

Lieu :  
Laboratoire d'Informatique de Paris 6

*iup*  
Institut universitaire professionnalisé  
Génie Informatique

# Rapport de Stage



**Optimisation et extension  
d'un logiciel de manipulation de  
graphes contextuels**

Maître de Stage : Patrick BREZILLON  
Enseignant-Tuteur : Pascal ESTRAILLIER

*Fait par :*  
**Baptiste MOUGEL**



## **REMERCIEMENTS**

Je tiens à remercier ici toutes les personnes qui ont contribué à rendre mon stage intéressant et formateur.

En premier lieu, mes remerciements vont à Monsieur Patrick BREZILLON pour avoir bien voulu me recevoir dans le Laboratoire d'Informatique de Paris 6 (LIP6) et être mon maître de stage. Ainsi que pour sa disponibilité, et tout l'aide qu'il m'a apporté au cours de mon séjour au LIP6.

Je remercie aussi Monsieur Pascal ESTRAILLIER pour avoir bien voulu être mon tuteur pour ce stage

Je remercie aussi Madame Emilie MARQUOIS qui par ses conseils, remarques et critiques a contribué à l'avancement de mon travail.

Je terminerai par toutes les autres personnes du LIP6 qui par leur bonne humeur et par leur compréhension ont rendu mon séjour agréable et constructif.



# Sommaire

REMERCIEMENTS .....	1
INTRODUCTION.....	3
I <sup>ère</sup> Partie : PRESENTATION GENERALE .....	4
A) Présentation du LIP6 .....	4
A-1) Fiche Signalétique .....	4
A-2) Situation Géographique .....	5
A-3) Historique .....	6
B) Les activités du laboratoire .....	6
B-1) Le LIP6.....	6
B-2) le thème SYSDEF .....	7
C) Les Moyens Informatiques .....	7
II <sup>ème</sup> Partie : LE THEME DU STAGE .....	9
A) Mise en Situation.....	9
A-1) Présentation .....	9
A-2) Contraintes techniques.....	10
B) Les Graphes Contextuels .....	10
B-1) La notion de contexte .....	10
B-2) La notion de graphe contextuel (ou CxG).....	11
B-3) Connaissances externes .....	14
B-4) Les connaissances contextuelles .....	14
C) La tâche à réaliser .....	15
C-1) Description du travail à réaliser .....	15
C-2) Mes tâches .....	17
D) Présentation du logiciel avant mon arrivée .....	18
D-1) La structuration des sources .....	18
D-2) La présentation graphique .....	19
D-3) Les fonctionnalités du logiciel .....	21
E) Les Résultats Obtenus.....	22
E-1) La structuration des sources .....	22
E-2) La présentation graphique .....	24
E-3) Les fonctionnalités du logiciel .....	28
III CONCLUSION .....	30
Annexe I : Les deux versions du logiciel .....	31
Annexe II : Présentation des Graphes Contextuels .....	32



## **INTRODUCTION**

Dans le cadre de ma formation à l'IUP Génie Informatique de La Rochelle, j'ai effectué un stage en laboratoire de recherche. Celui-ci s'est déroulée en collaboration avec le Laboratoire d'Informatique de Paris 6 (LIP6), du 5 mai au 20 juin 2003 soit 8 semaines.

Ce laboratoire est situé dans le 15<sup>e</sup> arrondissement de Paris et dépend de l'Université Pierre et Marie Curie. Le laboratoire emploie environ 400 personnes et travaille dans de nombreux domaines liés à l'Informatique.

J'ai effectué mon stage sous la responsabilité de M. BREZILLON Chargé de Recherches, CNRS. Celui-ci m'a demandé de participer à l'optimisation et l'extension d'un logiciel de manipulation de graphes contextuels.

Dans la suite de mon rapport je présente le LIP6, la démarche et les solutions utilisées pour résoudre le thème de mon stage en les justifiant. Enfin j'apporte une conclusion sur mon stage.



## **I<sup>ère</sup> Partie : PRESENTATION GENERALE**

### **A) Présentation du LIP6**

#### **A-1) Fiche Signalétique**

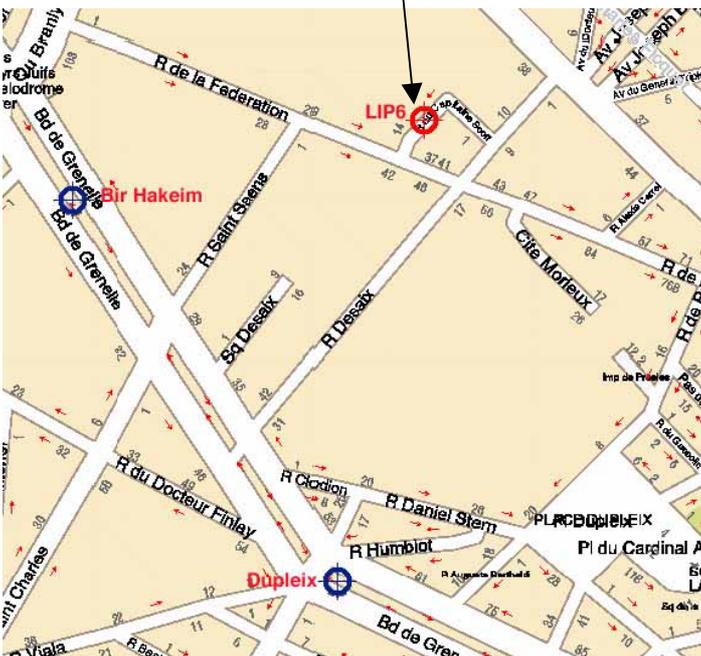
<b><u>Nom :</u></b>	Lip6 ( Laboratoire Informatique de Paris 6 )
<b><u>Adresse :</u></b>	Université Pierre et Marie Curie – CNRS 8, rue du Capitaine Scott
<b><u>Code Postal :</u></b>	75015
<b><u>Ville :</u></b>	PARIS
<b><u>Téléphone :</u></b>	01.44.27.47.21
<b><u>Fax :</u></b>	01.44.27.70 00
<b><u>E-Mail :</u></b>	<a href="mailto:Patrick.Brezillon@lip6.fr">Patrick.Brezillon@lip6.fr</a>
<b><u>Url :</u></b>	<a href="http://www.lip6.fr/">http://www.lip6.fr/</a>
<b><u>Date de création :</u></b>	1997
<b><u>Directeur :</u></b>	M Éric Horlait, Professeur d'Université
<b><u>Effectif :</u></b>	400 personnes



## A-2) Situation Géographique



LIP6





### A-3) Historique

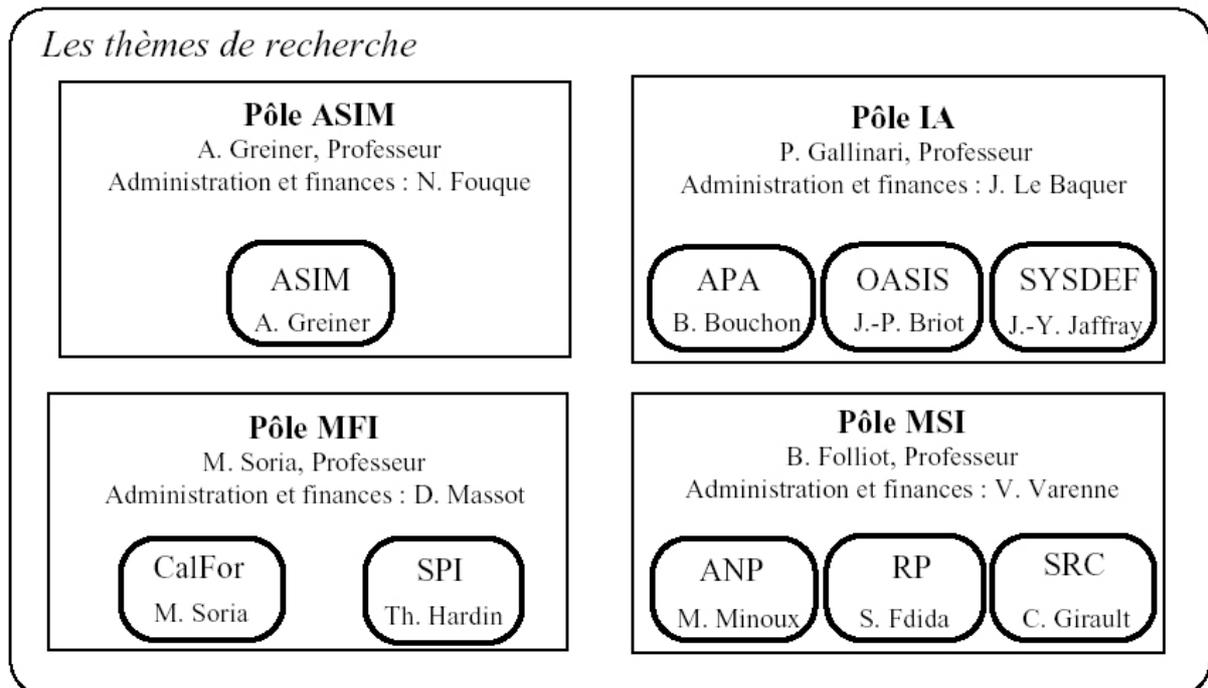
Le LIP6 a été créé en janvier 1997 par fusion des anciens laboratoires d'informatique de Paris 6, le LAFORIA, le MASI et une partie du LITP. Il regroupe la quasi-totalité de la recherche en informatique de l'Université Pierre et Marie Curie (UPMC) et avec plus de 300 personnes (permanents et doctorants), constitue un des plus importants laboratoires français d'informatique.

## B) Les activités du laboratoire

### B-1) Le LIP6

Le LIP6 regroupe l'essentiel de la recherche en informatique à l'UPMC. En raison de sa taille (plus de 400 personnes), il recouvre une grande partie des domaines de l'informatique, même si certaines thématiques importantes sont faiblement représentées (imagerie et géométrie informatique, par exemple) ou même absentes (cryptographie, ...).

Le LIP6 est organisé en 4 pôles et structuré autour de 9 thèmes comme le montre le schéma ci-dessous :





- Pôle ASIM
- Pôle IA(Intelligence Artificielle)
- Pôle MFI
- Pôle MSI

Pour ma part j'ai effectué mon stage au sein du pôle IA et plus particulièrement dans le thème SYSDEF du pôle IA.

## **B-2) le thème SYSDEF**

SYSDEF signifie ***SYStèmes d'aide à la DEcision et à la Formation***.

Le thème SYSDEF a pour but le développement des aspects théoriques et formels de l'aide à la décision et de l'aide à la formation, mais aussi des aspects plus appliqués liés à la mise en oeuvre de logiciels ou de systèmes d'aide et leur insertion dans un contexte industriel. Les travaux développés relèvent à la fois de l'intelligence artificielle (IA) et de la recherche opérationnelle (RO) et s'organisent autour de trois axes complémentaires : l'aide à la décision, l'optimisation combinatoire et les systèmes d'aide à la formation.

Mon stage a eut lieu dans l'équipe de l'axe d'aide à la décision.

### Présentation de l'axe :

L'équipe de l'axe aide à la décision travaille sur le développement de modèles formels sophistiqués et d'algorithmes pour la décision dans l'incertain, la décision multicritère, la décision collective et la décision basée sur le contexte, domaines dans lesquels elle occupe un rôle moteur tant sur le plan national qu'international. En complément des travaux théoriques, Ils ont développé ces deux dernières années des systèmes d'aide à la décision dans un contexte industriel. Notamment pour la RATP.

## **C) Les Moyens Informatiques**

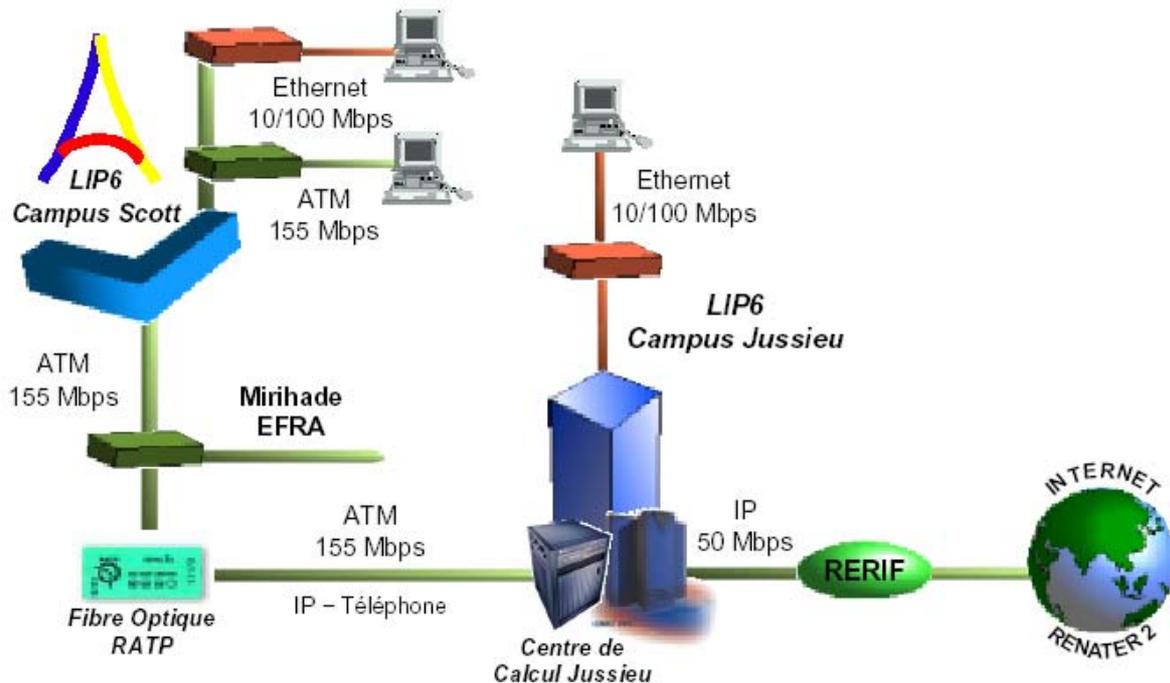
Les moyens informatiques du laboratoire LIP6 sont répartis sur les deux sites Jussieu et Scott. Le câblage physique sur le site Scott est constitué de paires torsadées et de fibres optiques permettant, en association avec les routeurs et les commutateurs utilisant la technologie VLAN, des débits allant de 10 Mb/s à 100 Mb/s par station de travail. À Jussieu, certains réseaux dépendent encore d'un câblage de type « gros Ethernet » qui devrait disparaître progressivement au profit de la technologie utilisée sur le site Scott.

Les équipements des thèmes du laboratoire se répartissent de la façon suivante (février 2000):



- 84 stations Unix (Sun, PC/Linux, etc.)
- 418 micro-ordinateurs de bureau (Macintosh, PC/Windows)
- 82 micro-ordinateurs portables (PowerBook, PC)
- 18 imprimantes individuelles
- 27 imprimantes partagées

Le schéma ci-dessous montre l'organisation globale de ces moyens informatiques, dont le laboratoire assure la coordination et la gestion opérationnelle.



De plus pour les besoins de leurs recherches, certains thèmes ont développé des infrastructures expérimentales locales et grandes distances utilisant des réseaux à très haut débit (Notamment : 1 Gbit/s dans le thème ASIM, 155 Mbit/s dans le thème RP).



## **II<sup>eme</sup> Partie : LE THEME DU STAGE**

### **A) Mise en Situation**

#### A-1) Présentation

Un nouveau formalisme, appelé graphes contextuels, a été développé dans le cadre d'une application pour la RATP (aide à la gestion d'incidents sur une ligne de métro). Le formalisme permet de traiter à la fois les procédures officielles établies par la compagnie et les pratiques développées par les opérateurs, qui sont de véritables procédures contextualisées.

Ce formalisme est implémenté dans un logiciel qui est encore en cours de développement. Ce logiciel a déjà été élaboré par Guillaume Colletin dans le cadre de son stage de DESS ISI (2001-2002).

L'emploi de ce logiciel est d'ors et déjà prévu (pour l'instant) pour l'aide à la formation de décideurs, pour l'analyse de réponses à des questionnaires, et la sécurisation de systèmes informatiques par élimination des indésirables. Une des caractéristiques principales de ce formalisme, et l'objet du stage, est l'acquisition incrémentale par le système de nouvelles pratiques. Un algorithme a commencé à être développé pour cela.

La poursuite du développement de ce logiciel a été confiée à une équipe d'étudiant de l'Université Pierre et Marie Curie (UPMC). Et cela dans le cadre de leurs formations de maîtrise d'informatique. C'est au sein de cette équipe d'étudiant dirigée par M Patrick BREZILLON que c'est déroulé mon stage.

#### **Travail à effectuer par l'équipe :**

- Un premier travail devait consister à mettre en état le programme existant, notamment dans la partie graphique et corrections d'un certain nombre de bugs.
- L'objet du second travail est de compléter et vérifier l'algorithme d'acquisition incrémentale, et de l'implémenter en Java pour l'intégrer au logiciel existant. Une originalité est que la partie programme proprement dite et la partie interface doivent être traitée ensemble (et non séparable comme dans les standards actuels). La partie graphique joue donc un rôle important dans la phase d'acquisition, surtout vis-à-vis de personnes qui ne sont pas des informaticiens chevronnés.



## A-2) Contraintes techniques

- Ressources nécessaires : Plate-Forme (PC, Mac, etc.) disposant d'au moins 150 MHz et de 64 Mo de mémoire RAM (préconisé) pourvue d'un système d'exploitation (Microsoft Windows, Linux, etc.).
- Il est nécessaire de posséder une version de Java (1.4 ou plus récente) ainsi que Apache, MySQL et PHP.
- Le logiciel doit être portable d'une plate-forme à une autre, sans poser de problème de compatibilité.

## **B) Les Graphes Contextuels**

Ici je vais faire une présentation rapide des graphes contextuels. Pour plus de renseignements consulter l'annexe II.

### B-1) La notion de contexte

**Définition :** Ensemble des circonstances, des éléments qui entourent un fait et permettent de le comprendre.

Le contexte est donc un ensemble qui évolue avec le temps et qui permet de donner un sens à un événement.

Une personne ne résoudra pas un problème donné de la même façon, selon qu'elle dispose de temps ou non, qu'elle ait une longue expérience ou pas, selon les enjeux aussi. Donc la résolution d'un problème aura autant de solutions que d'individus différents, que de circonstances différentes. L'identité de la personne résolvant un problème fait partie du contexte.

La résolution d'un même problème a donc autant de solutions que de contextes différents.

Il est donc obligatoire de prendre le contexte en compte lors de la résolution d'un problème.



## B-2) La notion de graphe contextuel (ou CxG)

**Définition :** Un graphe contextuel représente les actions et choix à réaliser pour gérer un incident en fonction des éléments du contexte considérés explicitement.

Un graphe contextuel est un graphe orienté, non cyclique ayant un unique point de départ et un unique point d'arrivée. Il est constitué de cinq types d'éléments différents:

- L'action
- le nœud contextuel
- le nœud de re combinaison
- le groupement d'activité parallèle
- le sous-graphe

De plus, tous ces éléments sont reliés entre eux par des flèches. Enfin on notera CxG pour un graphe contextuel.

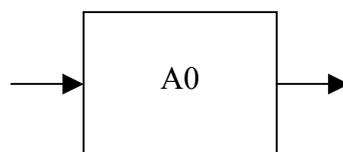
### B-2.1) L'action

**Définition :** Cet élément correspond à une action simple, c'est-à-dire à la réalisation d'une tâche qu'on ne peut diviser.

**Exemple :** la pression d'un bouton est une tâche élémentaire que l'on peut donc assimiler à une action.

**Caractéristique :** Une action est précédée par un et un seul élément, et est suivie par un et un seul élément.

### Représentation Graphique :



### B-2.2) L'élément contextuel

Un élément contextuel est représenté par une paire de nœud constitué des 2 nœuds suivants:

- le nœud contextuel,
- Le nœud de recombinaison.

Un nœud contextuel a obligatoirement un seul nœud de recombinaison qu'il est associé et inversement.

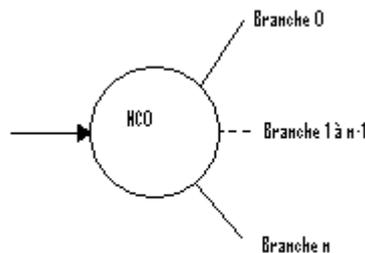


### B-2.2.a) Le nœud contextuel

**Définition :** Cet élément permet de choisir parmi un ensemble de stratégies applicables qui diffèrent par rapport au contexte. Les nœuds contextuels permettent en quelques sorte de prendre une décision, de choisir le contexte approprié.

**Caractéristique :** Un nœud contextuel est précédé par un et un seul élément, et est suivi par au moins deux éléments.

#### Représentation Graphique :



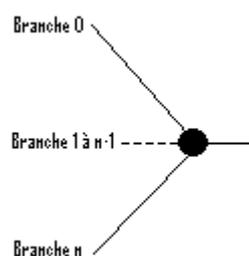
### B-2.2.b) Le nœud de recombinaison

### Le nœud de

**Définition :** Cet élément, à l'inverse des nœuds contextuels permet de regrouper un ensemble de stratégies. Lorsque plusieurs stratégies avec un contexte différent convergent vers un même ensemble d'actions, celles-ci peuvent être regroupées en une stratégie unique.

**Caractéristique :** Un nœud de recombinaison est précédé par au moins deux éléments, et est suivi par un et un seul élément.

#### Représentation Graphique :



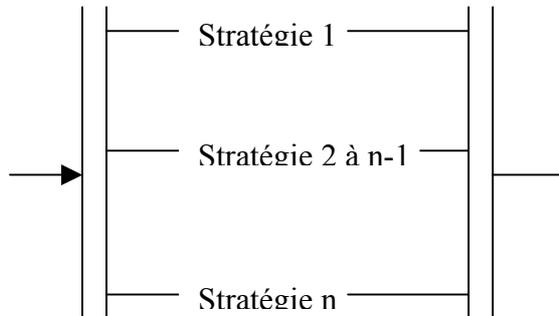
### B-2.3) Le Groupement d'Activité Parallèle( ou GAP )

**Définition :** Cet élément permet de réaliser en parallèle un ensemble de stratégies ou dont l'ordre d'exécution n'est pas important. Il est constitué de plusieurs branches ou niveaux et chacune des branches contiennent un sous graphe contextuel indépendant. Cet élément permet donc de spécifier que chaque branche peut être réalisée en parallèle.



**Caractéristique :** Un Groupement d'Activité Parallèle est précédé par un et un seul élément, et est suivi par un et un seul élément. La sortie du branchement temporel indique que chacune des branches a été réalisée.

### **Représentation Graphique :**



### **B-2.4) Le sous-graphe et Activité**

**Définition :** Un sous graphe représente un raisonnement local (un diagnostic/une structure d'actions) qui correspond à des buts intermédiaires.

La différence entre sous-graphe et activité est la suivante une activité est un sous graphe que tous les utilisateurs ont en commun alors que le sous graphe n'est défini que pour un seul utilisateur.

Un sous graphe peut être une action, une séquence d'actions, une paire de nœuds contextuels et de nœuds de recombinaisons, ou bien tous les éléments présents sur une branche.

Un sous graphe est lui-même un graphe contextuel.

### **Caractéristique :**

Un sous graphe est précédé par un et un seul élément, et est suivi par un et un seul élément.

Si un nœud contextuel se trouve sur un sous-graphe ou graphe, le nœud de recombinaison associé s'y trouve également et inversement.

### **Représentation Graphique :**





### **B-2.5) Les flèches**

On utilise une flèche pour relier deux éléments, celle-ci permet de spécifier le sens de parcours du graphe et donc d'éviter toute mauvaise interprétation.

### **B-3) Connaissances externes**

La notion de connaissance externe "external knowledge" est relative à un graphe contextuel, les connaissances externes sont les connaissances qui n'interviennent pas dans un le graphe contextuel (ils appartiennent à une autre solution d'incident qui appartient ou pas à la base de données).

Les connaissances externes sont la source des "connaissances contextuelles " à travers l'acquisition d'éléments nouveaux pour le contexte procédural quand une nouvelle "solution" est acquise.

Les connaissances externes sont mobilisables mais non considéré à travers leurs instantiations.

Au niveau de l'ensemble du graphe contextuel tous les nœuds contextuels représentent les connaissances contextuelles, car ces nœuds peuvent être utilisés par un chemin ou un autre.

### **B-4) Les connaissances contextuelles**

Dans un chemin donné du graphe contextuel, tous les nœuds contextuels qui ne sont pas sur ce chemin représentent les connaissances contextuelles.

#### **B-4.1) Les nœuds contextuels procéduraux :**

Dans un chemin donné du graphe contextuel, toutes les instances des nœuds contextuels qui sont présente sur ce chemin représentent Les nœuds contextuels procéduraux.

#### **B-4.2) Les actions parallèles :**

Les actions parallèles représentent l'ensemble des actions ou activités qui peuvent être réalisées en parallèle, ou dans un ordre quelconque, mais doivent être accomplies avant de poursuivre.

L'ordre dans lequel les actions parallèles sont exécutées n'est pas représenté dans un graphe.



## **C) La tâche à réaliser**

### **C-1) Description du travail à réaliser**

Une des principales spécificités du logiciel est d'être le plus portable possible. En effet le logiciel doit pouvoir passer d'une plate-forme MAC à une plate-forme PC en passant par les systèmes d'exploitation Windows et Linux.

Pour ce faire, la base de données Microsoft Access 2000 doit être supprimée au profit d'une base de données basée sur MySQL, logiciel gratuit et présent sur toutes les plate-formes actuelles.

La fiabilité du logiciel est un des objectifs principaux. En effet, le programme dans sa version originale présente beaucoup de mauvais fonctionnements de la plus part de ses fonctionnalités. Ils doivent donc être éliminés au profit d'une fiabilité accrue.

Deux types d'utilisateurs vont travailler sur ce logiciel : un utilisateur confirmé (super utilisateur ou administrateur) et un utilisateur débutant. Pour ce faire, le programme doit être simple d'utilisation, avec des icônes explicites, un fonctionnement instinctif et ergonomique.

Aucune information personnelle sur les utilisateurs ne devra être stockée en mémoire en dehors de leur nom et de leur mot de passe.

La base de données et l'application doivent être installés sur un même poste. Les modifications de la base de données doivent être reportées et enregistrées en temps réel.

Certaines tâches peuvent être vues comme secondaires, par exemple l'enregistrement de l'image du graphe. Alors que tout ce qui concerne l'acquisition des graphes et la refonte de la base de données sont le cœur même du logiciel et donc du projet. Les ajouts de certaines nouvelles fonctionnalités peuvent donc être secondaires.

#### **C-1.1) L'algorithme d'acquisition**

L'algorithme d'acquisition doit être repensé en grande partie pour s'orienter vers une phase d'acquisition de plus en plus automatisée. Il s'agit en fait de revoir l'interface graphique pour une meilleure ergonomie de la phase d'acquisition (réduire le nombre d'étapes obligatoires par exemple) et d'améliorer l'intelligence artificielle pour que le logiciel assiste au mieux l'utilisateur.



### **C-1.2) La fonction de Post-It**

Cette fonctionnalité existe déjà, mais il faut en améliorer l'utilisation et mieux l'incorporer au sein des différentes entités présentes dans le graphe contextuel. En effet, pour le moment, il est possible d'ajouter des post-it pour chaque graphe, mais il serait aussi intéressant de pouvoir le faire pour chaque entité du graphe (nœud contextuel, action, etc.).

### **C-1.3) La gestion des couleurs**

Le programme originel permet de modifier certaines couleurs, mais l'interface ne permet pas de le faire graphiquement. Il faudrait créer une palette de couleur graphique et offrir à l'utilisateur la possibilité de modifier toutes les couleurs du graphe.

### **C-1.4) Les fonctions d'impression**

Il est important que l'utilisateur puisse imprimer les résultats de son travail, graphes, post-it, fenêtre d'aide, etc.

### **C-1.5) L'enregistrement du graphe en .jpg ou .gif**

Il peut être intéressant d'enregistrer l'image du graphe au format .gif ou .jpg.

### **C-1.6) Le débogage général du logiciel**

Le logiciel tel qu'il est présenté pour le moment est fortement buggé et présente beaucoup de défauts. On peut noter par exemple que la sortie du programme ne se fait pas proprement. Il est donc très important de trouver tous les défauts et d'améliorer le logiciel.



## C-2) Mes tâches

Lors de mon arrivée aux seins de l'équipe de développement, qui avait été formée mi-février par M Brézillon avec 5 étudiants de Maîtrise Informatique de l'Université de Paris 6. Depuis sa création jusqu'à mon arrivée l'équipe a effectué l'analyse de la demande de M Brézillon et la modélisation du problème. L'équipe, avec l'accord de M Brézillon, m'a confiée plusieurs tâches.

Parmi mes tâches on peut distinguer grandes trois parties :

- Familiarisation avec les notions de graphes contextuels
- Analyse de la parties graphiques de l'existant
- Réalisation de la partie graphique

### C-2.1) Familiarisation avec les notions de graphes contextuels

Tout d'abord j'ai dû me familiariser avec les notions de graphes contextuels. Cette tâche m'a pris environ 1 semaines. Elle consistait principalement en l'étude de documents (en français et principalement en anglais) que M Brézillon m'avait fourni au début de mon stage ainsi que les divers documents réalisés par l'équipe d'étudiant.

Parmi ces documents on trouve leur plan de développement, leur analyse et la modélisation qu'ils ont réalisés depuis le lancement de leur Project.

Cette tâche a eut lieu la première semaine de stage et avant ma rencontre avec l'équipe de développement.

### C-2.2) Analyse de la partie graphique de l'existant

Après ma rencontre avec l'équipe de développement. L'équipe m'a demandé d'analyser la partie graphique du programme existant. En effet il envisageait d'abandonner la classe Graph.java qui faisait 3863 lignes, alors qu'il aurait été préférable de séparer cette classe en plusieurs petites classes plus spécialisées.

Il m'a donc été demandé de vérifier s'il était plus intéressant de partir de cette classe ou bien de partir sur de nouvelles bases.

Cette tâche m'a pris les 3 premiers jours de la deuxième semaine de stage.

### C-2.3) Réalisation de la partie graphique

Enfin la dernière et plus importantes des tâches puisque qu'elle constitue 6.5 semaines des 8 semaines du stage.

Cette tâche peut se diviser en plusieurs sous-tâches qui sont les suivantes :

- Création des classes qui permette la gestion et l'affichage de tous les éléments contextuels. ( 1 semaine )
- Création des classes qui permette de gérer l'affichage d'un graphe contextuel. ( 1 semaine )



- Ajout aux différentes classes des éléments de gestion d'événements de la souris principalement. ( 1 semaine )
- Implémentation de l'exemple du café sur l'interface graphique. ( 2 jours )
- Ajout de la barre de menu. ( 2 jours )
- Ajout de fonctionnalité graphique quelque le zoom, l'agrégation, ....( 1 jours )

#### **C-2.4) Autres Tâches**

De plus, il m'a était confié plusieurs tâches de recherche d'information et de teste de logiciel sous les différentes plate formes.

#### **C-2.5) Tâche annexe**

Enfin, mes tâches au sein de l'équipe de projet, j'ai donné quelques cours sur les 4 dernières semaines à raison d'un cours d'environ 2 heures par semaines. Ces cours était des cours de base en informatique que je donnais à Emilie MARQUOIS (assistante de M Brézillon).

### **D) Présentation du logiciel avant mon arrivée**

#### **D-1) La structuration des sources**

Avant mon arrivée l'équipe n'avais pas commencé à travailler sur le code sources fournies par Guillaume Colletin.

Celui-ci n'avait pas structuré le programme. En effet, l'application contenait une dizaine de fichier qui contenait chacun une classe JAVA de 100 lignes. Et 2 fichiers qui contenaient deux classes JAVA de 4000 lignes.

Mon analyse de la partie graphique de l'existant a impliqué que j'étudie le fichier graphe.java qui faisait 4000 lignes.

Très rapidement je me suis aperçu que reprendre cette classe n'était pas possible comme l'avais pressentie l'équipe.

En effet, cette classe à dû évoluer en fonction des besoins de son concepteur j'ai constaté que celui-ci a utilisé toutes les souplesses que java permet ; comme la déclaration d'attribut à n'importe quel endroit du code, de plus tous les attributs et méthodes étaient déclarer comme public, J'ai pu voir que de nombreuses méthodes étaient implémentées (plus ou moins bien d'ailleurs) mais n'étaient jamais appelées dans le programme. Parmi ces méthodes, il y en avait qui n'avaient jamais été appelées et dont le code n'avait pas vraiment été développé. Mais pour certaines méthodes, leur appel avait été supprimé. Celles-ci étaient très problématiques lorsque nous lisions le code, car nous ne comprenions pas certains résultats à l'exécution qui auraient dû être tout autre avec ces méthodes. Il y a ainsi dans ce



code bien d'autres erreurs qui sont liées au fait qu'aucune conception n'a été élaborée pour réaliser ce projet.

C'est pourquoi j'ai pris la décision, avec l'accord de l'équipe, de reprendre totalement la partie graphique.

De plus pour le reste de cette application on peut noter de nombreuses autres erreurs par exemple pour développer une application devant fonctionner sur de multiples plateformes la base de données, que l'ancien développeur, avait choisie était une base Microsoft ACCESS qui ne fonctionne pas sous Windows.

## D-2) La présentation graphique

En ce qui concerne la partie graphique de nombreux défauts sont apparus. Ce sont ces défauts qu'il va falloir corriger pour la nouvelle version du logiciel.

Je vais donc vous présenter la partie graphique du logiciel tel qu'il était lors de mon arrivée.

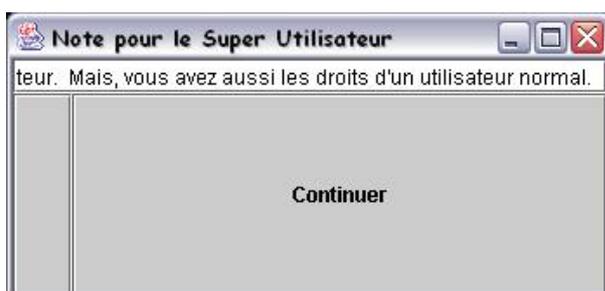
### D-2.1) La connexion à un graphe

Dans l'ancienne version pour accéder à l'espace de travail il fallait traverser 7 boîtes de dialogue différentes :

- Choix de langage
- Choix de l'utilisateur
- Identification par mots de passe
- Note pour le Super Utilisateur
- Gestion des utilisateurs
- Choix des options
- Choix du graphe sur lequel on désire travailler

De plus il n'y avait pas de différences entre l'accès super utilisateur et l'accès utilisateur donc même si on avait pas accès à une boîte de dialogue on devait la valider avant d'arriver aux graphes.

On peut constater aussi que la boîte Note pour le Super Utilisateur est totalement inutile comme vous pouvez le voir ci-dessous.





C'est pourquoi l'accès à l'application à été modifier par un membre de l'équipe. Je vous présenterais le nouveau mode d'accès dans la partie suivante de mon rapport

## D-2.2) L'application

La partie graphique de l'application était composer de 3 zones :

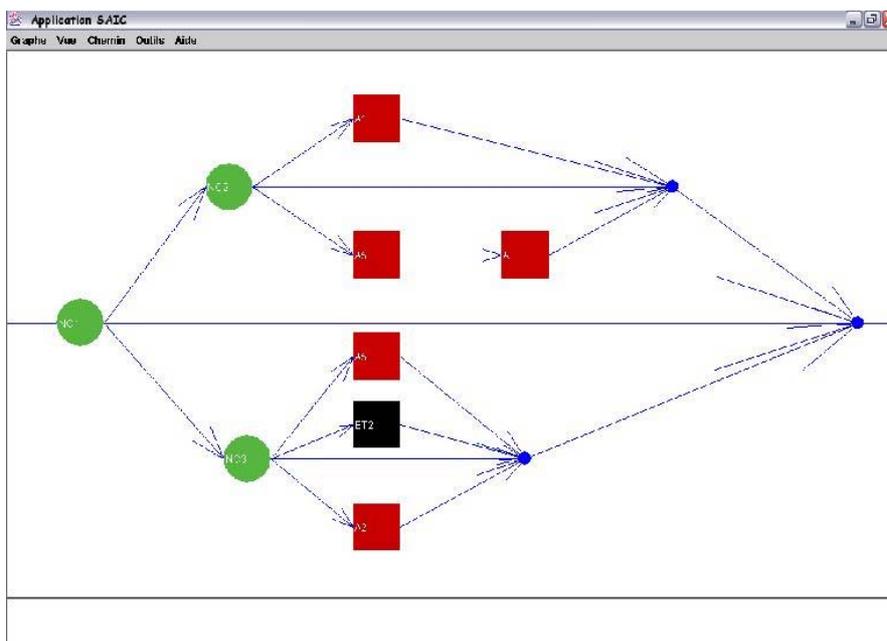
- La barre de menu
- L'affichage du graphe contextuel
- Acquisition de nouvelle pratique

L'affichage du graphe s'effectuait dans la zone client du centre de l'application et l'acquisition se faisait dans la zone basse de l'application.

Comme vous pouvez le voir sur la figure ci-dessous l'application présente plusieurs bug notamment au niveau des flèches qui ont des points non uniformisée !

Mais d'autre problème non graphique sont présent notamment pour l'agrégation<sup>1</sup> qui ne respecté pas les règles des graphes contextuels.

De plus acquisition de nouvelle pratique ne s'effectuée pas graphiquement. C'est à dire que l'on devait construire une pratique et son insertion dans le graphe se faisait par l'intermédiaire d'une suite de question du type : *Voulez vous insérer cette pratique avant ou après l'élément en gras ?* Avec trois boutons de choix avant, après, élément suivant (pour passage a un autre élément qui lui repose la même question).



<sup>1</sup> Agrégation :procédure qui permet de regrouper plusieurs action ou éléments contextuel au sein d'un sous graphes



### D-3) Les fonctionnalités du logiciel

La version du logiciel que l'on nous a fournie présenté les fonctionnalités suivantes :

#### Les différentes options :

- Choix de langue.
- Identification du nom dans une liste.
- Mot de passe (fenêtre suivante)
- Ajout d'utilisateur. (disponible).
- Traiter un incident.

#### Dans l'application le graphe :

##### Menu Graphe :

- Ouvrir / Rafraîchir : ouvre un graphe dans la même fenêtre(disponible).
- ouvrir dans une autre fenêtre.( disponible sauf au niveau de la fermeture du programme qui ne fonctionne pas ).
- Sauver (disponible parfois ou génère des exceptions).
- Quitter (disponible)

##### Menu Vue :

- Zoom + (disponible)
- Zoom - (disponible)
- Normal
- Agrégation (disponible mais pas toujours et génère des exceptions)
- Aplatir (ne fonctionne pas)

##### Menu Chemin :

- Visualisation successive des chemins. (ne fonctionne pas)

##### Menu outils :

- Couleurs (ne fonctionne pas)
- Modifier langue (disponible)
- modifier texte : sert à modifier le texte de chaque fenêtre, texte sauvegardé dans la base de donnée. ( disponible)
- Post It : disponible, mais un seul par graphe.

##### Menu Aide :

- A propos. (disponible.



## E) Les Résultats Obtenus

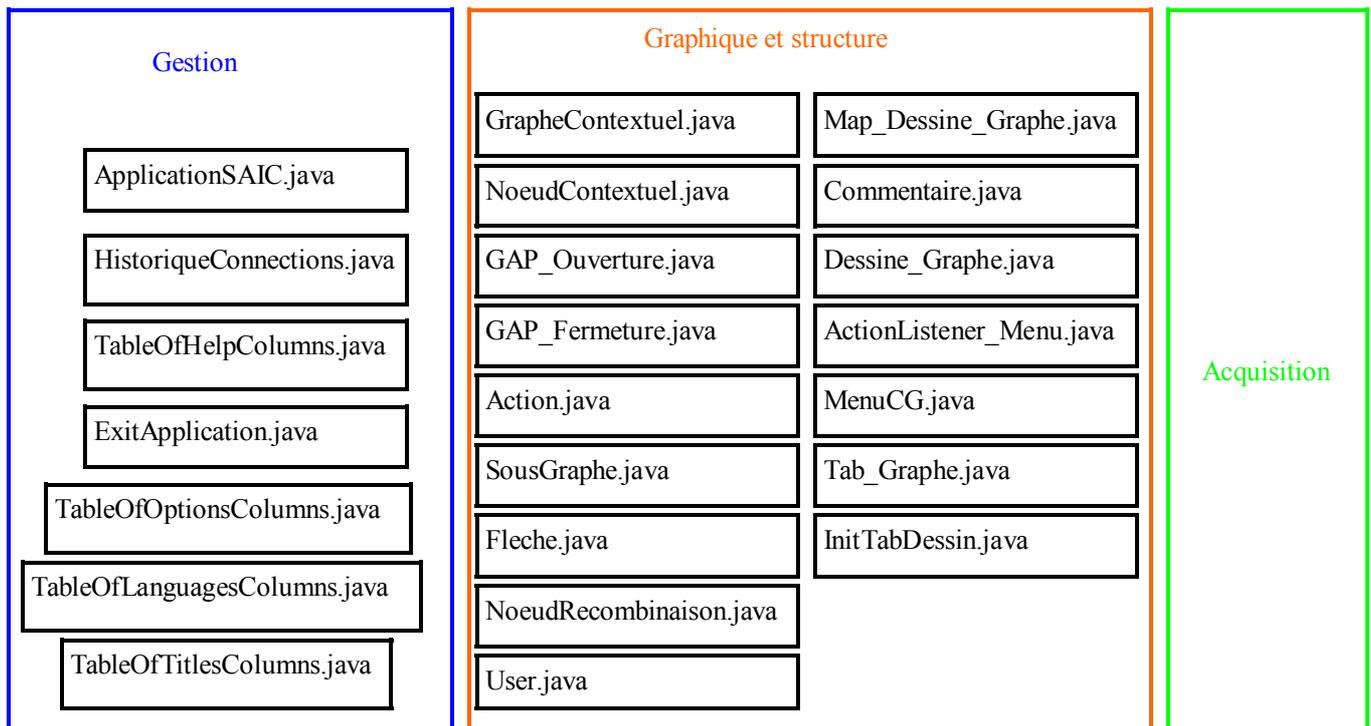
### E-1) La structuration des sources

Lors de mon arrivée l'équipe a divisée le projet en trois parties distinctes. La première correspond à tout ce qui est gestion des utilisateurs, des fenêtres et de la base de données (gestion). La deuxième partie correspond aux graphes contextuels et à sont affichage (Graphique et structure). Et enfin la dernière partie traite de l'acquisition de nouvelles pratiques (Acquisition).

- La première partie (gestion) réalisé par 1 étudiant de Maîtrise.
- La deuxième partie (Graphiques et structure) réaliser par Moi
- La troisième partie (Acquisition) réalisé par 2 étudiants de Maîtrise.

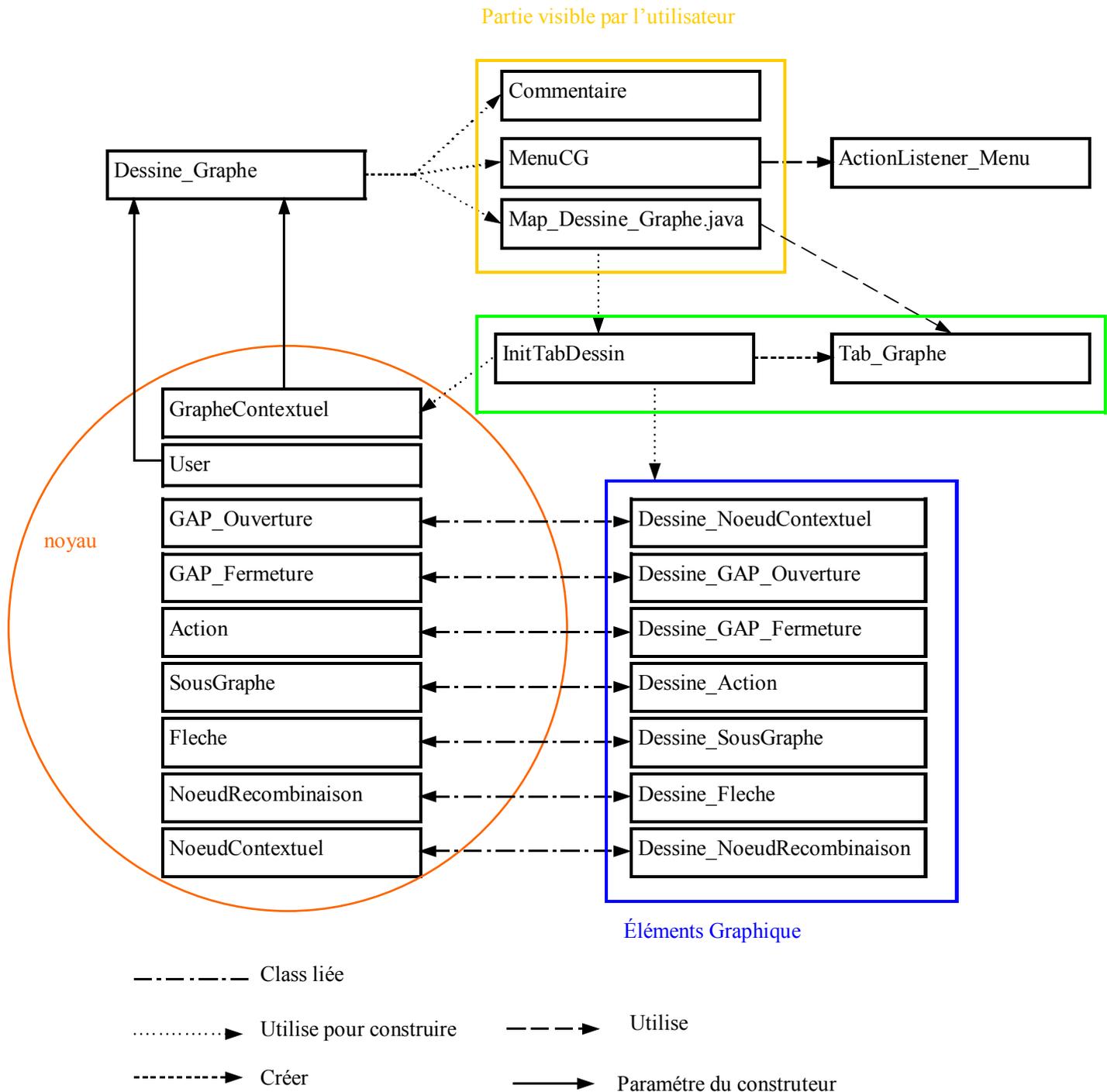
Le dernière étudiant de l'équipe n'a pas participé au projet pour des raisons qui me sont inconnues.

Ci-dessous la répartition des fichiers java du projet en fonction des différentes partie.



Le schéma ci-dessus ne fait pas état de la partie Acquisition car nous n'avons pas eut de retour d'information de la part des étudiants qui travaille dessus.

Pour ma part j'ai travaillé sur la partie intitulé : "Graphique et Structure". Ci-dessous voici comment j'ai organisé cette partie.



La Classe `Dessine_Graphe` prend en paramètre un `GrapheContextuel` et un utilisateur. Le `GrapheContextuel` contient toutes les éléments contextuels (`Action`, `Flèche`, ...). Ainsi on peut construire le graphe à tous moments et évite d'avoir à aller chercher dans la base de donnée ce qui est coûteux en temps et comme les graphes que l'on aura à charger seront de grande taille, il vaut mieux éviter les accès trop nombreux à la base de données.



Cette classe Dessine\_Graphe construit la fenêtre en créant une barre de menu, un panel de commentaire et un panel de qui dessine et gérer les actions sur le graphe.

Pour dessiné un graphe il faut d'abord appeler InitTabDessin qui créer un tableau dynamique de TabGraph qui contient les éléments graphiques à dessiner et ainsi il est facile de gérer l'interaction entre la souris et un élément du graphe.

Pour gérer le menu on fait appelle à la classe MenuCG qui créer la barre menu et affecte à toutes les actions possible du menu un écouteur en créant une instance de la classes ActionListener\_menu. C'est cette classe qui exécute les différentes actions réaliser par le menu.

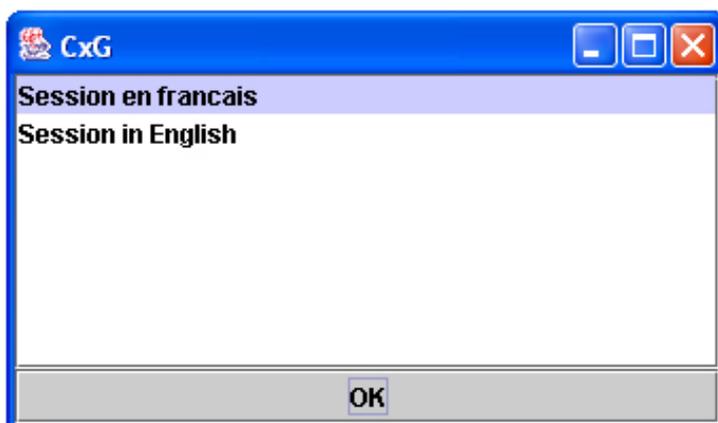
Enfin la classe commentaire permet d'afficher les différents commentaires qu'il peut y avoir sur une action, un nœud, ....

## E-2) La présentation graphique

La présentation graphique permettant à l'utilisateur de ce connecté à un graphe est simplifié par rapport à l'ancienne version en voici les différentes boîtes de dialogue pour accédé à l'application graphique des graphes contextuels.

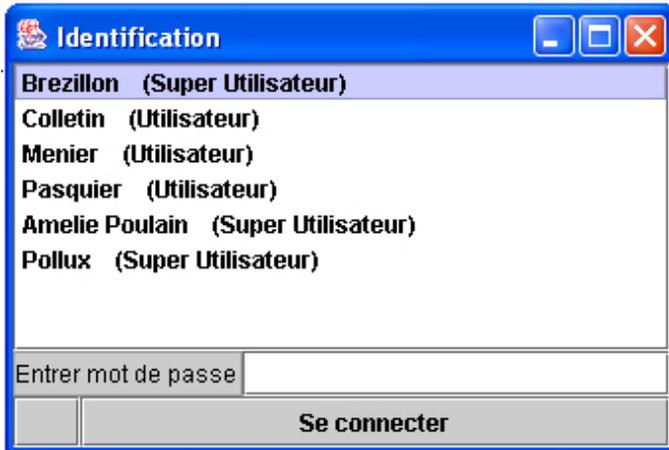
### E-2.1) Choix de la langue

La première étape comme dans l'ancienne version est le choix de la langue que l'on va utiliser pour cette section de l'application.



### E-2.2) Identification de l'utilisateur

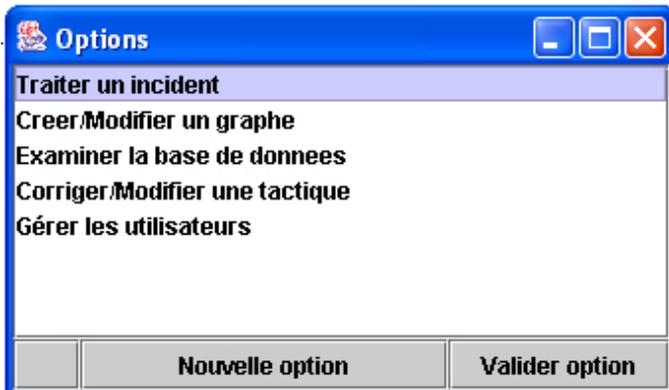
La deuxième boîte de dialogue regroupe 2 des anciennes boîtes. En effet, nous avons choisi de regrouper le choix de l'utilisateur et son identification par mots de passe s'effectue dans la boîte suivante.



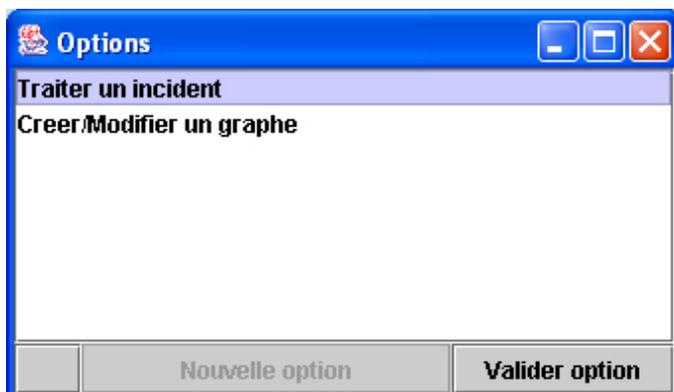
### E-2.3) Le Choix des options

La boîte de choix des options est différente en fonction des droits de l'utilisateur ( super utilisateur ou utilisateur ). Ceux-ci étant une nouveauté par rapport à l'ancienne version. En effet plusieurs options ne peuvent être exécutées que par un super utilisateur, comme la gestion des utilisateurs.

Ci-dessous les boîtes pour les deux types de connexion :



boîte Super Utilisateur

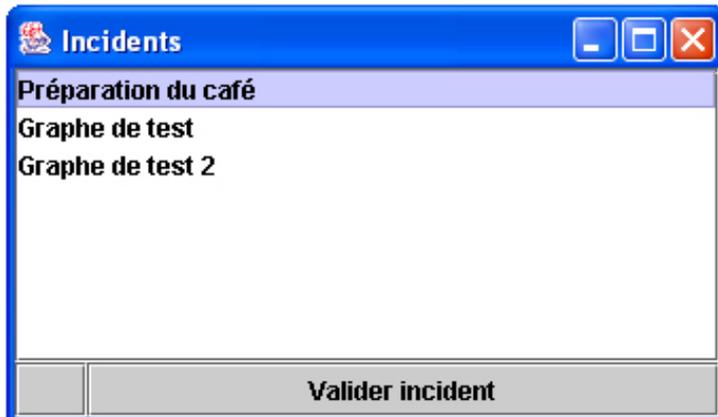


boîte Utilisateur



### E-2.4) Le Choix de l'incident

Ici on fait le choix de travailler sur un des différents Graphes Contextuels contenus dans la base de données.



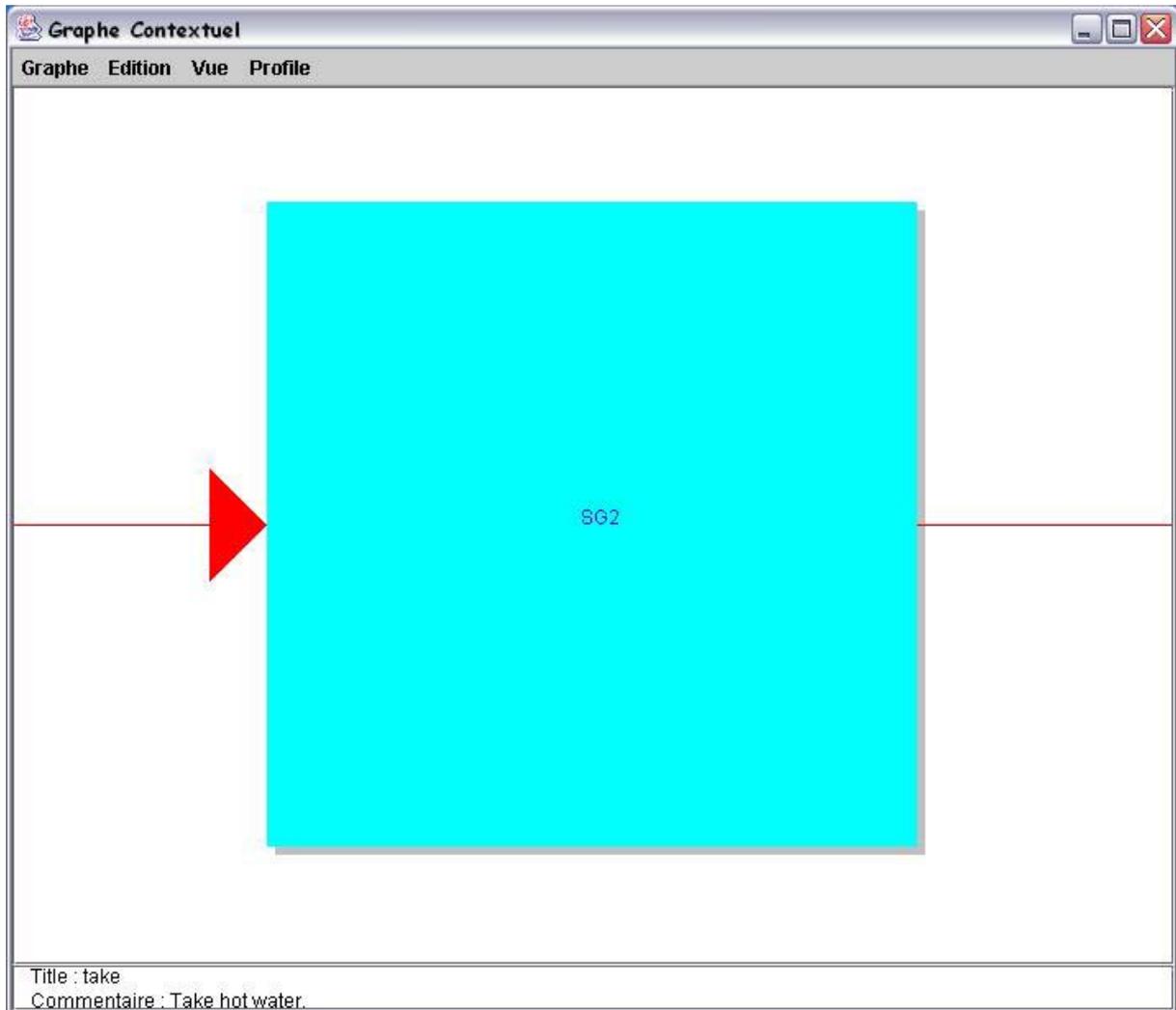
### E-2.5) L'application

La fenêtre principale de l'application qui présente une barre de menu avec plusieurs options tel que l'ouverture d'un nouveau graphe ou les fonctions de zoom, d'agrégation, d'aplatissement, ou encore les réglages du profile utilisateur.

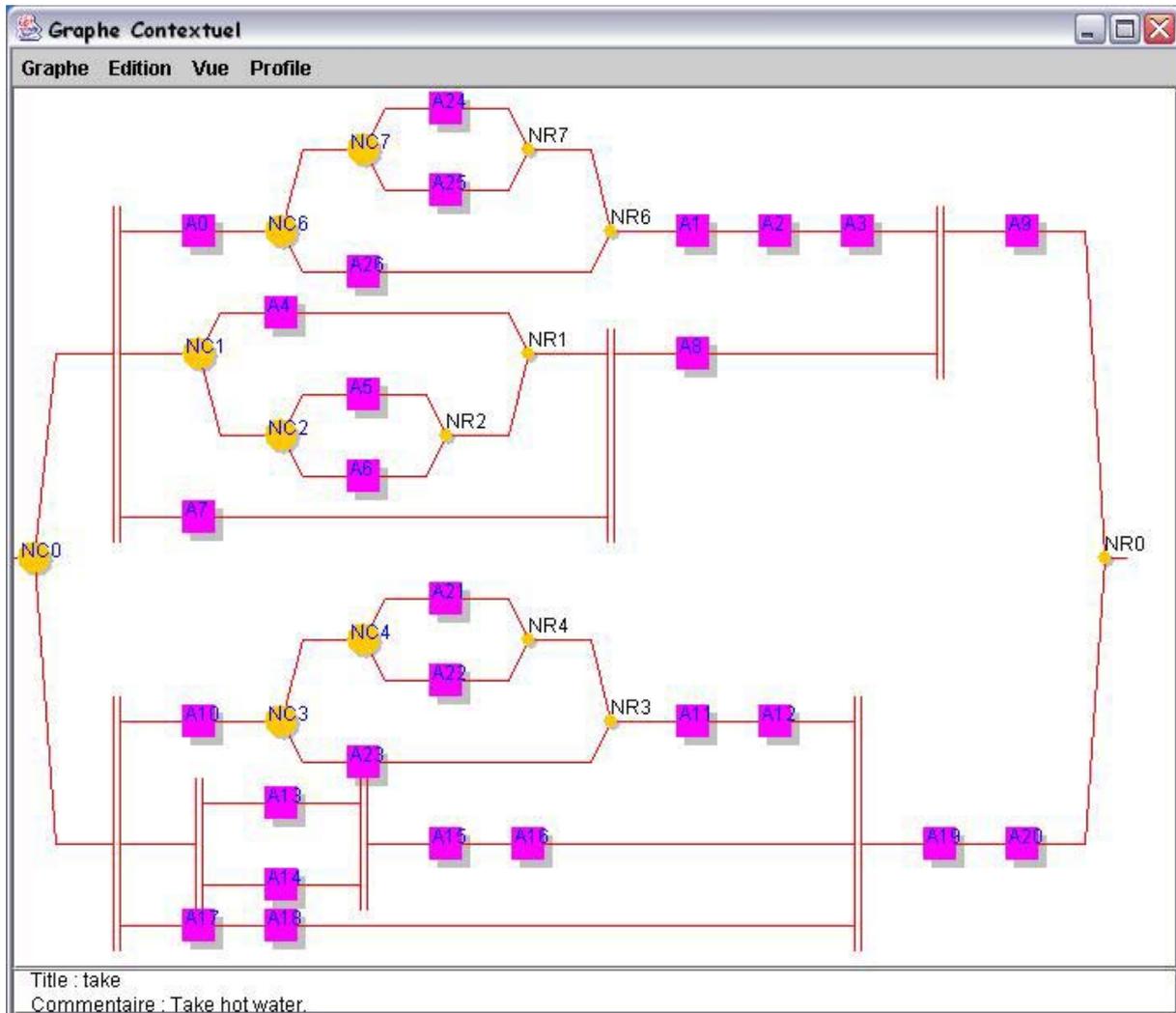
De plus, contrairement à l'ancienne version, le graphe contenu dans cette fenêtre est interactif c'est à dire que chaque élément possède un comportement qui lui est propre.

- Les sous graphes : Affiche leur contenu lorsque que l'on clique dessus.
- Les Actions : Affiche son titre et son commentaire dans la zone de commentaire.
- Les éléments contextuels : Affiche son titre et son commentaire dans la zone de commentaire et lors du passage de la souris sur cette élément un font de couleur apparaît pour indiquer quel est l'élément est lié à l'élément sur volé.
- Les Groupements d'Activités Parallèle : Affiche son titre et son commentaire dans la zone de commentaire et lors du passage de la souris sur cette élément un font de couleur apparaît pour indiquer quel est l'élément est lié à l'élément sur volé.
- Les Flèches : En cliquant droit dessus on ouvre un popup menu qui permet l'insertion des différents éléments contextuels.

C'est la création de cette fenêtre que l'on m'a confié. Ci dessous quelques exemples de l'interface graphiques que j'ai créent.



Graphes Contextuel totalement agrégé (figure1)



Graphes Contextuel totalement aplatie (Figure2)

Pour voir les deux versions ensemble consulter l'annexe I.

### E-3) Les fonctionnalités du logiciel

Ci dessous les différentes fonctionnalités disponibles sur la version actuelle du logiciel :

#### Les différentes options :

- Choix de langue.
- Identification du nom dans une liste.
- Mot de passe (fenêtre suivante)
- Gestion des utilisateurs (disponible).
- Traiter un incident.



- Historique des connexions (disponible) : Permet de savoir les actions que chaque utilisateurs a effectué lors de ces connexions. Ainsi que les différentes date de connexions de chaque utilisateur.

### Les fonctionnalités de l'application le graphique :

#### Menu Graphe :

- Ouvrir / Rafraîchir : ouvre un graphe dans la même fenêtre(disponible).
- ouvrir dans une autre fenêtre.( disponible sauf au niveau de la fermeture du programme).
- Création d'un fichier image .gif : Cette fonction permet de sauvegarder un graphe contextuel au format gif.
- Quitter (disponible)

#### Menu Vue :

- Zoom + (disponible)
- Zoom - (disponible)
- Zoom (disponible).
- Agrégation Total (disponible) : Permet de réduire le graphe à sa un sous graphe minimal (figure 1 du E-2).
- Aplatir le graphe (disponible) : Permet de déployé au maximum le graphe (figure 2 du E-2).

#### Menu Chemin :

- Visualisation successive des chemins. (ne fonctionne pas)

#### Menu Profile :

- Gestion du profile utilisateur (disponible avant la fin du stage) : Fonction qui permettra de choisir la couleur des différents éléments du graphe

#### Menu Aide :

A propos. (disponible avant la fin du stage)

Avec la souris on peut :

- Agrégation partielle (disponible avant la fin du stage) : Cette fonction permet l'agrégation d'une partie du graphe en un sous graphe.



### **III CONCLUSION**

Ce stage en laboratoire de recherche m'a permis de prendre connaissance du fonctionnement d'un laboratoire et sur la manière de fonctionner de celui-ci.

De plus, cette *optimisation et extension d'un logiciel de manipulation de graphes contextuels* s'inscrit pleinement dans la ligne des recherches de M Patrick Brézillon. Cette démarche a pour but de développer un logiciel qui manipule les graphes contextuels pour l'aide à la décision. En effet, Une fois terminé ce logiciel devrait trouver de multiples applications industrielles.

Pour finir le développement de ce logiciel, M Brézillon pense le proposer comme sujet de thèse sur la formalisation des Graphes Contextuels.

Ce stage m'a également permis de mieux saisir l'importance de la présence du chef de projet pour coordonner le travail d'une équipe. En effet, sa présence peut éviter de nombreux problèmes humains, ainsi que les problèmes de gestion et de coordination du travail ce qui pourrait ralentir considérablement le développement de l'application.

Pour conclure, je tiens à noter que ce stage était vraiment très intéressant car il m'a beaucoup appris dans de nombreux domaines. En effet, j'ai pu appliquer mes connaissances en terme de programmation, d'interface homme machine et d'Intelligence Artificielle notamment par la découverte des graphes contextuels.





## **Annexe II : Présentation des Graphes Contextuels**

# Procédures et pratiques, représentation par les graphes contextuels

**Patrick Brézillon**

LIP6, Université Paris 6, Case 169, 8 rue du Capitaine Scott, 75015 Paris Cedex 05, France.

[Patrick.Brezillon@lip6.fr](mailto:Patrick.Brezillon@lip6.fr) – <http://www-poleia.lip6.fr/~brezil/>

**Résumé.** Ce papier présente un formalisme basé sur le contexte, appelé graphes contextuels, pour représenter les connaissances et les raisonnements portant sur ces connaissances. Ce formalisme, issu des travaux réalisés dans le cadre de l'application SART, permet de représenter les pratiques qui sont développées par les opérateurs comme de véritables contextualisations des procédures officielles. Les graphes contextuels permettent une représentation unifiée des trois types de contexte que nous avons identifiés précédemment, une représentation de la dynamique du contexte, et offrent au système les utilisant des capacités naturelles d'explication et d'acquisition incrémentale de pratiques comme parties intégrantes de la tâche de l'opérateur.

**Mots Clés.** Intelligence Artificielle, Systèmes d'aide à la décision, Contexte, Graphes contextuels, procédures et pratiques.

## 1. INTRODUCTION

La conception d'un artéfact (un produit, un bâtiment, etc) implique la perception de l'évolution progressive de sa structure au cours du processus de conception, et la traduction de chaque étape de la conception dans la génération de nouvelles idées. Les interactions entre les membres de l'équipe de conception conduisent à la capture des attributs de l'artéfact, capture qui permet une organisation des tâches de conception. Cette organisation dépend de manière essentielle du contexte dans lequel la conception évolue : chaque membre de l'équipe de conception construit sa propre interprétation dans son contexte spécifique et relie son univers spécialisé au but collectif de l'équipe. L'artéfact doit lui-même être considéré dans son contexte de conception dans lequel les concepteurs identifient et relient entre-elles les tâches à accomplir.

L'environnement SisPro (Borges *et al.*, 1999; Naveiro *et al.*, 2002) propose une aide à une équipe de conception avec un éventail de fonctionnalités permettant, entre autres choses, des communications synchrones et asynchrones. Cet environnement propose deux places de travail

virtuelles : l'une attachée à chaque membre de l'équipe pour qu'il puisse définir son contexte spécifique de spécialiste (le contexte individuel) et pour communiquer avec le reste de l'équipe. L'autre espace de travail virtuel est commun à toute l'équipe et attaché au projet qui les réunit. Ce dernier espace définit le contexte de l'équipe projet et permet de contrôler les communications qui ont lieu entre les membres de l'équipe projet, leur fournissant ainsi un lieu de négociation. Cet exemple montre que différents types de contexte interviennent dans un réel travail collaboratif (les contextes individuels des membres et le contexte global du projet), et que ces observations dépassent le seul cadre de la conception. Par exemple, Humphreys et Brézillon (2002) discutent d'une situation similaire en psychologie appliquée à des groupes de jeunes au Pérou.

Brézillon (2002) montre que l'on ne peut parler du contexte qu'en référence à quelque chose: le contexte d'un objet, le contexte d'une action, le contexte des interactions, etc. Parmi tous ces contextes, seul le contexte des interactions entre des agents (au sens large du terme, humains et/ou machines) nous semble le plus important car c'est au travers de ce contexte que les autres contextes sont référencés ou évoluent (par suite des échanges entre les agents). Actuellement, la notion de contexte est considérée principalement par deux communautés s'intéressant à l'informatique tangible (tangible computing) et à l'informatique sociale (social computing) (Dourish, 2001). L'intérêt de l'informatique sociale porte sur le développement de représentations (basées sur le contexte) des connaissances et de modes de raisonnement (voir, par exemple, Brézillon, 2003a). L'approche de cette communauté est résolument centrée utilisateur et s'attaque au problème de la prise en compte de la dynamique du contexte. L'informatique tangible est, elle, plus préoccupée par les aspects techniques du contexte qui sont plus facilement recueillis à partir de capteur (par exemple la position d'un utilisateur par GPS, la température d'une pièce, etc.). Dans cette dernière approche, le focus est mis principalement sur les applications sensibles au contexte, les "smart devices", l'informatique diffuse, etc. et trouve des champs d'application dans des domaines aussi variés que le tourisme et la e-maintenance. Dans l'informatique tangible, les informations sur l'utilisateur sont indirectes (par exemple, sa localisation) ou très superficielles. Il s'agit là d'une approche orientée matériel, et le contexte est supposé évoluer seulement à travers la survenue d'événements.

L'approche présentée dans ce papier s'inscrit dans le courant de l'informatique sociale. Parmi les différents types de contexte, nous nous intéressons plus particulièrement au contexte dans lequel une tâche est accomplie par un opérateur avec l'aide d'un logiciel. De tels systèmes sont généralement considérés comme des systèmes d'assistance intelligents (Brézillon, 2003a).

Dans la suite de ce papier, nous discutons tout d'abord des procédures et des pratiques, types de connaissances et de raisonnements qui nous ont conduit à développer le formalisme des graphes contextuels. Ensuite, nous rappelons brièvement notre vue des trois types de contexte que nous avons

développé par ailleurs (voir Pomerol et Brézillon, 2001), et la manière dont le contexte procéduralisé est construit. La Section suivante présente les graphes contextuels et discute comment les différents aspects du contexte, dont sa dynamique, introduit précédemment s'expriment dans le formalisme des graphes contextuels. Finalement, nous introduisons quelques commentaires sur les fonctionnalités d'explication et d'acquisition incrémentale de pratiques qui existent naturellement dans le formalisme des graphes contextuels.

## **2. PROCEDURES ET PRATIQUES**

À la RATP (la compagnie du métro parisien), la plupart des incidents sont bien connus depuis longtemps (la compagnie existe depuis plus de cent ans) et font l'objet de procédures correctives bien éprouvées qui ont été établies sur la base de l'expérience accumulée par la compagnie (Pasquier, 2002). Cependant, un opérateur qui se trouve confronté à un incident donne une grande importance au contexte dans lequel il doit résoudre l'incident, et est ainsi amené la plupart du temps à adapter la procédure officielle à ce contexte courant. Par exemple, un incident donné ne sera pas résolu de la même manière si l'incident survient en heures creuses ou en heures de pointe. Chaque opérateur développe ainsi sa propre pratique comme une version contextualisée de la procédure officielle pour résoudre l'incident dans le contexte donné. On observe ainsi autant de pratiques que d'opérateurs pour une procédure donnée. A la différence d'une procédure qui ne capture que la solution finale seulement, les pratiques incluent de plus les avantages et les inconvénients de la méthode choisie dans le contexte donnée.

Deux raisons amènent les opérateurs à préférer planifier leurs actions en temps réel plutôt que de se reposer sur des procédures établies par la compagnie. Tout d'abord, la procédure sélectionnée n'est généralement pas parfaitement adaptée à la situation courante et peut conduire l'opérateur à entreprendre des actions mal adaptées ou faire appel à des stratégies sous-optimales pour résoudre un incident. D'autre part, si les opérateurs se reposent sur les procédures, ils peuvent manquer des faits importants, ou les noter trop tard, pour résoudre l'incident. Pour ces raisons, les opérateurs préfèrent généralement replanifier en temps réel leurs actions pour tenir compte de la situation courante et de son évolution éventuelle. Les procédures servent donc de cadre général pour construire une stratégie efficace qui soit parfaitement adaptée aux spécificités de la situation courante. Une telle attitude est possible sur la base des connaissances opérationnelles qui sont partagées par l'ensemble des opérateurs. Cette observation que nous venons de décrire dans le cadre de la résolution d'incidents sur les lignes de métro est également faite dans d'autres domaines.

Degani et Wiener (1997) distinguent ainsi les procédures, les pratiques et les techniques. Les procédures sont spécifiées initialement par les développeurs pour permettre de gagner du temps dans des situations critiques. Les pratiques englobent ce que les opérateurs font avec les procédures. Idéalement, procédures et pratiques devraient être les mêmes, mais la plupart du temps les opérateurs sont capables de dévier de la procédure officielle, même si celle-ci est impérative. Les techniques sont définies comme des méthodes personnelles pour accomplir les tâches spécifiées sans violer les contraintes procédurales.

Bouaud et al. (1999) décrivent en médecine un type d'opérationnalisation des connaissances à partir de procédures pour en faire des pratiques lorsqu'un médecin fait un choix thérapeutique différent dans son diagnostic d'après l'instanciation du contexte clinique qu'il construit à partir de sa compréhension de l'état du patient. Strauss et al. (1985) donne l'exemple d'un plan détaillé pour un patient atteint d'ostéoarthrite, plan qui préconise une radio aux rayons X de ses hanches. En appliquant ce plan à M. Jones, qui n'a aucun problème avec ses hanches, le médecin peut sauter cette partie du plan, et, inversement, peut être amené à ajouter d'autres examens comme des analyses du sang. Ainsi un protocole médical se présente comme une sorte de procédure opératoire standard.

Cette discussion montre que s'il est relativement facile de modéliser les procédures, il n'en va pas de même pour la modélisation des pratiques qui demande une modélisation du contexte dans lequel la pratique est réalisée, chose rendue délicate par le fait qu'il peut y avoir beaucoup de contextes possibles, et donc beaucoup de pratiques. Par ailleurs, pour des incidents complexes, il n'est pas possible d'établir de procédure globale, seulement des procédures élémentaires pour des parties des incidents complexes (par exemple, la sous-procédure "évacuer les voyageurs du train") que l'on retrouve dans la plupart des incidents complexes. Par ailleurs, les procédures ne peuvent pas capturer les interactions entre la résolution de l'incident lui-même et les nombreuses tâches qui sont générées par un incident complexe. En conséquence, il y a autant de pratiques pour résoudre un incident que d'opérateurs: les cas peuvent être similaires dans un contexte et totalement différents dans un autre comme le notait déjà Tversky (1977).

Au niveau implémentation, les procédures sont établies a priori, et "décontextualisée" pour être applicable à toute une classe de problèmes et non à un problème donné. Ainsi, une procédure ne pourra jamais être appliquée directement à un problème particulier, ce qui amène les opérateurs à modifier la procédure. Inversement, les pratiques correspondent toujours à des cas concrets car elles sont des procédures contextualisées, et en mettant en machine ces pratiques, on peut alors espérer avoir un système qui puisse mener une sorte de "raisonnement à base de pratiques". Nous allons montrer que, ce qui apparaît comme un point négatif (la nécessité de stocker un grand nombre de

pratiques au lieu d'une seule procédure) trouve une solution réaliste dans le formalisme des graphes contextuels.

### 3. NOTRE VUE DU CONTEXTE

#### 3.1 Les trois types de contexte

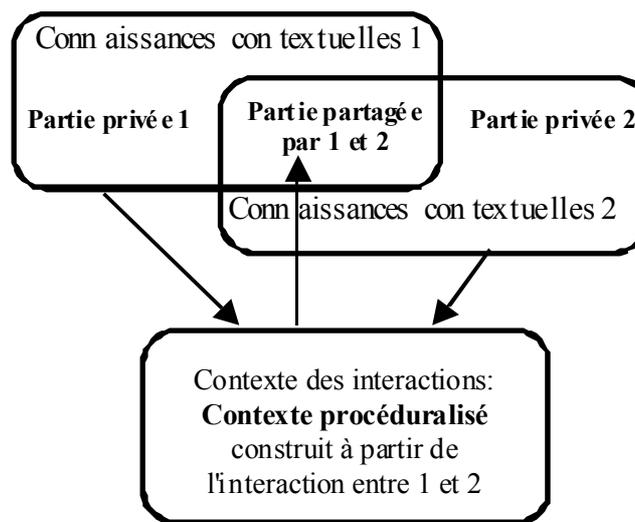
Nous avons proposé de modéliser le rôle du contexte dans la représentation des connaissances et du raisonnement (Pomerol et Brézillon, 2001). Sur la base des observations décrites dans les sections précédentes, nous définissons les **connaissances contextuelles** comme la partie du contexte qui peut présenter un intérêt pour l'opérateur dans une situation donnée. La partie complémentaire des connaissances contextuelles dans le contexte (partie sans intérêt pour l'opérateur dans une situation donnée) constitue les **connaissances externes**.

Les connaissances contextuelles forment la partie du contexte d'où l'opérateur va extraire ou organiser des structures de connaissances pour construire un raisonnement, une interprétation ou une explication d'une situation. De telles structures de connaissances sont considérées explicitement par l'opérateur grâce à l'explicitation de leur organisation à une étape donnée de la résolution d'un incident. Nous appelons une telle structure de connaissance un **contexte procéduralisé** (Brézillon et Pomerol, 1999). Il s'agit d'une notion relative à chaque opérateur, à la situation courante et au moment auquel l'opérateur travaille. Le statut de procéduralisé d'une structure de connaissances contextuelles n'est pas permanent car la structure de connaissances contextuelles évolue avec le focus d'attention de l'opérateur, retournant dans l'ensemble des connaissances contextuelles une fois quitté le focus d'attention.

La dynamique entre les connaissances contextuelles et le contexte procéduralisé joue un rôle essentiel dans la représentation du contexte. Cette procéduralisation dépend du focus de la tâche courante. Ainsi, ce processus est orienté tâche un peu comme pour le savoir-faire : il est souvent déclenché par un événement, la reconnaissance d'un motif ou d'une régularité. Un autre aspect du processus de procéduralisation est que les gens transforment des connaissances contextuelles afin d'anticiper le résultat de leur propre action. En tant que tel, un processus de procéduralisation est perçu par un observateur comme une sorte de compilation produisant une structure de connaissances (un *chunk de knowledge*). Cette procéduralisation obéit à la nécessité d'avoir un cadre explicatif consistant afin de pouvoir anticiper les résultats d'une décision ou d'une action. Cette consistance est obtenue par un raisonnement à propos des causes et des conséquences dans une situation donnée. Nous pouvons ainsi distinguer dans le raisonnement le diagnostic du contexte courant et l'anticipation des suites qui

vont en découler. La seconde étape suppose un raisonnement conscient et lucide sur les causes et les conséquences.

### 3.2 Elaboration du contexte procéduralisé



**Figure 2:** Elaboration du contexte procéduralisé

La Figure 2 présente comment le contexte procéduralisé est construit à partir de connaissances contextuelles de deux personnes interagissant. Le contexte des interactions contient des connaissances contextuelles qui ont été extraites d'une des deux personnes et introduites dans le focus d'attention des deux personnes. Ces connaissances contextuelles sont alors conjointement organisées et structurées par les deux personnes. Le contexte procéduralisé va ainsi s'élaborer progressivement et résulter en une structure de connaissances. Il arrive que sur la demande de l'autre, une personne ajoute des connaissances contextuelles reliées à son énoncé précédent en une sorte d'explication. De la même manière, l'autre peut reformuler ce que la première personne a introduit en vue de s'assurer de sa bonne compréhension et ainsi valider l'état courant du contexte procéduralisé à une étape de son élaboration.

Cette construction progressive du contexte procéduralisé est particulièrement importante pendant une phase de négociation car il faut acceptation conjointe à la fois de tout élément introduit dans le contexte procéduralisé et de ses liens avec les autres éléments du contexte procéduralisé. Une fois que le contexte procéduralisé est acceptée par les deux participants, il est utilisé dans le focus d'attention, puis cette structure est ensuite transférée par chaque participant dans son ensemble de connaissances contextuelles comme un *chunk* de connaissances partagées avec l'autre. Ultérieurement,

les deux personnes peuvent être conduites à faire référence à cette structure de connaissances contextuelles (l'ancien contexte procéduralisé) comme un tout, une connaissance contextuelle au même titre que les autres. Par exemple, au début d'un projet européen, une bonne partie de la première réunion est consacrée à planifier les réunions suivantes (fréquence, lieu, durée, jour de la semaine, etc.). Une fois que tous les participants se sont mis d'accord, ils ont juste à dire à la fin de la première réunion : "A la prochaine fois", qui est un "pointeur" représentant une structure de connaissances comprenant des éléments contextuels comme le lieu, la date, etc. et connectés entre eux par les relations basées sur le contexte.

Le contexte procéduralisé contient donc toutes les connaissances qui ont été discutées, assemblées et finalement acceptées par tous les participants. Le contexte procéduralisé est une construction qui trouve un écho dans la représentation mentale de chaque participant (qui peut donc l'interpréter dans son "langage"). Les représentations mentales des participants d'un problème sont donc rendues ainsi compatibles, même si les participants sont des spécialistes de domaines différents (Karsenty et Brézillon, 1995). Par ailleurs, cette construction du contexte procéduralisé montre que plus une personne interagit de cette manière, plus elle devient expérimentée, et plus cela se traduit par une organisation hautement structurée de ses connaissances contextuelles.

## **4. LES GRAPHES CONTEXTUELS**

### **4.1 Introduction**

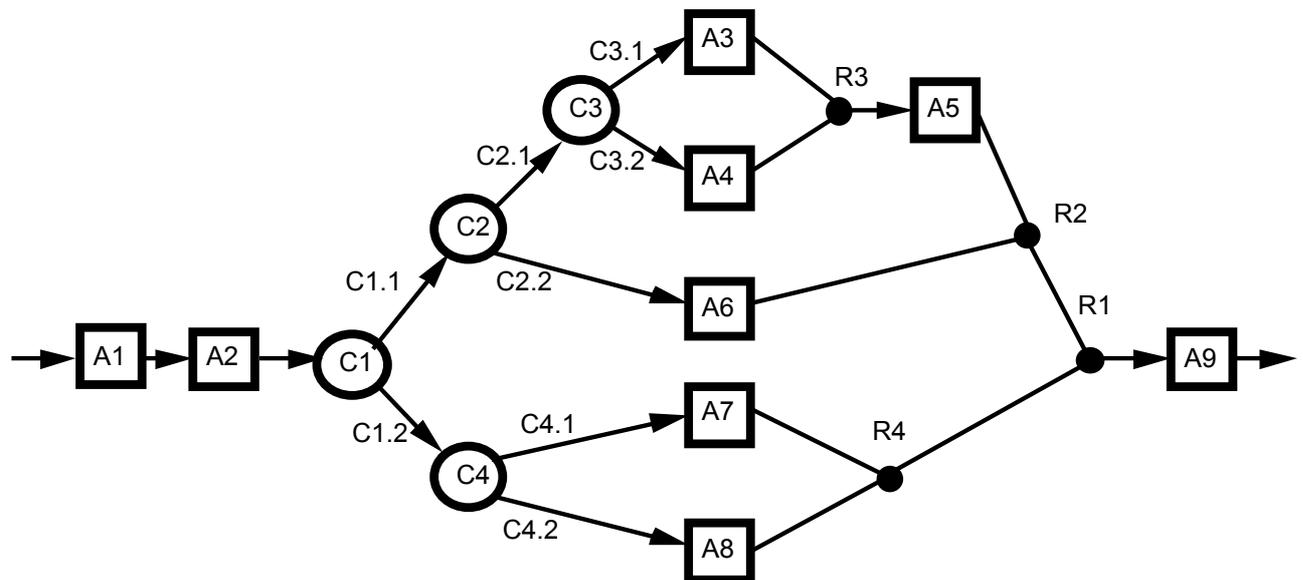
Les idées présentées dans la section précédente ont été implémentées dans une représentation des connaissances et des raisonnements basée sur le contexte. Notre première approche a été menée dans le cadre de l'application SART (voir à <http://www.lip6.fr> ). Certains choix faits à cette époque correspondaient à un besoin d'optimisation pour la maintenance et le stockage des connaissances. Maintenant, nous sommes revenu à une représentation en sous-graphes et éléments contextuels représentés explicitement sous la forme de couples de nœuds contextuels et de nœuds de recombinaison (Brézillon, 2003b). Nous préservons ainsi des caractéristiques des graphes contextuels (tels que les mécanismes d'expansion et d'agrégation, la possibilité de générer des explications à différents niveaux de détail) qui se sont révélées essentielles pour exprimer pleinement les possibilités des graphes contextuels, notamment concernant l'acquisition incrémentale de pratiques et la génération d'explication...

Nous présentons dans cette section comment le formalisme basé sur le contexte appelé graphes contextuels peut être utilisé dans n'importe quelle situation où des opérateurs doivent

développer des pratiques pour contextualiser les procédures officielles qui sont à leur disposition, et comment un système peut prendre en compte ces pratiques.

## 4.2 Présentation des graphes contextuels

Un graphe contextuel est un graphe orienté acyclique avec une entrée unique et une sortie unique, et une organisation série-parallèle de nœuds connectés entre eux par des arcs orientés. Globalement, la forme générale d'un graphe contextuel est celle d'un ensemble de faisceaux. La Figure 3 présente un exemple de graphe contextuel. Les différents types de nœuds sont: les actions  $A_i$  (représentées par des boîtes carrées), les éléments contextuels représentés par des paires {nœud contextuel (les gros cercles numérotés  $C_j$ ), nœud de recombinaison (notés  $R_i$ )}, les sous-graphes et les groupements d'actions parallèles (les deux derniers items ne sont pas représentés dans la Figure 3 et ne sont pas discutés dans ce papier). L'algorithme correspondant à un graphe contextuel se termine toujours.



**Figure 3:** Un exemple de graphe contextuel

Un chemin dans le graphe contextuel correspond à une séquence ordonnée d'éléments (les actions et les nœuds contextuels et de recombinaison) dans le graphe contextuel depuis son entrée jusqu'à sa sortie. Chaque chemin correspond, au travers de la séquence d'actions correspondantes, à une pratique qui est donnée dans son contexte (les éléments contextuels sur le chemin). La notion d'activité considérée par les psychologues cogniticiens, trouve une expression directe dans les graphes

contextuels (principalement basée sur la notion de sous-graphe). En conséquence, les graphes contextuels donnent une représentation des connaissances et du raisonnement qui est directement interprétable par les opérateurs (dans leur langage).

### 4.3 Expression du contexte dans les graphes contextuels

Le contexte du graphe contextuel dans la Figure 3 correspond aux éléments contextuels C1, C2, C3 et C4. Le contexte d'une action (par exemple l'action A3) est composé de deux parties, l'ensemble des éléments contextuels qui sont instanciés sur le chemin depuis l'entrée du graphe jusqu'à l'action (par exemple, le contexte de l'action A3 contient C1 avec la valeur C1.1, C2 avec la valeur C2.1 et C3 avec la valeur C3.1), et les éléments contextuels qui ne trouvent pas sur ce chemin (comme l'élément contextuel C4 dont l'instanciation est indifférente pour définir le contexte de l'action A3). Les éléments contextuels considérés par leur instanciation constituent le contexte procéduralisé, et le reste des éléments contextuels forme l'ensemble des connaissances contextuelles. Le contexte de l'action A3 se résume donc par :

- son contexte procéduralisé: {C1 avec la valeur C1.1, C2 avec la valeur C2.1, et C3 avec la valeur C3.1}, en supposant que les actions A1 et A2 soient exécutées;
- l'ensemble des connaissances contextuelles (ici réduit à l'élément contextuel C4).

Le contexte procéduralisé est une séquence ordonnée d'éléments contextuels instanciés. Nous le verrons par la suite, il existe un deuxième ordonnancement lié à la chronologie dans laquelle les éléments contextuels sont introduits dans le graphe contextuel par acquisition incrémentale de pratiques.

Les graphes contextuels permettant la représentation des pratiques, il n'est pas possible de développer *a priori* une représentation exhaustive de toutes les manières de résoudre un problème car le nombre de variantes contextuelles est très grand. Un système basé sur les graphes contextuels soit connaît une pratique utilisée par un opérateur pour résoudre un problème, soit va l'acquérir s'il ne la connaît pas. Dans cette dernière situation, le système peut identifier néanmoins la pratique connue la plus proche de la nouvelle pratique et demander à l'opérateur l'élément contextuel qui différencie la nouvelle pratique de celle qu'il connaît. Un intérêt des graphes contextuels est de pouvoir ainsi acquérir facilement de nouvelles pratiques avec leur contexte d'utilisation, et savoir comment la nouvelle pratique s'intègre dans le corpus de pratiques déjà connues. Une nouvelle pratique est généralement proche d'une pratique connue et demandera donc l'acquisition d'un petit nombre d'éléments (comme l'ajout d'un nouvel élément contextuel et l'introduction d'une action en alternative à celle existant précédemment). La différence principale, à notre avis, vient du fait qu'un élément

contextuel n'était pas considéré jusqu'à présent parce son instantiation importait peu jusqu'alors, et que l'application de la nouvelle pratique a été faite au contraire pour une instantiation bien précise de cet élément contextuel, contexte dans lequel un changement d'action s'imposait.

#### 4.4 La dimension dynamique du contexte

Considérons à nouveau l'exemple donné dans la Figure 3. Le contexte de l'action 3 dans cet exemple est décrit d'une manière statique. Cependant, une fois que l'action A3 est exécutée, l'instanciation C3.1 de l'élément contextuel C3 ne joue plus aucun rôle dans la suite de l'application de la pratique, et l'élément contextuel C3 (dans le graphe, la paire constituée des nœuds contextuel C3 et de recombinaison R3) quitte le contexte procéduralisé pour retourner dans les connaissances contextuelles. Ainsi, lorsque l'on arrive à l'action A5 qui suit l'exécution de l'action A3 dans l'exécution de la pratique, le contexte d'exécution de l'action A5 est composé de :

- son contexte procéduralisé : {C1 avec la valeur C1.1, et C2 avec la valeur C2.1}, en supposant que les actions A1 et A2 ont été exécutées ;
- l'ensemble des connaissances contextuelles : (C3, C4).

Ainsi, chaque action est associée à un contexte statique, mais il existe une dynamique du contexte au niveau de la pratique, par exemple quand le focus d'attention passe de l'action A3 à l'action A5. Les connaissances contextuelles et le contexte procéduralisé évoluent durant l'application d'une pratique (le long d'un chemin dans un graphe contextuel). Par exemple, considérons la pratique {A1, A2, A3, A5, A9}. Son contexte présente la dynamique décrite dans la Table 1 où chaque ligne de la Table correspond à un changement d'état du contexte.

	Contexte de	Connaissances contextuelles	Contexte procéduralisé
1	A1-A2	{C1, C2, C3, C4}	{ $\emptyset$ }
2		{C2, C3, C4}	{C1.1}
3		{C3, C4}	{C1.1, C2.1}
4	A3	{C4}	{C1.1, C2.1, C3.1}
5	A5	{C3, C4}	{C1.1, C2.1}
6		{C2, C3, C4}	{C1.1}
7	A9	{C1, C2, C3, C4}	{ $\emptyset$ }

**Table 1** : Evolution du contexte au cours de l'application de la pratique {A1, A2, A3, A5, A9} donnée dans la Figure 3.

Le mouvement à l'intérieur du contexte entre les connaissances contextuelles et le contexte procéduralisé (mais correspondant à sa dynamique d'un point de vue externe) est lié au changement de statut d'un élément contextuel entrant dans le contexte procéduralisé (instanciation d'un élément contextuel) ou en sortant vers l'ensemble de connaissances contextuelles (abandon de l'instanciation du dernier élément contextuel entré dans le contexte procéduralisé).

Le contexte procéduralisé est une séquence ordonnée d'éléments contextuels qui sont considérés à travers leur instanciation, et comme par ailleurs les graphes contextuels ont une seule entrée et une seule sortie, le mouvement entre les connaissances contextuelles et le contexte procéduralisé suit la règle "dernier entré, premier sorti" car les éléments contextuels ne peuvent qu'être emboîtés. L'historique de la progression dans l'exécution de la pratique fait lui-même parti du contexte, et ainsi deux contextes ayant le même ensemble de connaissances contextuelles et le même contexte procéduralisé (comme aux lignes 3 et 5 de la Table 1 ci-dessus) sont donc différents.

#### **4.5 Aspects pratiques des graphes contextuels**

Le formalisme des graphes contextuels a été implémenté dans un logiciel écrit en Java. Il présente les fonctionnalités usuelles de ce type de logiciel : identification de l'utilisateur, basculement à tout moment entre différentes langues, corrections et enrichissement de tous les textes apparaissant, une aide en ligne, différents type de visualisation et de présentation, etc.

L'acquisition incrémentale de pratiques se fait par interaction entre l'opérateur et le système. Actuellement, l'opérateur sélectionne le graphe contextuel correspondant à la résolution de son incident, fournit la séquence d'actions qu'il a utilisé pour résoudre l'incident, indique le chemin dans le graphe contextuel correspondant au mieux à la pratique déployée. Le système compare alors les deux pratiques, la pratique qu'il connaît et celle fournie par l'opérateur. Si la pratique entrée par l'opérateur est connue du système, alors le système ne fait qu'une gestion administrative (ajout à l'historique de la pratique la date de sa dernière utilisation, impression du rapport d'incident). Toutefois, si une différence apparaît entre les deux pratiques (dans les séquences d'actions il existe au moins une action différente), le système entre dans une phase d'acquisition de la nouvelle pratique à travers ses différences avec la pratique connue la plus proche, c'est-à-dire la demande de l'élément contextuel (le nœud contextuel et le nœud de recombinaison correspondant) qui n'avait pas encore été considéré

jusqu'à présent mais dont il faut une instanciation particulière pour la pratique à acquérir et la nouvelle action.

L'explication que le système peut fournir sur une pratique correspond à la présentation des différents éléments contextuels qui interviennent sur le chemin, l'ordre dans lesquels ces éléments contextuels interviennent dans la pratique, l'ordre chronologique dans lesquels les éléments contextuels ont été introduits les uns par rapport aux autres au fil de l'acquisition incrémentale des pratiques. L'explication d'une action dans une pratique repose essentiellement sur le contexte procéduralisé de cette action (la séquence de nœuds contextuels instanciés). Le système peut ainsi expliquer le raisonnement tenu dans la pratique jusqu'à cette action en présentant (1) les éléments contextuels explicitement utilisés, (2) les instanciations des nœuds contextuels correspondants, (3) l'ordre dans lesquels ces nœuds contextuels sont instanciés, et (4) l'ordre dans lesquels (et les raisons sous-jacentes) les éléments contextuels ont été introduit dans le graphe contextuel. Ces deux derniers points sont une manière d'expliquer la dynamique du contexte qui conduit à l'action à expliquer. L'explication d'un raisonnement devient ainsi un processus qui évolue plutôt que quelque chose de statique dérivé à partir de facteurs connus a priori (par exemple la description de la situation initiale seulement). Notre position rejoint donc celle de Leake (1996) à propos des explications dans le raisonnement à base de cas, mais l'explication générée à partir d'un graphe contextuel présente différentes granularités (au niveau du contexte procéduralisé ou de l'ordre et des raisons de l'introduction de chaque élément contextuel).

De plus, les mécanismes d'agrégation et d'expansion des graphes contextuels permettent à l'opérateur de se focaliser sur une partie seulement d'un graphe contextuel. (L'opérateur peut agréger un sous-graphe en une sorte d'activité, ce qui lui permet d'étudier en détail d'autres parties du graphe contextuel, son évolution par l'ajout de pratiques successives, etc.). La puissance explicative des graphes contextuels est actuellement en cours d'étude.

## **5. CONCLUSION**

Ce papier présente un formalisme basé sur le contexte appelé graphes contextuels. Ce formalisme permet de représenter les connaissances et les raisonnements dans leur contexte, ce qui permet de représenter dans certaines tâches les pratiques comme les procédures. Les graphes contextuels donnent une représentation simple et naturelle des connaissances et des raisonnements en terme directement compréhensible par les opérateurs (par exemple, en utilisant une notion d'activité qui leur est usuelle). Toutefois, le formalisme présente plusieurs aspects interdépendants qui sont inclus naturellement dans la représentation comme la dynamique du contexte, l'acquisition incrémentale de pratiques et la génération d'explications à différents niveaux de granularité.

Il n'en reste pas moins une restriction sur ce type de représentation. Il s'agit des groupements d'actions parallèles. Ces groupements ont été introduits pour représenter un ensemble de N étapes dans l'exécution d'une pratique, ces N étapes pouvant être réalisés en parallèle ou séquentiellement dans n'importe quel ordre, l'important étant que ces N étapes soient accomplis avant de commencer la N+1ème action. Ceci revient à dire que les graphes contextuels ne permettent pas de représenter les différentes manières dont ces N étapes peuvent être réalisées. Si l'on prend l'exemple classique de la préparation du café (voir un manuel d'UML par exemple), on doit effectuer les actions de prendre le paquet de café, la boîte de filtres et le réservoir à remplir d'eau. L'ordre dans lequel ces trois opérations doivent être exécutées n'est pas important (à la limite ces trois actions pourraient être accomplies en parallèle), mais ces trois actions (au moins) doivent être réalisées avant de mettre la machine à café sous tension.

En fait un groupement d'actions parallèles est l'expression simplifiée d'une réalité complexe aux multiples alternatives, mais qui n'est peut être pas au même niveau de représentation que le reste du problème. Dans l'exemple de la préparation du café, des connaissances à une granularité différente porteraient sur le type de machine à café et le type de café choisi. Il n'y a donc pas de structure globale pour représenter l'ensemble des activités possible sur les branches. A l'inverse, un nœud contextuel ouvre un ensemble d'actions exclusives (différentes méthodes pour accomplir la même partie d'une pratique).

L'ordonnancement des actions dans un groupement d'actions parallèles dépend d'éléments contextuels qui, d'une part, n'apparaissent pas dans le graphe contextuel parce qu'ils ne sont pas au même niveau de description que les pratiques et qui, d'autre part, constituent un réseau dense d'éléments contextuels conduisant à un petit nombre d'alternatives. Ces éléments contextuels forment une structure qui est trop complexe pour être réduite à un nœud contextuel résultant unique. Dans l'exemple de la préparation du café, la machine peut avoir un porte filtre indépendant de la machine, articulé ou fixé sur la machine. Le choix entre "prendre le paquet de café" et "prendre la boîte de filtre" peut dépendre du fait que le paquet de café a été laissé la veille sur le buffet, ou que le paquet de filtres est le premier objet rencontré sur le chemin de la machine à café, etc. Il s'agit là de détails qui sont jugés globalement à un autre niveau correspondant à un but supérieur. C'est une manière de composer avec un manque ou, à l'inverse, une complexité d'informations locales.

Jusqu'à maintenant, la dynamique de l'environnement était prise en compte à travers l'évolution de données physiques comme la localisation géographique de l'utilisateur, l'heure de la requête, etc. Toutefois, outre les données, la dynamique porte également sur des informations et des connaissances sur l'utilisateur et son environnement. Les graphes contextuels permettent de composer une telle dynamique grâce à ses mécanismes d'acquisition incrémentale.

Il existe un autre avantage à travailler sur des pratiques plutôt que sur les seules procédures. Nous avons montré que l'introduction d'une nouvelle pratique dans un graphe contextuel correspond généralement à l'introduction de très peu d'éléments (souvent un élément contextuel et une action). Par ailleurs, le nombre de pratiques que l'on peut développer à partir d'une procédure n'est pas infini, et l'on peut espérer au bout d'un moment que le système possède la quasi totalité des pratiques possibles pour résoudre un problème. Les graphes contextuels constituent ainsi une sorte de mémoire d'entreprise qui peut conduire facilement à un partage effective d'expériences au sein d'une communauté de pratiques.

Nous cherchons actuellement à appliquer le formalisme des graphes contextuels dans d'autres domaines. Une première possibilité existe en psychologie où nous étudions comment la génération d'explications dans une catégorisation contextuelle utilise le contexte pour introduire chronologiquement les propriétés générales des catégories, puis les propriétés spécifiques et finalement les propriétés relationnelles entre les objets d'une catégorie (Ganet et al., 2003). Une seconde possibilité est l'étude de ce qu'apporte la prise en compte explicite du contexte dans la sécurité informatique en modélisant toutes les manières possibles d'aller sur un serveur (les pratiques), puis en contrôlant les manières qui peuvent conduire à des problèmes par identification des contextes correspondant (Kouadri Mostéfaoui et Brézillon, 2003).

## REFERENCES

- Borges, M., Naveiro, R. et Souza Filho, R. (1999). "SISPRO - A Computer Support System for conceptual design in architecture", *Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Conference in Engineering Design*, Munich, Heurista.
- Bouaud, J., Séroussi, B. et Antoine, E.-Ch. (1999). OncoDoc: modélisation et "opérationnalisation" d'une expertise thérapeutique au niveau des connaissances. Actes de Ingénierie des Connaissances (IC'99), Palaiseau, pp. 61-69.
- Brézillon, P. (2002). Modeling and using context: Past, present and future. Rapport de Recherche du LIP6 2002/010, Université Paris 6, France. <http://www.lip6.fr/reports/lip6.2002.010.html>.
- Brézillon, P. (2003a). Context-based intelligent assistant systems: A discussion based on the analysis of two projects. Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on Systems Sciences, HICSS-36, Track "Decision Technologies for Management", R.H. Sprague (Ed.), Los Alamitos: IEEE, CD-Rom.
- Brézillon, P. (2003b) Contextual graphs: A context-based formalism for knowledge and reasoning in representation. To appear in Research Report, LIP6, University Paris 6, France.

- Brézillon, P. et Pomerol, J.-Ch. (1999). "Contextual knowledge sharing and cooperation in intelligent assistant systems", *Le Travail Humain*, 62(3): 223-246.
- Brézillon, P., Pasquier, L. et Pomerol, J. Ch. (2002). Reasoning with contextual graphs. *European Journal of Operational Research*, 136(2): 290-298.
- Degani, A. et Wiener, E.L. (1997). Procedures in complex systems: The airline cockpit. *IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans*, 27(3): 302-312.
- Dourish, P. (2001). "Seeking a Foundation for context-aware computing". *Human-Computer Interaction*, 2001, 16 (2-4). <http://hci-journal.com/editorial/vol-16.html>
- Ganet, L., Brézillon, P. et Tijus, Ch. (2003). Explanations as contextual categorization. In: *Modeling and Using Context (CONTEXT-03)*, LNCS, Springer Verlag. (to appear).
- Humphreys, P. et Brézillon, P. (2002). Combining rich and restricted languages in multimedia: enrichment of context for innovative decisions. In: F. Adam, P. Brézillon, P. Humphreys and J.-Ch. Pomerol (Eds.) *Decision Making and Decision Support in the Internet Age*. Oak Tree Press, pp. 695-708.
- Karsenty, L. et Brézillon P. (1995). Cooperative problem solving and explanation. *Expert Systems With Applications*, 8(4): 445-462.
- Kouadri Mostéfaoui, G. et Brézillon, P. (2003). A generic framework for context-based distributed authorizations. In: *Modeling and Using Context (CONTEXT-03)*, LNCS, Springer Verlag. (to appear).
- Leake, D B, (1996). "Case-based reasoning: Experiences, lessons, and future directions. Chapter I" *CBR in context: The present and future* Menlo Park: AAAI Press/MIT Press.
- Naveiro, R.M., Brézillon, P. et Souza, F.R. (2002). Contextual knowledge in design: the SisPro project. *Review Document Electronique, Hermès*, 5(3-4): 115-134.
- Pasquier, L. (2002). *Modélisation de raisonnement tenus en contexte. Application à la gestion d'incidents sur une ligne de métro*. Thèse de l'Université Paris 6, juillet.
- Pomerol, J.-Ch. et Brézillon, P. (2001). About some relationships between knowledge and context. *Modeling and Using Context (CONTEXT-01)*. Lecture Notes in Computer Science, Springer Verlag, pp. 461-464.
- Strauss, A., Fagerhaugh, S., Suczek, B. et Wiener, C. (1985). *Social Organization of Medical Work*. Chicago and London: University of Chicago Press
- Tversky, A. (1977). Features of similarity, *Psychological Review* 84(4): 327--352.