspond au code de groupe (de A à D) des participants.



**Figure 20 Le page de tagage de l'un des 24 items (prenant le groupe B en exemple) - La petite grille en haut à droite (« zone de sélection ») est remplie par le participant**

Un double clic de bouton gauche sur une icône dans la présentation permet de la mettre dans la boîte vide de zone de sélection (choisir un tag iconique), tandis qu'un double clic de bouton gauche sur une icône dans la zone de sélection permet de la retourner à l'ancien emplacement sur le présentoir. Ainsi un clic simple à droite sur les icônes visualise le texte correspondant. Les participants confirment leurs choix de tags d'un item et continuent sur l'item suivant en cliquant sur le bouton « élément suivant ». Une fois un item tagué et confirmé, il ne pourra pas être modifié. De même, un élément non tagué ne peut pas être retrouvé ensuite. Lorsque les participants cliquent sur « terminer le marquage » sur le dernier item, ils arrivent à la dernière partie du test: le post-questionnaire (cf. Figure 21). Le post-questionnaire a été conçu en vue de tester la reconnaissance de la structure de tags en utilisant quatre types de systèmes de tags iconiques. Les participants devront parcourir ces icônes (le type de présentoir reste ce qu'ils ont utilisé auparavant). Ils doivent identifier leur structure par l'interprétation symbolique et la régularité graphique, puis noter l'une des catégories d'icônes. Ils ont fait la même opération du clic pour déposer et abroger une icône. Cependant, ils ne peuvent pas obtenir de l'aide par la consultation du texte des icônes, mais seulement par le symbole



d'icônes. Ils ont été ainsi invités à proposer de nommer cette catégorie pour voir s'ils obtiennent une meilleure compréhension de la signification du tag. Ce test examine la pertinence de la représentation visuelle de la structure de tags, ce qui était essentiel dans le système de tags. À la fin de l'expérience certains participants ont aussi commenté l'activité en laissant quelques lignes de texte sur le système. Ils sont encouragés à constater la prestation du système et la difficulté qu'ils ont rencontrée, également de faire des suggestions pour l'améliorer. Des commentaires oraux ont aussi été recueillis.



**Figure 21 La page de la première partie du post-questionnaire : reconnaissance de catégorisation des tags iconiques (prenant le groupe D en exemple)**

La trace du comportement des utilisateurs est un nouvel élément testé qui n'était pas utilisé dans la première expérience qui se bornait à taguer « sur papier ». Cette trace permet de comprendre plus précisément le processus de tagage dans tous les groupes et de comprendre comment l'efficacité de tagage est améliorée en prenant l'avantage de la structure visuelle dans les systèmes de tags. Tout d'abord, le temps pour taguer est l'un de ces événements. Nous nous sommes intéressés non seulement à la durée moyenne de tagage d'un item, mais aussi à la tendance du changement du premier item au dernier. Nous pouvons voir si des utilisateurs accélèrent après avoir tagué certains documents en arguant l'apprentissage humain.

Deuxièmement, la proportion entre les tags qu'ils ont pensés choisir et les tags finalement confirmée pour un item est également significative. Les tags qu'ils ont pensés choisir sont des

tags qui étaient placés une fois dans la zone de sélection alors que les tags finalement confirmés pour un item sont des tags qui apparaissent dans la zone de sélection lorsqu'un participant clique sur « élément suivant ». Cette proportion pourrait aussi être vue comme la confiance de tagage. Plus est la proportion moyenne d'un groupe, plus les participants sont confiants à leur choix de tags qui manifeste une plus forte représentation des tags iconiques. Ce pourcentage démontre également le niveau de compréhension et les résultats d'apprentissage de tags ainsi que leur structure.

Enfin, des consultations nombreuses de la consigne manifestent une mauvaise compréhension sur les opérations du test. Cet enregistrement statistique est aussi pris en compte dans la connaissance préalable, pour voir si elle peut influencer les résultats du tagage entre les quatre groupes.

## **5.2.4 Résultats**

### **Test de connaissances préalables**

Chaque question dans le pré-questionnaire (cf. annexe 3) correspond à une seule bonne réponse parmi des trois options (a, b ou c). Le participant qui réussit à trouver cette réponse obtient un point tandis que celui qui ne peut pas le trouver obtient zéro. Après le test, il y aura une liste de points gagnés (10 au total) par chaque personne. Les participants dont le point est plus grand que 6 ou inférieur à 2 ne seront pas pris en compte dans l'analyse finale. C'est-à-dire qu'ils sont exclus du niveau moyen du domaine, qui influencera le résultat de l'expérience. La différence individuelle est également impliquée par la fréquence du clic sur le bouton «Aide». Les participants qui demandent plus fréquemment l'aide en ligne pourront montrer une compréhension plus mauvaise du test.

Le test d'homocedasticité de Levene n'a révélé aucune hétérogénéité significative entre les variances des scores du pré-questionnaire ( $P = 0,572$ ) et de la consultation d'enseignement ( $P = 0,812$ ). Les scores moyens du pré-questionnaire sont 8,5 pour le groupe A, 8 pour le groupe B, 8,4 pour le groupe C et 9 pour le groupe D. Une analyse de variance réalisée sur les

performances des participants dans le pré-questionnaire n'a révélé aucune différence significative ( $F < 1$ ).

En ce qui concerne la consultation d'enseignement, les durées moyennes sont 2 pour le groupe A, 1,7 pour le groupe B, 1,7 pour le groupe C et 2,2 pour le groupe D. Les performances des participants n'ont révélé aucune différence significative ( $F < 1$ ). Les deux résultats manifestent qu'il n'y a pas de différence significative entre les participants sur le test des connaissances préalables qui pourrait influencer le test du tagage.

### **Test du tagage**

La méthode pour analyser la qualité du tagage reste la même que dans l'expérience précédente décrite dans le chapitre 3 en profitant de la matrice d'experts et du critère Rx. Tous les Rxs dans un groupe sont considérés comme un tableau à une dimension pour effectuer l'analyse de variance entre les groupes. Il est supposé que le groupe utilisant les tags iconiques basés sur le LVD et présentés par catégories favorisera la performance de tagage par rapport aux autres.

Les résultats de tagage intègrent la qualité de tagage et sa vitesse. Le test note le moment où un participant commence et termine un item. La durée moyenne de tagage par item est intéressante et nous la considérons dans le résultat de tagage. L'élément final pour comparer le tagage entre les groupes est (Rx / la durée de tagage) de chaque participant. Il représente la qualité de tagage par unité de temps.

Le test d'homocédasticité de Levene a indiqué une hétérogénéité significative entre les variances sur le processus de tagage: Rx / le temps pour taguer,  $P < 0,05$ . Par conséquent, ces performances ont été analysées à l'aide de Kruskal-Wallis non paramétrique qui implique un effet significatif des tags iconiques basés sur le LVD et sémantiquement structurés sur les performances de tagage,  $N = 40$ ,  $P < 0,05$ . Une analyse plus approfondie du test de Mann-Whitney indique une différence significative entre le groupe D ( $M = 342,1$ ) et le groupe C ( $M = 238,2$ ), Mann-Whitney  $U = 32$ ,  $P = 0,04$ . De même, les performances du groupe D sont significativement meilleurs que le groupe B ( $M = 215,2$ ), Mann-Whitney  $U = 5$ ,  $P < 0,05$ .

Comme ce qui est prouvé devant, le groupe A ( $M = 154,4$ ) est significativement plus faible que le groupe C, Mann-Whitney  $U = 15$ ,  $P < 0,05$ . En revanche, les performances obtenues pour le groupe A et B ne diffèrent pas de manière significative pour le processus de tagage, Mann-Whitney  $U = 32$ ,  $P = 0,173$ .

### Tendance d'évolution du temps mis pour taguer

En plus du temps pour taguer, sa tendance au changement dynamique est également utile pour analyser le comportement des utilisateurs. Voyons la Figure 22 que les utilisateurs dans les quatre groupes montrent des diagrammes d'évolution similaires. La durée de tagage d'un item diminue, de l'item 1 à 24, dans tous les groupes, sans différence significative le taux de variation.

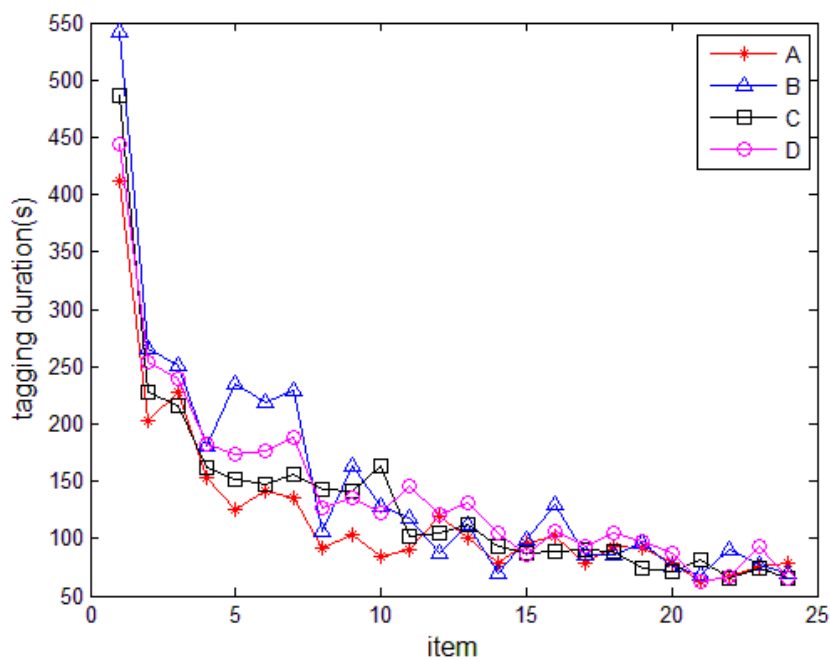


Figure 22 Durée moyenne de tagage d'un item dans les quatre groupes

### Post-questionnaire

La prédiction critique de l'identification de la structure des tags consiste à comparer les catégories proposées par les participants avec des catégories prédéfinies par le LVD (sept

catégories de thèmes et trois catégories de noms d'attributs - les mêmes que précédemment). Un participant dont la catégorie correspond à la proposition recevra 2 points. Ceux montrant une catégorie est partiellement accord à la proposition gagnent 1 point. Aucun point ne sera marqué s'ils mélangent plusieurs catégories proposées.

Selon le nom de la catégorie suggérée, nous pouvons inférer s'ils n'identifient la structure visuelle des tags que par la régularité graphique du LVD ou bien s'ils comprennent la signification de tags et la confirment par la régularité graphique. Nous supposons que le groupe travaillant avec les tags iconiques basés sur le LVD et présentés par catégories pourrait offrir plus de catégories correspondantes à la proposition, mais il y aurait peut-être le risque que les deux dispositions des tags iconiques basés sur le LVD démontreront la même capacité.

Après avoir vérifié que l'homocédasticité des variances n'a pas été respectée ( $P < 0,05$ ), le test Kruskal-Wallis a révélé une différence significative entre les quatre groupes,  $H = 40$ ,  $P < 0,05$ . Plus précisément, le groupe D ( $M = 12,4$ ) est mieux que le groupe B ( $M = 1,6$ ), Mann-Whitney  $U = 8$ ,  $P = 0,001$  et le groupe C ( $M = 3,2$ ), Mann-Whitney  $U = 12$ ,  $P = 0,004$ . Comme ce que a été manifesté par l'expérience précédente, Rx du groupe C était significativement plus élevé que celui du groupe A ( $M = 0,6$ ), Mann-Whitney  $U = 26,5$ ,  $P = 0,037$ . En revanche, le groupe B avait aucune amélioration évidente par rapport au groupe A, Mann-Whitney  $U = 44$ ,  $P = 0,465$ .

### **Proportion entre les tags que les participants ont pensés choisir et les tags confirmés**

Le test d'homocédasticité de Levene indique une différence significative entre les variances entre les quatre groupes ( $P = 0,025$ ). Ainsi le test Kruskal-Wallis n'a révélé aucune différence significative sur le choix de la proportion des tags au sein des quatre groupes ( $P = 0,149$ ).

## **5.2.5 Discussion**

Les résultats obtenus ont partiellement confirmé nos prédictions. Le système sémantiquement structuré de tagage iconique basé sur le LVD a été manifesté une meilleure efficacité sur le processus de tagage (la qualité de tagage et sa vitesse) que les trois autres types de système de tags.

Comme ce qui a été prouvé pour les nuages de tags textuels, le regroupement sémantiquement structuré des tags conduit à une localisation plus rapide et plus précise d'un tag spécifique. De même, les tags iconiques basés sur le LVD et sémantiquement structurés soulignent également une meilleure orientation des choix des tags. Par rapport aux systèmes de tags de type 3 et type 4, les tags sémantiquement structurés montrent des limites plus claires entre tags dans des catégories différentes avec des signaux visuels tels que des couleurs différentes et des formes différentes. Alors qu'on aurait pu considérer que les testeurs du groupe C, dont le présentoir est en désordre, auraient passé davantage de temps pour identifier la catégorisation d'une icône, ils apparaissent avoir mis à profit presque aussi rapidement l'information graphique de la structure des tags que les testeurs du groupe D. Ceci tendrait à indiquer que dans les deux cas *un apprentissage rapide des traits graphiques du LVD se produit chez les participants*, et que le LVD procure son avantage, même quand le présentoir est en désordre.

Les commentaires des participants ont aussi révélé quelques éléments de preuve. Les participants au groupe D ont dit que dès leur premier contact avec le présentoir du système de tags, ils ont trouvé des catégories claires représentées par des icônes dans la base graphique communs. En revanche, pour ceux du groupe C, bien qu'ils aient fini pour certains par identifier la structure, il leur a fallu beaucoup plus de temps que le groupe sémantiquement structuré pour prendre la conscience de cette information implicite. La performance significativement meilleure sur l'identification de la structure dans le post-questionnaire a validé ce qui a été supposé ici. Les tags iconiques basés sur le LVD et sémantiquement structurés influencent en effet la visualisation de la structure de tags par rapport au groupe structurés au hasard.

L'avantage des icônes basées sur le LVD et sémantiquement structurées a été démontré également dans les documents tagués. Les utilisateurs sont susceptibles de taguer des documents associés avec les mêmes tags ou des tags dans une seule catégorie. Par exemple, si

un document d'environnement est marqué par un tag vert, ce tag ou son voisin sera utilisé pour un autre document d'environnement. Dans le cas du système de tags iconiques basé sur le LVD et présenté au hasard, les utilisateurs ont vite compris qu'il y a encore d'autres choix des tags verts dans le présentoir. Toutefois, retrouver ces tags verts dans ce cas prend quand même du temps si on veut tous les passer en revue, et l'utilisateur risque d'oublier certains tags s'ils n'ont pas auparavant été utilisés. Par contre, le système de tags iconiques basé sur le LVD et sémantiquement structuré peut éviter ce problème. Tous les tags verts restent toujours ensemble. Une fois trouvé un membre d'une catégorie des tags, tous les autres dans cette catégorie apparaissent un par un. Grâce à cela, les utilisateurs peuvent non seulement gagner du temps pour localiser un tag, mais cela augmente également la qualité de tagage. Car toutes les alternatives sont présentées ensemble, avec la même structure d'information sous-entendue par le code visuel, qui permet d'influencer l'exactitude et la confiance au choix de tags.

Comme lors de l'explication dans l'expérience précédente, les utilisateurs se sont habitués à choisir les tags depuis chaque catégorie visuelle. Trouver et choisir un tag parmi 88 options devient un choix parmi 7 petits groupes. Dans un système de tags iconiques basé sur le LVD et sémantiquement structuré, cette méthode est mieux appliquée. La plupart des testeurs dans le groupe D ont déclaré qu'ils avaient commencé le processus de tagage en consultant toutes les catégories visuelles des tags. Ensuite ils ont préféré sélectionner des tags venant de chaque catégorie. Dans le groupe C, ils ont dit avoir ainsi essayé de choisir pour chaque catégorie visuelle, mais ce n'était pas facile de trouver toutes les icônes dans une seule catégorie car elles étaient éparpillées sur le présentoir. Certains oublièrent fréquemment quels tags de cette catégorie avaient été parcourus et quand ils ont décidé de revenir pour une deuxième pensée sur certain tag, ils ne pouvaient plus être facilement repérés.

Cependant, les tags iconiques sans structure explicite et sémantiquement structurés n'ont pas révélé significativement de meilleures performances sur le tagage par rapport aux groupes qui sont présentés au hasard. Les testeurs dans le groupe A et B ont presque le même score pour l'identification de la structure de tags. Ceci peut illustrer que l'arrangement sémantiquement structuré n'apporte pas d'effet supplémentaire. Comme ce que a été déclaré dans l'enquête précédente sur le nuage sémantiquement structuré de tags (Schrammel *et al.*, 2009), l'arrangement sémantique doit être assez bon sinon les utilisateurs ne sauront pas le distinguer

avec des configurations aléatoires ; et la disposition sémantique devrait donc n'être utilisée que lorsque la qualité de l'arrangement peut être assurée. Les tags iconiques sans structure explicite proposent justement l'interprétation graphique des tags, mais ils ne fournissent pas d'informations sur la structure visuelle - les relations sémantiques. Par conséquent, ce type de disposition ressemble au cas des icônes présentées au hasard, qui a été déjà vérifié plus pauvre que celui des icônes basées sur le LVD et présentées au hasard.

A partir des résultats de l'évaluation, le système sémantiquement structuré de tagage améliore le processus de tagage à la condition que la structure sémantique soit solide et suffisamment claire pour tous les utilisateurs, comme les groupes C et D. Sinon, il devient un système présentés au hasard de tags, comme les groupes A et B.

La façon de définir une structure sémantiquement solide et claire est un sujet crucial. D'une part, si les tags sont dans des textes ou dans des icônes sans structure explicite, ils doivent être cohérents avec la compréhension quotidienne en utilisant moins de mots ambigus pour que les utilisateurs puissent identifier facilement la disposition des tags. D'autre part, si la plupart des tags peuvent être regroupés en plusieurs catégories, il faut ajouter des informations complémentaires pour préciser la structure qui les relie, comme le LVD et les pré-icônes. En plus, cette information fait gagner du temps sur l'identification de la disposition sémantique dans une grande échelle de tags en raison d'une structure plus précise et intuitive de tags.

Le fait que les participants du groupe C ont fait mieux que ceux du groupe B conduit également à un argument intéressant. Il est supposé que dans un système de tags, la représentation du tag unique et leur structure est plus essentielle que la façon de les organiser. Le système de tags du groupe B modifie la disposition basée sur celle du groupe A par la façon de structurer sémantiquement les tags tandis que le système de tags du groupe C change la représentation de tag iconique par l'ajout des pré-icônes du LVD aux icônes originales du groupe A. Les résultats statistiques indiquent une amélioration significative entre A et C (Ma et Cahier, 2012b), mais pas entre A et B. Pour le système de tags avec aucune variable de structure visuelle, même si les tags sont sémantiquement structurés, cela n'a pas amélioré le processus de tagage. Cependant la reconstruction des tags iconiques en combinant les codes visuels permet de faciliter le tagage. En conséquence, l'amélioration d'un système de tags a



besoin tout d'abord d'une meilleure représentation sur les tags et leur structure, et puis d'une disposition sémantique.

Le temps moyen de tagage des groupes C et D est plus long que celui des groupes A et B. Nous supposons que les participants avec les tags iconiques basés sur le LVD ont réussi à trouver plus de tags appropriées et qu'ils ont passé plus de temps à les choisir pour chaque item en considérant purement la durée de tagage. En particulier, les participants utilisant des tags iconiques sans structure explicite ont simplement choisi les icônes limitées, car il était difficile de trouver des tags plus intéressants parmi des volumes élevés. La meilleure qualité de tagage a été manifestée dans Rx et aussi dans la qualité de tagage par unité de temps, ce qui a été discuté dans la section précédente. Même si le groupe D a pris un peu plus de temps pour taguer, il montrait encore une qualité de tagage plus significative par unité de temps, qui signifie que la qualité pure de tagage du groupe D est beaucoup plus élevée que les autres groupes, y compris le groupe C. En conséquence, les tags iconiques basés sur le LVD et sémantiquement structurés facilitent à la recherche dans le nuage de tags par une disposition claire de tags.

Le temps pour taguer diminue de l'item 1 à 24 dans tous les groupes, qui signifie un apprentissage progressif des utilisateurs sur les tags et sur le domaine au fil de l'activité de tagage. Plus des items sont nombreux à être tagués, et moins de temps est passé à accomplir chaque tagage. Nous supposons que les participants peuvent apprendre peu à peu le sens des tags et de leur structure, qui permet de réduire le temps pour taguer. D'ailleurs, la figure du changement de temps démontre que quel que soit le type de tags iconiques utilisé, les utilisateurs montrent la même régularité du changement de temps de tagage.

En particulier, il n'y a pas de différence significative de la proportion entre les tags que les participants ont pensé à choisir et les tags confirmés. Cette proportion n'a fait aucune différence significative entre les quatre groupes, qui pourrait être partiellement illustrée par l'argument dans l'expérience précédente que *les deux types de tags iconiques apportaient une capacité équivalente dans l'interprétation et la mémorisation de tags*. Grâce à cette expérience, nous pouvons améliorer cet argument par une autre explication : les deux types d'arrangements, de manière aléatoire et dans les catégories, n'ont pas non plus influencé l'interprétation et la mémorisation de tags. Une fois les utilisateurs confrontés à n'importe quel

type de système de tags parmi ces quatre types, ils sont censés avoir le même degré de confiance en raison de leur compréhension de la représentation de tags. En d'autres termes, ni le LVD ni la disposition ne semblent décisifs si le problème est d'améliorer la compréhension et la mémorisation de tags. Travailler (par exemple avec un designer graphiste) à un bon choix du symbole inclus dans l'icône semble plutôt une meilleure clé pour ce problème.

### 5.3 Conclusion

L'expérience présentée dans ce chapitre a validé avec davantage de précision le résultat qu'*un système de tags iconiques basé sur un LVD conforme au modèle Hypertopic est plus efficace qu'un système de tags iconiques n'offrant pas de structure explicite visualisée par des pré-icônes*. De plus, l'expérience a aussi démontré que ces tags sémantiquement structurés améliorent de manière significative le processus de tagage en considérant la qualité et la rapidité. En d'autres termes, les tags avec des pré-icônes communes doivent être organisés ensemble grâce à un dispositif d'interface fourni dans une IHM, ce qui est en accord avec l'observation précédemment passées en revues sur les nuages de tags textuels.

Les résultats tirés de cette expérience permettent d'obtenir une évaluation plus complète du système de tags iconiques basé sur le LVD Hypertopic et de conduire à une norme théorique du système de tags visuel que nous voulons construire. Le système étudié est actuellement en mode « recommandé par les experts » (top-down), mais nous voulons aussi participer à la procédure « bottom-up » de tagage folksonomique et le système d'icônes partagées, toujours en utilisant le système de tags iconiques basé sur le LVD. Dans le chapitre suivant, nous étudions la construction participative d'un tel système pour une plus grande utilisation.

Les travaux de ce chapitre ont fait l'objet d'une conférence internationale : (Ma et Cahier, 2013).

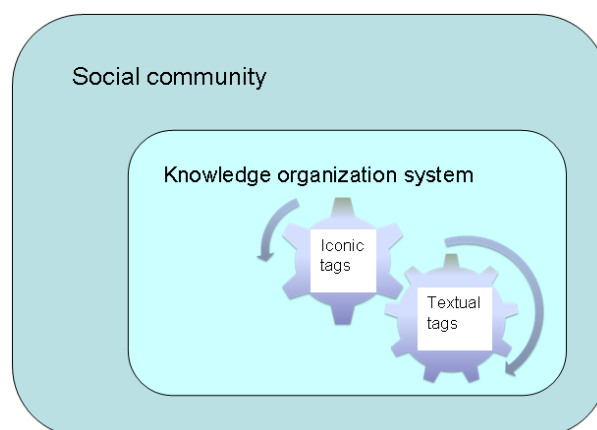
## **6 Construction collaborative d'un système de tags iconiques**

Même s'il est reconnu que les caractères visuels des icônes les rendent plus universellement lisibles, elles ont des limites pour le tagage des connaissances complexes (King, 2000). Les systèmes précédemment évoqués comme ceux des symboles iconiques de sécurité incendie (Collins et Lerner, 1982) et les systèmes médicaux iconiques (Lamy *et al.*, 2008) ont besoin de beaucoup des concepteurs pour confirmer la structure du système et pour créer des centaines d'icônes spécifiques. De plus, dans ces systèmes peu de suggestions d'utilisateurs étaient considérées. Ce travail lourd rend la construction du système d'icônes si gênant que la majorité des praticiens préfèrent encore utiliser des tags textuels pour le tagage des connaissances, le partage des connaissances et d'autres activités dans le domaine de l'Ingénierie des Connaissances.

En outre, la compréhension d'icône est une tâche cognitive complexe qui varie en fonction des niveaux différents cognitifs et des objectifs différents d'information des utilisateurs. C'est aussi l'une des raisons pour lesquelles les constructeurs expriment la catégorisation des connaissances dans le SOC avec plutôt des textes que des icônes. Par exemple, l'icône représentant un arbre pourra être expliquée comme un tag textuel «nature» ou «végétal». Bien que ces tags textuels possibles soient généralement triés dans une unité commune, le tag iconique peut être inutile quand un tag de signification très exacte a besoin d'être indiquée. Mais comme nous l'avons vu dans les expériences précédentes, où des sous-titres des icônes étaient toujours disponibles, cet argument ne peut pas complètement être toujours retenu, car il est en général possible de profiter de l'avantage de l'icône, par adjonction (ou surgissement déclenchable à la demande) d'un petit texte à fins de désambiguation.

Enfin, des icônes dans un système doivent être reconçues lorsque le domaine partagé est changé. Dans le cas du système médical iconique (Lamy *et al.*, 2008), chaque icône est composée par plusieurs éléments graphiques qui représentent des catégories particulières. Toutefois, lorsque le contexte appliqué est modifié, de la médecine au développement durable par exemple, la règle de création ancienne ne sera plus utilisable. La chose la plus difficile n'est pas de proposer de nouveaux symboles, mais de les conformer à la structure actuelle du système d'icônes en minimisant les modifications. Or, comme généralement plusieurs SOC sont nécessaires au sein d'une communauté sociale, des règles de création compliquées risquent de limiter la compatibilité et la communication entre ces systèmes d'icônes, et il est alors particulièrement judicieux de s'appuyer sur le modèle Hypertopic pour construire le VDL. Les concepteurs doivent penser à une construction durable du système d'icônes pour s'adapter à des cas différents et aux questions d'interdisciplinarité, et en même temps les utilisateurs doivent aussi s'habituer à la nouvelle régularité graphique qui pose des problèmes de fatigue d'apprentissage et d'usage.

Nous avons proposé le système de tags iconiques basé sur le LVD Hypertopic que nous venons de décrire et d'évaluer dans les pages précédentes, et dans lequel les tags iconiques étaient organisés sous la régularité graphique (cf. Figure 1(c)). Les évaluations ont montré que ces tags iconiques structurés améliorent l'efficacité du tagage en profitant de l'organisation explicite des tags. L'efficacité du tagage se réfère toujours à l'intégration entre la découverte rapide et la précision du choix d'un tag dans le système. Toutefois, dans les approches descendantes que nous avons surtout explorées, les icônes dans ce système étaient purement suggérées par des spécialistes sans la participation des utilisateurs.



**Figure 23 Construire un SOC au sein d'une communauté sociale en combinant et en utilisant la synergie des tags iconiques et les tags textuels**

Notre objectif final est de mettre en place un modèle permettant de co-créer un système d'icônes basé sur le LVD dans une communauté sociale, dont l'utilisation du SOC peut être visuellement (tags iconiques) et verbalement (tags textuels) construit en même temps (cf. Figure 23). Il y a une fertilisation croisée entre le système iconique (par exemple, pour ses avantages en termes de sémiotique et de mémorisation) et le système textuel (par exemple, pour ses avantages en termes de désambiguïsation et de la précision lexicale). L'interprétation symbolique de tags iconiques permettra d'enrichir la compréhension de chaque tag; ainsi les codes graphiques du LVD manifestant la structure socio-sémantique (pré-icônes) permettront de renforcer le lien entre les tags, les ressources marquées par ces tags et le réseau social. Ces avantages d'un système d'icônes basé sur le LVD sont supposés améliorer l'efficacité du tagage et du partage des connaissances au sein de communautés larges. Il est également utile d'adopter des activités coopératives dans cette construction, où les participants de domaines différents sont autorisés à contribuer à la création d'icône sociale dans un contexte commun.

Dans ce chapitre, la construction coopérative d'un système d'icônes basé sur le LVD sera proposée pour le tagage des connaissances au sein d'une communauté sociale. Les détails sur la façon de co-construire seront présentés par les trois parties: la catégorisation des icônes dans un système, les activités coopératives de participants et quelques fonctions supplémentaires de collaboration.

## **6.1 Quatre rôles des participants dans la co-construction**

Compte-tenu des raisons pour lesquelles les anciens systèmes d'icônes n'ont pas été largement exploités dans les SOC, nous proposons une nouvelle conception : *la co-construction du système d'icônes* pour le tagage des connaissances. La collaboration venant de tous les utilisateurs est supposée faciliter le signalement de nouveaux thèmes, le design de ces thèmes sous forme d'icône et l'intercompréhension de ces icônes.

Ici, nous considérons le cas où le système existant d'icônes est indépendant du SOC pour la recherche d'icône. C'est-à-dire que les entités présentes dans ce système d'icônes sont purement des icônes traitant d'un domaine (et non pas des ressources documentaires comme dans le cas d'un SOC). Cependant, les ressources documentaires seront automatiquement

prises en compte lorsque ces icônes seront utilisées pour marquer des items. En même temps, le système d'icônes pourra également être intégré dans un SOC où ces icônes ne sont que des tags iconiques pour l'indexation et la recherche d'item.

La création coopérative d'un système d'icônes basé sur le LVD élargit notre champ d'interdisciplinarité, car elle suppose de tisser des liens entre les trois matières scientifiques: l'Ingénierie des Connaissances, l'Interaction Humain-Machine et le Travail Coopératif Assisté par Ordinateur. Les systèmes coopératifs dans des communautés ont été analysés comme des systèmes sociotechniques, du point de vue des rôles qui aident à la co-construction sociotechnique : chacun prend les travaux correspondant à son rôle (Herrmann *et al.*, 2004). Cette idée nous permettra aussi de modéliser les rôles participatifs dans la co-création du système de tags iconiques basé sur le LVD.

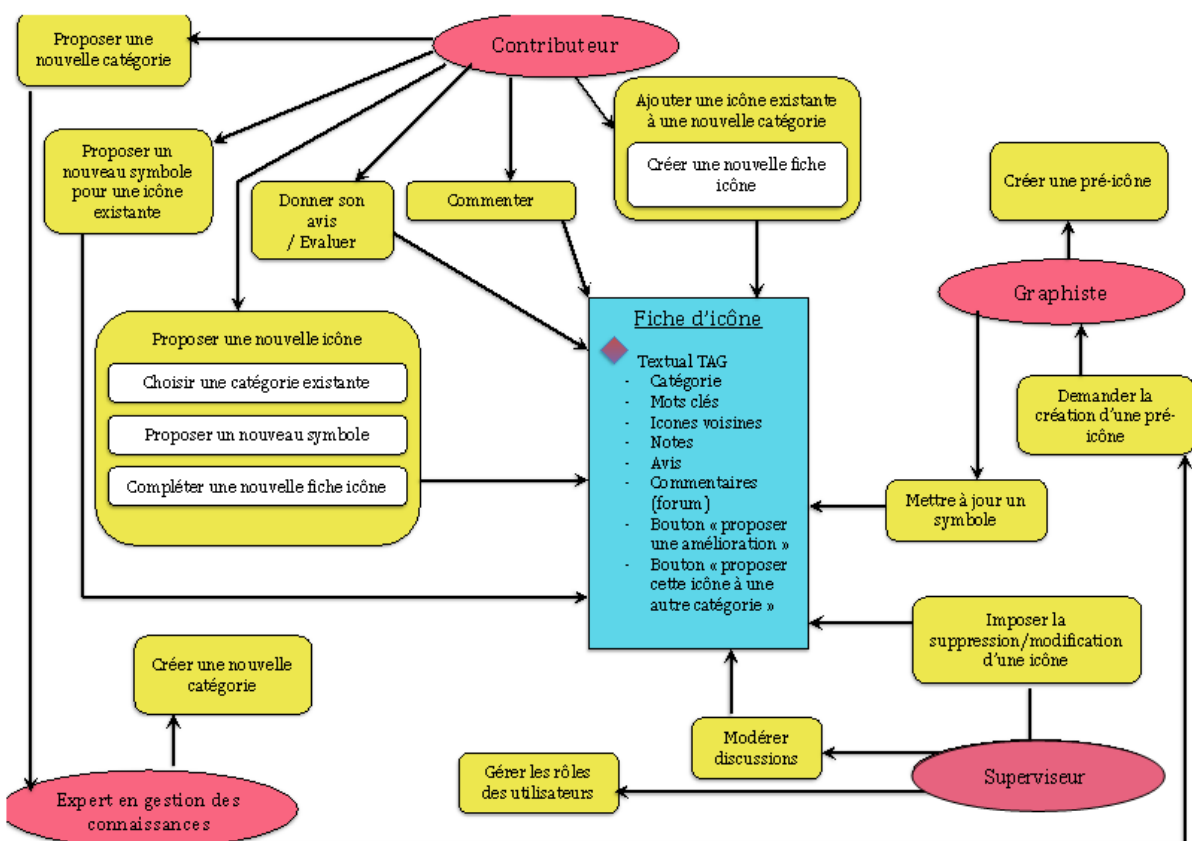


Figure 24 L'architecture de participation proposée: les quatre rôles essentiels pour à la construction coopérative d'un système d'icône basé sur le LVD

Sur la Figure 24 (utilisant la méthode et le formalisme SeeMe<sup>4</sup>), quatre rôles essentiels participent à cette co-construction: les ingénieurs des connaissances, les experts graphistes, les contributeurs de base et les superviseurs. Les ingénieurs des connaissances travaillent sur la catégorisation d'icônes par leurs objets représentant - des tags textuels correspondants - dans le contexte donné. Comme indiqué précédemment (Ma et Cahier, 2012d), les tags iconiques basés sur le LVD sont par exemple créés en s'appuyant sur les tags textuels préexistants dans un SOC. Le LVD reflète alors la structure de tags textuels qui implique la catégorisation des connaissances tandis que les symboles des icônes représentent les connaissances textuelles classées en fonction du protocole Hypertopic (Zhou *et al.*, 2006). En conséquence, les ingénieurs des connaissances doivent définir une catégorisation des connaissances à la première étape, dont chaque élément est un tag textuel.

Ensuite les pré-icônes pour chaque catégorie seront proposées par les graphistes. Dans le même temps, les graphistes créent les symboles pour les objets représentés et ils mettent à jour des icônes selon la demande des utilisateurs. Les graphistes recommanderont les icônes pour chaque tag textuel : en d'autres termes, ils proposent effectivement les symboles pour chaque tag textuel alors que les icônes finales seront produites par une combinaison entre les symboles et les pré-icônes correspondantes. En particulier, toutes les icônes seront substituées avec le tag textuel proposé par les ingénieurs des connaissances. L'objectif est de mettre en place une unité d'objets représentés pour une icône. Une fois que les graphistes et les utilisateurs reconnaissent le texte associé à la représentation visuelle, ils pourront confirmer la signification symbolique correspondant à chaque tag et proposer une autre icône plus appropriée.

Les contributeurs sont capables de participer aux activités coopératives et de proposer des symboles d'icônes ou de commenter sur les icônes pendant la co-création d'un système d'icône basé sur le LVD. Ces opérations autorisées seront précisément expliquées dans la section suivante. Cependant, toutes les propositions et les modifications doivent être validées par les superviseurs qui s'assurent notamment que toutes les icônes gardent toujours la charte ou la régularité graphique prédéfinie et que le système fonctionne bien même avec des contributions diversifiées depuis chaque rôle. Ce mode de collaboration entre les quatre rôles améliore l'efficacité de chaque partenaire sur la construction de système d'icônes.

---

<sup>4</sup> Outil pour la modélisation sociotechnique d'une communauté (Herrmann et al., 2000)

Le système d'icônes que nous voulons créer est un système semi-participatif dans lequel ce sont les ingénieurs des connaissances et les graphistes qui co-définissent la régularité sémantique et graphique des icônes. Une fois le système établi, avec une catégorisation claire, les utilisateurs ne sont pas autorisés à modifier les pré-icônes du LVD (qu'il peuvent cependant critiquer) mais peuvent toujours ajouter leurs icônes proposées dans chaque catégorie. Cette notion semi-participative établit une norme commune pour la conception et la mise à jour de l'icône qui permet de s'assurer que la structure du système d'icône sera solide.

Le système d'icône basé sur le LVD facilite la modification de la structure des icônes. D'une part, les connaissances évoluent parfois rapidement et il faut souvent réviser la structure sémantique des SOC utiles à une communauté sociale, par des opérations telles que l'insertion d'une nouvelle catégorie ou la modification de certains éléments d'une catégorie. Les modifications correspondantes sur les tags iconiques seront facilement appliquées au système d'icône basé sur le LVD par la conception de nouvelles pré-icônes et l'attachement des symboles sur elles. Cette action sera menée de manière indépendante des autres catégories existantes, ce qui assure une structure de système relativement solide.

D'autre part, une communauté aura besoin de plus d'un sous-système d'icônes pour représenter et taguer des ressources venant de SOC différents, par exemple reflétant les connaissances d'un autre département d'une même entreprise, ou d'une autre discipline scientifique. La régularité graphique du LVD sera seulement dupliquée par l'ajout ou la suppression des pré-icônes lorsque le contexte partagé est changé. Et puis, la combinaison de nouveaux symboles avec ces pré-icônes est un moyen de transformer les icônes anciennes pour les actualiser. Les utilisateurs de départements différents sont supposés s'habituer rapidement au système actuel d'icônes sans apprendre trop de nouvelles règles, ce qui facilite la communication entre eux.

En conséquence, co-construire un système d'icône basé sur le LVD implique d'abord une catégorisation des objets constitutifs et représentatifs des icônes pour fournir un cadre de système. Ensuite, le LVD est censé être proposé à un niveau d'amorçage à des utilisateurs pilotes, pour définir les pré-icônes pour chaque catégorie, puis confirmé à plus grande échelle. A toutes ces étapes, parallèlement à ce travail de structuration, les graphistes et les utilisateurs peuvent proposer des symboles d'icônes pour enrichir les entités du système.



A l'étape du rythme de croisière, le mécanisme de la proposition doit être davantage élaboré pour les activités standards dans la co-construction. Enfin, comme ce qui a été fait avec des documents dans un SOC, les icônes eux-mêmes pourraient être également gérés en tant qu'items accompagnés de thèmes (de couleur, de forme, de thématique de symboles...), d'attributs et de ressources grâce au modèle Hypertopic. Chaque icône est en effet capable d'être décrit avec des informations supplémentaires par exemple ses attributs. Dans la prochaine section, nous allons illustrer la co-construction d'un système d'icône basé sur le LVD: la catégorisation des icônes, les activités coopératives et la discussion sur la gestion des icônes sous forme de documents.

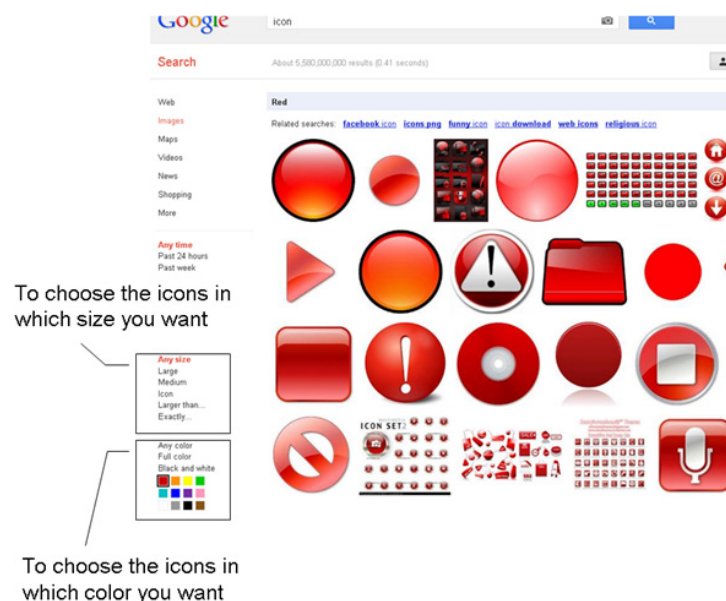
## **6.2 Catégorisation des icônes dans un système d'icône**

### **6.2.1 Les catégorisations empiriques des icônes en fonction de caractères symboliques ou graphiques**

Puisqu'un nombre important d'icônes est impliqué dans un système d'icônes, il est plus efficace de construire une catégorisation des icônes pour la recherche simple d'icône. Comme mentionné dans la section précédente, la catégorisation est essentielle dans un système d'icônes, qui facilite la recherche et le partage d'icônes avec une structure explicite. Les utilisateurs peuvent facilement trouver une icône cible en entrant directement dans la bonne catégorie. De même, ceux qui recommandent de nouvelles icônes dans le système peuvent trouver également le bon endroit pour mettre rapidement leurs icônes. Résultant de cela, nous devons d'abord construire une catégorisation appropriée des icônes basées sur le LVD qui seront également considérés comme des tags iconiques pour le tagage social après.

Les recherches antérieures ont étudié la catégorisation des icônes. Dans le travail de Wang, les chercheurs ont listé et analysé neuf taxonomies d'icônes de 1983 à 2003 (Wang *et al.*, 2007). Ces études s'étaient appuyées sur les critères différents de classification, mais toujours en se concentrant sur la relation entre les symboles des icônes et des objets représentés ; ces taxonomies d'icônes s'étaient notamment intéressées à la forme physique des icônes, les icônes étant classés en fonction de la distance cognitive avec la réalité.

Un travail plus approfondi sur la taxonomie d'icône (Nakamura *et al.*, 2012) a été récemment réalisé. Il a démontré les trois méthodes pour classer des icônes. *La catégorisation lexicale* concerne la catégorisation pictographique divisée initialement en mots lexicaux (ou des mots de contenu) et en mots fonctionnels (ou des mots grammaticaux). *La catégorisation sémantique* vise à classer les icônes sur des événements et des entités, ou nous pouvons dire sur des actions et des objets. *La catégorisation par la stratégie de représentation* a été utilisée pour convertir les concepts en pictogrammes: la similitude visuelle, la convention arbitraire et l'association sémantique. Bien que ce travail ait été ajouté de nouveaux facteurs dans la catégorisation d'icônes, il était encore conceptuellement proche de l'ancienne taxonomie en mettant l'accent sur la théorie des signes.



**Figure 25** L'interface de la catégorisation et la recherche d'icônes par les options graphiques dans Google Image

Récemment, les praticiens de Google Image ont montré une autre méthode de catégorisation d'icône portant plus d'attention sur les caractéristiques graphiques (cf. Figure 25). Cette fonction permet de sélectionner rapidement les icônes qui sont composées par des composants graphiques communs, sans intérêt pour la représentation symbolique sauf si nous avons besoin de quelque chose dans la barre de recherche. Cependant, les réponses concordantes s'affichent toutes les icônes dans une taille ou une couleur à implanter les conditions secondaires sur l'apparence extérieure.

Nous pouvons retenir ici une première conclusion : la catégorisation classique d'icônes est centrée sur les caractères symboliques, alors que la catégorisation basée sur les qualités graphiques est également adoptable. Toutefois, un ensemble d'icônes classé par ces deux méthodes pourra ne pas être identique de façon permanente par exemple comme ce qui est montré dans la Figure 25. Les quatre icônes sont catalogués dans la même catégorie tenant compte de leurs caractères symboliques en représentant des objets de l'énergie. Au contraire, elles sont divisées en deux catégories distinctes selon les critères graphiques: deux en rouge et les autres en bleu. Le conflit potentiel entre les deux standards de catégorisation complique la construction du système d'icônes. Les experts doivent préparer deux types de catégorisation d'icônes pour répondre aux différents objectifs de recherche puisque, normalement, la catégorisation à travers des caractères symboliques est distincte de celle graphiques. Par conséquent, le système d'icônes basé sur le LVD vise à éviter la préférence de catégorisation symbolique et à simplifier la catégorisation d'icônes.





### **6.2.2 Catégorisation d'icônes dans le système d'icônes basé sur le LVD**

Quelle que soit l'icône ajoutée dans le système d'icônes basé sur le LVD, il doit obéir à la règle de création, c'est à dire dans beaucoup de cas la pré-icône fusionnant avec le symbole. Même si l'icône originale a été conçue de façon singulière en plusieurs couleurs ou dans une forme non-standard, d'autres opérations graphiques la transformeront en conformité avec d'autres icônes basées sur le LVD. A noter que la catégorisation énoncée ci-dessous est simplement une fonction du système *toujours dans un contexte donné*, mais pas dans le but de servir une taxonomie universelle d'icônes.

Lorsque plusieurs icônes basés sur le LVD sont impliquées dans un contexte commun de connaissances, elles sont censées être d'abord classées selon la classification des objets représentants. Bien que cette méthode de catégorisation soit similaire à celles des études antérieures sur la taxonomie des symboles d'icônes, le critère n'est plus la stratégie de la représentation comme arbitraire ou similaire, mais le « vrai » sens de l'icône construit par ses usagers. Comme mentionné dans l'introduction du modèle, les icônes basées sur le LVD sont structurés à partir d'un groupe de tags textuels. Nous avons tout d'abord une unité de tags textuels (les sous-titres des icônes) qui sont catalogués selon le modèle Hypertopic. Alors nous « iconicisons » ces sous-titres, ainsi que leur structure (la catégorisation des tags

textuels). Par contre, la catégorisation des icônes peut être considérée comme un processus inverse: nous avons un ensemble des icônes basées sur le LVD. Ensuite la structure des tags textuels correspondants contribuera à leur catégorisation. C'est-à-dire que les tags iconiques dont les textes prototypes sont répertoriés dans une catégorie seront toujours maintenus dans la même classe d'icônes.

D'une part, la catégorisation des icônes basées sur le LVD met en évidence une grande cohérence entre la catégorisation à travers les caractères symboliques et les caractères graphiques à cause de la régularité graphique du LVD (cf. Figure 26). Pour l'utilisateur qui veut par exemple choisir un tag iconique « plante », il pourra le chercher depuis la catégorie « nature » ou la catégorie « icônes vertes ». Avec une catégorisation ancienne des icônes, cela présente le risque d'obtenir des résultats tout à fait distincts venant des deux catégories. Toutefois, dans le cas d'un système d'icônes basé sur le LVD, nous définissons que les icônes vertes carrés (pré-icône) représentent le thème de la nature. Les icônes de la catégorie « nature » ou la catégorie « icônes vertes » sont tout à fait la même chose. Par conséquent, le système d'icônes basé sur le LVD intègre les deux catégorisations distinctes dans un seul pour simplifier la construction et la pratique.

Classification of icons		
Classifying method	Through symbolic characters	Through graphical characters
Icons without explicit structure		
VDL-based Icons		

**Figure 26** Deux critères de la catégorisation des icônes sans structure explicite et des icônes basées sur le LVD

D'autre part, les pré-icônes sont encore plus utiles lorsqu'un tag iconique est associé à plus d'une catégorie, ce qui se produit fréquemment dans un SOC. Par exemple, le tag « énergie renouvelable » est un sujet pluridisciplinaire. Il est associé au thème « aspect environnemental » intéressé par l'énergie et au « aspect économique » respectant la consommation réduite d'énergie. Dans la catégorisation des tags textuels, les énergies renouvelables apparaissent à la fois dans la catégorie « aspect environnemental » et la catégorie « aspect économique ». Cependant, le format textuel ne peut pas exprimer explicitement ces deux catégories pendant le tagage. Au contraire, les icônes basées sur le

LVD sont capables de s'adapter à plusieurs thèmes concernés en profitant de la pré-icône. Le symbole du tag « énergies renouvelables » sera respectivement attaché aux deux pré-icônes correspondantes « aspect environnemental » et « aspect économique », au moyen de laquelle, un tag peut être catalogué dans plus d'une catégorie. De même, si nous rencontrons plusieurs icônes qui représentent le même objet, leurs pré-icônes indiquent les catégories associées.

Au regard de ces opportunités, la catégorisation de systèmes d'icônes basé sur des LVD fournit un moyen efficace, quand on est confronté à l'émergence d'un nouveau thème, pour trouver une icône cible. Cette catégorisation met en rapport avec la catégorisation des objets représentés selon le modèle Hypertopic. Simultanément, la catégorisation de caractères symboliques a bien davantage de chances de se trouver cohérente avec celle des icônes de caractère graphique en utilisant le LVD et les pré-icônes. La catégorisation des icônes basées sur le LVD simplifie également la construction d'un système d'icône et la gestion des tags multi-thèmes concernés.

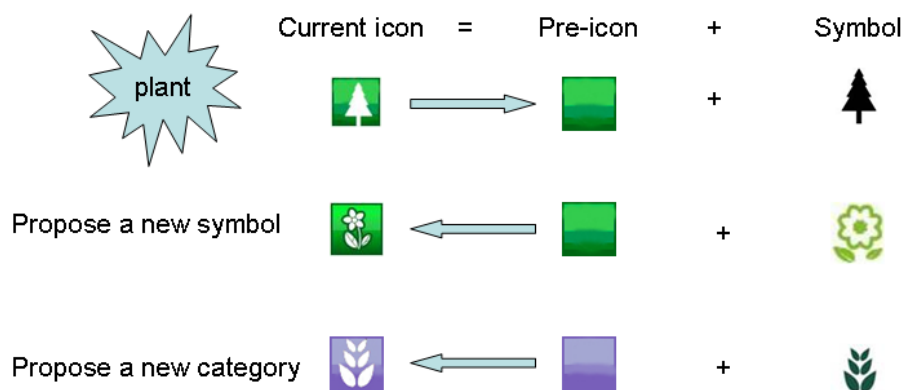
### **6.3 Les activités coopératives dans le système d'icônes basé sur le LVD**

La régularité graphique du LVD permet aux utilisateurs et aux graphistes de participer facilement dans la co-construction. Il suffit d'apprendre la règle de création : la pré-icône plus le symbole. Les quatre types d'opérations participatives seront présentés dans cette section pour prendre un exemple du mode coopératif dans un système d'icônes (cf. Figure 27).

Tout d'abord, les utilisateurs et les graphistes peuvent proposer un symbole pour une icône existante. Dans ce cas, le sous-titre (tag textuel) qui oriente soit du thème soit de la valeur d'attribut a déjà au moins une icône correspondante. Par contre, les contributeurs proposeront parfois d'autres symboles augmentant intelligibilité, tandis que les graphistes auront des nouvelles idées sur la représentation plus artistique. Au lieu de risquer de ne pas s'adapter au système actuel, des nouvelles icônes dans le système d'icônes basé sur le LVD fournissent un moyen simple. Il suffit de fusionner le symbole proposé à la pré-icône prédéfinie pour créer une nouvelle icône. Le problème n'est pas trivial - les graphistes savent bien qu'il ne s'agit pas toujours d'une simple « additivité », car ils faut tenir compte, dans la façon de

« fusionner », de très nombreux facteurs (ergonomie, contraste, esthétique...) ; mais même si le symbole du tag iconique est changé, la pré-icône garantit de rester dans la même catégorie, qui pourra être maintenue en cohérence avec l'ancienne catégorisation des tags textuels. Cette opération permet d'ajouter plus d'alternatives pour un thème ou pour une valeur d'attribut et d'encourager une grande participation des contributeurs proposant des icônes.

Deuxièmement, il pourrait être proposé d'associer une icône existante à d'autres catégories. Quand une icône représente un thème au carrefour de multiples autres thèmes, elle peut être corrélée avec plus d'une catégorie. Comme aucun thème n'est jamais isolé, et que le réseau social multiple les transversalités et le croisement des angles de vue, de tels thèmes « multi-thèmes » sont plutôt nombreux. Dans la catégorisation prédéfinie d'icônes, les ingénieurs des connaissances ne peuvent pas reconnaître tous les thèmes multi-thèmes concernés potentiels comme « l'énergie renouvelable » et il sera donc recommandé aux utilisateurs de reproduire une icône en combinant une autre pré-icône (correspondant à la catégorie associée) avec le symbole présent. Cette opération favorise une prise de conscience collective des icônes. Chaque utilisateur est en mesure de reconnaître une catégorie le concernant raisonnablement comme une icône existante. Cette proposition des icônes multi-thèmes est supposée permettre de taguer des connaissances plus précisément. Car il est facile de représenter (par exemple en surbrillance ou en représentant les liens de cooccurrence découlant d'un partage d'items comme cela est possible avec certains outils au format Hypertopic tels que Lasuli ou Porphyry) le sous-domaine concerné et voir voyant la pré-icône des tags multi-thèmes concernés.



**Figure 27** Les opérations coopératives sur la combinaison de la pré-icône et du symbole pour proposer des nouvelles icônes basées sur le LVD

Troisièmement, le système doit permettre à tout participant de suggérer un thème entièrement nouveau. Cette opération peut être expliquée comme une insertion d'objet représenté avec une icône correspondante, qui est similaire à l'action d'ajouter des thèmes et des valeurs d'attribut dans un SOC. Les ingénieurs des connaissances et les contributeurs peuvent également créer un nouveau tag iconique sous le format textuel en demandant aux autres rôles la représentation iconique appropriée. Par contre, ce type de proposition textuelle ne sera pas accepté par le superviseur tant qu'une icône ne lui sera pas attachée.

Enfin, les utilisateurs pourront faire des commentaires sur les icônes, principalement sur leur conception et le domaine applicable. Les utilisateurs peuvent émettre des remarques sur la qualité des symboles, en se référant à l'interprétation iconique, ou donner des conseils sur l'explication textuelle des icônes. Cette proposition du sens textuel d'icônes implique le type de connaissances qu'elle permet de taguer. Par exemple, une icône avec une usine en guise de symbole peut avoir plusieurs tags textuels correspondants comme « industrie », « usine », « pollution ». Si quelqu'un voit ces sous-titres proposés par d'autres, il pourra utiliser cette icône pour taguer les connaissances dans ces sujets. Bien que chaque personne ait sa propre compréhension de l'icône et risque d'appliquer la même icône dans des domaines variés, cela sera régulé progressivement par un certain contrôle de pair à pair : les propositions des autres contraignent en quelque sorte une tendance du domaine applicable car il y a une imitation sémantique dans le tagage social (Fu *et al.*, 2010).

Ces quatre opérations sont dédiées à la co-construction d'un système d'icône basé sur le LVD, qui permettra d'améliorer ses fonctions de manière à la fois « top-down » et « bottom-up ». Elles évitent les limitations que présentent les systèmes d'icônes recommandés par des experts, trop rigides - en absorbant autant que possible les idées venant de tous les participants. En plus, grâce au LVD, de nouvelles icônes communes ne perturbent pas la structure visuelle du système.

## **6.4 Discussion: le système icône vu lui-même comme un SOC**

Bien que le système d'icônes basé sur le LVD agisse comme un système complémentaire du SOC où les icônes sont traités comme des tags iconiques potentiels, il est également capable

de fonctionner comme un SOC indépendant dans lequel les icônes sont des items. Hypertopic propose le protocole pour gérer les icônes par leurs thèmes, leurs attributs et leurs ressources associées, ce qui est parfaitement comparable d'autres items ou documents.

Tout d'abord, les thèmes d'icônes sont le moyen de co-construire et d'indiquer la catégorisation des objets représentés. Cette catégorisation utilise complètement la structure de tags proposée par Hypertopic dans laquelle chaque catégorie des représentations symboliques se réfère à un groupe de thèmes ou un nom d'attribut. Comme présenté précédemment, la catégorisation d'icônes basée sur les caractères graphiques et basée sur les caractères symboliques se trouve particulièrement unifiée et cohérente dans le cas du système d'icônes basé sur le LVD. L'ajout d'une icône et la recherche d'une icône est similaire à la procédure d'ajout d'un item dans un SOC documentaire, et peut être facilement réalisée grâce à des outils Hypertopic tels que Steatite et Agoræ (Cahier *et al.*, 2013).

D'ailleurs, les attributs et les ressources peuvent également être intéressants pour une icône. Une liste des attributs d'une icône peut inclure sa date de création, les informations techniques (pixels...), son créateur, d'éventuels droits ou licences libres, le domaine applicable et toutes sortes d'autres informations utiles. Les ressources pour une icône peuvent être le lien du téléchargement ou des documents marqués auparavant par cette image, pour montrer des exemples précédemment appliqués.

Du fait que les tags iconiques sont utilisés pour taguer un item documentaire, ils sont ainsi utilisables pour l'annotation d'une icône. L'icône qui a besoin d'être taguée est considérée comme un item iconique dans le SOC alors que les icônes utilisées pour taguer sont des tags iconiques dans un autre système d'icônes. Cependant, une fois qu'un système d'icônes basé sur le LVD est mis en œuvre pour un partage social, il est plus clair de taguer une icône avec des tags textuels pour éviter la confusion. Taguer l'icône par des icônes est une tâche conceptuellement réalisable, mais qui peut causer d'autres problèmes par exemple sur la lisibilité.

Recueillant des témoignages à partir des échantillons réussis dans le SOC basé sur le protocole Hypertopic, le système d'icônes basé sur le LVD est construit sur le même principe. Il est aussi capable d'être géré comme un SOC avec un accent particulier sur le tagage des connaissances dans les communautés sociales.

Les travaux de ce chapitre ont fait l'objet de la conférence internationale : (Ma et Cahier, 2012d).



## 7 Conclusion

### Bilan

La principale contribution scientifique de ce travail est d'abord de réfléchir sur les points de rencontre possibles entre les théories de la représentation iconique des connaissances (Paivio, 1971) (Lohse, 1990) et de la visualisation de la structure des informations (Bertin, 1983), et ensuite de se servir de cette réflexion pour proposer et approfondir la notion de *système de tags iconiques basé sur un Langage Visuel Distinctif multipoints de vue pour le tagage, la recherche et le partage des connaissances dans une communauté sociale*. Notre étude justifie et préconise ensuite de développer ce genre de système de tags à la fois dans le but d'améliorer la représentation visuelle de chaque tag, et de structurer les tags en tant que système utile à l'interprétation d'un SOC.

Après avoir étudié l'état de l'art sur le tagage textuel et la représentation graphique, nous avons trouvé que les travaux précédents ont focalisé, soit juste sur la représentation de tag en utilisant des icônes, soit seulement sur la visualisation de la structuration de tags textuels. Il nous a semblé intéressant d'avancer et d'explorer le concept de *pré-icône* pour avoir un système de tags visuels bien structuré. Ce concept ne signifie pas seulement la structuration des tags et des connaissances en profitant des caractères graphiques d'icônes comme la forme et la couleur. Indissociable du modèle Hypertopic qui nous a servi de fil conducteur, il est aussi le pivot de la *structuration socio-sémantique à base de points de vue*, ouverte sur des langages et des langues multiples, dont ont besoin des communautés utilisatrices. À ce titre les pré-icônes sont la partie la plus visible de l'apport que pourraient représenter les systèmes de tagage iconiques hypertopiques pour faciliter le partage des connaissances complexes, volumineuses et fortement évolutives. De même, la fonction symbolique d'icône permet d'interpréter le sens du tag avec une représentation plus claire et plus vivante. Des perspectives importantes se trouvent ouvertes pour les domaines complexes qui doivent être

appréhendés par des communautés nombreuses, en particulier *de façon pluridisciplinaire*, comme le développement durable, la santé, la gestion des risques, le génie civil, la cartographie participative ou l'aménagement du territoire.

Nous avons réalisé deux expérimentations pour évaluer notre modèle et nos hypothèses. La première expérience s'est intéressée à l'efficacité du tagage entre le système de tags iconiques basé sur le LVD, le système de tags iconiques sans structure explicite et le système de tags textuels. Selon l'analyse statistique, le système de tags iconiques basé sur le LVD a démontré le meilleur résultat au niveau de la vitesse et la qualité du tagage, qui a validé l'avantage du LVD et des pré-icônes.

La deuxième expérience s'est concentrée sur le dispositif de présentation et d'arrangement des tags dans la représentation d'un système de tags. Du fait que les tags textuels sémantiquement rangés facilitent la recherche de tags, nous avons effectué cet autre test, portant sur l'efficacité du tagage avec les dispositions différentes des tags iconiques. Le système de tags iconiques basé sur le LVD a démontré de meilleur résultat même dans le cas de rangement au hasard : le test tend à indiquer que le type de représentation de tags est plus important que la façon de ranger les tags pour visualiser d'abord des regroupements des tags.

A partir de ces deux expérimentations, nous obtenons une notion plus complète du système de tags iconiques basé sur le LVD Hypertopic, nous savons mieux quel format de tags il faut et comment organiser les présentations ensemble. Nous en avons une connaissance théorique mais aussi pratique, y compris, pour certains aspects au niveau du logiciel permettant de manipuler sur le Web le système de tags permettant d'effectuer ces expériences. Enfin, après avoir compris les modèles et validé certaines hypothèses que nous avançons sur son efficacité, nous nous sommes intéressés aux méthodes et aux aspects pratiques, en lien avec des domaines de connaissances existants de la construction de ce genre du système de tags.

En considérant qu'un système de tags iconiques est un sujet interdisciplinaire, nous avons tenu à positionner notre démarche entre l'Ingénierie des Connaissances, l'IHM et le TCAO. Pour favoriser les contributions différentes dans ces champs disciplinaires d'un système de tags iconiques, nous privilégions une démarche de construction participative : le mode de co-construction que nous avons envisagé permet aux quatre rôles (ingénieur des connaissances, graphiste, contributeur et superviseur) de participer à la création continue d'un système

coopératif de tags iconiques basé sur le LVD. Notre proposition vise aussi à mettre en relation le standard du système de tags iconiques que nous proposons, avec ses possibilités d'application pratiques. Dans un tel système, que (faute de temps) nous nous sommes pour le moment contentés d'étudier au niveau de la conception (sans pouvoir engager d'expérience de terrain), les utilisateurs travaillent en même temps de façon ascendante et descendante, la règle de création d'icône est validée par des experts, les items « icones » pouvant être également modifiés et améliorés par des retours d'expérience et des suggestions venant des utilisateurs.

Il sera intéressant dans des travaux ultérieurs de compléter cette recherche, de mettre en œuvre et d'expérimenter la co-construction du système de tags iconiques dans une communauté, par exemple sur le Web, confrontée à un vaste domaine de connaissances. Un tel système coopératif facilitera collectivement le tagage textuel et le tagage iconique pour des ressources partagées. Dans cette voie, nous avons pour le moment commencé à développer le prototype d'une plate-forme du système de tags iconiques (où nous avons testé deux fonctions : créer une nouvelle icône et modifier une icône existante), de plus amples détails étant fournis en Annexes. En s'appuyant sur cette base, des développements ultérieurs permettraient de compléter les différents autres processus et rôles nécessaires au système, chacun faisant sa partie de création.

Les expérimentations, ainsi que les livrables informatiques associées, ont permis de valider et d'approfondir sur beaucoup d'aspects notre modèle du système de tags iconiques basé sur le LVD, au niveau conceptuel et au niveau pratique. Les travaux dans cette thèse proposent aussi une nouvelle façon de taguer et partager des connaissances qui pourra être également utilisée dans la gestion documentaire pour les entreprises.

## **Discussion et perspectives**

Bien que l'idée du système de tags iconiques basé sur le LVD multi-points de vue ait été formalisée au niveau du format, du dispositif et de la co-création, il reste encore des points intéressants à discuter et à étudier progressivement.

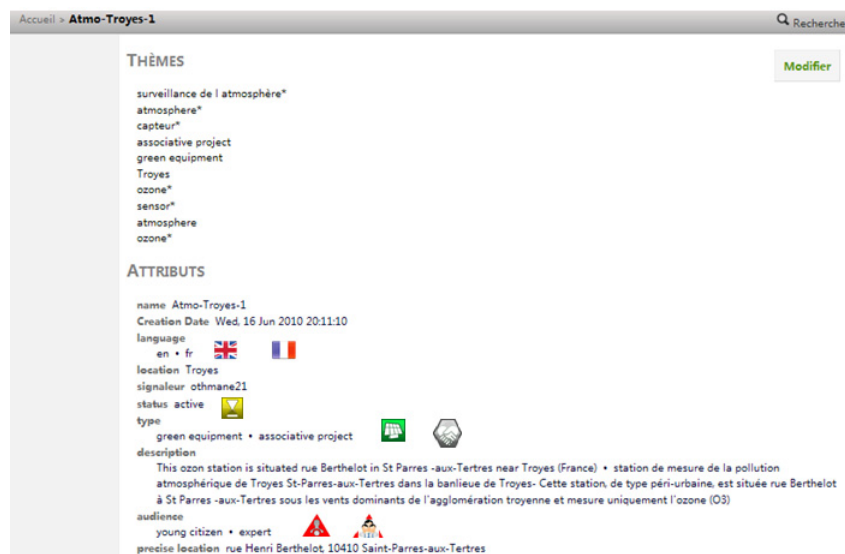
Premièrement, la relation entre les icônes et les sous-titres a été signalée et étudiée dès la première expérience. Le résultat de tagage de tags iconiques sans structure explicite et celui de tags textuels n'a pas montré une grande différence. Nous faisons l'hypothèse que les sous-titres d'icônes influencent la vitesse de tagage. En plus, la plupart des participants ont trouvé positif de pouvoir lire s'ils le souhaitent les sous-titres au lieu des seules icônes (sauf s'ils ont rencontré des problèmes de compréhension des mots constituant les sous-titres). Les études précédentes (Haramundanis, 1996) ont expliqué pourquoi l'icône ne peut pas exister toute seule, ou bien discuté le problème de la coréférence entre l'image et le texte. Pour illustrer plus clairement des problèmes entre les tags iconiques et les sous-titres, nous avons aussi besoin d'étudier de façon plus approfondie la représentation sémiotique et son rapport aux informations textuelles.

Deuxièmement, les deux expériences n'ont pas été réalisées avec beaucoup de participants. Même si leurs résultats ont significativement validé notre hypothèse, il serait intéressant de reprendre le processus pour démontrer l'efficacité du tagage dans un test avec des utilisateurs plus nombreux, et aussi avec des participants utilisant le système d'icônes dans leur domaine de métier. Plus nombreuses seront les données obtenues, plus précise devra être l'analyse destinée à les traiter.

Enfin, la plate-forme pour la construction participative du système de tags iconiques basé sur le LVD a été développée avec juste deux fonctions principales. Elle aura besoin d'être conçue plus en détail, améliorée par d'autres fonctions dont nous avons décrites certaines, et intégrée dans une approche plus globale avec d'autres outils utilisant la même infrastructure Hypertopic, ce qui est l'approche poursuivie par notre équipe de recherche (Cahier *et al.*, 2013). L'approche proposée requiert une grande collaboration en ligne avec, de la part de chaque participant une part créative nécessitant des fonctions plus fines. Aussi, un travail informatique plus approfondi sera nécessaire pour développer de nouvelles fonctions de cette plate-forme, par exemple, pour afficher le nuage des tags iconiques et tirer parti des remarques faites pendant la deuxième expérience (concernant le « présentoir »). Il faudra considérer pour ces développements ultérieurs les technologies coopératives liées à l'image aussi bien que les outils basiques en TCAO.

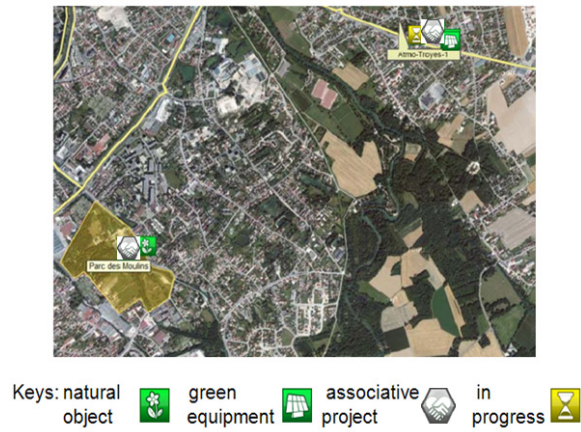
Une fois le système de tags iconiques basé sur le LVD réalisé, les icônes pourront être appliquées à des cas d'utilisation différents. Par exemple, tout d'abord ces icônes structurées

peuvent aider l'illustration de certains attributs pour enrichir et préciser la description verbale. Pour chaque item, nous avons proposé une liste d'attributs pertinents. Pour présenter les attributs d'objets, les icônes peuvent être associées à une description verbale (cf. Figure 28). Par rapport à l'expression en texte seul, les informations éditées semblent être plus « concrètes », en particulier pour l'environnement de partage des connaissances internationales.



**Figure 28 Présenter les valeurs d'attribut d'un item en utilisant des tags iconiques (Perspective d'usage des icônes dans l'outil « Agoræ »)**

Ce qui est également intéressant pour appliquer les icônes est de représenter des connaissances en les taguant sur la carte en lien avec l'information géographique (cf. Figure 29). L'icône est l'un des outils visuels qui sont parfaitement applicables sur la carte. En plus nos icônes basées sur le LVD permettent d'explicitier la structuration des informations géographiques même si elles ne sont pas dans un endroit proche grâce aux caractères graphiques. Il y a déjà nombre d'applications géographiques qui souhaitent souligner des informations importantes avec des icônes bien structurées, surtout dans le cas où nous avons besoin de classer des informations sur la carte pour mieux de reconnaître certaines catégories. Les systèmes d'icônes structurés que nous proposons peuvent aussi être utilisés, avec de meilleures propriétés, pour l'annotation collaborative sur des cartes.



**Figure 29 Présenter géographiquement des connaissances sur la carte en utilisant des tags iconiques**

Dans le futur, le système de tags iconiques basé sur le LVD seront largement utilisés pour représenter des connaissances et des informations sur la carte dans le domaine multi-contributeurs par exemple la gestion de crise, les ressources territoriales et d'une façon générale les systèmes partagés dans une communauté.

-----

## Bibliographie

- Ames, M. and Naaman, M. (2007). Why we tag: the motivations for annotation in mobile and online media. In Proc. of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'07).
- Anderson, J. R.(2005). Cognitive Psychology and Its Implications. New York: Worth Publishers.
- Angeletou, S., Sabou, M., Specia, L. and Motta, E. (2007). Bridging the gap between folksonomies and the semantic web: An experience report. In Workshop: Bridging the Gap between Semantic Web and Web, volume 2. Citeseer.
- Arnheim, R.1969. Visual Thinking. Chap.8, Pictures, Symbols and Signs. University of California Press, ISBN: 0-520-01871-0.
- Babbitt Kline, T.J., Ghali, L.M., Kline, D.W., Brown, C.K. (1990). Visibility distance of highway signs among young, middle-aged, and older observers: icons are better than text. Human factor 32 (5), 609-619.
- Barr, P., Noble, J. and Biddle, R. 2006. Icons R Icons. Fourth Australasian User Inter-face Conference (AUIC2006), Adelaide, Australia, Conference in Research and Practice in Information Technology, Vol.18.
- Bateman, I., Lee, K. and Kim, K. (2008). TopicRank: bringing insight to users. In proc. SIGIR 2008. ACM Press. 703-704.
- Begelman, G., Keller, P., and Smadja, F. (2006). Automated tag clustering: Improving search and exploration in the tag space. In Collaborative Web Tagging Workshop, 15th International World Wide Web Conference.
- Bénel, A., Zhou, C., Cahier, J.P. (2009). Beyond Web 2.0...And Beyond the Semantic Web. Design of Cooperative Systems, Chapter 1, Springer.
- Berlocher, I., Lee, K., and Kim, K. (2008). TopicRank: bringing insight to users. In Proc. SIGIR 2008. ACM Press (2008), 703-704.
- Berners-Lee, T. (2000). Semantic web on XML. XML 2000, Washington, DC.
- Bertin, J. (1983). Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps. W.J. Berg (Translator)

- University of Wisconsin Press, Translation.
- Bielenberg, K. and Zacher, M. (2005). Groups in social software: utilizing tagging to integrate individual contexts for social navigation. Master's thesis, Program of Digital Media, University of Bremen, 2005.
- Bischoff, K., Firan, C. S., Nejdil, W. and Paiu, R. (2008). Can all tags be used for search? In CIKM '08.
- Boukhelifa, N., Roberts, J.C. and Rodgers, P.J. (2002). Multiform glyph based search result visualization. In Proc. Information Visualization 2002 (IV2002), 549-554.
- Brooks, C.H. and Nancy, M. (2006). Improved annotation of the blogosphere via auto-tagging and hierarchical clustering. In Proc. of the 15<sup>th</sup> international conference on World Wide Web, pp 625-632, New York, NY, USA. ACM.
- Cahier J.-P., Aurélien Bénéel A., Salembier P., Towards a "non-disposable" software infrastructure for participation, Interaction Design and Architecture(s) Journal (IXD&A) 18, 58-73, Univ. Roma II, 2013.
- Cahier, J.P., Ma, X., and Zaher, L'H. (2010). Document and Item-based Modeling: a Hybrid Method for Socio-Semantic Web. ACM Symposium on Document Engineering DocEng 2010, 21-24 September 2010, Manchester, UK.
- Cahier, J.P., Zaher, L'H. and Zacklad, M. (2007). Information Seeking in a Socio-Semantic Web Application. Proc. 2nd International Conference on the Pragmatic Web (ICPW 2007) 22-23 Oct. 2007, Tilburg, The Netherlands, pp.91-95 ACM Digital Library & Open University ePrint.
- Cattuto, C., Benz, D., Hotho, A. and Stumme, G. (2008). Semantic grounding of tag relatedness in social bookmarking systems. In ISWC '08.
- Cattuto, C., Loreto, V. and Pietronero, L. (2007). Semiotic dynamics and collaborative tagging. Proc. Nat. Acad. Sci. 104, 1461-1464.
- Chandler, P. and Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. Cognition and Instruction 8, 293-332.
- Chandler, P. and Sweller, J. (1996). Cognitive load while learning to use a computer program. Applied Cognitive Psychology 10, 151-170.
- Chandler, P. and Sweller, J. (1992). The split-attention effect as a factor in the design of instruction. British Journal of Educational Psychology 62, 233-246.
- Charlet, J., Reynaud, C. et Teulier, R. (2001). Ingénierie des connaissances pour les systèmes d'information, Ingénierie des Systèmes d'Information, édité par C. Cauvet, C. Sabroux-Rosenthal, Hermès, Traité IC2, Ch. 10, p. 277-316.



- Chernoff, H. (1973). The use of face to represent points in K-Dimensional space graphically. *Journal of the American Statistical Association* (American Statistical Association) 68 (342), 361-368.
- Chen, Y., Santamaría, R., Butz, A. and Therón, R. (2009). TagClusters: Semantic Aggregation of Collaborative Tags beyond TagClouds. *Smart Graphics In Smart Graphics*, Vol. 5531 (2009), pp. 56-67, doi:10.1007/978-3-642-02115-2\_5.
- Chuah, M.C. and Eick, S.G.(1997). Glyphs for software visualization. *Proc 5<sup>th</sup> Program Comprehension (WPC '97)*, pp.183-191.IEEE Computer Society.
- Collins, B. L. and Lerner, N. (1982). Assessment of fire safety symbols. *Human Factors* 24(1), 1982, 75-84.
- Desfriches Doria, O. (2012). The role of activities awareness in faceted classification development, *Knowledge Organization* (39)4, 283-291.
- Denis, M., *Image et Cognition*, Collection Psychologie d'aujourd'hui, éditions PUF, 1989
- Downey, D., Dumais, S. and Horvitz, E. (2008). Understanding the relationship between searchers' queries and information goals. In *Proceeding of the 17<sup>th</sup> ACM Conference on Information and Knowledge Management*. ACM Press.
- Echarte, F., Astrain, J.J., Córdoba, A., and Villadangos, J., 2007. Ontology of folksonomy: A New modeling method. *Proceedings of Semantic Authoring, Annotation and Knowledge Markup (SAAKM)*.
- Eco, U. *Semiotics and the Philosophy of Language (Advances in Semiotics)*. Indiana University Press, ISBN : 0-253-35168-5, 254p. , 1984
- Floch, J.(1995), *Identités visuelles*, Presses Universitaires de France , rééd. 2010, Collection : *Formes sémiotiques* ISBN : 978-2-13-058256-4 , 221p.
- Fu, W., Kannampallil, T., Kang, R., and He, J. (2010). Semantic imitation in social tagging. *ACM Transaction on Computer-Human Interaction*, vol.17, No.3, article 12.
- Fujimura, K., Fujimura, S., Matsubayashi, T., Yamada, T., and Okuda, H. (2008). Topigraphy: visualization for large scale tag clouds. In *Proc. WWW 2008*. ACM Press (2008), 1088-1088.
- Furnas, G.W., Fake, C., Von Ahn, L., Schachter, J., Golder, S., Fox, K., Davis, M., Marlow, C., and Naaman, M. (2006). "Why do tagging systems work?" In *Extended Abstracts of the SIGCHI Conference on human Factor in Computing Systems (CHI' 06)*.
- Furnas, G.W., Landauer, T.K., Gomez, L.M., and Dumais S.T. (1988). The vocabulary problem in human-system communication. *Comm. ACM* 30, 1: 946-971.

- Gombrich, E.(1992) " L'image visuelle ", pp.323-349 in L'Ecologie des images Flammarion éditeur , coll. Idées et recherches, ISBN:2-08-012600-8
- Guarino, N. and Giaretta, P. (1995). Ontologies and Knowledge Bases; Towards a terminological Clarification. In N. Mars (ed.), Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building and Knowledge Sharing, Amsterdam, IOS Press, p. 25-32, 1995.
- Golder, S.A. and Huberman, B.A. (2006). Usage patterns of collaborative tagging systems. *J. of Information Science*, 32(2), 2006.
- Haramundanis, K. (1996). Why icons cannot stand alone. *ACM SIGDOC Asterisk Journal of Computer Documentation archive*, Vol. 20, Issue 2, pp. 1 – 8.
- Hassan-Montero, Y., and Herrero-Solana, V. (2006). Improving tagclouds as visual information retrieval interfaces. In *Proc. InfoSciT 2006*.
- Halvey, M.J. and Keane, M.T. (2007). An assessment of tag representation techniques. In *Proc. WWW 2007*. ACM Press, 1313-1314.
- Hearst, M.A., and Rosner, D. (2008). Tag Clouds: Data Analysis Tool or Social Signaller? In *Proc. HICSS 2008*.
- Herrmann, Th., Hoffmann, M., Loser, K.U., Moysich, K. (2000). Semistructured models are surprisingly useful for user-centered design. In: Dieng, R.; Giboin, A., Karsenty, L., De Heymann, P. and Hector, G.-M. (2006). Collaborative creation of communal hierarchical taxonomies in social tagging systems. Technical Report 2006-10, Stanford University, April.
- Hodge, G. (2000). *Systems of Knowledge Organization for Digital Libraries. Beyond Traditional Authority Files*. The Council on Library and Information Resources, Washington DC.
- Huchingson, R.D. (1981). *New Horizons in Human Factors*. McGrawHill, New York.
- Isherwood, S.J., McDougall, S.J.P., Curry, M.B. (2007). Icon identification in context: the changing role of icon characteristics with user experience. *Human Factors* 49 (3), 465-476.
- ISO, *Topic Maps: Information Technology -- Document Description and Markup Languages*. ISO/IEC 13250:2000 Michel Biezunski, Martin Bryan, Steven R. Newcomb, ed. 3 Dec 1999.
- Kalyuga, S., Chandler, P., and Sweller, J. (2000). Incorporating learner experience into the design of multimedia instruction. *Journal of Educational Psychology*, 92, pp 126-136.
- Kassel, G. (2002). *OntoSpec : une méthode de spécification semi-informelle d'ontologies*. In *Proceedings of the 13th French-speaking Conference on Knowledge Engineering*:

- IC'2002, Rouen (France), p. 75-87, 2002.
- Kerr, B. (2006). TagOrbitals: tag index visualization. IBM research report. In proceedings of SIGGRAPH '06, ACM Article No. 158 ACM New York, NY, USA.
- Kim, H.L., Scerri, S., Breslin, J.G., Decker, S., Kim, H.G. (2008). The state of the art in tag ontologies: a semantic model for tagging and folksonomies, Proceedings of the 2008 International Conference on Dublin Core and Metadata Applications, September 22-28, 2008, Berlin, Germany.
- King, A.J. (2000): On the Possibility and Impossibility of a Universal Iconic Communication System. In: Yazdani, M., Barker P. (Eds.). Iconic Communication. Intellect, Bristol. UK, pp. 17-28.
- Knautz, K., Soubusta, S. and Stock, G.W. (2010). Tag Clusters as Information Retrieval Interfaces. In Proceedings of the 2010 43rd Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS '10), pp 1-10.
- Lindberg, T. and Näsänen, R. (2003). The effect of icon spacing and size on the speed of icon processing in the human visual system. *Displays* 24, 111–120.
- Lamy, J. B., Duclos, C., Bar-Hen, A., Ouvrard, P. and Venot, A. (2008). An iconic language for the graphical representation of medical concepts. *BMC Medical Informatics and Decision Making*.
- Li, X., Guo, L., and Zhao, Y. E.(2008). Tag-based social interest discovery. In WWW '08.
- Lim, C. (2006). A case study of icon-scenario based animated menu's concept development. Proceedings of the 8th conference on Human-computer interaction with mobile devices and services, Helsinki, Finland, Vol. 159, pp. 177 – 180, ISBN:1-59593-390-5.
- Lin, J., Hsieh, M., Yu, H., Tsai P. and Shiang, W. (2009). Comparing the usability of the icons and functions between IE6.0 and IE7.0. *Lecture Notes in Computer Science*, Springer Berlin / Heidelberg, vol. 5610/2009, ISBN 978-3-642-02573-0, pp. 465-473.
- Lohse, J., Rueter, H., Biolsi, K. and Walker, N. (1990). Classifying visual knowledge representations: a foundation for visualization research. IEEE Computer Society Technical Committee on Computer Graphics, Siggraph: ACM Special Interest Group on Computer Graphics and Interactive Techniques, ISBN: 0-8186-2083-8, pp. 131 – 138.
- Ma, X. and Cahier, J.P. (2013). Semantically displaying visual tags: Experiment of tags arrangement in VDL-based iconic tag system, 15th International Conference on Human-Computer Interaction, 21–26 July 2013, Las Vegas, USA. *Lecture Notes in Computer Science series*.

- Ma, X. and Cahier, J.P. (2012d). Collaboratively construct a Hypertopic-based Icon System for Knowledge tagging, International Conference on Social Informatics, 5–7 December 2012, Lausanne, Switzerland. Lecture Notes in Computer Science series, pp. 309-322.
- Ma X. and Cahier J.P. (2012b). Visual Distinctive Language: using a Hypertopic-based Iconic Tagging System for Knowledge Sharing. IEEE WETICE 2012, pp 456-461.
- Ma, X. et Cahier, J.P. (2012c). Vers un système de tagage iconique basé sur Hypertopic, Conférence IC 2012 (23<sup>ème</sup> Journées francophones d'Ingénierie des Connaissances), AFIA, 25-27 Mai, 2012, Paris, France.
- Ma, X. et El-Mawas, N. (2012a). Vers une classification « visuelle » favorisant la participation en mode Web 2.0, JJC CORIA CIFED 2012, 21-23 mars, Bordeaux, France.
- Ma, X. and Cahier, J.P. (2011c) Visually Representing Tags Using a Hypertopic-based Icon System, 2011 International Conference on Business Intelligence and Financial Engineering, December 12-13, 2011, Hong Kong.
- Ma, X. and Cahier, J.P. (2011b). Iconic Categorization with Knowledge-Based Icon Systems Can Improve Collaborative KM. In Proc. CTS2011, IEEE Conference Publications, 216 - 223.
- Ma, X., Cahier, J.P., et Zaher L.H. (2011a). Apport de la catégorisation iconique pour la gestion coopérative des connaissances. EGC2011, 25-28 Janvier 2011.
- Macgregor, G. and McCulloch, E. (2006). Collaborative tagging as a knowledge organization and resource discovery tool. *Library Rev.* 55, 5, 291-300.
- Markines, B., Cattuto, C., Menczer, F., Benz, D., Hotho, A. and Stumme, G. (2009). Evaluating similarity measures for emergent semantics of social tagging. In WWW '09.
- Mas, S. and Marleau, Y. (2009). Proposition of a Faceted Classification Model to Support Corporate Information Organization and Digital Records Management. 42th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). 5-9 January, 2009, Waikoloa, Big Island, Hawaii.
- Mayer, R.E. and Alexander, P.A. (2011). Handbook of research on learning and instruction. New York: Routledge.
- McDougall, S.J.P. and Isherwood, S.J. (2009). What's in a name? The role of graphics, functions and their interrelationships in icon identification. *Behavior Research Methods* 41 (2), 325-336.
- McDougall, S.J.P., Curry, M.B. and Bruijn, O. (1999). Measuring symbol and icon characteristics: norms for concreteness, complexity, meaningfulness, familiarity, and

- semantic distance for 239 symbols. *Behavior Research Methods, Instrument, & Computers* 31(3), 488-519.
- Michelis, G. (Hrsg.): *Designing cooperative systems*. Amsterdam: IOC press, pp 159 -174.
- Mika, P. (2005). Ontologies are us: A unified model of social networks and semantics. *The Semantic Web--ISWC 2005*, pages 522—536.
- Nakamura, C. and Zeng-Treitler, Q. (2012). A taxonomy of representation strategies in iconic communication. *International journal of Human-Computer Studies* 70 (2012) 535-551.
- Noh, T.G., Park, S.B., Yoon, H.G., Lee, S.J. and Park, S.Y. (2009). An automatic translation of tags for multimedia contents using folksonomy networks. In *SIGIR '09*.
- Norman, D.A. (2000). *The psychology of everyday things*. Yuan-Liou, TW.
- Oldenburg, S., Garbe, M. and Cap, C. (2008). Similarity cross-analysis of tag / co-tag spaces in social classification systems. In *Search in Social Media (SSM) Workshop (CIKM '08)*.
- Ohly, H.P. (2012) *Mission, Programs, and Challenges of Knowledge Organization* 12th International ISKO Conference, 6-9 August 2012 Mysore, India
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: a dual coding approach*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- Passant, A. (2007). Using ontologies to strengthen folksonomies and enrich information retrieval in weblogs. In *Proceedings of International Conference on Weblogs and Social Media*.
- Peirce, C. (1931 - 58). *Collected writings (8 Vols)*, Hartshorne C, Weiss P and Burks, AW, eds. Harvard University Press.
- Provost, J. (2008). Improved document summarization and tag clouds via singular value decomposition. Master thesis, Wueen's University, Kingston, Canada. September 2008.
- Rivadeneira, A.W., Gruen, D.M., Muller, M.J., and Millen, D.R. (2007). Getting our head in the clouds: toward evaluation studies of tagclouds. In *Proc. CHI 2007*. ACM Press (2007), 995-998.
- Schrammel, J., Leitner, M. and Tscheligi, M. (2009). Semantically structured tag clouds: an empirical evaluation of clustered presentation approaches. In *proceedings of CHI 2009*, April 4-9, 2009, Boston, MA, USA, pp 2037-2040.
- Schwarzkopf, E., Heckmann, D. and Dengler, D. (2007). In *Workshop on Data Mining for User Modeling, ICUM'07*, page 63.
- Sen, S., Lam, S.K., Rashid, A.M., Cosley, D., Frankowski, D., Osterhouse, J., Harper, M.F. &

- Riedl, J. (2006). Tagging, communities, vocabulary, evaluation. In Proceedings of the 20<sup>th</sup> anniversary conference on Computer Supported Cooperative Work.
- Shaw, B. (2008). Utilizing folksonomy: Similarity metadata from the del.icio.us system. <http://www.metablake.com/webfolk/web-project.pdf>. Accessed December 30, 2008.
- Shepitsen, A., Gemmell, J., Mobasher, B. and Burke, R. (2008). Personalized recommendation in social tagging systems using hierarchical clustering, Proceedings of the 2008 ACM conference on Recommender systems, October 23-25, 2008, Lausanne, Switzerland [doi>10.1145/1454008.1454048].
- Shipman, F., Airhart, R. and Hsieh, H. (2001). Visual and spatial communication and task organization using the visual knowledge builder. Conference on Supporting Group Work, Proceedings of the 2001 International ACM SIGGROUP Conference on Supporting Group Work, pp. 260 – 269, ISBN:1-58113-294-8.
- Specia, L. and Enrico, M. (2007). Integrating folksonomies with the semantic web. pp 624-639.
- Star, Susan; Griesemer, James (1989). "Institutional Ecology, 'Translations' and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39". *Social Studies of Science* 19 (3): 387–420.
- Tanya, R., Beelders, P., Blignaut, J., McDonald, T. & Dednam, E. (2007). The impact of different icon sets on the usability of a word processor. *Lecture Notes in Computer Science*, Springer Berlin / Heidelberg, ISSN0302-9743, Vol. 4559/2007, pp. 250-257.
- Van Damme, C., Hepp, M., and Siorpaes, K. (2007). Folksonology: An integrated approach for turning folksonomies into ontologies. *Bridging the Gap between Semantic Web and Web*, 2:57--70.
- Wang, H., Hung, S., and Liao, C. (2007). A survey of icon taxonomy used in the interface design. *ECCE 2007 Conference*, London, UK.
- Webb, J.M., Sorenson, P.F. and Lyons N.P. 1989. An empirical approach to the evaluation of icons. July 1989, *SIGCHI Bulletin*, pp. 87 - 90, Vol. 21, Number 1.
- Wu, H., Zubair, M. and Maly, K. (2006). Harvesting social knowledge from folksonomies. In *Hypertext'06: proceeding of the 17<sup>th</sup> conference on Hypertext and hypermedia*, pp111-114, New York, NY, USA. ACM.
- Wu, X. , Zhang, L. and Yu, Y. (2006). Exploring social annotations for the semantic web, *Proceedings of the 15th international conference on World Wide Web*, May 23-26, 2006, Edinburgh, Scotland [doi>10.1145/1135777.1135839]
- Yeung, C.M., Gibbins, N. and Shadbolt, N. (2009). Contextualising tags in collaborative

- tagging systems. In Hypertext '09.
- Zacklad, M. (2003). Communities of Action: a Cognitive and Social Approach to the Design of CSCW Systems. GROUP'2003, 09-12 November 2003, Sanibel Island. ACM, 190-197 p (2003).
- Zacklad, M., Cahier, J.P., Pétard, X. (2003). Du web cognitivement sémantique au web socio sémantique : Exigences représentationnelles de la coopération. In: Web sémantique et Sciences humaines et sociales.
- Zacklad, M., Desfriches-Doria, O., Bertin, G., Mahe, S., Ricard, B., Musnik, N., Cahier, J.-P., Bénel, A. et Lewkowicz, E. (2011). Miipa-Doc : vers une gestion de l'hétérogénéité des classifications documentaires en entreprise. Hypermedia et pratiques numériques–H2PTM'11, Paris:Hermes Sciences–Lavoisier, pp. 323-333.
- Zacklad, M. (2010). Évaluation des systèmes d'organisation des connaissances. *Les Cahiers du numérique* 3/2010 (Vol. 6), p. 133-166. URL : [www.cairn.info/revue-les-cahiers-du-numerique-2010-3-page-133.htm](http://www.cairn.info/revue-les-cahiers-du-numerique-2010-3-page-133.htm).
- Zhou, C., Lejeune, C.H. and Bénel, A. (2006). Towards a standard protocol for community driven organizations of knowledge. Proc. ISPE CE'06, IOS Press, Amsterdam, pp 338 - 349.
- Zhou, C., Bénel, A. and Cahier, J. (2010). Beyond Web 2.0...And beyond the Semantic Web. Dans from CSCW to Web 2.0: European Developments in Collaborative Design, Computer Supported Cooperative Work (Dave Randall, Pascal Salembier). Springer-Verlag.

# Annexe 1 – Présentoirs de tags et un exemple des items tagués pour la première expérience

1	géographie	2	risque	3	chauffage	4	ours	5	prise de conscience	6	gestion de risque	7	santé	8	eau
9	3D interactif	10	science de l'atmosphère	11	consommation d'électricité	12	loisirs locaux	13	gaspillage	14	experts	15	énergie éolienne	16	industrie
17	sécurité globale	18	désinfection	19	vidéo	20	pollution et dépollution	21	collectivité locale	22	au début	23	article de recherche	24	érosion du sol
25	lampe	26	bloqué	27	déconseillé aux enfants	28	nutriment	29	énergie	30	éruption volcanique	31	matériel	32	jeunes citoyens
33	psychologie	34	finance	35	émissions industrielles	36	art	37	ordinateur	38	transport camion	39	jeu	40	histoire
41	émission	42	logiciel	43	projet étudiant	44	spiritualité	45	agriculture méditerranéenne	46	pêche	47	mine	48	groupe humain défavorisé
49	téléphones portables	50	covoiturage	51	fini	52	service	53	déchets	54	énergie renouvelable	55	livre	56	projet associatif
57	projet de recherche	58	arbre	59	web	60	ville durable	61	enfants	62	transport par pipeline	63	jardin	64	pluie
65	réchauffement climatique	66	chimie	67	légume	68	écologie industrielle	69	zoologie	70	animaux marins	71	projet individuel	72	commerce équitable
73	économie d'énergie	74	batiment	75	droit	76	éducation	77	cours	78	en cours	79	mobilité	80	adultes
81	biogaz	82	idée	83	nuisance sonore	84	recyclage	85	science et technologie alimentaire	86	transport	87	centrale électrique	88	dioxyde de carbone

1		2		3		4		5		6		7		8	
9		10		11		12		13		14		15		16	
17		18		19		20		21		22		23		24	
25		26		27		28		29		30		31		32	
33		34		35		36		37		38		39		40	
41		42		43		44		45		46		47		48	
49		50		51		52		53		54		55		56	
57		58		59		60		61		62		63		64	
65		66		67		68		69		70		71		72	
73		74		75		76		77		78		79		80	
81		82		83		84		85		86		87		88	

1		2		3		4		5		6		7		8	
9		10		11		12		13		14		15		16	
17		18		19		20		21		22		23		24	
25		26		27		28		29		30		31		32	
33		34		35		36		37		38		39		40	
41		42		43		44		45		46		47		48	
49		50		51		52		53		54		55		56	
57		58		59		60		61		62		63		64	
65		66		67		68		69		70		71		72	
73		74		75		76		77		78		79		80	
81		82		83		84		85		86		87		88	



## Annexe 2 – Exemple des items tagués pour la première expérience

SOS-21


Jeu multi-joueurs en ligne, accessible sur le Web avec un simple navigateur, d'immersion dans les défis du développement durable. Sensibiliser au développement durable par le jeu, acquérir de bonnes pratiques en matière de gestes quotidiens, découvrir sur une carte de votre région des innovations ou des initiatives proposées par des partenaires ou des collectivités locales, mieux connaître ces initiatives, ou même les visiter dans un univers 3D... SOS-21 est un jeu en ligne, éthique et innovant, où le joueur confronte son avatar aux défis du développement durable et change ses comportements dans la réalité. Des territoires réels sont reconstitués dans les mondes virtuels SOS-21, donnant aux participants un nouveau regard sur la ville et ses centres d'intérêts. Participez et jouez pour voir votre région modélisée ! Le projet SOS-21 se continue en approche Open Source, et recherche des participants, pour développer la prochaine version qui comportera des fonctions collaboratives et multi-joueurs.


1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43	44	45
46	47	48	49	50	51	52	53	54
55	56	57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78	79	80	81
82	83	84	85	86	87	88	89	90

SOS-21


Jeu multi-joueurs en ligne, accessible sur le Web avec un simple navigateur, d'immersion dans les défis du développement durable. Sensibiliser au développement durable par le jeu, acquérir de bonnes pratiques en matière de gestes quotidiens, découvrir sur une carte de votre région des innovations ou des initiatives proposées par des partenaires ou des collectivités locales, mieux connaître ces initiatives, ou même les visiter dans un univers 3D... SOS-21 est un jeu en ligne, éthique et innovant, où le joueur confronte son avatar aux défis du développement durable et change ses comportements dans la réalité. Des territoires réels sont reconstitués dans les mondes virtuels SOS-21, donnant aux participants un nouveau regard sur la ville et ses centres d'intérêts. Participez et jouez pour voir votre région modélisée ! Le projet SOS-21 se continue en approche Open Source, et recherche des participants, pour développer la prochaine version qui comportera des fonctions collaboratives et multi-joueurs.

39				

## Annexe 3 – Pré-questionnaire pour la première expérience

*N° de participants :*

*Spécialité :*

*E-mail (facultatif):*

1. Langue maternelle : français  autre

*Si vous avez coché « autre » :*

1) Depuis combien d'année pratiquez-vous le français ?

2) Quel est votre niveau du français ?

faible  moyen  fluent

2. Quelle est en gros votre connaissance du développement durable ? (cochez la réponse)

J'ai une excellente compréhension de ce que représente ce concept.

Je ne comprends pas très bien ce que ce concept veut dire.

Je ne comprends pas du tout

3. Est-ce que vous avez suivi (ou êtes-vous en train de suivre) des cours ou les formations sur le développement durable ?

Aucune formation

Simple initiation

Cours approfondi

## **Annexe 4 – Partie 1 du post-questionnaire pour la première expérience**

*N° de participants :*

### **1. Compréhension**

Listez à votre avis les 4 tags (mettez les numéros de tags) les plus difficilement compris et 4 les plus facilement compris.

### **2. Visualisation**

Pensez-vous que vous venez de manipuler les tags qui pourraient être regroupés en catégories ? Si oui, donnez un exemple d'une catégorie des tags (mettez les numéros de tags) et essayez de nommer cette catégorie. Pour quelle raison pensez-vous qu'ils sont dans une catégorie ?

### **3. Suggestion**

Cela nous aiderait si vous pourriez nous indiquer quels sont les qualités et les défauts de tags que vous avez utilisés Par exemple, compréhensibilité, mémorisabilité, réutilisabilité.... Avez-vous des suggestions à nous faire pour améliorer le système de tag ? Vous pouvez aussi communiquer oralement cette suggestion à l'animateur de votre groupe en sortant de la salle.

## Annexe 5 – Partie 2 du post-questionnaire pour la première expérience

\*Pour le groupe B

*N° de participants :*

### 4. Mémorisation

Mettez les textes pertinents en choisissant dans le nuage de tag ci-dessous.




---




---




---




---




---




---




---




---




---




---




---




---




---




---

enfants	matériel	web
experts	covoiturage	collectivité locale
droit	groupe humain de favorise	nuisance sonore
chimie	désinfection	pêche
émissions industrielles	spiritualité	chauffage
jeu	art	consommation d'électricité
bloqué	agriculture méditerranéenne	au début
idée	projet associatif	service

\*Pour le groupe C

*N° de participants :*

#### 4. Mémorisation

Mettez les textes pertinents en choisissant dans le nuage de tag ci-dessous.




---




---




---




---




---




---




---

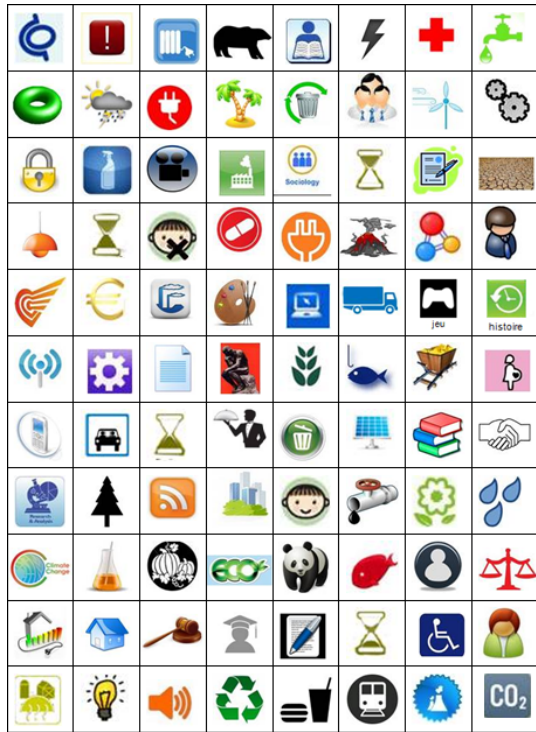



---



enfants	matériel	web
experts	covoiturage	collectivité locale
droit	groupe humain de favorise	nuisance sonore
chimie	désinfection	pêche
émissions industrielles	spiritualité	chauffage
jeu	art	consommation d'électricité
bloqué	agriculture méditerranéenne	au début
idée	projet associatif	service

# Annexe 6 – Présenteurs de tags pour la deuxième expérience



# Annexe 7 – Brochure de présentation de l’interface pour la deuxième expérience





## **Annexe 8 – Pré-questionnaire pour la deuxième expérience**

1. (Question sur la maîtrise de la langue) Dans le présent questionnaire le nombre de mots que j'ai eu du mal à comprendre ou à traduire est :

- A. je comprends sans peine tous les mots
- B. de 1 à 3 mots
- C. entre 3 et 10 mots
- D. plus de 10 mots

2. Est-ce que votre langue maternelle est française?

- A. Oui
- B. Non

3. Estimez-vous posséder (par exemple grâce à des formations que vous auriez suivies) certaines compétences en développement durable et en sciences de l'environnement ?

- A. non, je n'ai suivi aucune formation et ne suis pas particulièrement compétent dans ce domaine
- B. je n'ai suivi aucune formation dans ce domaine, mais je m'y intéresse et je suis assez compétent dans ce domaine
- C. j'ai suivi certaines formations et je dispose de connaissances moyennes dans ce domaine
- D. j'ai suivi certaines formations et je pense disposer d'une certaine expertise dans ce domaine

4. Combien pourriez vous citer de médias (sites Web, journaux, émissions de radio ou de TV) publiant des contenus sur le développement durable ou l'environnement, et que vous vous avez été amené à consulter ?

- A. aucun
- B. un ou deux
- C. 3 à 5
- D. 5 ou plus

5. Avez-vous dans les 30 jours qui précèdent, acheté ou consommé un produit (ou service), en ayant tenu compte, dans votre choix, de facteurs de développement durable ?

A. jamais

B. une fois

C. à 2 ou 3 reprises

D. à de très nombreuses reprises

6. Lorsqu'elles sont recyclées, les bouteilles en plastique peuvent être transformées en :

A. verre

B. fibre polaire

C. papier

7. Le biodiesel est :

A. un biocarburant à base de beurre

B. un biocarburant à base de compost

C. un biocarburant à base d'huile végétale

8. A cause du réchauffement climatique, la glace fond et la limite de glaciers du Pôle nord recule actuellement de :

A. moins de 10 mètres par an

B. entre 10 et 20 mètres par an

C. plus de 20 mètres par an

D. cette limite reste fixe les glaciers ne reculent pas du tout

9. Les énergies renouvelables ce sont :

A. des formes d'énergie dont la source se reconstitue à la même vitesse qu'elle est consommées

B. des formes d'énergie dont la source ne se reconstitue pas

C. des formes d'énergie dont la source se reconstitue plus rapidement qu'elle est consommées

## Pré-Questionnaire

### Consigne du pré-questionnaire:

Avant de commencer l'expérience, veuillez remplir le pré-questionnaire ci-dessous.

Lisez le texte et répondez les questions. Ce n'est pas un examen, ne vous inquiétez pas.

Pour confirmer vos réponses et continuer dans la partie suivante, merci de cliquer sur le bouton « confirmer et commencer le test » en bas du questionnaire.

Votre cursus: (3%)

**1. (Question sur la maîtrise de la langue) Dans le présent questionnaire le nombre de mots que j'ai eu du mal à comprendre ou à traduire est :**

- A. je comprends sans peine tous les mots
- B. de 1 à 3 mots
- C. entre 3 et 10 mots
- D. plus de 10 mots

**2. Est-ce que votre langue maternelle est français?**

- A. Oui
- B. Non

**3. Estimez-vous posséder (par exemple grâce à des formations que vous auriez suivies) certaines compétences en développement durable et en sciences de l'environnement ?**

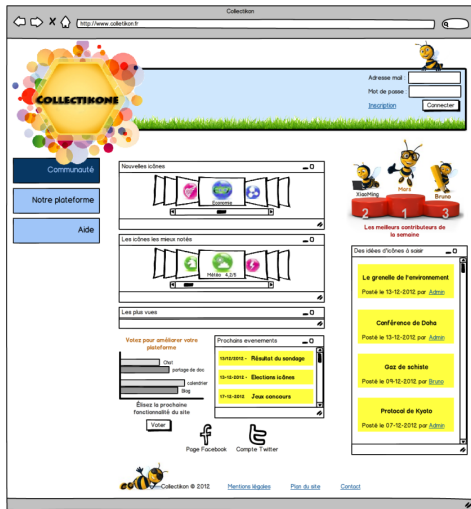
- A. non, je n'ai suivi aucune formation et ne suis pas particulièrement compétent dans ce domaine
- B. je n'ai suivi aucune formation dans ce domaine, mais je m'y intéresse et je suis assez compétent dans ce domaine
- C. j'ai suivi certaines formations et je dispose de connaissances moyennes dans ce domaine
- D. j'ai suivi certaines formations et je pense disposer d'une certaine expertise dans ce domaine

**4. Combien pourriez vous citer de médias (sites Web, journaux, émissions de radio ou de TV) publiant des contenus sur le développement durable ou l'environnement, et que vous vous avez été amené à consulter ?**

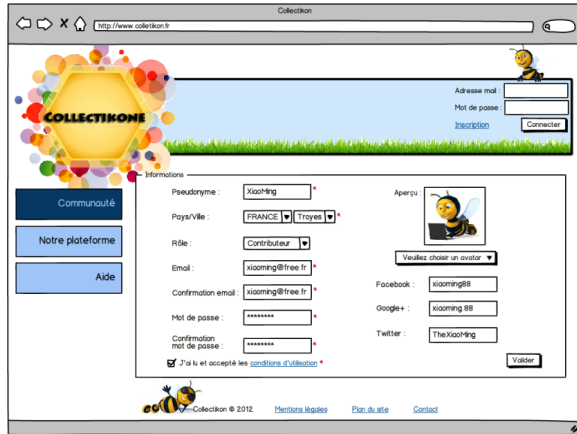
- A. aucun
- B. un ou deux
- C. 3 à 5
- D. 5 ou plus

# Annexe 8 – Brochure de maquette du système participatif d'icônes

Page d'accueil de la plateforme



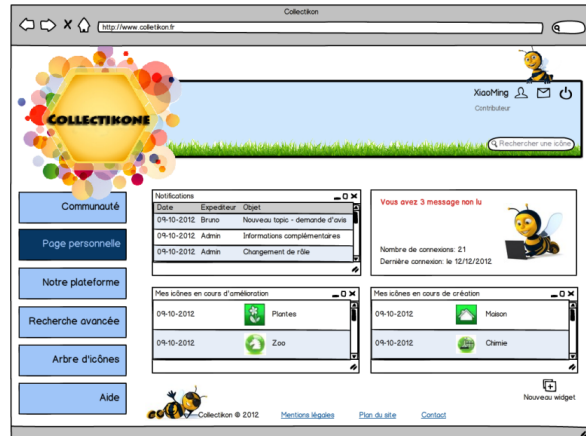
Formulaire d'inscription d'un utilisateur



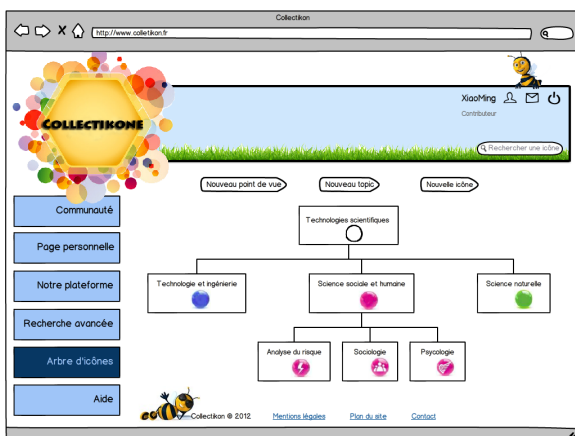
Fiche d'un utilisateur de la plateforme



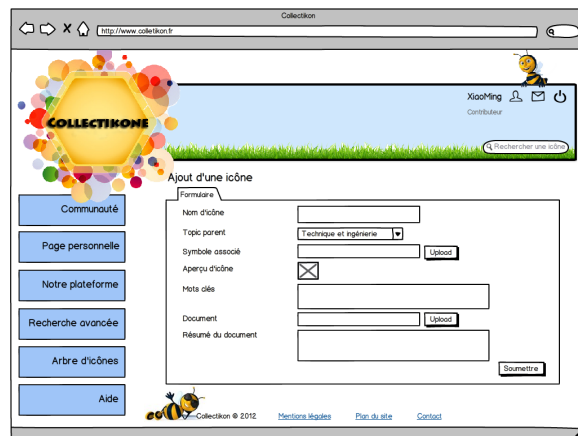
Page personnelle d'un utilisateur



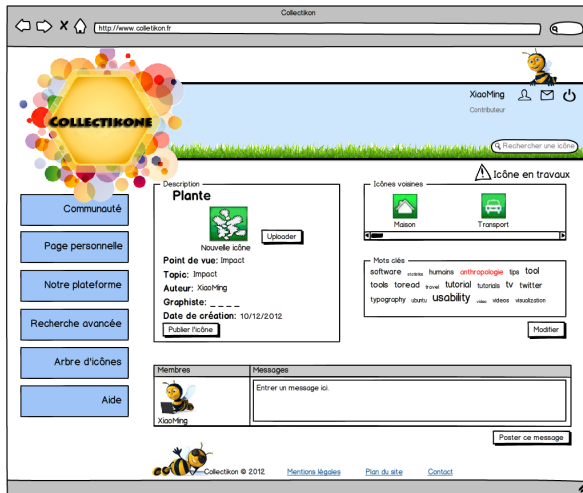
Page initiale de l'arbre d'icône



Formulaire d'ajout d'une icône



Page d'une icône avant l'intervention du graphiste (contributeur)



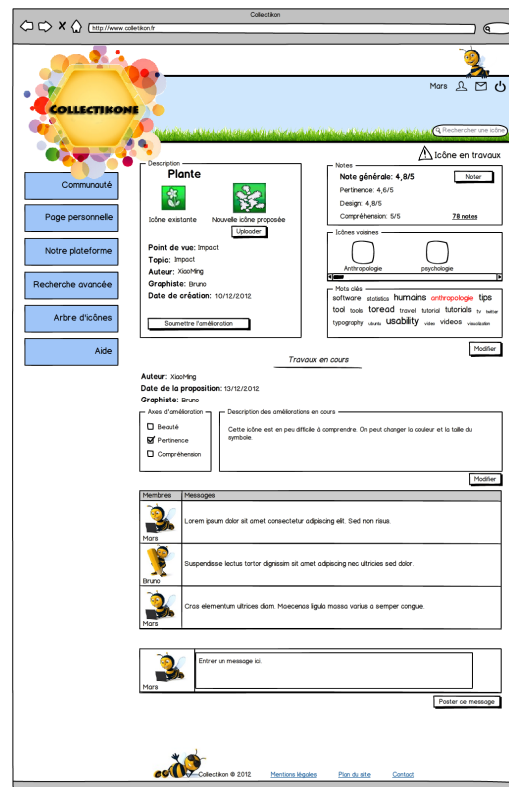
Page d'une icône avant la fin du processus de création (graphiste)



Page d'une icône avant la fin du processus de création (contributeur)



Fiche d'une icône en travaux d'amélioration (soumission du contributeur)



## Fiche d'une icône en travaux d'amélioration (juste avant la publication de l'amélioration)

Collectikon

http://www.collectikon.fr

Mars

Rechercher une icône

**COLLECTIKONE**

Communité

Page personnelle



Notre plateforme

Recherche avancée

Arbre d'icônes

Aide

Description

Icône existante
  Nouvelle icône proposée

**Point de vue:** Connaissances scientifiques  
**Topic:** Sciences humaines  
**Auteur:** XiaoMing  
**Graphiste:** Wei

Notes

**Note générale: 4,8/5**

Pertinence: 4,6/5  
Design: 4,8/5  
Compréhension: 5/5 **78 notes**

Travaux en cours




Axes d'amélioration  
 Beauté  
 Pertinence  
 Compréhension


Description des améliorations en cours

Cette icône est en peu difficile à comprendre. On peut changer la couleur et la taille du symbole.

Membres

Messages

 Mars	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit. Sed non risus.
 Bruno	Suspendisse lectus tortor dignissim sit amet adipiscing nec ultricies sed dolor.
 Mars	Cras elementum ultrices diam. Maecenas ligula massa varius a semper congue.

 Collectikon © 2012
 [Mentions légales](#)
[Plan du site](#)
[Contact](#)

# Xiaoyue MA

## Doctorat : Réseaux, Connaissances, Organisations

### Année 2013

#### Système participatif de tags iconiques basé sur un langage visuel distinctif multi-points de vue

Le système de tags pour un système d'organisation des connaissances centralise et fournit les tags qui peuvent être utilisés pour classer, partager et rechercher des connaissances sur le web pour l'utilisation personnelle ou organisationnelle. Bien que les études précédentes aient pensé à améliorer le système de tags visuels en utilisant des icônes, il existe dans ce cas le problème de reconnaissance, de mémorisation et de désorientation. Notre recherche se consacre à la recherche d'une nouvelle approche pour améliorer la représentation des tags et surtout de leur structure, dans un système où les icônes bien structurées pourront améliorer l'efficacité de tagage en considérant la qualité et la rapidité. Ce système de tags iconiques s'organise sur un LVD (Langage Visuel Distinctif) lui-même basé sur le modèle Hypertopic pour la représentation de cartes de thèmes multipoints de vue développé par l'équipe Tech-CICO. Cette solution est proposée pour améliorer principalement l'interprétation sémiotique du sens de l'icône et renforcer la compréhension et l'usage de la structure de tags dans un système informatisé de partage des connaissances, notamment pour gérer et partager les tags iconiques sur une plate-forme collaborative.

Mots clés : icônes - folksonomies - visualisation - gestion des connaissances - Web 2.0 - travail collaboratif.

#### Cooperative Iconic Tags System Based on Visual Distinctive Language in Multi-viewpoints

Tags systems for Knowledge Organization System centralize and provide the tags that can be employed in classifying, sharing and seeking knowledge on the web for personal or organizational use. However, an increased variety of vocabularies and languages cause connections between tags and documents marked by textual tags to become less and less distinctive, making the use and reuse of tags systems even harder. Although previous attempts have been made onto visual tags system by using icons, it caused the disorientation when users facing with plant of isolated symbols. Our research dedicates to searching a new approach to improve the representation of tags and their structure in a tags system, where well-structured icons enhance the tagging effectiveness by considering tagging quality and tagging speed. The LVD (Visual Distinctive Language)-based iconic tags system is proposed and presented in this thesis to bring amelioration mainly from semiotic interpretation of tag meaning and graphical code of tag structure. The arrangement of icons is as well another interesting topic that was deal with in our research to offers a more complete definition of iconic tags system. Apart from modeling and evaluating the LVD-based iconic tags system we have considered the way to build up such icon system in today's cooperative knowledge sharing context and made it possible to manage and share iconic tags on a collaborative plate-form.

Keywords: icons - folksonomies - visualization - knowledge management - Web 2.0 - cooperation.

Thèse réalisée en partenariat entre :

