



HAL
open science

Le modèle des cartes cognitives contextuelles

L. Chauvin, D. Genest, S. Loiseau

► **To cite this version:**

| L. Chauvin, D. Genest, S. Loiseau. Le modèle des cartes cognitives contextuelles. 2007. hal-00192295

HAL Id: hal-00192295

<https://hal.science/hal-00192295>

Preprint submitted on 27 Nov 2007

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Le modèle des cartes cognitives contextuelles

L. Chauvin

D. Genest

S. Loiseau

{lionelc, genest, loiseau}@info.univ-angers.fr

LERIA - Université d'Angers
2 boulevard Lavoisier 49045 Angers Cedex 01

Résumé :

Le modèle des cartes cognitives offre une représentation graphique d'un réseau d'influences entre différentes notions. Une carte cognitive peut contenir un grand nombre de liens d'influence ce qui rend difficile son exploitation. De plus ces influences ne sont pas toujours pertinentes pour des utilisations différentes de la carte. Nous proposons une extension de ce modèle qui précise le contexte de validité d'une influence à l'aide de graphes conceptuels et nous fournissons un mécanisme de filtrage des influences en fonction d'un contexte d'utilisation.

Mots-clés : cartes cognitives, contexte, graphes conceptuels

Abstract:

A cognitive maps is a network of influences between concepts. A cognitive map can contain a great number of influence what makes difficult its exploitation. Moreover these influences are not always relevant for different use of a map. We propose an extension of this model which specifies the context of validity of an influence using conceptual graphs and we provide a filtering mechanism of the influences according to a context of use.

Keywords: cognitive maps, context, conceptual graphs

1 Introduction

Une décision peut être vue comme un choix parmi plusieurs *alternatives* dans le but d'atteindre un *objectif*. Un système d'aide à la décision manipule des connaissances et fournit des mécanismes à l'utilisateur lui facilitant la prise de décision. Un tel système peut présenter une solution à l'utilisateur puis lui expliquer comment cette solution a été déterminée comme optimale selon des critères prédéfinis. Il peut aussi être plus souple en donnant la possibilité à l'utilisateur de naviguer parmi les alternatives pour effectuer son choix.

Une *carte cognitive* [1] représente graphi-

quement un réseau d'*influence* entre différentes *notions*. Ce type de représentation visuelle offre un moyen de communication simple entre plusieurs personnes. Les cartes cognitives ont été utilisées dans de nombreux domaines pour expliquer le fonctionnement de systèmes complexes comme par exemple en biologie [1], en écologie pour décrire des éco-systèmes [2][3], en sociologie pour décrire des comportements sociaux [3]. Les cartes cognitives ne sont pas uniquement un outil de représentation, elles facilitent la prise de décision. En effet, le parcours des influences de notion en notion représente les étapes mentales qu'un individu effectue pour évaluer les conséquences d'une décision possible. Les différents chemins d'influence arrivant sur un objectif représentent les alternatives possibles permettant de l'atteindre. Les cartes cognitives ont donc des applications dans des domaines nécessitant une prise de décision, comme dans les domaines politiques et économiques [4][5]. La représentation informatique d'une carte cognitive et l'automatisation du parcours des influences sont relativement aisés. C'est la faculté des cartes cognitives à servir de support à la communication et d'aide à la décision par l'intermédiaire d'un outil informatique qui nous intéresse dans ce travail.

Bien qu'elles permettent de représenter de façon simple un système où les notions s'influencent entre elles, les cartes cognitives de grande taille sont difficiles à appréhender par un utilisateur. Une telle carte peut être le fruit d'un travail collaboratif ou le rassemblement des connaissances de plusieurs individus. Certaines parties

peuvent être fortement liées à des points de vue ou aux centres d'intérêts des personnes qui ont exprimé ces connaissances, ce qui peut rendre l'ensemble de la carte peu homogène. Le concepteur d'une carte place une influence entre deux notions en pensant à un contexte précis. Un observateur extérieur ne connaissant pas cette information de contexte peut trouver cette influence contestable.

Notre travail est une extension du modèle des cartes cognitives. Son originalité consiste à fournir au(x) concepteur(s) la possibilité d'explicitier le *contexte de validité* de chaque influence d'une carte. Un mécanisme permet à l'utilisateur de filtrer les informations de la carte en fonction du *contexte d'utilisation* qui l'intéresse.

Pour ce faire, notre modèle de *cartes cognitives contextuelles* utilise une ontologie. Il associe un graphe conceptuel [6] à chaque influence pour décrire son *contexte de validité*. On garde ainsi la simplicité d'utilisation d'un modèle graphique tout en fournissant un vocabulaire. Pour manipuler une carte, l'utilisateur décrit à l'aide d'un graphe conceptuel le contexte dans lequel il l'utilise. L'opération de projection des graphes conceptuels permet de filtrer les influences qui ont un sens dans ce *contexte d'utilisation*. L'utilisateur peut alors exploiter plus facilement cette carte simplifiée.

Dans la partie 2, nous décrivons le modèle des cartes cognitives contextuelles. La partie 3 traite de l'exploitation de ce modèle. Enfin nous présenterons dans la partie 4 le prototype que nous avons développé utilisant ce modèle.

2 Le modèle des cartes cognitives contextuelles

Rappelons dans un premier temps la définition du modèle de graphe conceptuel utilisé pour représenter les contextes d'utili-

sation d'une carte. Le modèle des graphes conceptuels utilisé ici, est une version simplifiée de celui défini dans [7]. Tout graphe conceptuel est défini sur un support qui organise, à l'aide de relations "sorte de", un vocabulaire composé de types de concepts et de types de relations.

Définition (support):

Un support S est un couple (T_C, T_R) tel que :

- T_C , ensemble des types de concepts, est un ensemble partiellement ordonné par une relation "sorte de" (notée \leq) possédant un plus grand élément (noté \top) appelé type universel.
- T_R , ensemble des types de relations, est un ensemble partiellement ordonné, partitionné en sous-ensembles de types de relations de même arité. $T_R = T_{R1} \cup \dots \cup T_{Rn}$, où T_{Ri} est l'ensemble des types de relations d'arité i . Tout T_{Ri} admet un plus grand élément (noté \top_i).

Exemple:

Le support décrit en figure 1 définit des types de concepts tels que *Ville* (qui est une sorte de *Lieu*) et des types de relations binaires tels que *agent*.

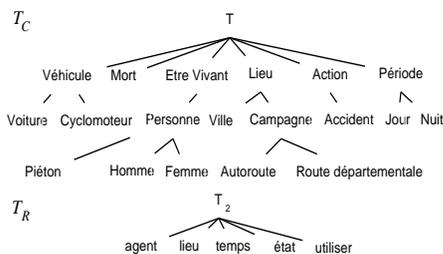


FIG. 1 – Un support

Un graphe conceptuel est un graphe contenant deux sortes de sommets. Les sommets de ces deux classes sont étiquetés respectivement par des noms de "concepts" et des noms de "relations conceptuelles" entre ces concepts. Les noms de "concepts" et

de “relation” étant préalablement définis dans le support. Les sommets *concepts* et les sommets *relations* sont reliés par des arêtes numérotées.

Définition (graphe conceptuel):

Un graphe conceptuel $G = (C_G, R_G, E_G, \text{étiq}_G)$ défini sur un support S , est un multigraphe non orienté, biparti où :

- C_G est l'ensemble des sommets concepts.
- R_G l'ensemble des sommets relations.
- E_G est l'ensemble des arêtes. Toutes les arêtes d'un graphe conceptuel G ont une extrémité dans C_G et l'autre dans R_G .
- étiq_G est une application qui à tout sommet de C_G , de R_G et à toute arête de E_G associe une étiquette : si $r \in R_G$, $\text{étiq}_G(r) \in T_R$; si $c \in C_G$, $\text{étiq}_G(c) \in T_C$; si $e \in E_G$, $\text{étiq}_G(e) \in \mathbb{N}$. L'ensemble des arêtes adjacentes à tout sommet relation r est totalement ordonné, ce que l'on représente en étiquetant les arêtes de 1 au degré de r .

Exemple:

Le graphe conceptuel de la figure 2 représente un *accident mortel* (accident dans lequel une personne est morte)

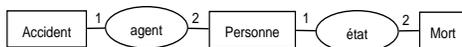


FIG. 2 – Un graphe conceptuel

Une carte cognitive contextuelle est représentée sous la forme d'un graphe orienté. Les noeuds du graphe sont étiquetés par un intitulé décrivant une notion. Pour simplifier nous supposons qu'il n'existe pas deux noeuds de la carte étiquetés par le même intitulé, nous emploierons donc le mot *notion* pour parler du contenu d'une étiquette et du noeud lui-même. Les arcs dans le graphe représentent des *liens d'influence*. Un lien d'influence est une relation de causalité possible entre deux notions. Les arcs du graphe sont étiquetés par

un signe + ou - pour signifier qu'une notion peut avoir une influence négative ou positive sur une autre. Le concepteur d'une carte cognitive contextuelle peut exprimer à l'aide de graphes conceptuels le contexte de validité de chaque influence.

Définition (carte cognitive contextuelle):

Une *carte cognitive contextuelle* définie sur un support S est un graphe orienté $X = (N_X, L_X, C_X, \text{étiq}_X)$ où :

- N_X est l'ensemble des noeuds du graphe.
- L_X est l'ensemble des arcs du graphe, appelés liens d'*influence* de la carte.
- C_X un ensemble de graphes conceptuels.
- étiq_X est une fonction d'étiquetage qui :
 - à tout élément n de N_X associe un intitulé décrivant la *notion*.
 - à tout élément l de L_X associe un couple (s, c) avec $s \in \{+, -\}$ représentant le *signe* de l'influence l et $c \in C_X$ un graphe conceptuel appelé *contexte de validité* de l'influence l . Un contexte de validité particulier appelé *contexte vide* est associé aux influences toujours valides.

Notation:

Soit $X = (N_X, L_X, C_X, \text{étiq}_X)$ une carte cognitive contextuelle. Soit $l \in L_X$, on note *source*(l) la notion qui est à l'origine de l'arc et *cible*(l) celle qui est à l'extrémité. On note *cont_val*(l) le contexte de validité de l . Le contexte de validité vide est représenté par le symbole ∇ . Un nom unique peut être associé à chaque contexte de validité.

Exemple:

La carte cognitive de la figure 3 s'inspire des problèmes de sécurité routière et peut être utilisée afin de sensibiliser des personnes à ces problèmes. Il est possible de considérer une notion comme un événement, dans ce cas, un lien d'influence positif entre deux notions pourrait se décrire

de la façon suivante : si la première notion se produit alors il est probable que la seconde se produise. A l'inverse, un lien d'influence négatif peut se décrire par : si la première notion se produit alors il est moins probable que la seconde se produise. Par exemple, si l'on prend les notions *mettre sa ceinture* et *accident mortel*, le fait de *mettre sa ceinture* diminue les risques d'avoir un *accident mortel*.

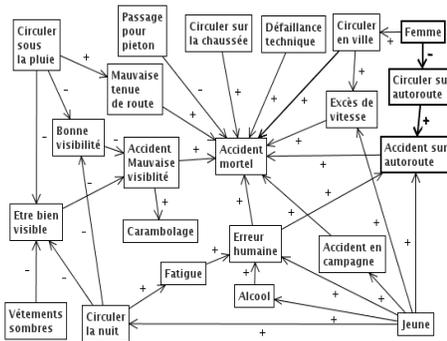


FIG. 3 – Carte cognitive

A chaque influence de la carte de la figure 3 est associé un des contextes de validité représentés dans la figure 4.

Par exemple, certaines influences comme la "fatigue" qui influence les "erreurs humaines" sont toujours pertinentes quel que soit le contexte d'utilisation de la carte, le contexte vide ∇ leur est donc associé (figure 4A). Utiliser un "passage pour piéton" diminue les risques d'accidents mortels pour un piéton (figure 4B). L'influence d'une "mauvaise tenue de route" sur les "accidents mortels" est vraie pour un automobiliste (figure 4C).

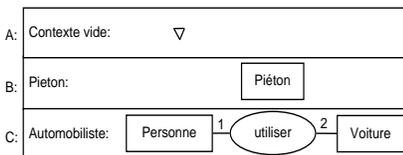


FIG. 4 – Ensemble des contextes de validité des influences

Une carte cognitive contextuelle n'est pas seulement un outil de représentation mais est aussi un système d'aide à la décision qui permet à l'utilisateur de déduire les conséquences d'une notion sur une autre. Certaines notions peuvent être des conséquences indirectes, c'est pourquoi il est possible de définir un mécanisme de propagation de l'influence dans le graphe. L'influence propagée d'une notion sur un autre est définie en fonction des chemins qui existent dans la carte entre ces deux notions, et des étiquettes portées par les liens. Cet effet peut être positif (noté +), négatif (-), nul (0) ou ambigu (?). L'influence propagée entre deux notions est positive (respectivement négative) lorsque le cumul des influences de tous les chemins entre ces deux notions est positif (respectivement négatif). L'influence propagée entre deux notions est nulle lorsqu'il n'existe pas de chemins entre ces deux notions. Enfin l'influence propagée est ambiguë lorsqu'il existe deux chemins dont les cumuls des influences sont de signes différents.

Définition (propagation de l'influence dans une carte cognitive):

Soit $X = (N_X, L_X, C_X, \text{étiqu}_X)$ une carte cognitive contextuelle définie sur un support S , l'influence I de X est une application de $N_X \times N_X$ dans $\{+, -, 0, ?\}$ telle que :

$$I(n_i, n_j) = \bigoplus_{H \in H_{i,j}} \bigotimes_{i \in [1, |H|-1]} I_1(h_i, h_{i+1})$$

$H_{i,j}$ étant l'ensemble des chemins ayant pour premier sommet n_i et comme dernier sommet n_j . Chacun de ces chemins étant de la forme $H = (h_1, \dots, h_k)$ avec $k = |H|$.

I_1 étant une application de $N_X \times N_X$ dans $\{+, -, 0\}$ telle que $I_1(n_i, n_j) = \text{étiqu}_X(l)$ si il existe un $l = (n_i, n_j)$ dans L_X et 0 sinon. \oplus et \otimes étant des applications de $\{+, -, 0, ?\} \times \{+, -, 0, ?\}$ dans $\{+, -, 0, ?\}$ définies ainsi :

⊕	+	-	0	?	⊗	+	-	0	?
+	+	?	+	?	+	+	-	0	?
-	?	-	-	?	-	-	+	0	?
0	+	-	0	?	0	0	0	0	0
?	?	?	?	?	?	?	?	0	?

Exemple:

Sur la carte de la figure 3 l'influence positive de la notion *Circuler sur autoroute* sur la notion *Accident sur autoroute* peut être interprétée de la façon suivante : "*Circuler sur autoroute augmente les risques d'avoir un accident sur autoroute*". De même l'influence négative de la notion *Femme* sur la notion *Circuler sur autoroute* peut s'interpréter par : "*Une femme circule peu sur autoroute*". Le mécanisme de propagation permet de déduire : "*Etre une femme diminue les risques d'avoir un accident sur autoroute*".

3 Exploitation

Une fois la carte établie, une fois que des contextes ont été associés aux influences, un utilisateur peut manipuler la carte cognitive contextuelle. Pour cela il précise d'abord le contexte dans lequel il souhaite l'utiliser. Le mécanisme de filtrage présenté dans cette section active les influences et les notions valides dans le contexte défini. Une carte restreinte au contexte est ainsi déterminée. L'utilisateur peut enfin utiliser le mécanisme de propagation sur cette carte restreinte pour connaître l'influence de n'importe quelle notion sur une autre.

Définition (contexte d'utilisation de la carte):

Un contexte d'utilisation *cont_util* est un graphe conceptuel défini sur un support *S*. Le contexte d'utilisation vide est noté ∇ .

Exemple:

L'utilisateur construit un nouveau graphe conceptuel pour décrire le contexte d'utilisation de la carte. Dans les prochains

exemples nous considérons que l'utilisateur choisi d'utiliser pour contexte d'utilisation l'un des graphes conceptuels *piéton* et *automobiliste* qui sont utilisés pour décrire les contextes de validité des influences (figure 4). Le contexte d'utilisation n'est pas toujours l'un des contextes de validité des influences de la carte, en effet, les contextes de validité des influences sont généralement moins spécialisés que le contexte d'utilisation ce qui permet à une influence de s'activer dans plusieurs cas.

Le mécanisme de filtrage s'appuie sur l'opération de projection d'un graphe conceptuel dans un autre.

Définition (projection):

Une projection d'un graphe $G = (C_G, R_G, E_G, \text{étiq}_G)$ dans un graphe $H = (C_H, R_H, E_H, \text{étiq}_H)$ est une application $\Pi : N_G \rightarrow N_H$ (avec $N_G = C_G \cup R_G$ et $N_H = C_H \cup R_H$), telle que :

- les arêtes et les étiquettes des arêtes sont conservées : pour toute arête rc de E_G , $\Pi(r)\Pi(c)$ est une arête de E_H et $\text{étiq}_G(rc) = \text{étiq}_H(\Pi(r)\Pi(c))$;
- les étiquettes des sommets peuvent être spécialisées : pour tout n de N_G , $\text{étiq}_H(\Pi(n)) \leq \text{étiq}_G(n)$.

Exemple:

Le concept *Voiture* est défini dans le support comme étant une "sorte de" *Véhicule*. De façon intuitive, le graphe *utilisateur d'un véhicule* se projette dans le graphe *automobiliste* car l'information représentée par le graphe *utilisateur d'un véhicule* (voir figure 5) est incluse dans le graphe *automobiliste*.

Pour modifier le raisonnement selon le contexte d'utilisation, les influences qui ne sont plus pertinentes dans ce contexte ne sont pas prises en compte dans la propagation. Une influence est désactivée si son

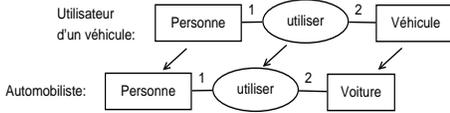


FIG. 5 – Projection du graphe conceptuel *utilisateur de véhicule* dans le graphe *automobiliste*

graphe conceptuel associé ne se projette pas dans le graphe conceptuel représentant le contexte d'utilisation de la carte. On définit ainsi l'ensemble des influences activées.

Définition (ensemble des influences activées):

Soit $X = (N_X, L_X, C_X, étiq_X)$ une carte cognitive contextuelle définie sur un support S ,
 soit $cont_util$ un contexte d'utilisation,
 $activé(L_X, cont_util) = \{l \in L_X \mid (cont_val(l) = \nabla \vee \exists \text{ une projection de } cont_val(l) \text{ dans } cont_util)\}$

Une notion qui est reliée à aucune influence activée dans le contexte d'utilisation a peu d'intérêt pour l'utilisateur, nous définissons donc qu'une notion est activée si elle est reliée à au moins une influence activée. Les notions désactivées peuvent ne pas être présentées à l'utilisateur.

Définition (ensemble des notions activées):

Soit $X = (N_X, L_X, C_X, étiq_X)$ une carte cognitive contextuelle définie sur un support S ,
 soit $cont_util$ un contexte d'utilisation,
 $activé(N_X, cont_util) = \{n \in N_X \mid \exists l \in activé(L_X) tq \text{ source}(l) = n \vee \text{ cible}(l) = n\}$

Une fois que les sous-ensembles des influences et des notions activées sont déterminés à l'aide du contexte d'utilisation de la carte, ils forment une nouvelle carte, plus simple et plus adaptée au contexte.

Sur cette carte il est possible d'appliquer les mécanismes de propagation d'influence vus précédemment.

Définition (carte restreinte au contexte):

Soit $X = (N_X, L_X, C_X, étiq_X)$ une carte cognitive contextuelle définie sur un support S , la *carte restreinte* de X au contexte $cont_util$ est le sous graphe qui vérifie :
 $(activé(N_X, cont_util),$
 $activé(L_X, cont_util), C_X, étiq_X)$

Une fois la carte restreinte obtenue, il est possible d'utiliser le mécanisme de propagation d'influence sur celle-ci.

Définition (propagation d'influence selon un contexte d'utilisation):

Soit $X = (N_X, L_X, C_X, étiq_X)$ une carte cognitive contextuelle définie sur un support S ,
 soit $cont_util$ un contexte d'utilisation,
 l'influence I de X dans le contexte d'utilisation $cont_util$ est l'influence I de $X' = (activé(N_X, cont_util),$
 $activé(L_X, cont_util), C_X, étiq_X)$

Exemple:

La carte cognitive de la figure 7 a pour but de sensibiliser les piétons aux problèmes de la route, elle est obtenue en masquant les influences dont le graphe conceptuel associé n'est pas égale à T et qui ne se projette pas dans le contexte d'utilisation "*Piéton*". Dans un contexte de sensibilisation des piétons aux problèmes de la route, les informations qui sont liées à l'utilisation de véhicules comme par exemple l'influence de l'*excès de vitesse* sur les *accidents mortels* sont masquées. La carte est alors plus simple, et permet d'effectuer des raisonnements plus adaptés à cette utilisation. Par exemple, pour un piéton, circuler en ville augmente ses risques d'avoir un accident mortel, ce qui n'est pas le cas pour un automobiliste (figure 6).

La carte cognitive contextuelle présentée dans cette exemple pourrait être améliorée pour s'adapter à d'autres cas d'utili-

sations. Elle pourrait par exemple servir à la sensibilisation de cyclomotoristes ou de conducteurs de camions. Les influences qui seraient valides à la fois pour des automobilistes, des cyclomotoristes et des conducteurs de camions recevraient pour contexte de validité le graphe conceptuel *utilisateur de véhicule* de la figure 5

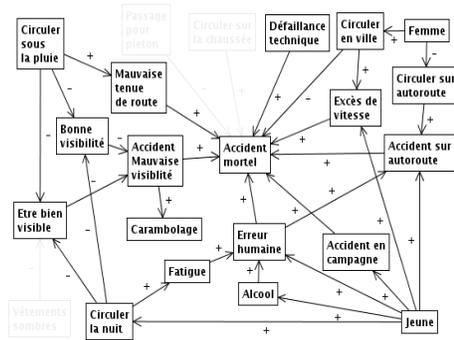


FIG. 6 – Utilisation pour une voiture

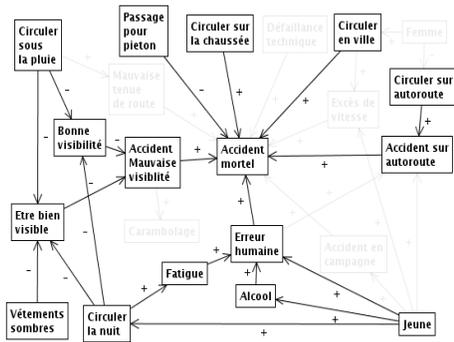


FIG. 7 – Utilisation pour un piéton

4 Prototypage

Nous avons développé un prototype¹ (figure 8) en Java permettant de construire et de manipuler des cartes cognitives contextuelles. Les composants graphiques nécessaires à la représentation d'une carte cognitive, des graphes conceptuels et du sup-

port sont développés à l'aide de la bibliothèque d'édition et de manipulation de graphes : JGraph². Au cours de la manipulation d'une carte cognitive contextuelle, l'utilisateur édite le contexte d'utilisation de la carte. Les notions et les influences désactivées sont alors automatiquement grisées. Cette fonctionnalité de filtrage utilise l'opération de projection qui est implémentée de manière efficace par Cogitant³. Dans la capture d'écran de notre prototype (figure 8), les notions et les influences qui ne sont pas valides dans le contexte d'utilisation d'une voiture sont grisées comme par exemple la notion *Défaillance technique*. Nous avons implémenté les mécanismes de propagation permettant à l'utilisateur de demander l'influence d'une notion sur un autre. Les résultats sont présentés de façon ergonomique grâce à un code de couleur : vert pour une influence positive, rouge pour une influence négative et orange pour une influence ambiguë. La capture (figure 8) montre que l'influence de "Circuler la nuit" sur "Accident mortel" est positive car la notion "Accident mortel" est de couleur verte. Par un chemin qui est affiché en vert : "Circuler la nuit" augmente la "Fatigue" qui augmente les risques d'"Erreur humaine", ce qui augmente les risques d'"Accident mortel". Par un autre, "Circuler la nuit" à un effet négatif sur la "Bonne visibilité" et "Etre bien visible" (affichés en rouge). Ces deux notions diminuent les "Accident pour cause de mauvaise visibilité" (affiché en vert) donc par ce chemin "Circuler la nuit" augmente les risques d'"Accident mortels".

5 Conclusion

L'extension du modèle des cartes cognitives présentée ici facilite l'exploitation de cartes complexes grâce à un mécanisme de filtrage. Une carte de grande taille difficile à comprendre est simplifiée pour ne pré-

¹téléchargeable à l'adresse : <http://forge.info.univ-angers.fr/~lionelc/CCdeGCjava/>

²<http://www.jgraph.com>

³<http://cogitant.sourceforge.net>

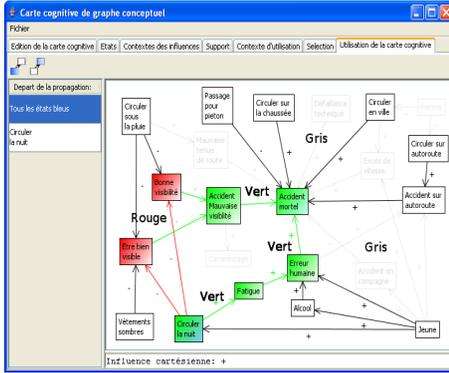


FIG. 8 – Prototype : Utilisation de la carte cognitive

senter que les informations intéressantes dans le contexte d'utilisation. D'abord ce mécanisme fournit une base intéressante pour la construction de carte, en permettant de séparer les parties associées à des points de vue différents, un point de vue pouvant être considéré comme un contexte de validité. Ensuite cette extension permet d'effectuer des raisonnements plus exacts car les influences non pertinentes dans le contexte ne sont pas prises en compte dans le mécanisme de propagation. Des chemins de la carte dont les signes sont différents et qui appartiennent à des contextes différents n'apparaissent pas en même temps, les résultats des calculs de propagation d'influence sont alors moins souvent ambigus. Enfin l'idée de paramétrage d'une carte en fonction du contexte pourrait s'appliquer à des modèles de cartes cognitives plus complexes que celui présenté dans cet article. Le modèle des cartes cognitives floues [8] considère les notions de la carte comme des variables et associe aux influences des valeurs réelles (comprises entre -1 et 1) représentant la force de l'influence d'une notion sur une autre. Dans notre modèle une influence positive peut être désactivée dans un contexte au profit d'une influence négative, de la même manière le mécanisme de filtrage appliqué au modèle des cartes cognitives floues per-

met d'obtenir des valeurs de force qui varient en fonction du contexte d'utilisation. Dans notre modèle le sens de chaque notion est défini à l'aide d'un intitulé formulé en langage naturel ce qui peut mener à des différences d'interprétation entre plusieurs utilisateurs d'une même carte. Notre modèle peut être utilisé en complément d'une autre extension des cartes cognitives : le modèle des cartes cognitives de graphes conceptuels[9]. Cette extension précise le sens d'une notion en la décrivant à l'aide d'un graphe conceptuel. L'opération de projection des graphes conceptuels est utilisée dans cette extension pour sélectionner de notions sémantiquement liées et ainsi fournir des mécanismes de propagation entre deux ensembles de notions.

Références

- [1] Edward C. Tolman. Cognitive maps in rats and men. *The Psychological Review*, 55(4) :189–208, 2006.
- [2] Filiz Dadaser Celik, Uygur Ozesmi, and Asuman Akdogan. Participatory ecosystem management planning at tuzla lake (turkey) using fuzzy cognitive mapping, 2005.
- [3] Poignonec D. *Apport de la combinaison cartographie cognitive/ontologie dans la compréhension de la perception du fonctionnement d'un écosystème récifo-lagonaire de Nouvelle-Calédonie par les acteurs locaux*. PhD thesis.
- [4] Axelrod R. *Structure of decision : the cognitive maps of political elites*. Princeton University Press, 1976.
- [5] Cossette P. *Introduction, Cartes cognitives et organisations*. Les presses de l'université de Laval, cossette ed. edition, 1994.
- [6] Sowa J. F. *Conceptual structures : Information processing in mind and machine*. 1984.
- [7] Mugnier M.L. and Chein M.L. Représenter des connaissances et raisonner avec des graphes. (10) :7–56, 1996.
- [8] Kosko B. *Neural networks and fuzzy systems : a dynamical systems approach to machine intelligence*. Prentice-Hall, Engelwood Cliffs, 1992.
- [9] Genest D and Loiseau S. Modélisation, classification et propagation dans des réseaux d'influence. 2007.