



HAL
open science

Intégration des besoins des utilisateurs pour la conception de systèmes d'information interactifs. Application à la conception d'un système d'information voyageurs multimodal (SIVM)

Assia Mouloudi

► **To cite this version:**

Assia Mouloudi. Intégration des besoins des utilisateurs pour la conception de systèmes d'information interactifs. Application à la conception d'un système d'information voyageurs multimodal (SIVM). Interface homme-machine [cs.HC]. Université de Technologie de Compiègne, 2007. Français. NNT : . tel-00204747

HAL Id: tel-00204747

<https://theses.hal.science/tel-00204747>

Submitted on 15 Jan 2008

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.

Thèse de Doctorat de l'Université de Technologie de Compiègne

Spécialité : Technologie de l'Information et des Systèmes

Présentée par

Assia MOULOUDI

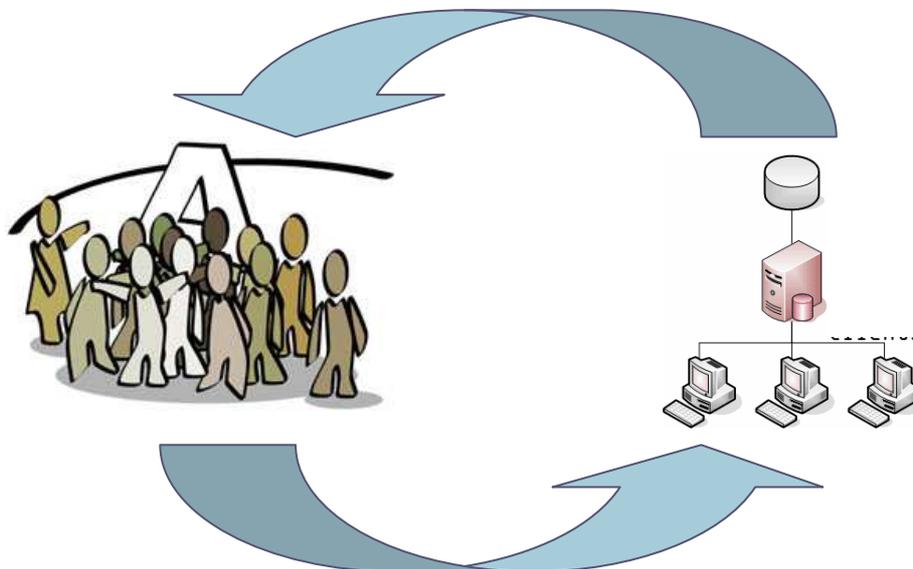
Pour l'obtention du titre de

Docteur de l'Université de Technologie de Compiègne

Sujet de thèse

**Intégration des besoins des utilisateurs
pour la conception de systèmes d'information interactifs**

**Application à la conception
d'un système d'information voyageurs multimodal (SIVM)**



Soutenue le 04 Septembre 2007

Devant le jury composé de

<i>W. SCHON</i>	<i>Professeur de l'Université de Technologie de Compiègne</i>	<i>Président</i>
<i>C. KOLSKI</i>	<i>Professeur de l'Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis</i>	<i>Rapporteur</i>
<i>J. CAELEN</i>	<i>Directeur de recherches CNRS au Laboratoire d'Informatique de Grenoble</i>	<i>Rapporteur</i>
<i>A. LANCRY</i>	<i>Professeur de la Faculté de Philosophie, Sciences Humaines et Sociales d'Amiens</i>	<i>Membre du jury</i>
<i>P. MORIZET-MAHOUDEAUX</i>	<i>Professeur de l'Université de Technologie de Compiègne</i>	<i>Directeur de thèse</i>
<i>C. LEMARCHAND</i>	<i>Enseignant Chercheur de l'Université de Technologie de Compiègne</i>	<i>Co-Directeur de thèse</i>

*Thèse préparée au sein de l'UMR CNRS 6599
Heuristique et diagnostic des systèmes complexes (Heudiasyc)*

A ma Grand-mère adorée, un esprit éclairé

Remerciements

Ces travaux n'auraient pas été possibles sans l'aide et le soutien de nombreuses personnes que je tiens à remercier ici.

En premier lieu, je tiens à dire ma profonde gratitude à mon directeur de thèse Pierre Morizet-Mahoudeaux. D'abord, je lui suis reconnaissante d'avoir pris le pari voilà quatre ans d'encadrer mon stage de DEA. Depuis, j'ai toujours pu compter sur sa disponibilité, son attention et son amitié. La porte de son bureau m'est toujours restée ouverte et nombre des intuitions de ces recherches sont nées de discussions autour de son tableau blanc. Je le remercie notamment de m'avoir permis de participer à de nombreux congrès et conférences. Je le remercie de n'avoir jamais oublié que derrière le travail de thèse il y avait une thésarde avec sa vie, ses angoisses, sa personnalité et sa culture. En plus d'une compétence scientifique forçant l'admiration, il a su faire preuve d'ambition, d'ouverture, d'accessibilité et d'une gentillesse que je n'oublierai jamais. Sa confiance et son coaching ont été le socle de ce travail. Merci Pierre.

Ce travail interdisciplinaire a nécessité des ressources théoriques et pratiques dans de nombreux domaines dont celui de l'ergonomie. Ces ressources m'ont été accessibles grâce à mon co-directeur de thèse Claude Lemarchand que je remercie sincèrement. J'ai pu compter sur son engagement effectif dans le travail expérimental puis sur son encadrement dans le travail de recherche et d'analyse. Merci Claude d'avoir été disponible pour répondre à mes nombreuses sollicitations au point d'avoir accepté de partager votre bureau avec moi pendant deux ans !

Une troisième personne a été partie prenante dans ce travail, il s'agit d'Annette Valentin. Elle m'a fait l'amitié de contribuer concrètement et durablement à mes recherches en y consacrant beaucoup de temps et d'attention. J'ai eu la chance de bénéficier de sa grande maîtrise aussi bien théorique que pratique des domaines de l'ergonomie et de l'informatique. Merci Annette.

La qualité de ce travail tient en grande partie à la richesse de sa partie expérimentale qui s'est déroulée au sein du projet *P@ss-ITS*. Je tiens donc à remercier la Predim¹ de son financement. J'ai eu la chance de participer à une collaboration réussie entre partenaires universitaires et industriels sous la direction de Mr Pierre Lereboulet. Je tiens à remercier les partenaires industriels du projet : Mrs Jean Terrier et Pierre Moise de *TRANDEV* et Mrs René Tutzauer et Denis Marchand d'*ALSTOM*. Ce projet a été une mine de connaissances grâce à la disponibilité de l'ensemble des responsables et des opérateurs des réseaux de transports en commun *SEMTAO* d'Orléans et *SEMITAG* de Grenoble. Ils ont su nous transmettre leur savoir métier avec beaucoup de pédagogie et de disponibilité. Ils auront ainsi contribué concrètement aux résultats de ces recherches ce dont je les remercie sincèrement.

Le recueil de données empiriques de ces travaux a consisté à suivre des usagers lors de leurs déplacements en transports en commun. Je tiens ici à remercier les voyageurs du réseau *SEMTAO* à qui nous avons fait subir des scénarii de trajets souvent complexes. Nous avons pu observer combien l'expertise de l'« homme agissant » avait à apporter à la conception des systèmes automatiques. Ces trajets ont été une expérience scientifique et humaine peu commune et inoubliable.

¹ Plateforme de Recherche Et de Développement de l'Information Multimodale

Ces travaux ont été jugés dignes du statut doctoral par un prestigieux jury qui me fait honneur et à qui je tiens à dire toute ma reconnaissance. Je tiens à remercier mes rapporteurs de mémoire Mrs Jean Caelen² et Christophe Kolski³. J'ai été honorée de l'attention minutieuse qu'ils ont portée à mon travail. La version finale de ce mémoire doit beaucoup à leurs remarques au combien justes et pertinentes. Je remercie Mrs Alain Lancry⁴ et Walter Schon⁵ d'avoir accepté de siéger dans mon jury, d'avoir porté attention à mon travail et de la qualité de la discussion que nous avons eu lors de la soutenance.

Ces recherches se sont déroulées au sein du thème DoC (Documents et Connaissance) du laboratoire Heudiasyc et de l'équipe Outil D'aide à l'Innovation et à la Conception de l'UTC. Je remercie l'ensemble de leurs membres respectifs de m'avoir accueillie et soutenue tout au long de ma thèse. Je remercie particulièrement Claude Moulin et Jean-Louis Boulanger de leur disponibilité et de leur aide.

J'ai eu beaucoup de chance d'être soutenue et entourée dans ce parcours par mes amis pour les relectures, les répétitions, les discussions et bien d'autres choses encore. Un grand merci donc à ma sœur Leila, Cédric et Priscilla Penet, Frédéric et Régina Huet, Lilia et Tarik Saïbi, Mahmoud, Aïcha et Nayel Si Youcef et tous les autres sans qui j'aurais vraiment été perdue.

Enfin, je remercie mes professeurs de l'Université des Sciences et Technologie Houari Boumédiène d'Alger de m'avoir formée et donné goût à l'ambition de la recherche.

Et, pour toutes les raisons possibles et imaginables, je ne remercierai jamais assez mes parents chéris Lahcène et Malika Mouloudi et ma famille.

Encore un grand merci à tous et un petit dernier à ceux qui iront plus loin que cette page pour lire ce mémoire.

Assia

² Directeur de recherches CNRS, Laboratoire d'Informatique de Grenoble

³ Professeur de l'Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis

⁴ Professeur de la Faculté de Philosophie, Sciences Humaines et Sociales d'Amiens

⁵ Professeur de l'Université de Technologie de Compiègne

Résumé

Ce travail de recherche examine la possibilité d'intégration des principes de conception centrée utilisateurs dans un processus de conception de systèmes d'information interactifs (SII). L'approche de l'analyse de l'activité produit une description des stratégies d'utilisation de ce type de systèmes. Cette description doit servir de base afin de spécifier le système à développer. L'hypothèse avancée est que pour réussir leur intégration, les données d'une analyse des usages doivent être représentées dans un formalisme le plus proche possible du langage de développement. Afin de réaliser cette intégration nous avons mis au point la méthode RAMSES. RAMSES propose une méthodologie centrée utilisateur de conception de SII en cinq étapes : recueil des données, analyse des données recueillies, modélisation du système s'appuyant sur les flux d'information, spécification et évaluation des spécifications. Cette méthode a été appliquée à la conception d'un système d'information voyageurs multimodal (SIVM).

En premier lieu, nous avons étudié le domaine d'application du système à concevoir : l'information multimodale des voyageurs de transports en commun confrontés à une perturbation du trafic. Nous avons construit et mis en œuvre la méthodologie de recueil et d'analyse des besoins des usagers dans différentes situations nominales et perturbées. Afin de modéliser les données recueillies, nous avons adopté un paradigme de représentation à base d'objets et de relations qui représentent les acteurs, les sites, les outils et leurs interactions. Nous avons construit un modèle générique des connaissances acquises lors de l'analyse des besoins des utilisateurs. Ce modèle a, par la suite, été transcrit dans le formalisme UML à des fins de spécification du système à concevoir. Dans la dernière partie, nous avons implémenté une application informatique basée sur ce modèle. Cette application est un outil d'aide à la conception visant à assister la validation des spécifications du système d'information interactif à concevoir.

Mots clés : Systèmes d'Information Interactifs, Conception Centrée Utilisateurs, Conception Orientée Objet, Analyse de l'activité, UML

Abstract

This work concerns the integration of human centered design principles in the design process of an Interactive Information System (IIS). Activity analysis produces knowledge about the use strategies. This knowledge gives the bases of the specification of the system to develop. The hypothesis of this work is that to guarantee the right transfer of this knowledge along the design process, it must be expressed in a language as closed as possible to an implementation language. To realize this transfer, we developed the RAMSES method. RAMSES proposes a user centered IIS design processing method, which is comprised of five steps: data collecting, data analysis, system modeling based on information flow representation, specification and evaluation of specifications. This method has been applied to the design of a multimodal traveler information system.

First, we analyzed the context of the application: the information of travelers faced with traffic perturbations. We built and applied an ergonomic methodology to collect and analyze the travelers' needs in different disturbed situations. In order to model data collected, we adopted an object oriented approach. Objects and relations represent the different actors, places, data and tools and their interactions. We built a generic model of the knowledge gathered in the users' needs analysis step. This model has been translated into the UML formalism for the specification step. In the last part of this work, we implemented an application based on the OO model. This application is a tool for aiding in the design of an interactive information system. This tool supports the validation of the functional specifications by helping the dialogue between the activity analyst and the system designer.

Keywords : Interactive Information Systems, Human Centered Design, Object Oriented Design, Activity Analysis, UML

Table des matières

I	Introduction et problématique	15
II	Démarches de conception et de représentation des besoins des utilisateurs dans les SII	21
1	Intégration des besoins dans les processus de conception de SI	22
1.1	Modèle en cascade	22
1.2	Modèle en V	23
1.3	Modèle en spirale	24
1.4	RAD et les méthodes agiles	25
1.5	UP et l'approche de pilotage par les cas d'utilisation	26
2	L'approche de conception centrée utilisateur	31
2.1	La norme ISO 13407	31
2.2	Étapes du processus de conception centrée utilisateur	32
3	Construction des connaissances	34
3.1	Identification des besoins en génie logiciel	35
3.2	Techniques de recueil de besoins	36
3.3	Le recueil de données par observation	37
4	Représentation des connaissances	39
5	Conclusion	40
III	RAMSES : Méthode de Recueil, d'Analyse, de Modélisation, de Spécification et d'Évaluation des Spécifications dans un processus de conception de SII	43
1	Introduction	44
2	Schémas de flux d'information	45
3	Positionnement de la méthode RAMSES dans la conception	46
4	Les acteurs de la conception dans RAMSES	48
5	Étapes de RAMSES	53
5.1	Recueil des données	53
5.2	Analyse des données recueillies	55
5.3	Modélisation du système	58
5.4	Spécification	60
5.5	Évaluation des spécifications	61
6	Synthèse	62
IV	Application à la conception d'un Système d'Information Voyageurs Multimodal (SIVM)	63
1	Problématique de l'information multimodale dans les transports	65
2	Application de RAMSES à la conception d'un SIVM	67
V	Recueil des besoins	69
1	Démarche de recueil de données	70
1.1	Données d'usage réel de l'information	70
1.2	Données relatives à la gestion de l'information voyageurs	70
1.3	Outils de recueil	71
2	Sites d'expérimentation	71

2.1	Présentation du site d'Orléans.....	71
2.2	Présentation du site de Grenoble.....	72
2.3	Visites préparatoires.....	73
3	Recueil des données d'usage.....	73
3.1	Echantillonnage de la population à suivre.....	73
3.2	Repérage des lieux d'observation.....	76
3.3	Conception des parcours de suivis.....	77
3.4	Outil de recueil de données d'usage de l'information.....	80
VI	Analyse des données d'usage.....	89
1	Codification des observations.....	90
2	Retranscription chronologique et identification des stratégies.....	91
3	Traitement de l'usage de l'information.....	93
4	Résultat des analyses.....	95
4.1	Analyse des incidents.....	95
4.2	Typologie des incidents.....	96
5	Analyse de l'activité de conception de l'information.....	99
5.1	Présentation du PCI de la SEMITAG.....	99
5.2	Méthodologie d'observation.....	99
5.3	Analyse des ressources du PCI.....	99
5.4	Outils de diffusion de l'information.....	102
5.5	Situations gérées au PCI.....	105
VII	Modélisation des données.....	113
1	Modélisation objet de l'usage de l'information.....	115
2	L'approche objet.....	116
2.1	Concepts de l'approche objet.....	117
3	Modélisation du domaine.....	118
3.1	Les classes du modèle du domaine.....	119
3.2	Les associations du modèle du domaine.....	131
3.3	Synthèse du modèle statique du domaine.....	137
4	Modélisation de l'interaction.....	139
5	Conclusion.....	148
VIII	Notation du modèle et implémentation d'un Module d'Aide à la Spécification de Système d'Information Voyageurs (MASSIV).....	149
1	La notation UML.....	151
1.1	Les concepts de la notation UML.....	152
2	Notation UML du modèle objet.....	156
2.1	Notation du modèle du domaine.....	156
2.2	Notation du modèle de l'activité.....	163
3	MASSIV : Un outil d'aide à la spécification de système d'information voyageurs.....	173
3.1	Principe de fonctionnement de MASSIV.....	174
3.2	Perspectives d'utilisation.....	189
4	Conclusion.....	191

IX	Conclusions et perspectives	193
X	Bibliographie	197
XI	Annexes	207

Liste des figures

Figure 1 : Modèle de conception en cascade.....	23
Figure 2 : Modèle de conception en V	24
Figure 3 : Modèle de conception en spirale	25
Figure 4 : Le cycle RAD	26
Figure 5 : Structuration d'un processus unifié autour des cas d'utilisation [Octo, 2002].....	27
Figure 6 : Processus de conception centré utilisateur [ISO1347, 1999]	32
Figure 7 : Schéma de circulation de l'information autours d'un SII.....	45
Figure 8 : Schéma de circulation de l'information personnalisée	45
Figure 9 : Schéma de circulation de l'information collective	46
Figure 10 : Positionnement de RAMSES dans un cycle en cascade (en rouge)	47
Figure 11 : Positionnement de RAMSES dans un cycle en V (en rouge).....	47
Figure 12 : Positionnement de RAMSES dans un cycle en spirale (en rouge).....	48
Figure 13 : Déroulement de la méthode RAMSES	50
Figure 14 : Décomposition d'un cycle d'activité en phases.....	54
Figure 15 : Le système <i>P@ss-ITS</i>	64
Figure 16 : Principe de fonctionnement d'un Système d'Information Voyageurs Multimodal	65
Figure 17 : Paramètres de l'information multimodale dans les transports [Perreau, 2002]	66
Figure 18 : Plan du réseau SEMTAO d'Orléans en 2003	72
Figure 19 : Exemple de carte d'orientation dans la gare d'Orléans	76
Figure 20 : Dispositif d'information à la Gare SNCF d'Orléans lors de travaux de rénovation	76
Figure 21 : Couverture du réseau d'Orléans par les suivis d'usager (en rouge)	78
Figure 22 : Module d'observation de départ du support de recueil	82
Figure 23 : Module de dynamique du déplacement du support de recueil.....	84
Figure 24 : Module de saisie statique dans le support de recueil.....	85
Figure 25 : Module de correspondance dans le support de recueil	86
Figure 26 : Module d'entretien à l'arrivée dans le support de recueil	87
Figure 27 : Nombre d'incidents rencontrés par les usagers pour les principaux médias.....	96
Figure 28 : Principaux medias impliqués dans les incidents.....	97
Figure 29 : Modèle générique de gestion de l'information voyageurs lors de perturbations prévues	107
Figure 30 : Procédure de gestion de l'information d'une manifestation revendicative	108
Figure 31 : Chemin de demandes d'information.....	110
Figure 32 : La superclasse <i>Usager</i>	119
Figure 33 : Les classes <i>Besoin</i> et <i>Itinéraire</i>	120
Figure 34 : La classe <i>Incident</i> et ses classes héritées	121
Figure 35 : La superclasse <i>Media</i> et ses sous-classes	123
Figure 36 : La superclasse <i>Lieux</i> et ses sous-classes.....	125
Figure 37 : La classe <i>SIV</i>	127
Figure 38 : La classe <i>Réponse</i>	127
Figure 39 : La superclasse <i>Contenu</i> et ses sous-classes	128
Figure 40 : La superclasse <i>Ressource</i> et ses sous-classes	129
Figure 41 : Les associations de la classe <i>Usager</i>	132
Figure 42 : Les associations de la superclasse <i>Media</i>	133
Figure 43 : Les associations des classes <i>Guichet</i> et <i>Media Interactifs</i>	134
Figure 44 : Les associations de la classe <i>SIV</i>	135
Figure 45 : Les associations de la classe <i>SAE</i>	136

Figure 46 : Modèle statique du domaine de l'information voyageurs	138
Figure 47 : Séquence extraite du tableau d'usage de l'information de l'utilisateur <i>MV</i> sur le scenario <i>IUT</i>	139
Figure 48 : Diagrammes d'objets de la séquence 2216.....	140
Figure 49 : Diagramme d'objets de la proposition de la séquence 2216	142
Figure 50 : Extrait du tableau d'usage de l'information de l'utilisateur <i>MV</i> sur le scenario <i>IUT</i>	144
Figure 51 : Extrait du diagramme d'interaction des séquences 2216 – 2218.....	145
Figure 52 : Diagramme d'interactions de la proposition de la séquence 2216	147
Figure 53 : Les stéréotypes <i>Actor</i> et <i>Business Worker</i>	151
Figure 54 : Les packages dépendants <i>Usager</i> et <i>Media</i>	152
Figure 55 : La classe <i>Itinéraire</i>	152
Figure 56 : Le rôle de <i>lecteur</i> de la classe <i>Usager</i> dans l'association avec la classe <i>Media</i>	153
Figure 57 : L'héritage dans la classe <i>Lieu</i>	155
Figure 58 : La relation d'utilisation entre la classe <i>Réponse</i> et les classes <i>Contenu</i> , <i>Media</i> et <i>Lieu</i>	156
Figure 59 : Structuration du diagramme de classe en package dépendants	157
Figure 60 : Contenu du package <i>USAGER</i>	158
Figure 61 : Contenu du package <i>MEDIA</i>	160
Figure 62 : Contenu du package <i>SIV</i>	161
Figure 63 : Contenu du package <i>Ressources</i>	162
Figure 64 : Diagramme des cas d'utilisation.....	168
Figure 65 : Diagramme d'activité du CdU <i>Se localiser</i> de l'utilisateur <i>Etu1</i>	170
Figure 66 : Diagramme de séquence du CdU <i>Construire un itinéraire</i> de l'utilisateur <i>MV</i>	172
Figure 67 : Extrait de la base de données <i>MASSIV_DB</i>	176
Figure 68 : Exécution de <i>MASSIV</i> pour un profil d'utilisateurs en groupe en interaction avec un distributeur automatique de billets (DAB)	189
Figure 69 : Exécution de <i>MASSIV</i> avec le seul critère <i>Media = DAB</i>	190
Figure 70 : Exécution de <i>MASSIV</i> pour le seul critère <i>Lieu = GO (Gare d'Orléans)</i>	190

Liste des tableaux

Tableau 1 : Intervention des acteurs dans la méthode RAMSES.....	52
Tableau 2 : Données de préparation de l'activité (T1).....	55
Tableau 3 : Données de réalisation de l'activité (T2).....	55
Tableau 4 : Données de capitalisation de connaissances (T3).....	55
Tableau 5 : Décomposition chronologique de l'activité.....	57
Tableau 6 : Analyse des séquences action-objectif sous l'angle de l'usage de l'information .	58
Tableau 7 : Répartition des suivis par types de profil d'utilisateur.....	75
Tableau 8 : Extrait de la retranscription du début de suivi de l'utilisateur MV au cours du scénario : IUT réalisé le 18/06/2004.....	92
Tableau 9 : Extrait du tableau de traitement de l'information correspondant à l'utilisateur MV sur le scénario IUT.....	94
Tableau 10 : Outils et types d'information utilisés par le PCI.....	101
Tableau 11 : Tableau récapitulatif des outils de diffusion de l'information au PCI.....	104
Tableau 12 : Décomposition en CdU d'un bloc de séquences d'une situation perturbée.....	165

Table des acronymes et abréviations

AMS : Activity Manager System
APF : Association des Paralysés de France
BIV : Borne d'Information Voyageurs
CCU : Conception Centrée Utilisateurs
CdU : Cas d'Utilisation
CTT : Concurrent Task Tree
DDE : Direction Départementale de l'Équipement
DTED : Direction Technique Etude et Développements de la SEMITAG (chargée des relations avec les communes de l'agglomération grenobloise)
DSDM : Dynamic System development Method
Heudiasyc : laboratoire Heuristique et diagnostic des systèmes complexes (UTC)
GL : Génie Logiciel
IHM : (Domaine) Interaction Homme-machine
IHM : (Artefact) Interface Homme-machine
MAD : Méthode Analytique de Description de tâches
MASSIV : Module d'Aide à la Spécification de Système d'Information Voyageurs
MDE : Maison Des Etudiants de l'université d'Orléans
ODIC : Laboratoire Outils d'aide à la conception (UTC)
OMG : Object Management Group
OO : Orienté Objet (Object Oriented)
PCC : Poste de Commandement Central
PCI : Poste de Contrôle de l'Information
PREDIM : Plateforme de Recherche Et de Développement de l'Information Multimodale
RAD : Rapid Application developpement
RUP : Rational Unified Process
SAE : Système d'Aide à l'Exploitation
SEMITAG : Société d'Economie Mixte des Transports de l'Agglomération Grenobloise
SEMTAO : Société d'Economie Mixte des Transports de l'Agglomération Orléanaise
SHS : Sciences Humaines et Sociales
SI : Système d'Information
SII : Système d'Information Interactif
SIV : Système d'Information Voyageurs
SIVM : Système d'Information Voyageurs Multimodal
TC : Transports en Commun
UML : Unified Modelling Language
UP : Unified Process
UTC : Université de Technologie de Compiègne

I Introduction et problématique

Un système d'information est un ensemble organisé de ressources interconnectées permettant l'acquisition, la structuration, la gestion, et la diffusion de données⁶. Les informations ainsi manipulées représentent un ensemble de connaissances que le système doit mettre en relation afin de produire un résultat. Selon la complexité et la finalité du SI, le problème à résoudre est plus ou moins simple à modéliser et les données plus ou moins faciles à mettre en correspondance.

Un système d'information interactif (SII) est un système d'information pour lequel une personne (ou un groupe de personnes) est à la fois une ressource de donnée et un destinataire de l'information produite. Ces personnes sont désignées comme utilisateurs du SII. La finalité d'un SII est de produire et de fournir à l'utilisateur une information en adéquation avec ses besoins.

Cette adéquation reflète la performance d'un SII. Elle se mesure par la pertinence et l'utilisabilité de l'information délivrée à l'utilisateur. La norme ISO 9241 définit l'utilisabilité comme « la mesure dans laquelle un produit peut être utilisé par des utilisateurs particuliers dans un objectif défini avec efficacité, efficacité et satisfaction dans un contexte précis d'utilisation ». La pertinence peut être définie comme la capacité de l'information délivrée à réduire l'incertitude de celui qui la reçoit [Morand, 1994]. Ces indicateurs de performance dépendent de nombreux paramètres. La pertinence d'un résultat peut être reliée à la disponibilité des données en entrée du système et à la performance technologique de celui-ci. De même, l'utilisabilité du résultat dépend de certaines caractéristiques propres à l'utilisateur et du contexte dans lequel le système sera utilisé.

Afin de satisfaire ces critères de pertinence et d'utilisabilité, il convient de poser certaines exigences lors du processus de développement d'un SII. Nous avons synthétisé ces exigences à travers les questions suivantes :

- A quels besoins d'utilisateurs le SII à concevoir devra-il répondre?
- Quels sont les contextes dans lequel le système sera utilisé et quelle est leur influence sur l'information délivrée ?
- Quelles sont les caractéristiques de l'utilisateur à retenir afin de personnaliser le traitement de son besoin en information ?
- Quelles sont les ressources que le SI devra mobiliser afin de répondre à un besoin en information ?
- Comment structurer les données disponibles afin qu'elles répondent de façon pertinente à un besoin ?
- Sous quelle forme doit être exprimée la réponse afin de garantir son utilisabilité ?
- Quelles IHM retenir pour diffuser la réponse afin d'en garantir l'utilisabilité ?

Un processus classique de conception de SII peut être décomposé en trois phases : l'analyse qui correspond à la phase de construction du cahier des charges, la conception qui correspond à la phase de modélisation de la solution et enfin, la réalisation qui correspond à la phase de développement technique et d'implémentation d'une solution. Certains processus sont itératifs et aboutissent à chaque itération à la conception de prototypes intermédiaires de test et validation.

⁶ La définition de ce qu'est un système d'information (SI) pourrait donner lieu à un long développement. L'objet du travail présenté ici étant plus spécifique, nous nous bornerons à la résumer de cette manière et renvoyons le lecteur aux références bibliographiques suivantes [Morley, 2006] [Gabay, 2004]

Les questions précédentes ayant trait à la performance du SII s'expriment dans la phase d'analyse car elles orientent la construction de la solution. Ces questions renvoient à d'autres interrogations formulées cette fois en termes de problématiques de conception :

- Quelles sont les données à rechercher afin de caractériser les besoins et attentes des utilisateurs d'un nouveau système ?
- Comment traduire ces besoins afin qu'ils puissent correspondre à des fonctionnalités du système à concevoir ?
- Lors de quelle étape de conception faut-il prendre en compte ces besoins ?

La phase d'analyse est un travail interdisciplinaire par essence. Il implique de mobiliser des expertises, des méthodes, des outils issus de domaines différents et parfois éloignés. Cependant, les différentes connaissances générées doivent être mutualisées afin d'aboutir à la conception d'un système satisfaisant les critères de performance. La phase d'analyse est particulièrement délicate compte tenu de son impact sur le reste du processus. A ce propos, D.A. Norman, dans son ouvrage [Norman, 1999], souligne qu'une étude approximative des usages peut conduire à une conception fortement biaisée.

La rédaction du cahier de charge de conception d'un SI suppose deux corpus de connaissances indispensables :

- Une connaissance du domaine d'application de la solution ;
- Une connaissance de l'existant en termes d'activité d'usage des systèmes existants et de systèmes analogues.

Les connaissances du domaine sont supportées par des formalismes liés aux exigences fonctionnelles. Pour ce qui est du domaine informatique, les fonctionnalités d'un SI sont rédigées de façon formelle et documentée dans des langages et des modèles dédiés.

Les connaissances concernant l'activité d'usage du système et les modalités d'interaction avec l'utilisateur peuvent de même être formalisées par des méthodes empruntées à la sociologie, la psychologie cognitive ou l'ergonomie.

Une des particularités du développement d'un système interactif est la forte interdépendance de ces deux corpus de connaissances. En effet, les fonctionnalités d'un système interactif ont pour but intrinsèque de soutenir, d'assister et/ou de prolonger l'activité d'un utilisateur. Il s'agit donc de faire correspondre les structures fonctionnelles du système aux besoins contextualisés de l'utilisateur.

La première étape de cette mise en correspondance est l'identification précise de ces connaissances. Une fois identifiées et validées, il s'agit d'en définir les modalités de représentation adéquates. Enfin, il s'agit de construire les ponts permettant de les relier. Nous présenterons plus loin certaines méthodes qui se sont emparées de cette problématique et ont proposé des outils de représentation. Cependant, comme le précise J.L. Cavarero dans [Cavarero, 2000], ces méthodes ne génèrent pas les données à modéliser. En d'autres termes : il est indispensable qu'une méthode permette de trouver en premier lieu ce que le modèle devra représenter.

L'appréhension de la complexité du réel doit être la base du modèle descriptif du système interactif à développer. Ce modèle doit synthétiser les éléments du problème à résoudre afin de spécifier les solutions appropriées. Des auteurs, comme Pasquier et ses collègues dans [Pasquier & al, 1995], parlent à ce sujet de fossé entre l'espace de problème et l'espace de solution. Le premier est constitué de l'environnement du problème à résoudre

avec ses contraintes organisationnelles, techniques mais aussi sémantiques et culturelles. Le second est caractérisé par une modélisation fondée sur des structures de représentations fortement orientées par des méthodes.

Nous avons identifié deux pistes d'explication possibles de ce fossé. La première s'oriente vers une méconnaissance mutuelle des outils et méthodes de chacun des acteurs de la conception. Une autre piste tend vers un déficit de sémantique commune entre les acteurs.

La première piste fait référence aux représentations existant au sein des différentes disciplines en interaction. En effet, du côté des concepteurs informaticiens prévaut une perception de sciences humaines subjectives et peu au fait des contraintes techniques et organisationnelles d'un processus de conception de SI. D'un autre côté, la conception ergonomique peut être vue comme l'articulation de deux processus. Le premier permet de passer de l'analyse de l'activité à la spécification de solution. Le second processus, permet d'anticiper les évolutions de l'activité liées à l'introduction du système conçu [De Montmollin, 1995]. Dans ces deux processus, l'adaptation des méthodes scientifiques d'analyse est souvent nécessaire afin de prendre en compte les pressions techniques et technologiques réelles pesant sur le développement de tels systèmes (temps, coûts, performances,...).

La seconde piste est le manque de bases communes de communication entre les disciplines en interaction dans un projet de conception de SI. En effet, les différences de langages d'expression et de modèles de représentation entre les intervenants ne favorisent pas toujours la mutualisation. Certaines méthodes de conception tendent à compenser ce manque par la mise en place de formalismes de description accessibles à tous les acteurs. Cet effort contribue effectivement à faciliter le dialogue, cependant, nous pensons qu'un problème de transmission de concept demeure. En effet, au delà de la communication entre acteurs, l'enjeu est de spécifier une modalité de représentation des connaissances qui garantisse non seulement la communication mais aussi et surtout l'assimilation de ces connaissances dans le SII conçu.

Ce travail de recherche analyse la possibilité d'intégration de données d'usage obtenues par des méthodes de l'ergonomie dans un processus de conception de SII. L'hypothèse avancée est que le fossé sémantique que nous avons identifié précédemment pourrait être en partie comblé par l'utilisation d'une notation formelle de spécification de SI dans le but d'exprimer les données ayant trait aux besoins des utilisateurs.

Dans le chapitre II de ce mémoire, nous nous proposons de considérer les moments, méthodes et outils de prise en compte des besoins des utilisateurs pour la conception de systèmes d'information interactifs. Nous débuterons par une présentation des cycles classiques de conception de logiciels. Nous avons organisé cette présentation selon une évaluation du degré croissant de prise en compte des besoins utilisateurs. Nous nous sommes intéressés à deux approches importantes au sein des communautés du génie logiciel et de l'ergonomie. Nous débuterons par un cycle itératif de conception orienté objet nommé Unified Process qui propose un cadre de conception autour de la notation UML. L'approche méthodologique proposée est qualifiée d'approche par les cas d'utilisation. Nous poursuivrons par la présentation de la norme ISO 1347 de conception centrée utilisateur. Cette norme n'est ni une méthode de conception ni un modèle de développement. Cependant, depuis sa publication, cet outil représente un guide visant à placer l'utilisateur au centre de la conception logicielle à travers l'énoncé de lignes directrice et de recommandations. Cette norme vise notamment à satisfaire les critères d'utilisabilité dans le domaine de la conception d'interfaces homme-machine.

Le chapitre III traite de la méthode proposée par ces recherches. La méthode RAMSES structure le recueil, l'analyse, la modélisation des besoins des utilisateurs pour la spécification et l'évaluation des spécifications d'un SII. Chaque étape de cette approche est supportée par une approche méthodologique associée à des outils de formalisation des données.

La méthode RAMSES a été expérimentée dans le cadre de la conception d'un système d'information voyageurs multimodal (SIVM) pour les transports en commun au sein du projet de recherche *P@ss-ITS*. Ce projet regroupait des entreprises et des laboratoires de recherche de différents domaines et compétences. L'objectif de ce projet était de concevoir un SIVM innovant, capable de fournir une information temps réel pertinente en situation de perturbation du trafic TC. L'apport de notre approche au projet de conception a été la construction puis la mise en œuvre sur le terrain de la méthode RAMSES de recueil et d'analyse des besoins des utilisateurs, puis la proposition de recommandations fonctionnelles pour le SIV à concevoir. Ces activités ont été réalisées par la collaboration interdisciplinaire de l'ensemble des partenaires du projet.

Le chapitre IV présente la problématique de l'information multimodale dans les transports. Nous présenterons dans les chapitres suivants la mise en œuvre de chacun des jalons de la méthode RAMSES dans le contexte de la conception du système d'information voyageurs multimodal *P@ss-ITS*. Ainsi, le chapitre V traite du recueil des données, le chapitre VI de leur analyse, le chapitre VII de leur modélisation. Enfin, le chapitre VII présente une proposition de notation en UML du modèle et le développement d'un outil d'aide à la spécification.

Le dernier chapitre de ce manuscrit présente les conclusions et pistes de réflexion ouvertes par ce travail dans les différentes disciplines sollicitées.

II

Démarches de conception et de représentation des besoins des utilisateurs dans les SII

Ce chapitre présente différentes approches de prise en compte des besoins des utilisateurs en conception de systèmes d'information. Nous commencerons par une présentation des approches classiques de conception en génie logiciel : le modèle en cascade, le modèle en V et le modèle en spirale. Nous mettrons l'accent sur les moments préconisés dans chacun de ces processus pour la spécification des besoins des utilisateurs du système à concevoir. Nous nous intéresserons plus particulièrement aux méthodes issues du modèle en spirale : les processus RAD et UP. Ces processus sont caractérisés par leur centrage sur la conception de l'architecture du système.

D'autres approches sont construites autour de la description des interactions du système avec ses utilisateurs dans leur environnement d'utilisation. Par opposition aux approches dites « centrées architectures » présentées précédemment, nous désignerons ce deuxième type d'approches par « centrées utilisateurs ». Ce mode de conception a été normalisé par l'ISO dans la norme 13407. Comme nous l'avons précisé dans l'introduction, la norme 13407 édicte un guide de pratiques visant à améliorer la prise en compte des utilisateurs pour la conception de systèmes interactifs. Nous détaillerons dans ce chapitre les étapes de la norme ainsi que les moments, méthodes et outils préconisés pour leur mise en place.

Enfin, dans la dernière partie de ce chapitre, nous nous intéresserons aux approches et outils d'analyse des besoins des utilisateurs. En effet, le choix de modalités de définition et de modélisation de l'activité des utilisateurs conditionne le type de connaissances générées et donc leur intégration dans le cycle de conception du système à développer.

1 Intégration des besoins dans les processus de conception de SI

Une définition du génie logiciel en tant que discipline est donnée dans [Jaulent, 1992] comme un ensemble de procédures, de méthodes, de langages et d'ateliers imposés ou préconisés par des normes adaptées à l'environnement d'utilisation afin de favoriser la production et la maintenance de composants logiciels de qualité. Le génie logiciel traite du cycle de vie des logiciels à travers toutes ses phases : l'analyse du besoin, l'élaboration des spécifications, l'élaboration de l'architecture, l'implémentation, la phase de test et la maintenance.

La conception est donc un processus collectif et cognitif de production de connaissances [Morand, 1994]. Ce processus est organisé en différentes phases suivant un modèle de conception. Nous présenterons ici trois des principaux modèles de conception que sont :

- Le modèle en cascade ;
- Le modèle en V ;
- Le modèle en spirale.

Nous présenterons brièvement dans la suite chacun de ces modèles classiques. Nous nous intéresserons plus particulièrement à l'approche d'intégration des besoins des utilisateurs aux différentes étapes de chacun de ces processus.

1.1 Modèle en cascade

Le principe de modèle en cascade est de découper le projet en phases distinctes sur le principe du non-retour. Le passage d'une phase à une autre est conditionné par des tests de validation. Lorsqu'une phase est achevée, son résultat sert de point d'entrée à la phase

suivante. Ce modèle, développé dans les années 1970, a longtemps servi de référence en conception de produit [Boehm, 1981].

Le processus débute par des itérations entre les étapes de faisabilité et d'analyse des besoins qui débouchent sur la rédaction du cahier de charges. Le résultat de cette phase guide la phase de conception qui comprend les étapes de spécification et de modélisation de l'application. S'ensuit une étape de conception détaillée et de codage de l'application. Une fois les tests unitaires du code produits validés, le programme mis en place entre en phase d'intégration et de vérification. Enfin les différentes itérations ayant garanti, selon l'approche, la conformité de l'application au cahier de charges, elle peut être installée et exploitée.

Le but de ce modèle est de proposer une démarche progressive de réduction des risques. Néanmoins, cette démarche, basée sur un processus de contrôle qualité en fin de chaque phase, a l'inconvénient d'exclure l'utilisateur dès la phase de conception technique. Le contrôle qualité significatif survient en fin de projet. S'il s'avère que le système ne répond pas correctement aux besoins exprimés, il est alors trop tard.

En phase d'étude de faisabilité et d'analyse, aucune modélisation des besoins et activités des utilisateurs finaux n'est préconisée. Ces étapes reposent en grande partie sur les connaissances de concepteurs expérimentés qui se doivent de prévoir les différents contextes nominaux et anormaux de fonctionnement du système [Kolski, 1993].

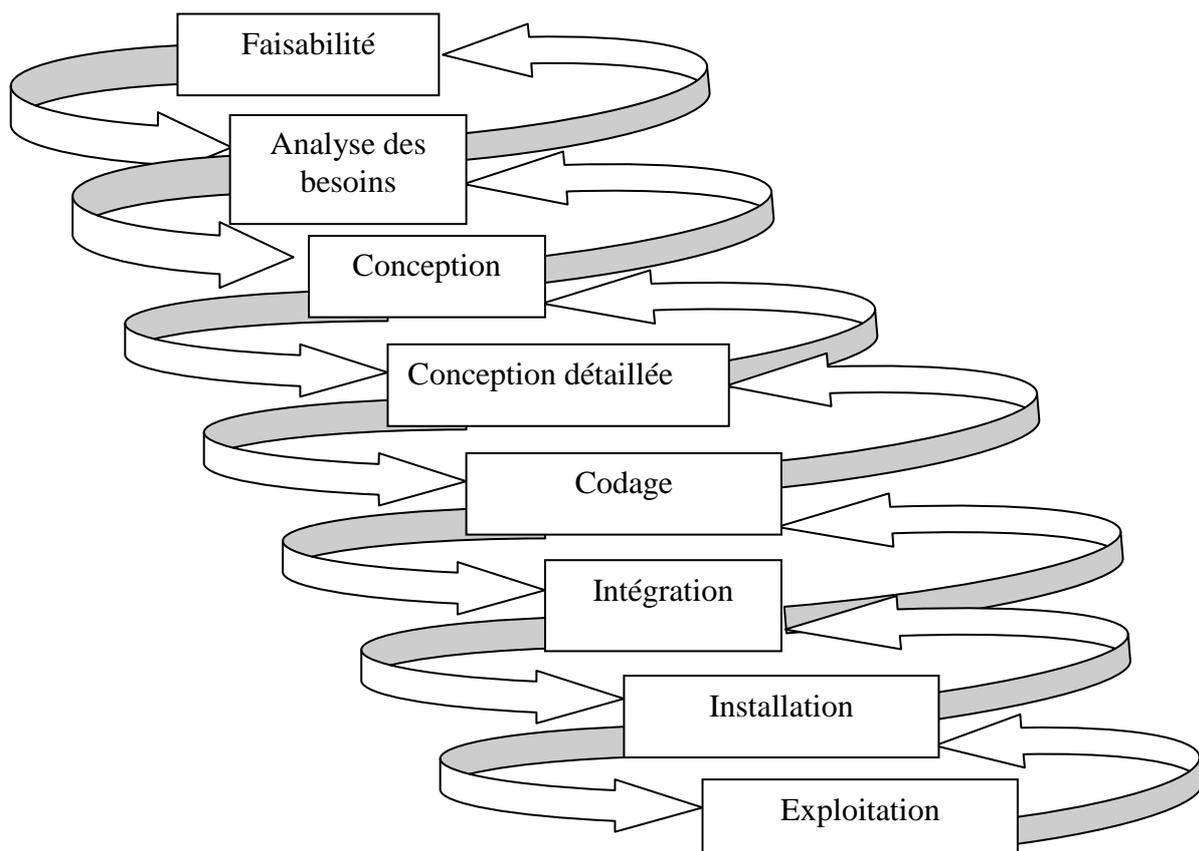


Figure 1 : Modèle de conception en cascade

1.2 Modèle en V

Le modèle en V confronte les différents niveaux de test avec les phases de projet de même niveau. Ceci permet à chaque étape de définir non seulement les fonctions, mais

également les critères de validation. La cohérence entre les deux éléments permet de vérifier en continu que le projet progresse vers un produit répondant aux besoins initiaux. Ce modèle est une amélioration du modèle en cascade. Il permet d'identifier et d'anticiper les éventuelles évolutions des besoins.

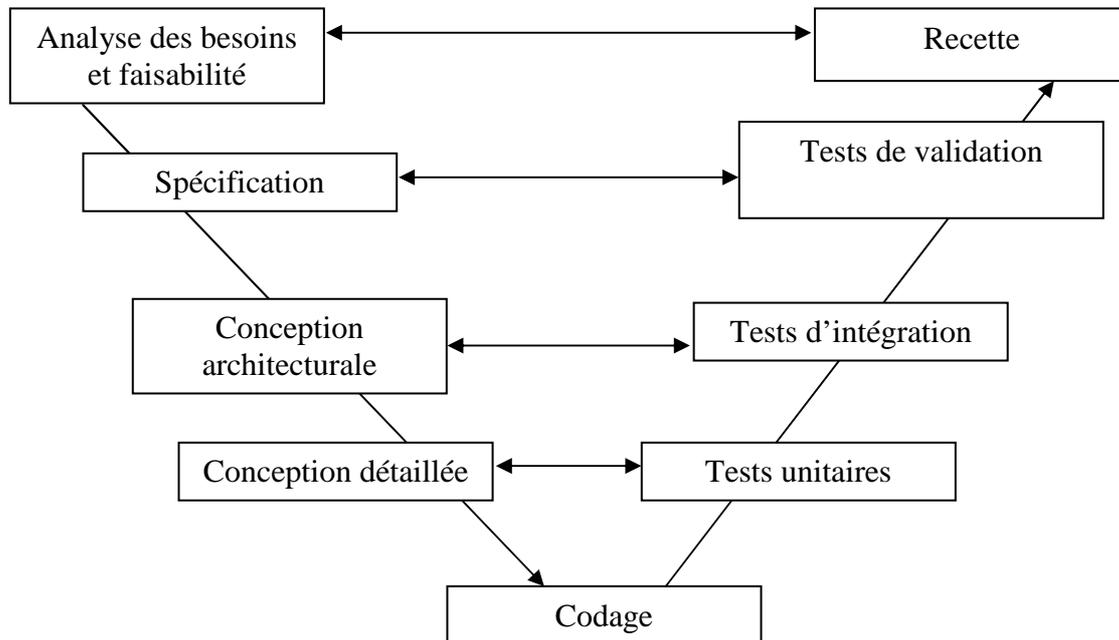


Figure 2 : Modèle de conception en V

Nous retrouvons dans le modèle en V les étapes présentées dans le modèle en cascade. Cependant, la spécification et la conception se déroulent dans une phase dite descendante, tandis que les tests et validations seront situés dans une phase dite ascendante [Calvez, 1990] [Brenier, 2001]. Dans chacune des phases descendantes doivent être spécifiées les méthodes, modalités et outils qui permettront d'évaluer l'étape en cours. Ce point constitue l'apport principal de ce modèle par rapport à son prédécesseur.

Du point de vue de l'implication de l'utilisateur, comme pour le modèle en cascade, aucune recommandation précise n'est spécifiée quant aux modalités de recueil et modèles de données sur les utilisateurs finaux. Par ailleurs, il n'est pas fait clairement mention des phases dans lesquelles interviendraient les utilisateurs dans le cycle de conception. Cependant la récurrence des phases de validation et de tests offre une ouverture vers une amélioration de l'intégration des données utilisateur.

1.3 Modèle en spirale

Le cycle de vie en spirale est un modèle générique de cycle de vie évolutif qui a été proposé par Barry W. Boehm en 1984 [Boehm & al, 1984]. Ce modèle, axé sur la maîtrise et la réduction des risques, est un cadre de travail guidant la construction d'une démarche de conception et de gestion de projet.

Chaque boucle de la spirale permet d'identifier :

- les objectifs propres de la boucle ;
- les moyens alternatifs pour atteindre les objectifs ;
- les contraintes de chaque alternative.

Chaque boucle donne donc lieu au choix d'une alternative, validée par un prototype le cas échéant, et à l'exécution de l'alternative choisie. A l'issue de la boucle, une revue de résultats fournit une évaluation qui sert d'entrée à la boucle suivante. La dernière boucle est séquencée comme un cycle de vie en cascade.

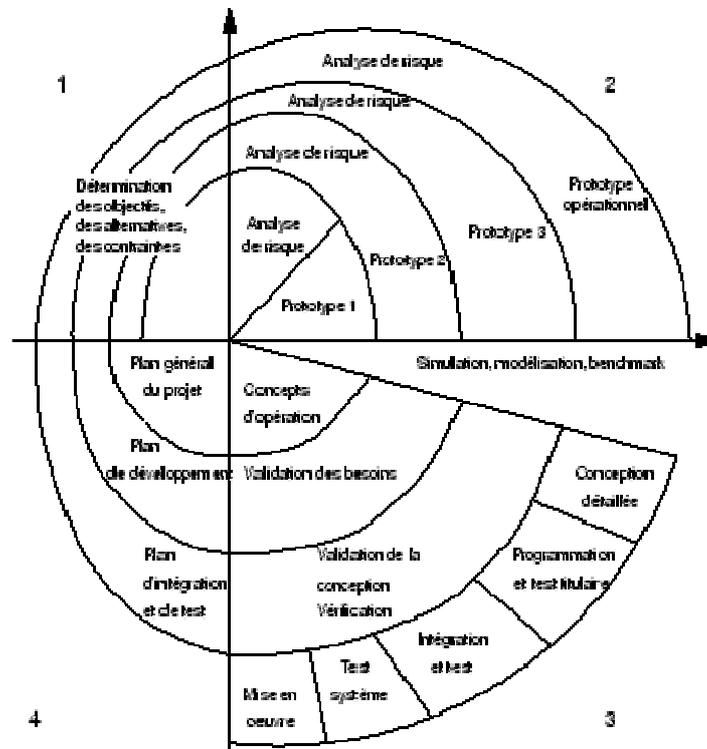


Figure 3 : Modèle de conception en spirale

Le modèle en spirale est sûrement le plus adapté au développement des SII. En effet, il favorise l'expression progressive des besoins tout au long des étapes de la conception. Par ailleurs, le prototypage successif de solutions permet une validation des critères ergonomiques tout en réduisant les risques de conception [Nielsen, 1993].

1.4 RAD et les méthodes agiles

La démarche de conception en spirale a donné naissance à un courant méthodologique autour des méthodes dites « agiles » telles que RAD [Martin, 1991], DSDM [Stapleton, 1997] et XP [Médina, 2000]. L'agilité des méthodes fait référence à leur capacité à s'adapter aux particularités de chaque projet et aux obstacles de chaque phase du cycle de vie.

L'une des méthodes principales de ce mouvement est un processus de développement de logiciels nommé Rapid Application Development (RAD). Introduit par James Martin [Martin, 1991], le cycle de vie RAD est employé pour une implication forte de l'utilisateur. Il permet de construire le système avec l'utilisateur, en étant totalement axé sur des prototypages successifs. La question de la détermination des besoins devient alors essentielle. RAD préconise d'organiser la participation des utilisateurs tout au long du processus de conception en fournissant des supports à leur prise de décision, tout en leur faisant intégrer l'objectif délai pour focaliser l'expression des besoins vers l'essentiel. Les utilisateurs effectuent la collecte des informations nécessaires à l'expression des besoins. Ils se réunissent ensuite en session avec les informaticiens à qui ils présentent leurs résultats qui pourront être alors confrontés, amendés, acceptés [Morley, 2006].

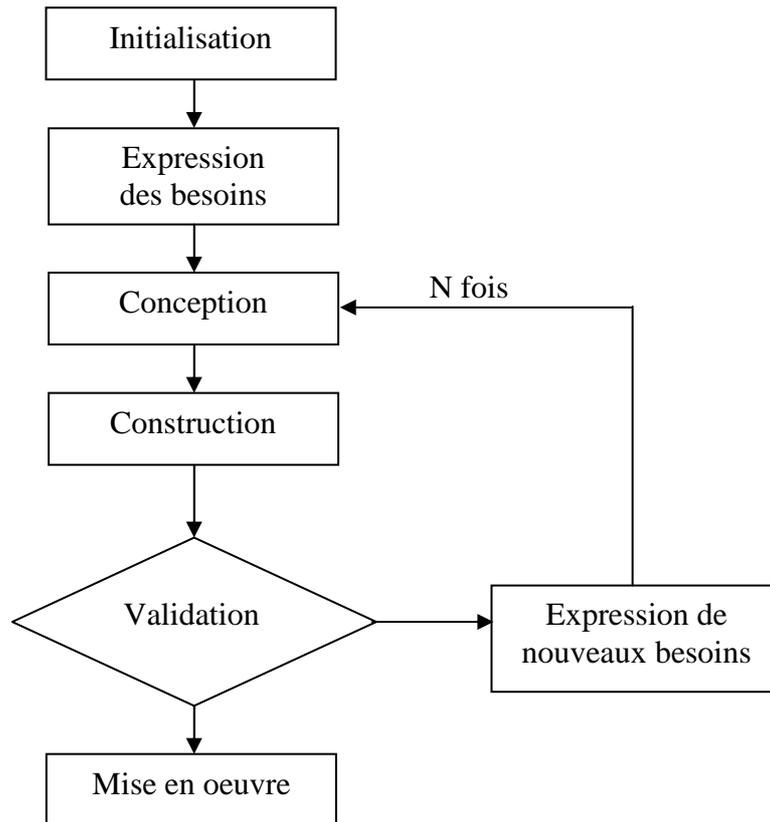


Figure 4 : Le cycle RAD

Cependant, l'approche itérative RAD pose trois exigences majeures et difficiles à satisfaire :

- L'exigence d'une grande implication des acteurs qu'il est difficile d'obtenir au même degré pour tous les projets ;
- La nécessité d'une équipe experte capable de proposer dans un temps réduit des solutions aux demandes des utilisateurs ;
- La nécessité de s'appuyer sur un solide atelier de génie logiciel qui garantisse un passage rapide du concept au prototype.

Par ailleurs, dans les méthodes agiles les utilisateurs sont certes fortement impliqués dans la conception du SI mais toutefois encouragés à établir des priorités dans leurs attentes en fonction des délais du projet. Cette stratégie contraint l'expression des besoins car l'utilisateur doit jouer le double rôle d'utilisateur/décideur.

1.5 UP et l'approche de pilotage par les cas d'utilisation

Le succès des langages orientés objet a donné naissance à de nombreuses méthodologies de conception associées à ce mode de développement de logiciels [Andro, 1998]. Toutefois, la réunion de trois principales approches, portées respectivement par Ivar Jacobson (OOSE), James Rumbaugh (OMT) et Grady Booch (Booch'93) et la naissance de la notation UML a fédéré en grande partie la communauté de conception logicielle orientée objet [Gabay, 1998].

Suite à cette normalisation, le processus Unified Process (UP) est venu soutenir la systémique du méta modèle de la notation UML. Le processus UP est une méthode générique, itérative et incrémentale de prise en charge de la conception et du cycle de vie d'un logiciel. La méthode UP a été créée afin de fournir un cadre au développement logiciel, répondant aux exigences fondamentales préconisées par les créateurs de la notation UML. Selon ces exigences, une méthode de développement doit être :

- guidée par les besoins des utilisateurs ;
- centrée sur l'architecture logicielle ;
- itérative et incrémentale.

Le processus UP se propose de transformer les besoins des utilisateurs en logiciel, en se voulant piloté par les cas d'utilisation (CdU). Un cas d'utilisation explicite une interaction d'usage du système par un acteur particulier. L'ensemble de CdU doit décrire exhaustivement le fonctionnement d'un système.

Comme le montre la Figure 5, le pilotage par les CdU signifie que les modèles de l'architecture du système (modèles d'analyse, de conception, de composants et de déploiement) sont tous issus de l'analyse des CdU.

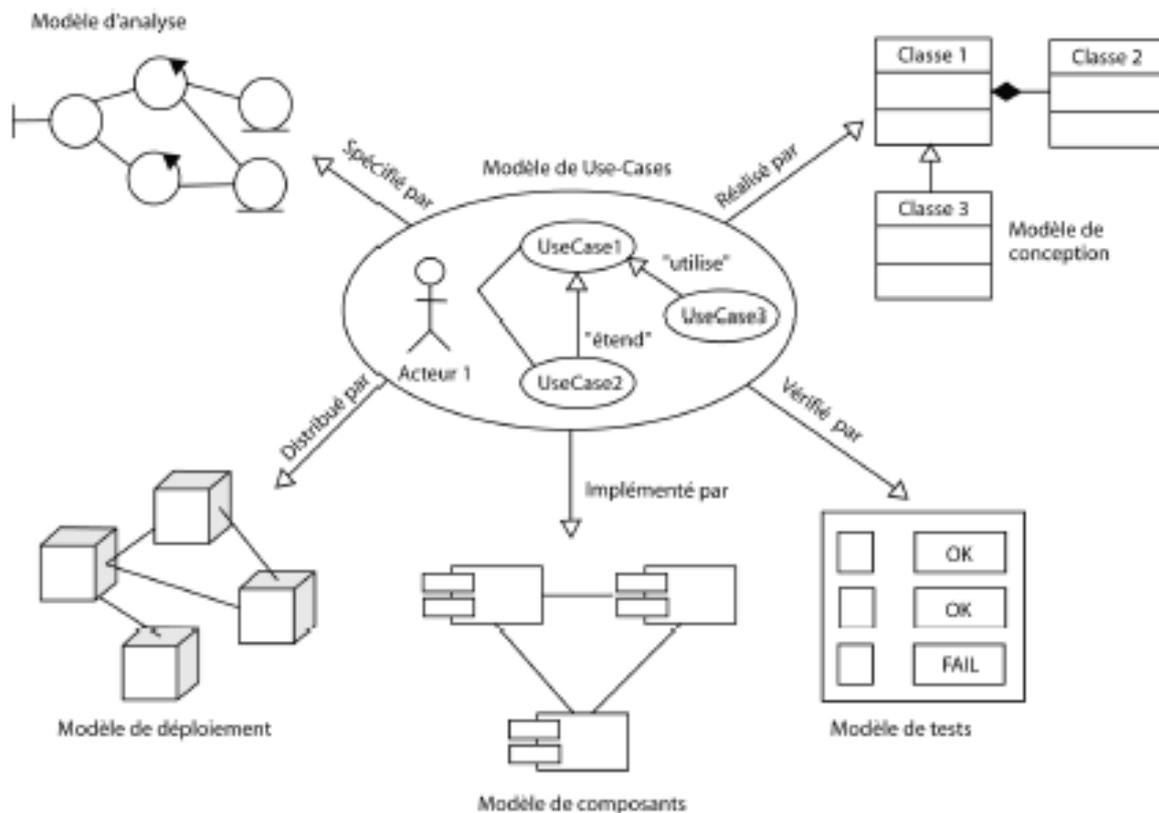


Figure 5 : Structuration d'un processus unifié autour des cas d'utilisation [Octo, 2002]

Par ailleurs, une fois les modèles implantés, ce sont les cas d'utilisation qui président à l'élaboration des tests logiciels. Les cas d'utilisation doivent au final être réalisables par le nouveau logiciel. Les CdU sont les modèles garantissant la cohérence du processus du développement UP et sont intrinsèquement liés à l'architecture du système [Roques, 2005].

Dans la suite, nous présenterons plus particulièrement la méthode Rational Unified Process. Le RUP est un processus de développement proposé par la société Rational Software. Il offre un cadre méthodologique générique qui repose sur la notation objet UML ainsi que les

outils Rational [Rational, 2007]. Ce processus est utilisé dans l'industrie du développement logiciel à une telle échelle qu'il y est perçu comme une norme de fait [Lemieux, 2006].

1.5.1 Déroutement du processus RUP

Les contraintes affichées sur un système développé dans le RUP sont :

- d'être adapté au contexte de son utilisation ;
- de satisfaire aux besoins des clients et/ou utilisateurs ;
- de tendre vers la réutilisation de bibliothèques ou de « briques » logicielles préexistantes.

L'élaboration de l'architecture se fait de façon incrémentale et évolue au fil des itérations. Une itération est achevée lorsque l'architecture atteint un niveau de développement suffisamment conséquent et stable pour donner lieu au développement d'un prototype qui sera testé.

Une itération est une succession d'étapes et d'activités. Un incrément est une avancée dans les stades de développement. A chaque itération, on retrouve les phases de spécification de besoins (nommées « Inception »), d'élaboration de l'architecture et de prototypage exécutable. Une nouvelle itération, après test du prototype, reprendra la spécification en la précisant ou la corrigeant, puis une nouvelle élaboration est lancée.

Des résultats tangibles sont obtenus à chaque itération sous forme de prototypes. Cependant, des fonctions subalternes peuvent être abandonnées au cours d'une itération pour des questions de coûts ou de délais. Enfin, si les besoins utilisateurs changent en cours de développement, cette évolution doit pouvoir être intégrée, au moins dans une certaine mesure [Kruchten, 2001].

1.5.2 Principe du pilotage par les CdU

Le pilotage par les cas d'utilisation est né de la préoccupation des intervenants quand à l'efficacité et la rentabilité du système à concevoir. Ainsi, la conception est pilotée par un modèle orienté objet dit « Modèle de Cas d'utilisation ». Ce modèle est issu de l'approche use case de Ivar Jacobson [Jacobson, 1994] [Jacobson, 1995].

La première étape d'une conception RUP consiste à obtenir une vision du système par une estimation générale des besoins, des risques et de la forme envisagée. Une fois cette étape stabilisée, le processus de conception débute par une phase d'analyse. Cette étape est décrite dans les manuels de gestion de projet comme « une phase nécessitant de prendre en compte les besoins du métier, les ressources disponibles, la technologie envisageable et les souhaits de la communauté des utilisateurs » [Quatrani, 2000].

Les guides préconisent certaines techniques afin de définir ces éléments. Nous verrons, au cours de cette discussion, que les concepteurs disposent de peu d'appuis méthodologiques afin de mener ces investigations. Le paradoxe est que l'importance de cette phase est néanmoins soulignée dans les manuels de pratique du RUP comme dans [Quatrani, 2000] : « une phase d'étude préliminaire appropriée établit les besoins de haut niveau pour le système souhaité, à la fois d'un point de vue technologique et social. Une phase d'étude préliminaire inappropriée mène à des systèmes tellement indésirables, coûteux, irréalisables et mal définis qu'ils ne sont jamais achevés ni utilisés ».

Dans ce qui suit, nous décrivons les différentes étapes de mise en place d'un modèle de cas d'utilisations au sein du RUP. Nous discuterons prioritairement les méthodes envisagées pour définir ces étapes. Le modèle de CdU met en évidence les fonctions attendues

du système (les CdU), un environnement (les acteurs) et les relations entre CdU. Dans le RUP, l'équipe de conception doit donc commencer par définir les acteurs interagissant avec le système puis les cas d'utilisations décrivant ces interactions.

a. Définition des acteurs des CdU

Les acteurs sont toute entité (personnes ou systèmes) pouvant interagir avec le système à concevoir. Les finalités de ces interactions sont de :

- donner des informations au système ;
- recevoir des informations du système ;
- donner et recevoir des informations du système.

En pratique, les acteurs de CdU sont principalement identifiés grâce aux entretiens avec les experts du domaine, les clients de l'application et plus rarement avec les utilisateurs finaux de celle-ci. Il est recommandé que le processus d'identification soit lui-même itératif et qu'il s'enrichisse à plusieurs moments du cycle de conception.

Nous nous sommes intéressés à la manière dont la définition des acteurs est réalisée. Nous avons synthétisé cette étude par une série de questions typiques telles que :

- Qui est intéressé par un besoin donné ?
- Où le système sera-t-il utilisé ?
- Qui profitera de l'utilisation du système ?
- Qui fournira et utilisera des informations au (du) système ?
- Qui assurera un support aux utilisateurs et la maintenance du système ?
- Le système fera-t-il appel à des ressources externes ?
- Une personne joue-t-elle plusieurs rôles différents ?
- Le système interagit-il avec d'autres systèmes ?

Certaines de ces questions relèvent d'un aspect purement technique ou organisationnel et trouvent une réponse tout à fait complète dans l'apport des études de faisabilité technique. Ainsi les questions relatives aux ressources de support et de maintenance envisagées et aux autres systèmes connectés sont de l'ordre des prérogatives métier.

Cependant, certaines questions posent problème dans ce qu'elles sous-entendent d'a priori de conception. En effet, la première question induit que certains besoins sont déjà définis à ce stade. Mais de quels besoins s'agit-il et comment les définir ?

Par ailleurs, dans le RUP, les acteurs sont décrits suivant les différents rôles qu'ils jouent par rapport au système. Il n'est pas mentionné de degré de prise en compte de la variabilité intrinsèque de ces acteurs. Cela pose la question de la représentation des profils des utilisateurs qui est primordiale en conception de SII.

Enfin, les personnes devant répondre à ces interrogations doivent avoir une vue exhaustive a priori des situations d'utilisation du futur système. Or, mis à part que le processus recommande la réutilisation de briques existantes, la capitalisation de l'utilisation des systèmes existants n'est pas plus formalisée.

b. Définition des cas d'utilisation (CdU)

Les CdU représentent le dialogue entre le système et ses acteurs à travers les fonctionnalités fournies à chacun d'eux. L'ensemble des CdU constitue toutes les utilisations possibles du système. Un cas d'utilisation est une séquence de transactions effectuées par le système et qui procure un résultat significatif et mesurable pour un acteur donné [ROQUES, 2005].

De mêmes que pour l'identification des acteurs nous avons tenté de synthétiser l'élaboration des CdU à travers les questions suivantes :

- Quelles sont les tâches de chaque acteur ?
- Un acteur va-t-il donner ou recevoir des informations au (du) système ?
- Un acteur doit-il informer le système d'un changement de son environnement ?
- Un acteur doit-il être informé d'un changement dans le système ?
- Tous les cas d'utilisation identifiés couvrent-ils bien l'ensemble des besoins fonctionnels ?

Du point de vue d'un système fortement interactif, cette description du champ des interactions peut restreindre la représentation en omettant des éléments fondamentaux. Ainsi, le contexte d'utilisation est décrit ici en tant qu'environnement du système. Des changements peuvent y survenir, pouvant influencer l'activité d'interaction de l'utilisateur avec le système. Or, la modélisation de cet environnement n'est pas assurée à ce stade de la conception et le contexte de fonctionnement du système n'est pas distingué de son contexte d'utilisation [Lemieux, 2006].

Par ailleurs, une définition incomplète des acteurs affecte directement la pertinence des CdU identifiés. Par exemple, dans le cas de la conception d'un système d'information voyageurs, et conformément à ces définitions, les acteurs en interaction sont l'utilisateur du système et les fournisseurs de données du système (les bases de données par exemple).

Certains autres éléments du problème ne seraient alors pas représentés dans les cas d'utilisation (les autres usagers par exemple). Notre étude a montré que la présence de ces acteurs « annexes » modifie la modalité de l'interaction avec le système d'information. Ainsi, l'observation directe de scénarii d'usage a permis de mettre en lumière la situation où la présence d'un grand nombre de voyageurs par exemple gêne l'utilisation du système d'information. La performance de celui-ci est alors affectée par un acteur extérieur qui ne transmet pourtant aucun message au système.

Cette limite méthodologique dans la définition des CdU, fait reposer la méthode entièrement sur l'expertise a priori des intervenants dans le processus de conception. Or, des éléments tels que le périmètre et le niveau de détail adéquat d'un CdU ne sont pas précisés [Paterno, 1999]. Ces paramètres dépendent de la capacité d'analyse amont des concepteurs du modèle de CdU.

Un second écueil de ce manque de formalisation est de se situer la plupart du temps au niveau des tâches d'utilisation prescrites d'un système. En effet, la consultation de documentation de procédures ou le recours à l'interview d'experts tend à circonscrire les cas d'utilisation dans un cadre théorique.

Enfin, un autre risque consiste à se limiter aux tâches élémentaires les plus faciles à déterminer. Les interactions habituelles et directes sont explicitées plus naturellement par les acteurs. Les actions et usages réels sont moins évidents à mettre en lumière compte tenu de leur caractère intrinsèquement implicite.

1.5.3 Discussion

La participation active des acteurs de conception est promue dans le RUP et facilitée par le développement itératif et incrémental. L'utilisateur peut théoriquement intervenir et corriger une éventuelle erreur d'interprétation. En pratique, le processus reste fondamentalement piloté par l'architecture [Lemieux, 2006].

En second lieu, la méthode de développement en incrément et itération, si elle est assimilée par son initiateur, ne l'est pas forcément des autres acteurs : architectes, analystes, développeurs.... Ces concepts ne sont pas simples à appréhender et à implanter dans un contexte fortement contraint par les coûts et les délais. Le peu d'assise méthodologique donnée pour orienter cette phase de conception ne facilite pas son acceptation [Farenc, 1998].

Dans la suite, nous présentons la norme ISO 13407 visant à supporter méthodologiquement un processus de conception de système centré sur la satisfaction des besoins de l'utilisateur.

2 L'approche de conception centrée utilisateur

L'approche de conception centrée utilisateur (CCU) considère les utilisateurs et leurs besoins tout au long du processus de développement de produit. Cette démarche est normalisée par la norme ISO 13407 [ISO1347, 1999].

Selon cette norme, les utilisateurs finaux sont les mieux placés pour évaluer et influencer le développement d'un produit. Si le produit final correspond à leurs besoins, il aura toutes les chances d'être adopté. La CCU impose que le développement soit guidé par les besoins des utilisateurs plutôt que par les possibilités technologiques.

Un processus de conception centré utilisateur d'une application informatique doit donc mettre en œuvre des moyens pour adapter le produit à la cible utilisateur. La CCU, en tant que démarche, inclut un ensemble de méthodes spécifiques destinées à recueillir des données utilisateur et à les convertir en choix de conception. Ces méthodes permettent de collecter des données sur les tâches et besoins des utilisateurs puis de valider la pertinence de ces données. Cette implication des utilisateurs doit être à la fois précoce (elle est nécessaire dès le début du projet) et itérative (elle doit se répéter tout au long des étapes clés du projet) [Norman, 1986] [Vredenburg, 2001].

Concevoir une application performante selon la CCU nécessite de se demander à chaque étape critique de la conception si le produit correspond aux besoins des utilisateurs finaux. Cette approche a été traduite en une norme internationale l'ISO 13407 concernant le processus de conception des systèmes interactifs centrés sur l'humain.

2.1 La norme ISO 13407

La norme ISO 13407 concerne le cycle de conception d'applications informatiques et détermine les exigences auxquelles un projet doit répondre pour être considéré comme "centré utilisateur". Elle concerne la méthodologie de conception et l'intégration de la démarche ergonomique dans le cycle de développement.

Cette norme a été complétée une première fois en 2000 par le rapport technique 18529 [ISO/TR 18529, 2000] qui décrit sept ensembles de pratiques de base pour mettre en œuvre le processus de conception centrée sur l'humain. Un second rapport technique a été rédigé en 2002 sur proposition du groupe d'experts AFNOR en ergonomie des logiciels. Ce rapport [ISO/TR 16982, 2002] permet d'identifier quelles méthodes d'utilisabilité sont recommandées à chacun des stades du cycle de conception. Douze méthodes génériques ont été identifiées et décrites succinctement avec leurs principaux avantages et inconvénients selon les caractéristiques du projet.

La norme ISO 13407 définit les conditions de mise en œuvre d'un processus centré sur l'opérateur humain à travers cinq principes nécessaires :

- Une préoccupation amont des utilisateurs, de leurs tâches et de leur environnement ;
- La participation active de ces utilisateurs, ainsi que la compréhension claire de leurs besoins et des exigences liées à leurs tâches ;
- Une répartition appropriée des fonctions entre les utilisateurs et la technologie ;
- L'itération des solutions de conception ;
- L'intervention d'une équipe de conception multidisciplinaire.

2.2 Etapes du processus de conception centrée utilisateur

La norme ISO 13407 définit les étapes du cycle de conception centrée utilisateur tel que décrit dans la Figure 6. Le processus est d'abord planifié. Dans cette étape, un consensus est recherché au sein du projet afin de soumettre le processus de conception à une démarche centrée sur l'utilisateur. C'est à ce moment du processus que les critères de performances sont énoncés. Cette étape préliminaire précède la boucle itérative de conception.

La première station du cycle consiste à définir le contexte d'utilisation. S'ensuit l'étape de captation des besoins utilisateurs. Une fois ces deux étapes réalisées, l'équipe doit être capable d'émettre des propositions de solution qui seront évaluées au regard des exigences posées au préalable.

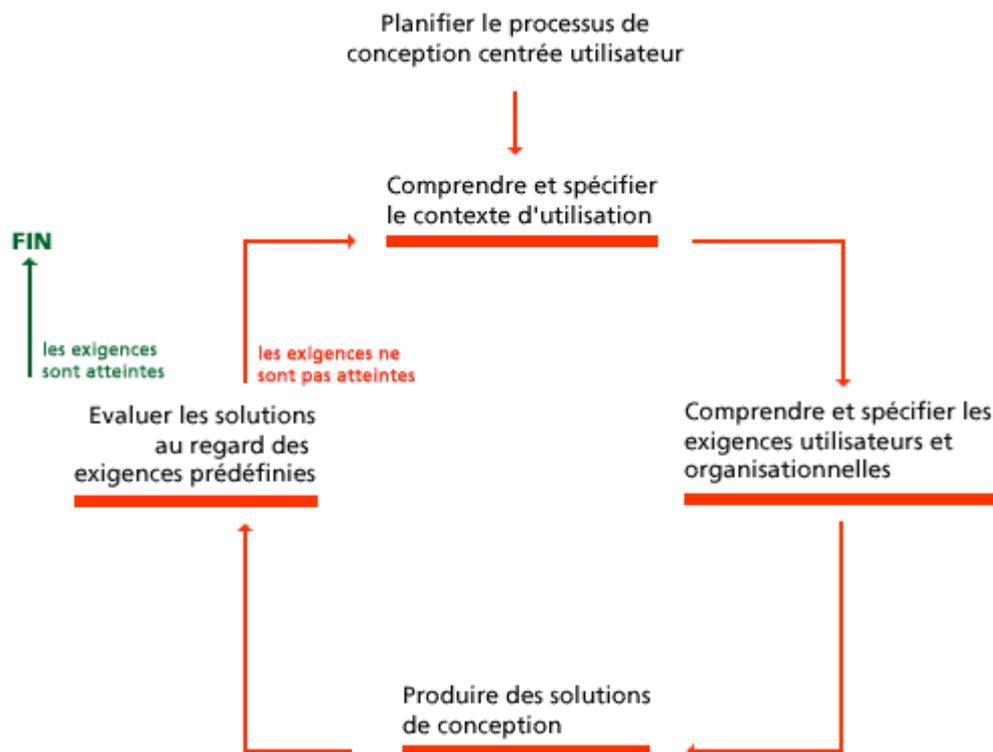


Figure 6 : Processus de conception centré utilisateur [ISO1347, 1999]

Dans la suite, nous détaillerons ces étapes de conception en mettant l'accent sur les possibilités méthodologiques qui s'offrent à l'équipe de conception pour les réaliser.

2.2.1 Planification du processus de conception

Le pré requis essentiel à une démarche CCU consiste à planifier sa mise en œuvre. L'équipe de conception doit donc avoir atteint un consensus concernant la recherche de la satisfaction de la norme ISO 13407 et donc de ses implications sur les plans technique, méthodologique et de conduite de projet.

Cette pré étape consiste à planifier les activités de développement dans une optique de conception centrée utilisateur. L'adaptation des outils et méthodes se basera sur la consultation de documentation et des discussions autour des pratiques et des contraintes de la conception. Ces discussions sont notamment menées avec la participation des futurs utilisateurs du système constitués en groupes de travail.

2.2.2 Spécification du contexte d'utilisation

La première étape proprement dite du cycle de CCU vise à comprendre et spécifier le contexte d'utilisation. Il s'agit donc de saisir les caractéristiques, buts et tâches des utilisateurs ainsi que leur environnement d'utilisation. A cet effet, il s'agit d'abord de décrire l'environnement des points de vue technique, matériel, social, organisationnel et législatif.

Par ailleurs, l'identification des profils utilisateurs est une base essentielle de cette première étape du cycle. La connaissance de ces profils permettra de choisir les méthodes d'évaluation et de sélectionner des participants pour mener des tests utilisateurs. Les utilisateurs finaux sont qualifiés par des caractéristiques données : connaissances, compétences, fonctions, langage, éducation, formation, caractéristiques physiques, psychologiques, habitudes, aptitudes...

Des méthodes fondées sur l'observation et le recours aux questionnaires sont proposées dans la norme. Pour certains projets, le recueil des données peut bénéficier d'une analyse des usages des outils existants. Dans le domaine des interactions homme-machine, l'analyse des tâches utilisateur permet de comprendre comment les utilisateurs vont utiliser le système, quelles sont les tâches critiques, les plus fréquentes, leur importance, leur durée et leurs niveaux de difficulté.

Le choix des méthodes à utiliser est fonction du contexte technique, des marges temporelles et financières et aussi de la disponibilité des utilisateurs. Les différentes techniques nécessitent en effet plus ou moins de matériel, de temps et de compétences de la part de l'expérimentateur.

2.2.3 Spécification des besoins utilisateurs

L'étape suivante dans le cycle consiste à spécifier les exigences liées à l'utilisateur et à l'organisation. Il s'agit de prendre en compte les besoins, compétences et l'environnement de travail de tous les intervenants sur le système. L'identification des buts et tâches des utilisateurs est la base du travail de spécification des exigences. Cette caractérisation des tâches est documentée par l'étape précédente. Les documents de spécification consistent en des descriptions précises des profils d'utilisateurs et des cas d'utilisation.

Les exigences doivent ensuite être ordonnées selon leur importance. A ce niveau, les objectifs d'utilisabilité vont guider et justifier les choix de conception. Ils fourniront par la suite des critères de validation lors des tests utilisateurs.

2.2.4 Production des solutions

L'étape de production de solutions de conception vise à utiliser les connaissances acquises lors des étapes précédentes pour matérialiser les solutions sous forme de prototypes.

Le choix de solutions potentielles se fait en deux grandes étapes. L'ergonome se fonde d'abord sur son expertise et ses connaissances pour déterminer un éventail de choix possibles. Il teste ensuite ces options avec les utilisateurs pour définir la plus adaptée.

2.2.5 Evaluation des solutions

Les prototypes créés au stade précédent sont utilisés pour évaluer les solutions conçues en fonction des exigences. Le pilotage de tests utilisateurs selon un protocole d'évaluation précis permet de détecter les défauts. On peut ordonner les défauts de conception selon leur importance en fonction des objectifs d'utilisabilité définis précédemment. Diverses méthodes sont indiquées pour l'évaluation telles que les tests d'évaluation individuels ou en groupe et/ou les questionnaires de satisfaction. Par ailleurs, des observations en situation sont recommandées afin de valider les hypothèses des phases précédentes.

L'objectif de l'évaluation des solutions est de recueillir un retour sur le prototype développé. Il permettra d'améliorer la conception. C'est une évaluation de la satisfaction des objectifs utilisateurs et organisationnels.

2.2.6 Discussion

Cette base normative pour le cycle de conception peut servir à la conception ou à la refonte de toute application informatique. L'idée est d'adapter le système aux caractéristiques des utilisateurs, des tâches et du contexte d'utilisation.

Cependant, la norme prescrit des méthodes pour les différentes phases sans spécifier précisément la forme des résultats. Il est précisé qu'une étape préliminaire consiste à trouver un consensus sur la pertinence et les modalités de l'application de la norme dans un projet. Or, elle ne précise pas les modalités pratiques de cette négociation. Le risque est alors de voir cette norme très bien comprise par les milieux d'ergonomes mais de paraître très éloignées des contraintes pratiques des concepteurs de SII.

Enfin, un décalage peut apparaître avec les situations réelles de conception. En effet, les fortes contraintes pesant sur un projet de développement, les pratiques de conception habituelles et les possibilités technologiques peuvent rendre difficile l'application stricte et entière d'une démarche centrée sur l'utilisateur. Il s'agit alors de garder les lignes directrices essentielles de la norme telles que le cycle itératif et le retour utilisateur nécessaire.

Afin d'adapter un processus de conception de SII à la norme centrée utilisateurs, deux étapes sont nécessaires. Il s'agit dans un premier temps de constituer les données concernant les besoins des utilisateurs du système. Dans cette étape, l'activité d'interaction de l'utilisateur avec le système doit être décrite et analysée. Nous nommerons cette étape : la construction des connaissances. L'étape suivante consiste à modéliser les résultats afin de les intégrer à la conception. Nous nommerons cette étape : la représentation des connaissances.

Dans les paragraphes suivants, nous passons en revue les différentes approches et méthodes existant pour formaliser ces deux étapes.

3 Construction des connaissances

Les méthodes et outils de recueil et de construction de connaissances ont été développés de façon formelle et dans de nombreux domaines d'application [Dieng, 1990]. Nous envisagerons ici la mobilisation de ces méthodes et outils dans le cas où les connaissances représentent des besoins identifiés d'utilisateurs de SII.

L'évaluation des besoins des utilisateurs est une des premières problématiques posées à une équipe de développement de systèmes d'information interactifs. En effet, les investissements considérables des phases suivantes ainsi que les coûteuses conséquences d'une mauvaise estimation des besoins imposent aux concepteurs d'y prêter une attention particulière.

Paradoxalement, peu de méthodologies viennent structurer la phase d'identification des besoins. Des outils empruntés aux sciences humaines et sociales (questionnaire, entretien, interview) sont employés mais les données sont souvent recueillies de façon peu formalisée et les grilles de lectures fortement biaisées par l'a priori et les contraintes techniques.

Afin, d'identifier des besoins en information des utilisateurs de SII, il est important de délimiter le champ d'action des termes de besoin et d'usage. Nous ajoutons à ces définitions celle des attentes des utilisateurs, notion qui est souvent rencontrée dans des domaines touchant l'innovation.

La conception d'un SII comprend un double objet d'analyse : une structure technique de production et de diffusion d'information et un contenu sémantique qui est le contenu d'information. Il s'agit donc d'analyser d'une part l'usage de l'information en tant que connaissance intervenant dans l'activité et d'autre part, les artefacts et modalité de sa formulation et de sa diffusion.

Bertrand Gilles définit l'usage comme « un ajustement qui s'opère entre un système technique et les autres systèmes sociaux » [Stiegler, 1997]. Le terme d'ajustement est significatif de la dimension temporelle et adaptative que représentent les phases d'apprentissage et d'appropriation d'un objet sociotechnique. L'usage est le résultat de cet ajustement qui s'opère entre un usager et un objet technique.

Le manque, qui suscite le besoin, peut être perceptible à travers l'usage de produits existants. L'appropriation de l'objet par son destinataire crée des fonctions secondaires ou dérivées d'un objet qui font émerger des besoins ou tout au moins des attentes [Poulain, 2000].

Par l'observation de l'usage effectif des outils et des informations à disposition des utilisateurs, il devient possible de mettre en lumière des besoins explicites ou implicites, sans préjuger de leur nature. Une fois ce besoin réel identifié et représenté, le système d'information à concevoir doit tendre vers une solution qui y réponde de la façon la plus pertinente.

3.1 Identification des besoins en génie logiciel

Dans un processus de conception, le système à développer est d'abord déterminé par une série d'activités nommées « système planning » [Maciaszek, 2001] [Hoffer, 1999]. Les questions posées au cours de cette phase peuvent être synthétisées par « Quelles sont les technologies et applications à mettre en œuvre afin de développer un système avec un maximum de valeur ajoutée ? ». La réponse à cette interrogation est formulée dans un plan méthodique et précis afin de réaliser une stratégie commerciale productive.

De ce point de vue, l'objectif de la phase d'identification ou de « capture » des besoins est de fournir une définition narrative de besoins fonctionnels que le développeur devra intégrer en phase de spécification. Cette définition doit donc comprendre les services attendus en terme de fonctions, d'environnement et d'interfaces ainsi que les contraintes à satisfaire en termes de performance, de sécurité et d'utilisabilité.

En pratique, les données de besoins sont recueillies auprès des décideurs et/ou des utilisateurs par des ergonomes et/ou des experts du domaine. Les besoins sont ensuite analysés dans un processus itératif. Des allers-retours entre l'analyste et l'utilisateur sont préconisés afin de préciser les données. Le processus d'analyse se terminant par une validation des résultats obtenus. Une fois les hypothèses validées, les besoins sont rédigés, triés et classés par ordre de priorités dans des documents dédiés.

De nombreuses techniques d'identification des besoins existent dans divers domaines. En génie logiciel et plus précisément en conception de systèmes interactifs, le spectre des techniques s'étale des plus génériques (comme l'interview) aux plus réalistes (maquettage). Nous présentons dans la suite quelques unes d'entre elles en spécifiant les apports et faiblesses de chacune.

3.2 Techniques de recueil de besoins

3.2.1 L'étude documentaire

Cette ressource est largement utilisée afin de capturer des besoins en se familiarisant avec le contexte d'application. L'étude concerne des documents techniques mais aussi organisationnels et statistiques.

Les rapports techniques concernent les rapports de tests de systèmes existants, manuels, documentation techniques, des captures d'écran.... Les documents organisationnels comprennent les procédures, les guidelines, les descriptions métier.... Enfin, différents documents spécifiques du métier peuvent constituer une ressource d'information comme les revues du domaine d'application par exemple.

Ce mode de recueil d'information, malgré sa richesse, reste une ressource incomplète car dépourvue du contexte de l'usage du système. Le recueil hors contexte induit des informations sur l'utilisation prescrite ou théorique et non des pratiques réelles d'usage. Nous verrons que le même problème se pose avec la technique des questionnaires.

3.2.2 L'interview

C'est une technique fondamentale et constitutive de la plupart des processus d'identification des besoins en GL. Le contact direct favorise une étude dynamique, conviviale et permet les itérations et validations citées plus haut. L'interviewé peut être non seulement l'utilisateur final mais aussi un expert métier afin de collecter des informations sur le domaine d'application.

L'un des freins à une bonne évaluation des besoins recueillis par interview est la complexité d'analyse des données en l'absence de méthodologie structurante [Kotonya, 1998] [Sommerville, 1997]. Les informations collectées peuvent paraître vagues, hors du sujet, ou encore inopportunes et inutilisables. Cet état de fait s'explique souvent par l'absence d'une grille de lecture structurée des données d'interview.

3.2.3 Le questionnaire

Parfois utilisé en complément de l'interview, le questionnaire suppose une vision claire des objectifs poursuivis par le processus de développement. Le risque apparaît donc de mettre en avant l'a priori des concepteurs sur les besoins des utilisateurs du système.

Contrairement à l'interview, le questionnaire est un outil passif. Aucune opportunité d'approfondir ou de clarifier les données n'est possible. Cependant le questionnaire permet des études quantitatives sur des échantillons plus larges ainsi qu'un traitement statistique des

données. Dans ce dernier but, les questionnaires de besoins utilisateurs contiennent un minimum d'interrogations ouvertes au profit des Questionnaires à Choix Multiples (QCM).

Dans son étude intitulée «what we say / what we do » (ce que nous disons et ce que nous faisons) [Deutcher, 1974] le sociologue américain Irwin Deutcher présente un certain nombre d'exemples de résultats contradictoires obtenus selon que l'enquête est conduite par observation ou par questionnaire. Cette analyse met en lumière le biais possible entre les déclarations des personnes et leurs actes réels. I. Deutcher démontre que c'est la relation directe et particulière avec les individus qui induit des comportements pouvant être opposés aux attitudes exprimées.

3.2.4 Le maquetage

Le maquetage est de plus en plus utilisé dans le développement d'applications logicielles. Les maquettes sont conçues de façon à visualiser tout ou partie du système afin que les utilisateurs puissent l'évaluer.

Une maquette de logiciel est essentiellement une GUI (Graphical User Interface) qui simule le comportement du système dans différentes situations d'usage. Les réponses de simulation sont souvent simplement codées dans une base de données, l'objectif étant d'obtenir l'évaluation par les utilisateurs de tel ou tel comportement système.

Le maquetage devient indispensable lorsque les fonctionnalités développées sont très innovantes ou encore dans les phases intermédiaires d'évaluation (dans le contexte de conceptions itératives).

3.2.5 La conception collaborative

La technique consiste à réunir utilisateurs, concepteurs et parfois développeurs dans des ateliers d'explicitation. Les acteurs du projet sont constitués en groupes avec un leader, un secrétaire, des utilisateurs et des développeurs. Le groupe doit sortir avec un capital de problèmes et de solutions grâce à la synergie qu'il aura réussi à créer [Caelen, 2006].

3.3 Le recueil de données par observation

Les sciences humaines et sociales (SHS) disposent d'un certain nombre de méthodes de recueil et d'analyse de données [Bangier, 2004]. Certaines de ces méthodes sont communes à celles exploitées par le GL. Ainsi, l'entretien et le questionnaire visent, en ergonomie, à connaître les caractéristiques sociodémographiques des personnes (âge, profession,...) ainsi que leurs attitudes et comportements à l'égard de leurs valeurs et de leurs activités.

Nous traiterons ici plus particulièrement de l'observation de l'activité [Caelen, 2007]. Cette technique est préconisée en GL lorsque l'analyste des besoins peine à obtenir des données complètes par l'interview et le questionnaire [Maciaszek, 2001]. Des observations ponctuelles sont ainsi recommandées lorsque le manque de données concerne un point particulier que le client ou l'utilisateur ne peut expliciter. L'observation des usages suppose, selon les concepteurs, une période prolongée d'études, un investissement important en temps et en coût. De plus, le risque est de collecter des informations sur les tâches prescrites et non réelles, les utilisateurs étant conscients d'être observés.

A l'opposé, l'observation est une technique fondatrice du recueil de données en ergonomie. En effet, le paradigme de l'ergonomie se base sur l'analyse de l'activité par l'observation des tâches réelles des opérateurs dans leurs situations de travail [Falzon, 2004] [Rabardel, 1998] [Leplat, 1980].

L'observation de l'activité peut se définir comme la retranscription des événements et tâches survenus au cours d'une période d'observations donnée. H. Peretz dans [Peretz, 1998] en propose une typologie, selon l'objectif visé, en quatre types d'observations. Nous présentons ici cette typologie à laquelle nous avons ajouté un cinquième type qui est l'observation scénarisée. Nous verrons par la suite comment ce mode d'observation a été utilisé dans notre méthodologie.

3.3.1 Observation au sens large

L'observation au sens large, telle celle des changements sociaux, est une méthode d'analyse de la période contemporaine (études des observatoires de l'INSEE⁷ par exemple), qui ne privilégie pas le rapport direct aux individus mais plutôt l'analyse de documents, de données statistiques ou, dans une moindre mesure, des entretiens ou des questionnaires. L'objectif de ce mode de recueil est de dresser un panorama du paysage social contemporain à l'étude.

3.3.2 Observation de faits

Elle consiste à se rendre sur les lieux d'études durant une courte période pour s'informer des usages, procéder à des entretiens sans assister de façon prolongée et systématique aux événements décrits. Les résultats apparaissent sous forme d'épisodes anecdotiques considérés comme typiques et significatifs d'un état des lieux. C'est une forme de pré enquête préparant des formes plus approfondies de recueil.

3.3.3 Observation comme travail de terrain

Elle implique une présence systématique et prolongée sur les lieux d'enquête et au sein du groupe social étudié. Au cours de ce séjour les données sont recueillies auprès des personnes en utilisant des procédures dites « réactives » (entretiens, questionnaires) ou encore « non réactives » (repérages, observation des événements, des actes ou des propos tenus par les individus dans leurs contexte naturel).

3.3.4 Observation au sens le plus déterminé

Elle consiste à se retrouver mêlé à une situation sociale pour l'enregistrer puis l'interpréter en s'efforçant de ne pas la modifier. Cette situation sociale particulière est toujours le produit d'une interaction entre les participants à l'enquête et l'observateur, une observation ponctuelle de cette sorte nécessite de s'être rendu sur les lieux plusieurs fois pour des analyses préliminaires du contexte. La mise en forme des résultats est une séquence d'événements décrits avec précision.

3.3.5 Observation scénarisée

Nous ajoutons dans cette classification l'observation de situations construites ou scénarisées. Cette technique rejoint, dans sa procédure et sa mise en forme des résultats, l'observation déterminée tout en se rapprochant, dans son projet, de formes plus expérimentales de sociologie et de psychologie [Valentin, 1993] [Béguin, 1997].

Dans une observation scénarisée, l'analyste provoque des situations particulières ou détourne des situations réelles de leurs cours naturel. Il entraîne, par la même, les participants dans des actes étrangers à leurs perspectives premières. Le travail de pré enquête et de pré terrain est ici primordial car l'observation est moins neutre et plus participative.

⁷ Institut National de Statistiques et des Etudes Economiques (France)

L'observateur doit, dans un premier temps, exposer tout ou partie du scénario aux sujets, pour, ensuite, se faire oublier de la situation qu'il a créée afin que celle-ci devienne naturelle. Dans le cas où le pré terrain serait négligé, les résultats seraient très fortement biaisés et ne seraient qu'un film où le sujet jouerait un rôle de composition.

4 Représentation des connaissances

Une fois les usages recueillis et analysés, il devient possible d'en déduire les besoins des utilisateurs et leurs attentes concernant le SII à développer. Afin de traduire ces besoins en spécifications fonctionnelles, il convient de représenter ces connaissances dans des formalismes permettant leur traduction en fonctionnalités implémentables.

En ergonomie, l'activité est l'expression du compromis que réalise l'opérateur entre « La définition des objectifs de production, ses caractéristiques propres, et ses capacités à atteindre ces objectifs, compte tenu des conditions de réalisation de son activité » [Guérin, 1991]. Le concept de tâche est, lui, utilisé comme un support de description de l'activité des opérateurs [Hammouche, 1993]. En effet, l'activité est une notion proche du monde réel, c'est-à-dire où la symbiose des connaissances de l'opérateur (l'expérience) et de la tâche à réaliser (contexte) est forte. L'activité est donc le concept ergonomique exprimant la réalisation d'une tâche [Leplat, 1983]. Elle comprend des conséquences telles que l'acquisition de nouveaux savoir-faire, l'enrichissement de l'expérience, l'accroissement de la qualification [Rabardel, 1998].

La recherche dans le domaine des interfaces homme-machine a donné naissance à des formalismes pour la modélisation des tâches des utilisateurs [Limbourg, 2001]. Ces modèles permettent de construire des arbres logiques liant des actions physiques de l'utilisateur à un contexte représenté par des conditions et des règles. Une action physique se définit le plus souvent comme une opération indivisible que l'utilisateur applique à un dispositif d'entrée physique et qui a pour effet immédiat de modifier l'état du dispositif [Balbo, 1993].

Un modèle de tâche est un système de représentation de la notion de tâche. Les modèles de tâches sont une projection du monde réel sur un espace de connaissance permettant d'instancier les différentes modalités de réalisations d'une tâche donnée. Cette projection vise à traduire les tâches utilisateurs en fonctions d'interfaces vers le système.

Ainsi, la méthode Analytique de Description de tâches MAD définit un cadre formel de description des tâches pour la conception d'Interfaces homme-machine [Scapin 1988]. Cette démarche propose un formalisme basé sur le concept d'objet-tâche. Cet objet comporte un état-initial, un état-final, un but, des pré-conditions et des post-conditions.

MAD distingue deux types d'objet-tâche : la tâche élémentaire et la tâche composée. La tâche élémentaire est une tâche non décomposable dont le niveau opérationnel est caractérisé par une méthode de type simple ou action. La tâche composée est une tâche dont le niveau opérationnel est défini par une structure décrivant le corps de la tâche [Pierret-Golbreich, 1989].

Sous l'impulsion de l'expansion des modèles orientés objet, une adaptation est intervenue afin de définir les différents éléments d'une tâche MAD sous forme d'objets [Hammouche, 1993]. Chaque élément devient un objet à attributs. Ainsi une tâche est un objet avec les attributs suivants : nom de la tâche, type, état initial, état final, pré-conditions, post-conditions, structure de sous-tâches.

Le système AMS (Activity Manager System) proposé par M. Tueni et J. Li [Tueni, 1988] fournit de son côté un formalisme de représentation des connaissances qui permet la modélisation des tâches et séquences de tâches à divers niveaux d'abstraction. Les

concepts clé de cette approche sont l'activité et les réseaux d'activités. Dans AMS l'activité représente une tâche de l'utilisateur, représentée par des pré-conditions, des post conditions et une partie exécutive (action, réseau d'activités ou séquence abstraite). Les pré-conditions et post conditions attachées à une activité sont structurés autour d'un arbre logique d'états qui explicite une partie de l'état du domaine de l'application.

La notation CTT (Concurrent Task Tree) de F. Paterno [Paterno, 1999] est une notation graphique utilisée pour spécifier les modèles de tâches pour des applications coopératives. Elle s'appuie sur une structure hiérarchique dans laquelle les relations temporelles apparaissent sous forme d'opérateurs. Les modèles de tâches peuvent ensuite être simulés pour étudier les différents chemins d'interaction possibles. La notation est basée sur quatre types de tâches : tâches abstraites, tâches utilisateurs, tâches systèmes et tâches d'interaction. F. Paterno a consacré depuis 2001 des travaux à la recherche de lien entre CTT et UML afin de favoriser la capture de besoin pour la conception d'interfaces [Paterno, 2001].

Les modèles de tâches sont fréquemment utilisés afin de spécifier des interfaces homme-machine. Toutefois, la conception basée sur les modèles de tâches a fait l'objet de certaines critiques comme dans [Basnyat, 2004] et [Farenc, 1998].

Ainsi, selon S. Basnyat [Basnyat, 2004], CTT ne permet pas une prise en compte suffisante des contextes et des conditions de l'environnement de la tâche. En effet, les circonstances qui peuvent affecter l'activité, les artefacts manipulés pendant la tâche, la charge de travail cognitive et l'état psychologique de l'utilisateur, ne sont pas suffisamment représentés dans l'arbre des tâches. Les modèles de tâches peuvent donc s'avérer trop abstraits et éloignés de la variété des activités réelles des utilisateurs. Or, certaines théories, principalement la théorie de l'action située [Suchman, 1987], insistent particulièrement sur le fait que l'organisation des actions dépend essentiellement des artefacts et des circonstances sociales dans lesquelles se déroule la tâche.

Par ailleurs, dans son article [Farenc, 1998], C. Farenc souligne la difficulté de passage du modèle de tâche aux spécifications fonctionnelles d'un nouveau système. En effet, la modification des tâches après l'introduction d'un nouvel artefact d'interaction s'avère, dans certains cas, profonde. Les arbres de tâches peuvent alors difficilement être transposés au nouveau système notamment pour les activités de validation.

5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les principaux cycles de conception de SI. Nous avons tenté de situer les modalités recommandées de l'intégration des utilisateurs dans ces cycles. Une des principales conclusions de cette analyse est l'apport reconnu des processus itératifs pour une conception répondant aux exigences des utilisateurs. En effet, l'intégration de phases de prototypage et de validation successives favorise l'implication des utilisateurs au cours de la conception.

Nous avons notamment présenté un processus de conception itératif orienté objet : le Rational Unified Process. Le RUP est une démarche de conception affichant un pilotage par le concept des cas d'utilisation et un centrage sur l'architecture logicielle. La principale observation est que l'intérêt théorique du pilotage par les CdU peut-être altéré par le manque de formalisation de leur définition. En effet, nous avons pointé les problèmes méthodologiques que pose la mise en place des éléments de CdU telle que préconisée dans le RUP. Nous pensons que ces problèmes, alliés aux fortes contraintes du développement, peuvent entraver la complétude des cas répertoriés.

Une manière de pallier cet écueil est de s'appuyer sur la norme de conception centrée utilisateurs ISO 13407. Sans être un modèle de conception, cette norme propose des recommandations pour une conception répondant au mieux aux exigences des utilisateurs finaux du système à concevoir. Elle offre un panel d'outils et une succession d'étapes visant à planifier le processus, à spécifier les besoins et le contexte d'utilisation et propose des orientations en termes de production de solution et d'évaluation du système.

L'avènement des approches itératives de conception a accru l'importance de l'intervention des utilisateurs. Les améliorations apportées par les cycles itératifs et la communauté IHM tendent à faire converger la conception et les besoins et usages. Ce rapprochement se fait principalement en favorisant les analyses de tâches et tests de validation. Des démarches ont été intégrées aux cycles de conception afin de mesurer l'adéquation du système ou prototype développé (souvent une interface) avec les tâches à réaliser. Ces tests se déroulent donc sur des systèmes ou prototypes existants

Même si certaines de ces processus, préconisent des méthodes pour la définition des besoins des utilisateurs elles n'en précisent pas les modalités de leur prise en compte. Ces méthodes spécifient des étapes de production de connaissances mais pas de modèles pour leur transformation et leur transmission entre ces étapes.

Dans la suite, nous nous proposons d'exploiter la rigueur préconisée par une démarche centrée utilisateur pour structurer une méthode de conception itérative. L'approche suggérée par la norme sera rationalisée par l'utilisation d'une approche ergonomique d'analyse et de définition des besoins des utilisateurs et des contraintes d'utilisation de l'application. Les connaissances relatives à la spécification du SII générées par cette analyse et qui doivent être exploitées pour la conception de l'architecture seront alors représentées dans un formalisme orienté objet. Elles pourront alors être exploitées dans le processus de conception.

Le socle de cette démarche repose sur l'hypothèse qu'une meilleure mutualisation des connaissances dans le projet et entre les concepteurs est un pas vers leur meilleure intégration. Cette mutualisation est assurée par la mobilisation de formalismes dédiés à la spécification fonctionnelle de l'architecture pour la représentation des besoins des utilisateurs.

III

RAMSES : Méthode de Recueil, d'Analyse, de Modélisation, de Spécification et d'Evaluation des Spécifications dans un processus de conception de SII

1 Introduction

RAMSES est une démarche méthodologique visant à favoriser l'intégration des besoins des utilisateurs dans le processus de conception d'un système d'information. Nous désignons par utilisateur, la personne qui utilise le système dans sa finalité d'information. L'intégration des besoins est fondée sur le principe de la garantie du transfert de connaissances entre les différents intervenants lors des différentes phases du projet de développement du système.

Dans le chapitre introductif de ce mémoire nous avons souligné le problème relatif au déficit de bases de représentation et de dialogue interdisciplinaires dans la conception de systèmes d'information interactifs (SII). Suite à ce constat, nous avons identifié deux axes de connaissances constitutives du développement de tels systèmes :

- Connaissances relatives au domaine d'application du système ;
- Connaissances relatives à l'activité d'utilisation du système.

Chaque axe est supporté par des méthodes permettant de recueillir et d'analyser des données. Ces données sont représentées dans des formalismes dédiés afin d'être exploitées pour la spécification du système à développer.

Nous proposons dans ce travail une démarche méthodologique qui instrumente la mutualisation de ces connaissances afin de favoriser la prise en compte des besoins des utilisateurs dans la conception. Cette démarche propose de formaliser le recueil, l'analyse et la modélisation des connaissances du domaine d'application et de l'activité des utilisateurs d'un système. Cette modélisation conduit à la rédaction et à la validation de spécifications fonctionnelles orientées usage.

L'hypothèse avancée est que le choix de formalismes de représentation se répercute sur la mutualisation des connaissances et par la même sur la garantie de la continuité de leur transfert dans le processus de conception. Cette démarche repose sur un schéma représentant la circulation de l'information autour d'un SII. La définition de ce schéma générique amène à la nécessité de définir deux étapes de spécification des besoins des utilisateurs en matière d'information : la représentation de l'activité d'utilisation du système et la définition du contexte d'utilisation du système. La réalisation de ces deux étapes repose sur la description des entités mises en jeu à travers la description de l'activité des utilisateurs et des contextes d'utilisation. La démarche RAMSES vise à structurer la définition de ces entités et leur représentation dans un modèle permettant le développement d'un SII.

2 Schémas de flux d'information

Les fonctionnalités d'un système d'information interactif ont pour but intrinsèque de soutenir, d'assister et/ou de prolonger l'activité d'un utilisateur. Ces fonctionnalités visent la satisfaction d'un besoin par la mise à disposition d'une information pertinente dans le contexte d'utilisation du système.

On peut alors représenter les éléments intervenant dans ce processus sous la forme de quatre entités reliées entre-elles par les flux d'information échangés. Nous proposons dans la Figure 7 un schéma générique de la circulation de l'information entre ces entités.

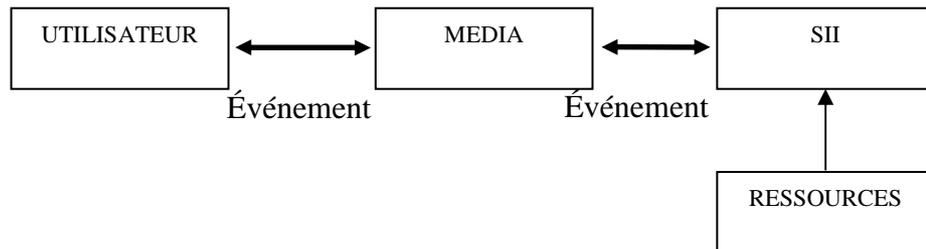


Figure 7 : Schéma de circulation de l'information autour d'un SII

Ce schéma illustre qu'en présence d'un SII, un besoin en information d'un utilisateur est médiatisé par un dispositif d'interface : le media. Une fois ce besoin transmis au SII, celui-ci doit le caractériser et le qualifier. Une solution apportée au besoin exprimé peut alors être construite en sollicitant les ressources de données adéquates et disponibles. Le SII communique alors à l'utilisateur l'information satisfaisant ce besoin par le biais d'un media adapté et disponible.

Ce schéma générique permet de préciser les entités à définir nécessairement afin de modéliser le fonctionnement d'un SII. La méthodologie qui l'accompagne vise à instrumenter la définition de ces entités. Par ailleurs, ce schéma explicite les fonctions d'un SII dans la satisfaction d'un besoin en information : la réception et la qualification du besoin, la recherche de la solution et enfin, la production et la communication de l'information à l'utilisateur.

Ce schéma général possède deux instances. D'une part, la boucle complète représentant le fonctionnement d'un SII face à une demande ponctuelle et explicite d'un utilisateur (Figure 8). L'événement déclenchant la boucle d'information est ici un besoin exprimé par l'utilisateur. La réponse à concevoir est alors à personnaliser par rapport à des paramètres propres à l'utilisateur et/ou au contexte d'utilisation. Au sein d'un système d'information bancaire dont l'utilisateur final est un guichetier, une boucle complète serait déclenchée par une demande d'information concernant un client. Le système répondrait alors directement et uniquement à l'utilisateur en ayant sollicité les bases de données des clients.

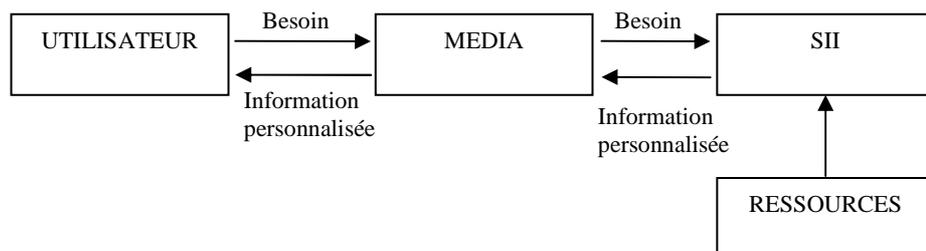


Figure 8 : Schéma de circulation de l'information personnalisée

La seconde instance de ce schéma concerne la demi-boucle qui représente la production d'une information concernant l'ensemble des utilisateurs du système (figure 3). Dans ce cas, l'information est indépendante du profil d'un utilisateur particulier. L'événement déclencheur de cette boucle provient d'une source extérieure à la boucle. Un exemple de ce mode de fonctionnement serait une alerte de sécurité à diffuser à l'ensemble des utilisateurs simultanément et indépendamment de leurs besoins.

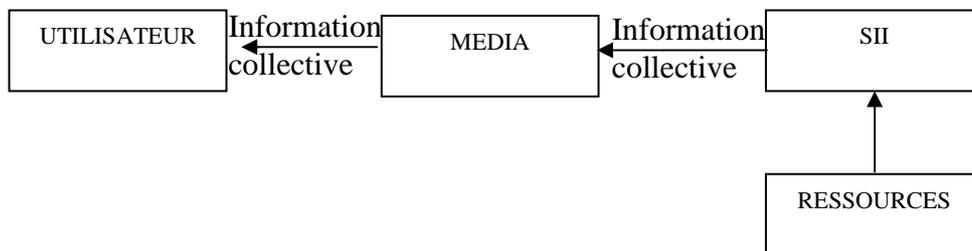


Figure 9 : Schéma de circulation de l'information collective

L'analyse des besoins doit permettre de concevoir un système capable de répondre aussi bien à ceux concernant tous les utilisateurs (information collective) qu'à des demandes spécifiques (information personnalisée). Afin de permettre cette conception il s'agit de définir les entités constituant cette boucle (le contexte) et les événements la déclenchant (les besoins). La définition et la représentation de ces éléments est l'objet de la méthodologie présentée dans la suite.

3 Positionnement de la méthode RAMSES dans la conception

Les méthodes de conception de SII proposent des démarches de gestion des cycles de développement (cf. II.1). L'objectif de la méthode présentée ici est de proposer un cadre méthodologique et des outils afin de formaliser et d'instrumenter la spécification du système interactif. Cette démarche est indépendante de l'approche de conception choisie. Les étapes qui seront décrites dans la suite représentent les phases menant aux spécifications fonctionnelles dans toutes ces méthodes. Ainsi dans le cycle en cascade (Figure 10), la méthodologie s'insère en amont de la démarche dans les étapes d'étude de faisabilité, d'analyse des besoins et de conception. Dans le cycle en V (Figure 11), les étapes de cette méthodologie structurent les étapes d'analyse des besoins, d'élaboration de la recette, de spécification et de tests.

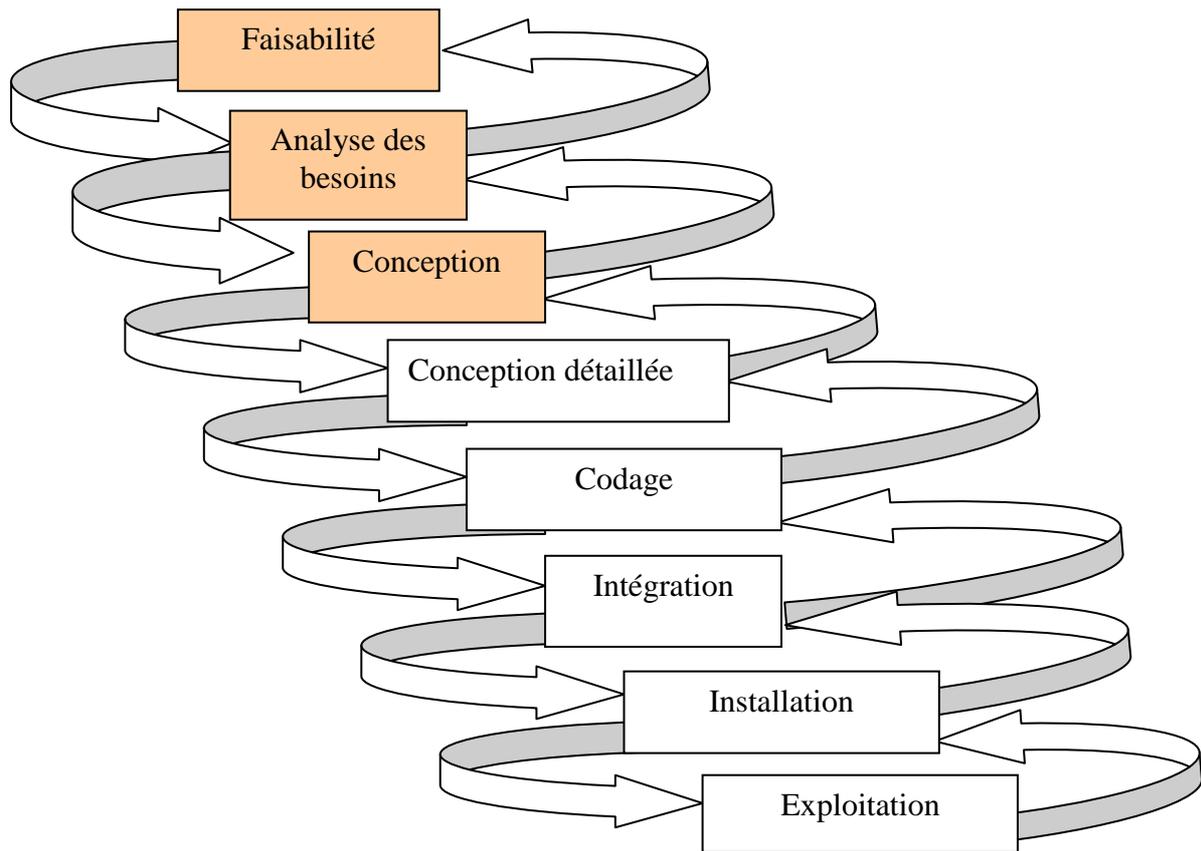


Figure 10 : Positionnement de RAMSES dans un cycle en cascade (en rouge)

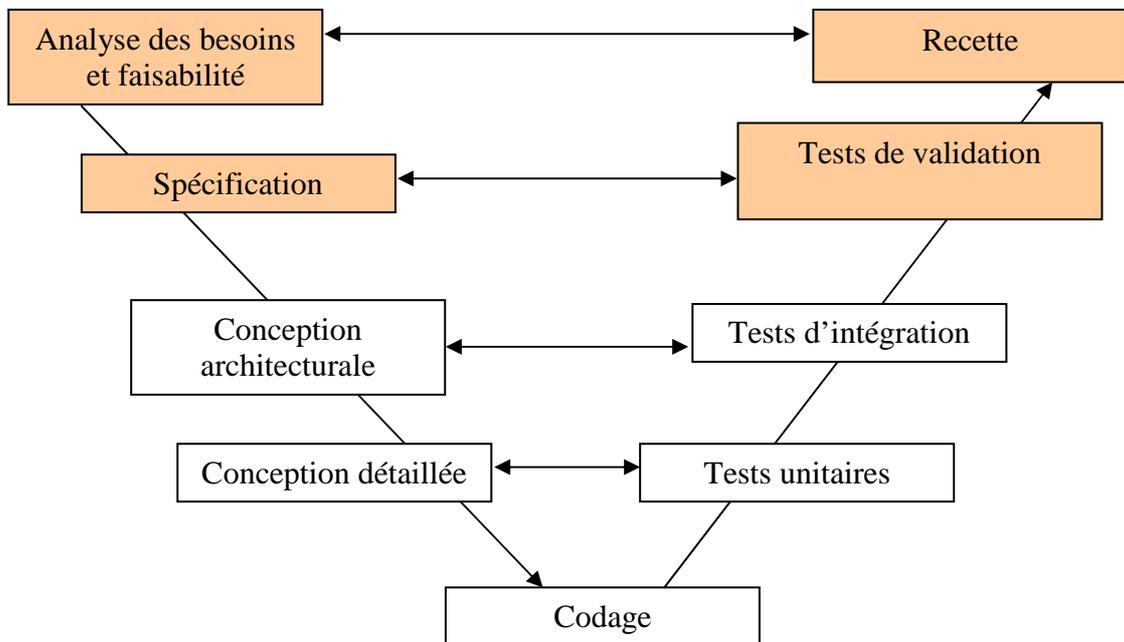


Figure 11 : Positionnement de RAMSES dans un cycle en V (en rouge)

Cependant, afin de valider cette démarche nous proposons de l'intégrer dans un cycle itératif. Ce dernier permet d'enrichir le retour de connaissances sur le SII par le prototypage et les essais d'utilisabilité (Figure 12). Nous verrons plus loin que, dans ce cycle, la méthode permet non seulement de formaliser et d'instrumenter les phases d'analyse et de spécification mais aussi d'optimiser le nombre d'itérations par la validation des spécifications avant le prototypage.

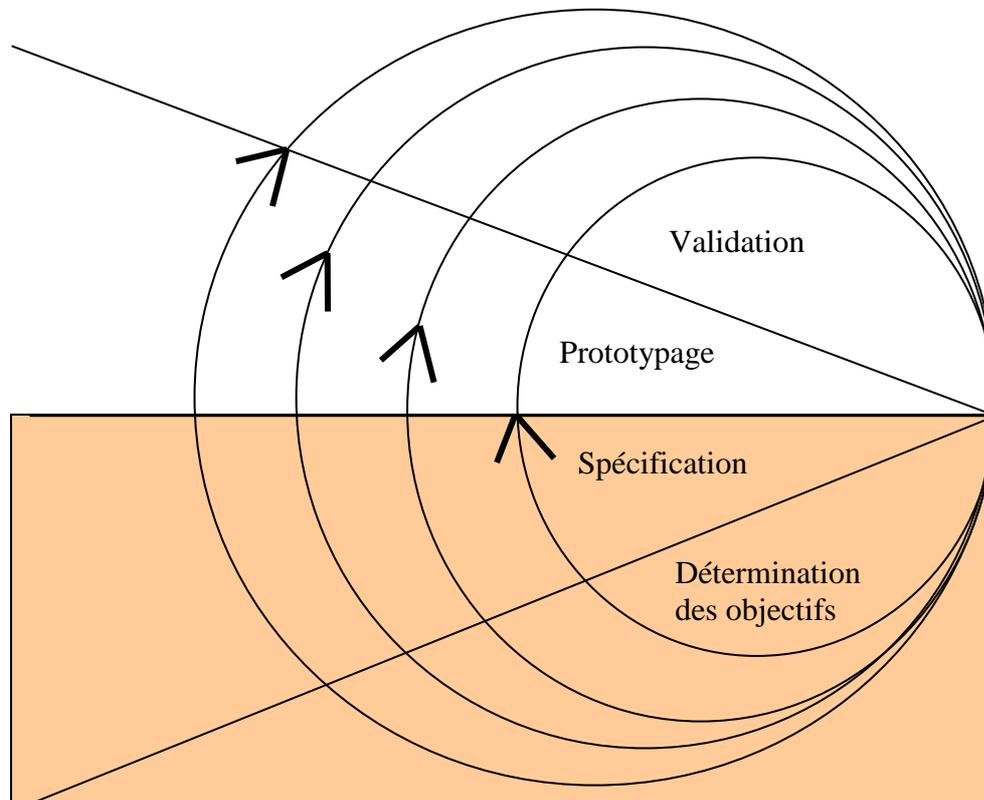


Figure 12 : Positionnement de RAMSES dans un cycle en spirale (en rouge)

4 Les acteurs de la conception dans RAMSES

La méthode se structure autour de la définition des entités du schéma générique de la Figure 7 et de leurs articulations. Après avoir défini les intervenants, nous expliciterons le type de données généré par chacun d'eux. L'intérêt de la démarche est de spécifier les modalités de représentation qui permettent la transmission de ces données entre les acteurs. Nous passerons ainsi de données relatives à l'activité réelle d'utilisation et d'exploitation vers une représentation conceptuelle de spécification.

L'analyse des besoins et la spécification fonctionnelle implique quatre types d'acteurs :

- L'utilisateur final : il s'agit des futurs utilisateurs du système à concevoir. Ces utilisateurs doivent être considérés dans leur variabilité afin d'assurer la performance du système et son acceptation par l'ensemble de la cible visée.
- L'expert métier : pour le concepteur informaticien, il s'agit du client de l'application. Cet expert pose le cahier de charge et les apports technologiques et économiques attendus du système. L'expertise métier permet aussi de définir les

contraintes et limitations techniques et organisationnelles inhérentes à la mise en place du nouveau SII dans l'organisation.

- L'ergonome : la compétence ergonomique est mobilisée pour sa capacité à analyser l'activité et à en déduire les possibilités d'amélioration de l'existant. L'ergonome est donc le plus compétent pour avoir un dialogue structuré avec l'utilisateur. Ce dialogue lui permet d'émettre des recommandations fonctionnelles du système sous l'angle de son interaction avec l'utilisateur. Cependant, afin de replacer ces recommandations au plus près des possibilités technologiques, l'ergonome s'intéressera de près à l'environnement de fonctionnement du système par l'observation de l'activité d'exploitation de celui-ci par l'expert métier.

- Le concepteur : c'est le créateur du système d'information. Son objectif est de traduire les besoins du client et de l'utilisateur en spécifications fonctionnelles prêtes pour l'implémentation. Son outil pour réaliser cette traduction est basé sur des modèles et formalismes de représentation permettant l'abstraction de concepts réels vers des modules manipulant des données. Notons que dans ce travail nous ne traiterons pas des spécifications techniques qui relèvent du dialogue entre le concepteur et l'expert métier.

Après avoir présenté les différents acteurs, il s'agit de définir et d'instrumenter leurs activités et leurs interactions dans la conception. Chaque acteur exerce une activité générant des connaissances. Ces connaissances circulent en deux flux de données (Figure 13).

Le premier mouvement est ascendant et représente *le flux de définition des besoins*. Il vise à traduire la description du réel de l'activité dans un langage de représentation conceptuel par un processus d'abstraction progressif. Ce flux concerne l'ensemble des acteurs et débute sur le terrain de l'application par l'identification des besoins. L'ergonome est chargé des étapes de recueil de données relatives à l'activité d'utilisation et d'exploitation de l'existant. Ces données sont ensuite analysées afin de générer les connaissances concernant les besoins, les attentes et les recommandations d'amélioration et d'innovation à apporter au système.

Ces connaissances passent alors au concepteur qui doit, sur cette base, construire des modèles de conception. A l'issue de cette phase, les premières spécifications du système sont rédigées et peuvent être validées dans un second flux.

Le second mouvement de données est donc descendant et représente *le flux de validation des besoins*. Il consiste à vérifier l'adéquation des spécifications du système émises par le concepteur avec les recommandations de l'ergonome. Cette phase itérative de définition et de validation aboutit à la construction des spécifications fonctionnelles d'un premier prototype du SII. Une fois implémenté, ce prototype pourra être validé par l'ergonome auprès du panel d'utilisateurs afin de recueillir éventuellement un nouveau corpus de besoins.

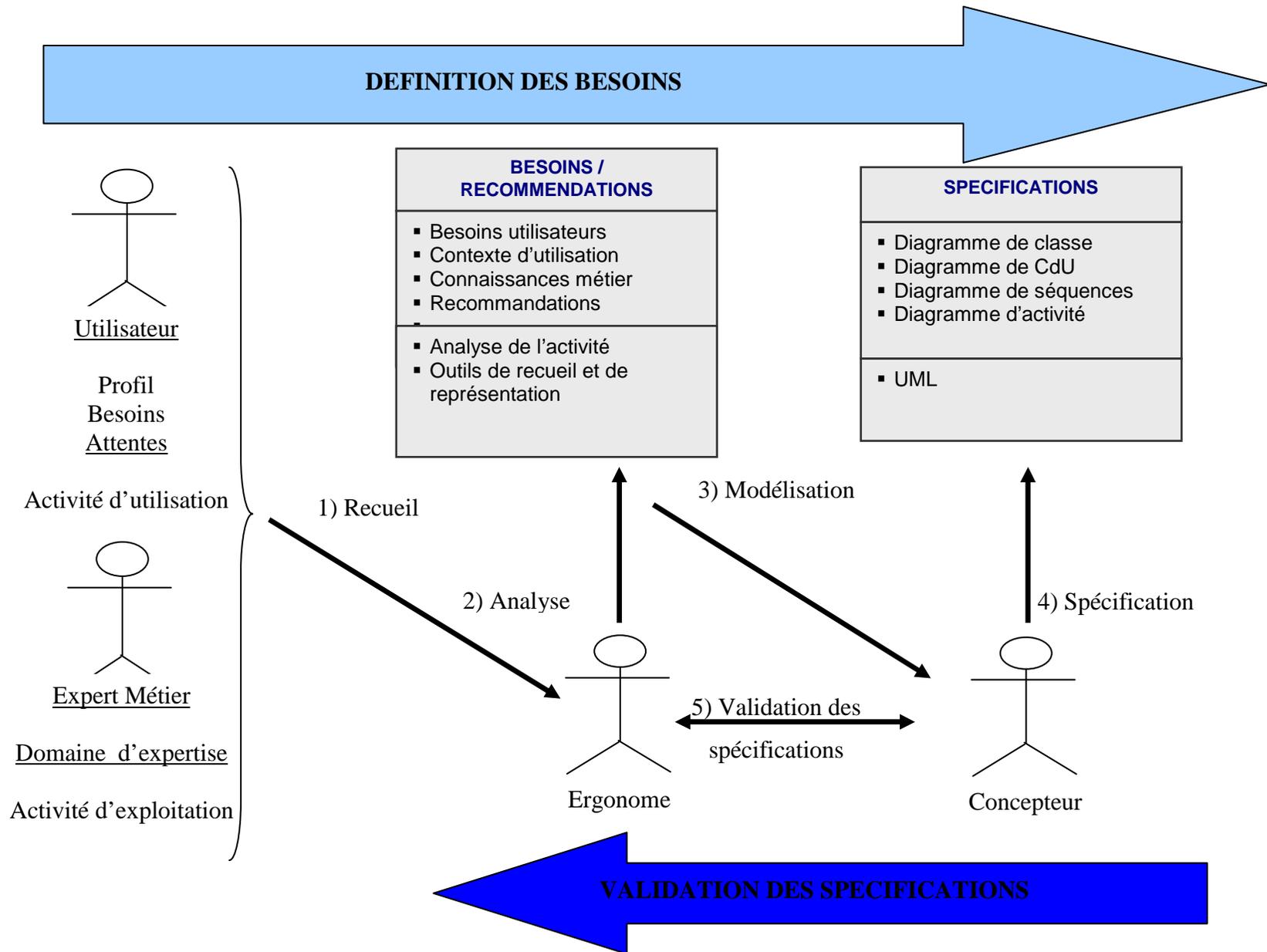


Figure 13 : Déroulement de la méthode RAMSES

RAMSES s'intègre dans la phase d'analyse en amont de la conception. La première étape implique l'ergonome, les utilisateurs et l'expert métier. Elle consiste à définir les besoins des utilisateurs, la demande des experts métier et les possibilités technologiques disponibles pour la conception de la solution. L'ergonome pilote cette étape en collectant des données par l'analyse de la documentation disponible ainsi que l'observation de l'activité d'utilisation de systèmes analogues existants. Les données sont reportées sur des outils de recueil dédiés.

Une fois recueillies les données sont transcrites et analysées par l'ergonome. Les outils de représentation des connaissances de RAMSES lui permettent de filtrer en deux temps les données traitant de l'activité des utilisateurs. Par ailleurs, l'analyse de l'environnement d'exploitation permet à l'ergonome de connaître les éléments de production de la solution. A l'issue de cette étape, une documentation est émise. Cette documentation comporte les spécifications fonctionnelles orientées usage. Ces spécifications sont exprimées en termes d'éléments constitutifs de l'environnement d'exploitation recueillis auprès de l'expert métier.

Parallèlement à ces activités de spécification orientées usage, le concepteur analyse l'architecture technique du SII à concevoir. Cette élaboration est réalisée notamment par un dialogue concepteur/expert métier.

Dans la phase de modélisation, le concepteur dispose donc des deux corpus de données nécessaires à l'élaboration des spécifications du SII : les données concernant le domaine d'application et celles relatives à l'activité des utilisateurs (cf. III.1). Ces deux corpus de données peuvent alors être modélisées afin de générer la spécification du SII ou, comme nous le préconisons, du premier prototype à tester.

Un point clé de la méthodologie RAMSES est la dernière phase d'évaluation des spécifications. En effet, nous proposons une étape d'évaluation des spécifications avant le développement du prototype et sa validation auprès des utilisateurs. Cette étape est possible grâce aux représentations des données dans des formalismes favorisant le dialogue concepteur/ergonome. Ce dialogue est matérialisé par un outil dédié à l'évaluation des spécifications.

L'ajout de cette étape vise à exploiter l'expertise de l'ergonome pour vérifier l'adéquation des fonctionnalités projetées ainsi que les modalités de présentation de l'information avec les besoins réels des utilisateurs. L'introduction d'éventuels ajustements des spécifications à ce stade de la conception tend à diminuer le nombre de cycle de re-conception dans le processus.

L'intervention des acteurs dans chacune des phases est synthétisée dans le Tableau 1. Chacune des étapes décrites sera formalisée et outillée. Cette formalisation vise à structurer les données dans des représentations favorisant leur transfert d'une étape à l'autre des flux.

Tableau 1 : Intervention des acteurs dans la méthode RAMSES

PHASE DU PROCESSUS DE CONCEPTION		ANALYSE						
ETAPES DE LA METHODOLOGIE		RAMSES						
		Recueil	Analyse	Modélisation	Spécification	Validation des spécifications	Prototypage	Validation utilisateurs
Acteurs de la conception	Utilisateur	X						X
	Expert métier	X						
	Ergonome	X	X			X		X
	Concepteur			X	X	X	X	

5 Etapes de RAMSES

5.1 Recueil des données

Cette étape vise à définir les besoins des utilisateurs ainsi que les contraintes liées au système d'information. Il s'agit de comprendre et de caractériser les activités d'interaction de l'utilisateur avec le système dans un environnement d'utilisation. Cette étape est réalisée par l'ergonome dont la tâche sera de spécifier les éléments significatifs du point de vue de l'utilisateur. Par ailleurs un dialogue avec les experts du métier s'impose afin de délimiter le champ des possibilités techniques et organisationnelles du système à concevoir.

Afin de recueillir les données de cette analyse, plusieurs méthodes peuvent être utilisées : questionnaires, entretiens, groupes de discussions, observations.... Ces méthodes sont plus ou moins immersives dans le réel de l'activité d'usage. Elles nécessitent le plus souvent d'être fortement adaptées au contexte de la conception. A cet effet, une bonne connaissance du domaine d'application est indispensable afin de recueillir des données significatives.

Le recueil de données se structure autour d'un plan d'expérience qui comprend un échantillonnage des utilisateurs, la définition d'un périmètre d'enquête, la définition du type de données à recueillir et des outils de recueil. Une des propriétés essentielles de cette démarche est de proposer un cadre rigoureux sur la façon de construire les plans d'expérience, la définition de l'échantillon d'utilisateurs à interroger et observer, des méthodes systématiques de recueil et des outils d'analyse des données [Drouin, 2001].

5.1.1 Méthodologie de recueil

1. **Analyse de l'environnement d'utilisation** : elle consiste à décrire les lieux auxquels l'utilisateur aura accès à l'information délivrée par le système (bureaux, extérieur,...). En second lieu, il s'agit de réaliser un inventaire des medias disponibles et envisageables pour diffuser l'information délivrée à l'utilisateur par le système. Les medias existants seront décrits selon leurs caractéristiques ergonomiques (taille d'écrans par exemple) et leurs performances techniques (capacité de rafraîchir l'information temps réel par exemple) ;
2. **Analyse de l'environnement d'exploitation** : dans cette partie il s'agit de décrire les ressources de données accessibles au système afin de produire l'information. En effet, afin de produire des recommandations opérationnelles pour la conception, l'ergonome doit connaître le champ des données possibles. Il pourra ainsi préconiser leur combinaison pour produire l'information correspondant au besoin qu'il aura identifié auprès de l'utilisateur. Un système d'information est une application de traitement d'information qui s'appuie sur des bases de données et peut interagir avec d'autres systèmes. Les caractéristiques fonctionnelles de ces ressources seront décrites à l'ergonome par les experts métier. Cependant, l'ergonome s'attachera à ne pas se limiter au système actuel en se projetant vers les possibilités de nouveaux services d'information aux utilisateurs. Un second indicateur de l'environnement d'exploitation du système doit être pris en compte, il s'agit des procédures métier. En effet, pour certaines applications, l'exploitation du SII est contrainte par des procédures régissant la sécurité, la fiabilité ou l'organisation de l'environnement d'exploitation. Dans cette méthode, l'ergonome est au plus près des contraintes techniques du futur système. Les ressources de données identifiées précédemment seront donc décrites en prenant en compte ces contraintes.
3. **Profils des utilisateurs** : il s'agit de définir un échantillon représentatif de la cible des utilisateurs visée par le système. Il s'agit de définir les critères de catégorisation pertinents pour l'application. La taille de l'échantillon dépend de l'environnement

d'utilisation du système. Les critères de Nielsen [Nielsen, 1993] ou Brangier [Brangier, 2004] fournissent à ce sujet des indications du rapport entre la taille de l'échantillon et sa représentativité.

4. **Observation des utilisateurs** : l'étude de l'activité repose sur l'observation de l'activité d'utilisateurs en conditions réelles d'usage. Les observations se déroulent dans l'environnement d'utilisation identifié dans le point 1. Les observations peuvent se dérouler selon deux modes : l'observation d'utilisation d'un système existant dans un contexte réel et l'observation d'utilisation de l'information dans un contexte scénarisé. Dans le premier mode, l'utilisateur sera accompagné et observé dans son activité habituelle d'usage. Dans le second cas, l'ergonome proposera à l'utilisateur un scénario de contexte afin de préciser des modalités particulières d'usage. Dans les deux cas des situations de fonctionnement nominales ou perturbées seront analysées.

5.1.2 Outils de recueil

Les outils préconisés pour la description des environnements d'utilisation et d'exploitation ainsi que pour la mise en place des profils d'utilisateurs relèvent des outils classiques de description de l'activité. Une large part d'étude documentaire du contexte d'application du SII sera complétée par des entretiens avec des experts. La consultation de documentations organisationnelles et techniques sera aussi nécessaire afin de définir les contraintes et règles du domaine d'application du SII à concevoir.

L'analyse de l'activité des utilisateurs fait appel à l'observation. Les étapes suivantes de la méthode nécessitent de disposer de données structurées. A cet effet, nous avons conçu une grille de recueil basée sur la décomposition de l'activité en cycles comprenant trois phases : la préparation de la stratégie, la mise en œuvre du plan d'action et la capitalisation de connaissances après l'activité (Figure 14).

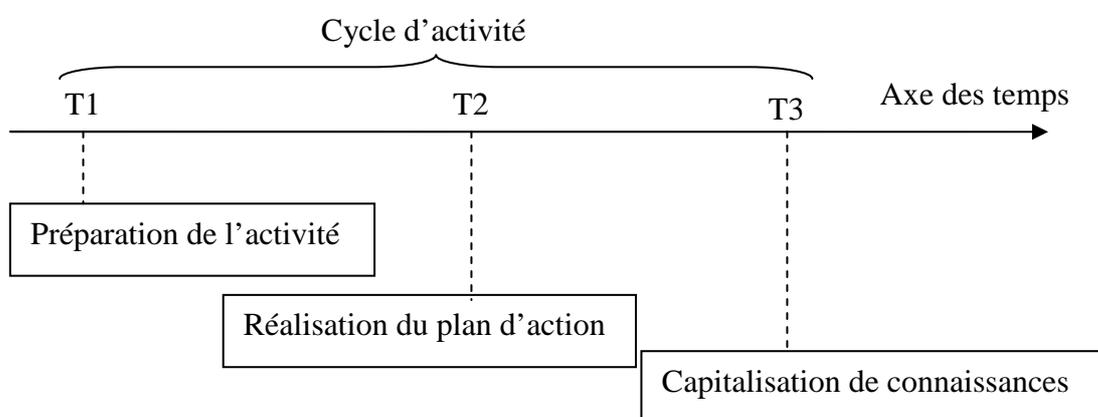


Figure 14 : Décomposition d'un cycle d'activité en phases

La grille reprend chaque phase en décrivant les éléments de l'environnement entourant l'usage de l'information au moment de l'observation (appelé contexte d'utilisation).

Préparation de l'activité			
Contexte général			
Heure		Lieu	
Stratégie envisagée			
Objectif poursuivi	Etapas envisagées	Durée prévue	Contraintes
Utilisateur			
Profil	Sexe		CSP
Contexte			
Environnement	Evénements		Ressources

Tableau 2 : Données de préparation de l'activité (T1)

Réalisation du plan d'action		
Contexte général		
Heure		Lieu
Contexte de l'activité		
Informations disponibles		Outils disponibles
Déroulement de l'activité		
Actions de l'utilisateur	Positions de l'utilisateur	Conditions d'utilisation
Action 1 :		
Action 2 :		
....		

Tableau 3 : Données de réalisation de l'activité (T2)

Capitalisation de connaissances	
Contexte général	
Heure	Lieu
Evaluation de l'activité	
Nouvelles connaissances	
Besoins/ attentes	
Expériences analogues	
Action suivante envisagée	

Tableau 4 : Données de capitalisation de connaissances (T3)

5.2 Analyse des données recueillies

Une fois les données recueillies, l'analyse consiste à en extraire les spécifications du système liées aux utilisateurs. Cette spécification nécessite le recours à des formalismes de représentation de l'activité. L'objectif de cette représentation est de faire émerger les éléments signifiants de l'activité de l'utilisateur dans son contexte d'utilisation. La recherche dans le domaine des interfaces homme-machine a donné naissance à de nombreux formalismes pour la modélisation des tâches (cf. II.4). Ces modèles permettent de construire des arbres logiques liant des actions physiques de l'utilisateur à un contexte représenté par des conditions et des

règles. Les modèles de tâches sont fréquemment utilisés pour spécifier des interfaces homme-machine. Les fonctionnalités à développer au sein d'un système d'information doivent assister le plan d'action d'un utilisateur en amont de ses tâches d'interaction avec les médias d'information. Le domaine du génie logiciel dispose lui aussi de formalismes de représentation tels que les réseaux de Pétri, les diagrammes d'objets, les machines à état.... Ces formalismes sont le plus souvent utilisés pour représenter le fonctionnement d'un système.

5.2.1 Méthodologie d'analyse

L'objectif de l'analyse de l'activité dans RAMSES est d'identifier des besoins en information dans différents contextes d'utilisation. Afin de réaliser cette identification, il s'agit de rendre compte de la dynamique de l'activité dans des contextes évolutifs et auprès d'une population présentant une large variabilité. L'action (assimilable à la tâche dans les formalismes cités plus haut) n'a de signification que lorsqu'elle est rattachée à son contexte d'occurrence et resituée dans le déroulement d'une stratégie générale de recherche d'information par l'utilisateur. L'analyse des données recueillies doit permettre de retranscrire cette dynamique dans une forme facilement partageable afin d'aboutir à la spécification d'un SII pouvant correspondre aux besoins de la population ciblée.

L'étape d'analyse des données se déroule en deux étapes. Dans un premier temps, les données sont retranscrites dans un récit stratégique de l'activité d'usage. Chaque étape de l'activité est fractionnée en séquences nommées « séquences action-objectif ». Chaque action de l'utilisateur motivée par un objectif de recherche d'information constitue une séquence unique. Chaque séquence est située dans l'espace (description de l'environnement d'usage) et le temps (chronologie de l'action dans la stratégie). Par ailleurs, chaque action d'interaction de l'utilisateur avec l'information est relayée par un média (Figure 7). Ce média est précisé pour chaque séquence afin de préciser les caractéristiques ayant pu influencer l'utilisabilité (ou l'inutilisabilité) de l'information.

Ainsi représentées, les données, devenues séquences action-objectif, sont soumises à un second traitement. En effet, pour la conception du SII, l'angle d'analyse de l'activité d'utilisation doit être centré sur l'information. L'analyse de l'activité doit donc être vue sous l'angle de la disponibilité, l'utilisabilité et l'adéquation de l'information au besoin et objectif de l'utilisateur. Ce second traitement permet d'étayer la stratégie relatée précédemment sous cet angle d'analyse.

5.2.2 Outils d'analyse

Afin de réaliser la première étape d'analyse des données, nous nous sommes appuyés sur l'hexamètre de Quintilien. L'hexamètre développe la description des circonstances : le fait, le lieu, les moyens, la manière et le temps. L'objectif est de tendre vers une complétude de l'information pour faciliter l'analyse ultérieure et l'identification éventuelle des causes d'un événement [Valentin, 2006]. L'hexamètre est fréquemment cité dans les démarches qualité, en particulier dans la méthode Six Sigma décrite par Pillet [Pillet, 2003], dans l'audit et le management des systèmes d'information proposé par Carlier [Carlier, 2006], dans les questions de résolution de problème traitées par Crépin et Robin [Crépin, 2001]. Dans tous les cas, l'objectif poursuivi est similaire : tendre vers une description précise et factuelle, avec un effort d'exhaustivité d'analyse des composantes intervenant dans le déroulement des événements, afin de conserver des éléments de compréhension de la situation.

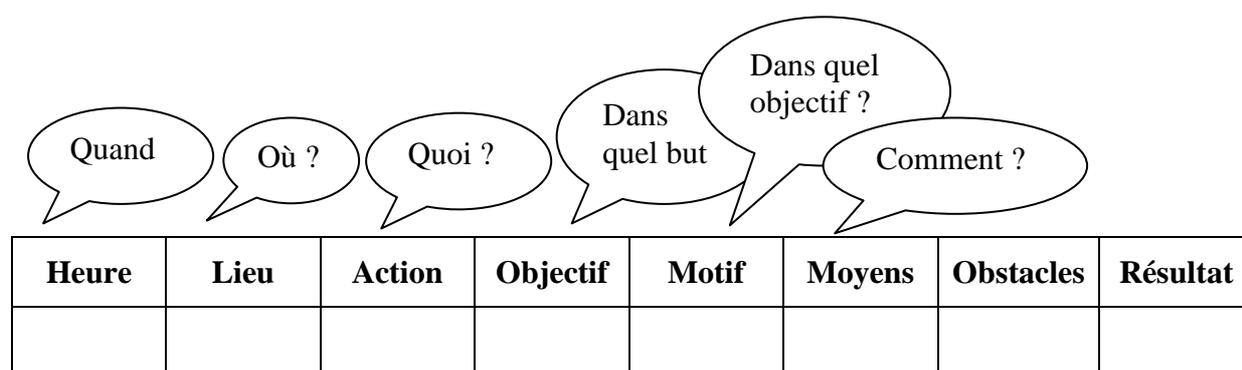


Tableau 5 : Décomposition chronologique de l'activité

Le premier niveau d'analyse consiste à retranscrire les données pour produire un récit chronologique et structuré de l'activité. Chaque activité observée est ainsi décomposée dans l'ordre chronologique de son déroulement en une succession d'actions significatives. Une action est significative lorsqu'elle modifie l'état de la connaissance, de l'expérience ou de la stratégie d'un utilisateur.

Après avoir situé chaque action dans l'espace et le temps (heure et le lieu de déroulement de l'action), celle-ci est décrite par l'observateur. Il s'agit ensuite de préciser dans quel but a été entreprise l'action par l'utilisateur.

Chaque action est ensuite analysée afin d'en extraire les motifs qui sont les motivations réelles de l'action. Les motifs peuvent provenir d'expériences passées, de représentations personnelles ou être propres à la personnalité de l'utilisateur. Wiener précise à ce sujet que ce sont « les représentation personnelles de la source et du destinataire d'un message qui font émerger la signification d'un message » [Wiener, 1958]. Ils permettront, dans les étapes suivantes, de mettre à jour les mécanismes par lesquels des entrées sont combinées à des connaissances préalables afin d'obtenir des stratégies élaborées [Kayser, 1997]. Ainsi ces analyses nous ont renseignés sur les motivations et les objectifs réels poursuivis à travers les actions entreprises.

La colonne « Moyens » indique les modalités mobilisées pour la réalisation de l'action. Une colonne « Incident » est définie de façon à répertorier tous les événements rencontrés ayant pu entraver la réalisation de l'action envisagée. Enfin, la colonne « Résultat » permet d'exprimer les conséquences de la séquence action-objectif : la poursuite de la stratégie mise en œuvre ou au contraire une refonte de celle-ci suite à l'occurrence d'un incident.

Cette décomposition permet de reconstituer les logiques suivies par l'utilisateur pour atteindre ses objectifs. De plus, les premières analyses menées afin d'identifier les motifs des actions permettent d'aller au-delà des éléments explicités et de travailler sur les motivations réelles d'une action souvent conditionnée par les possibilités du moment.

Le second niveau d'analyse reprend les séquences action-objectif analysées plus spécifiquement sous l'angle de l'usage de l'information. Il s'agit ici de mettre en exergue les éléments du contexte pouvant influencer l'utilité et l'utilisabilité de l'information. Nous retrouvons ainsi dans ce tableau deux des quatre entités décrites dans le modèle fondateur de la méthode : l'utilisateur à travers son profil et le media qui véhicule l'information. Ce tableau explicite ainsi deux des entités du schéma. Les colonnes suivantes décrivent les éléments d'interaction de l'utilisateur avec le contenu d'information à sa disposition. Le type de l'information relève d'une typologie propre au domaine d'application. L'état de l'information décrit l'accessibilité, l'utilité et l'actualité du contenu pour l'utilisateur. La colonne suivante précise si l'utilisateur a effectivement utilisé l'information à sa disposition pour sa stratégie.

Ce travail d'analyse de chaque action par des descripteurs relatifs à l'information permet de mettre en lumière les besoins des utilisateurs dans un contexte d'utilisation. Chaque

besoin donne lieu à une proposition d'information ou d'amélioration des conditions d'information de l'utilisateur. Ces propositions sont exprimées en termes de ressources identifiées lors de l'analyse du domaine d'exploitation.

Profil	Media	Type d'information	Etat de l'information	Usage	Besoin	Proposition

Tableau 6 : Analyse des séquences action-objectif sous l'angle de l'usage de l'information

Ce travail d'analyse est réalisé par l'ergonome. Son expertise de l'analyse de l'activité lui permettra non seulement de décrire les actions explicites de l'utilisateur mais de préciser leurs motivations sous-jacentes. La réalisation de cette étape de la méthode permet à l'ergonome de disposer d'un corpus de connaissances qualifiées. Ces connaissances décrivent l'activité d'utilisation de l'information et les situations critiques décrivant un besoin à satisfaire.

A l'issue de ces deux étapes d'analyse ergonomique, l'ergonome est capable d'émettre des propositions fonctionnelles orientées usage du SII. L'analyse de l'environnement d'exploitation lui permet d'actualiser ces recommandations au regard des possibilités et contraintes techniques de cet environnement.

5.3 Modélisation du système

Il s'agit dans cette étape de la démarche de construire un modèle à partir de l'ensemble des connaissances collectées précédemment. L'objectif de cette étape est de modéliser les connaissances acquises dans la phase expérimentale et de représenter leur signification dans un formalisme qui permette de les exprimer dans un langage structuré qui les rende opérationnelles pour l'implémentation d'un modèle logique.

Le passage d'une représentation des besoins à un modèle formel consiste à trouver un paradigme et des concepts associés permettant de représenter les entités qui font sens par rapport au problème et d'identifier les liens qui les relient. Cette étape est liée à un choix de formalisme qui est conditionné d'une part par la capacité des concepts à conserver l'intégrité des données constituées et d'autre part par le langage envisagé pour l'implémentation du système.

Dans cette démarche, nous avons recherché un formalisme et une notation propres au développement logiciel afin de disposer d'un langage de représentation des données qui soit à la fois maîtrisé par le concepteur informatique chargé de la réalisation et signifiant pour l'ergonome analyste des besoins. Ce formalisme doit permettre de (re)lier les besoins contextualisés de l'humain utilisateur aux données formalisées des ressources d'information tout en préservant la richesse inhérente à la rigueur méthodologique du recueil des données et de leur analyse,

5.3.1 Méthodologie de modélisation

Pour satisfaire l'ensemble des caractéristiques citées, nous avons choisi le paradigme des langages Orientés Objet (OO). Le paradigme objet a la capacité, à travers ses concepts, de représenter des données issues du monde réel et de les rendre implémentables. Les processus de modélisation objet préconisent de traduire les données issues du terrain selon une approche

ontologique de description des entités et des associations du monde réel. La modélisation orientée objet des données générées par l'analyse de l'activité doit servir à construire un modèle fonctionnel intégrant le point de vue de l'utilisateur. Ce modèle sera complété par les spécifications techniques analysées par le concepteur afin de construire le modèle descriptif de développement.

La modélisation se déroule selon deux axes : une modélisation statique et une modélisation dynamique.

La modélisation statique du domaine permet de décrire les environnements d'utilisation et d'exploitation du SII. La définition du schéma de flux (cf. figure 1) permet la construction d'un diagramme de classes représentant les éléments du problème. Chaque élément de l'environnement (lieu, media, opérateur,...) identifié précédemment est représenté sous forme de classe. L'analyse de l'activité permet de disposer des éléments descriptifs de ces entités. Ces éléments constituent les attributs et méthodes des classes. Ainsi, l'analyse ergonomique de l'étape précédente a permis de définir des profils d'utilisateurs. Ces profils représentent les instances d'une classe utilisateur. Chaque utilisateur est un objet instancié à partir de cette classe. De même, les medias et les ressources ont été décrits par l'ergonome dans les environnements d'utilisation et d'exploitation.

Les classes sont ensuite reliées entre elles par des associations décrivant leurs interactions dans le processus de production et de diffusion de l'information entre le système et l'utilisateur. La spécification du système à cette étape consiste à préciser les fonctions attendues du système après analyse des besoins des utilisateurs. A partir de ses observations d'un système existant ou des scénarisations de contextes, l'ergonome pourra donner l'orientation des fonctionnalités du SII pour produire une information répondant aux besoins de l'utilisateur et les conditions à remplir afin de garantir l'utilisabilité de cette information dans l'environnement d'utilisation.

Le deuxième axe de modélisation est une modélisation dynamique de l'activité. Ce modèle explicite les interactions de l'utilisateur avec les entités créées dans le modèle statique. Ces interactions sont représentées par la description de l'activité des utilisateurs observés. Chaque séquence action-objectif représente une sollicitation d'un objet. C'est donc un appel à une méthode de classe pouvant éventuellement entraîner son changement d'état.

La construction de ce modèle doit permettre de situer les attentes de l'utilisateur par rapport à un objet ou à une situation d'usage de l'information. Les classes ayant été décrites dans le modèle du domaine pourront alors être enrichies de caractéristiques correspondant aux besoins observés.

5.3.2 Outils de modélisation

Afin de décrire le modèle statique du domaine nous avons utilisé un diagramme de classes décrivant les entités définies et leurs relations. Le diagramme de base sera construit autour des quatre entités décrites dans le schéma générique de la Figure 7. La classe usager représentera l'abstraction d'objets « Utilisateurs ». Chaque objet sera défini d'après les critères de profils définis en III.5.1. Par ailleurs, l'étude des environnements d'utilisation et d'exploitation permet de définir les différents medias disponibles ou à mettre à disposition des utilisateurs. Ces medias seront catégorisés selon leur mode d'interaction en deux sous-classes : les medias interactifs et les medias non interactifs. Les premiers permettent au système de recueillir des informations auprès de l'utilisateur et de lui communiquer l'information. Le système d'information suivra alors un schéma d'information personnalisé (Figure 8). Le second type de medias permet au système de mettre à disposition l'information commune à tous les utilisateurs selon le schéma de l'information collective (Figure 9). Enfin, les recommandations de l'ergonome sont traduites par le concepteur en fonctionnalités du SII et en ressources nécessaires pour produire l'information répondant aux besoins identifiés.

Afin de décrire le modèle dynamique de l'activité nous construisons un diagramme de cas d'utilisation. Ce diagramme doit décrire exhaustivement les types d'interactions de l'utilisateur avec le SII. La construction de ce diagramme nécessite l'extraction d'objectifs retrouvés de façon récurrente chez tous les utilisateurs et à l'opposé des objectifs spécifiques et particuliers. Ce travail d'abstraction est réalisé à partir de la représentation de l'activité d'utilisation. Il s'agit, pour les objectifs redondants, de regrouper des blocs de séquences qui poursuivent le même objectif. En ce qui concerne les objectifs particuliers, il s'agira de relever et d'expliquer des utilisations particulières d'interaction avec le système. Ces dernières peuvent être dues au profil de l'utilisateur (dans le cas d'un utilisateur handicapé) ou à des conditions exceptionnelles d'utilisation (situation d'incident par exemple). La description de ces CdU doit donner un panorama complet des modes d'utilisation du SII par les utilisateurs. Enfin, afin de détailler certaines stratégies particulières des utilisateurs dans ces cas d'utilisation, il est possible, grâce à la décomposition en séquence action-objectif, de les traduire en diagrammes de séquence et d'activité. Le premier diagramme permet de décrire l'interaction de l'utilisateur avec les autres classes à travers des échanges de messages. Le second diagramme est plus proche de l'organigramme des actions.

L'activité de modélisation du système est réalisée par le concepteur. En effet, la modélisation et la rédaction des spécifications sont fortement liées à la technologie de développement et aux contraintes techniques d'intégration. Cependant, la méthode vise à intégrer au mieux les propositions ergonomiques dans le modèle du système. Le travail de représentation des données d'analyse de l'activité est réalisé dans ce but. Ainsi les données concernant les besoins sont qualifiées par des éléments se ramenant aux classes du modèle statique. La modélisation pourra être notée dans un formalisme adéquat pour l'implémentation.

5.4 Spécification

5.4.1 Approche de spécification

Fort de la modélisation précédente, il devient possible de définir la satisfaction d'un besoin d'utilisateur par un SII sous forme d'une fonction liant l'activité d'utilisation aux ressources de données du SII.

Un besoin d'information est identifié lorsqu'un utilisateur recherche dans son contexte d'usage une solution à un problème donné. Une fois identifié, chaque besoin donne lieu à la construction d'une solution. En d'autres termes : la satisfaction du besoin (S_B) est une projection d'une situation composée d'un événement E et d'un contexte d'utilisation C dans un espace de solutions exprimée en termes de ressources de données P_R :

$$S_B : (E,C) \rightarrow P_R$$

Dans cette représentation, un événement est un changement d'état de l'environnement ou de l'activité de l'utilisateur susceptible de déclencher une boucle d'information (Figure 7).

Le contexte d'utilisation représente l'environnement d'une séquence action-objectif. Il est constitué du profil de l'utilisateur, du media concerné par l'action et du lieu dans lequel se déroule la séquence. Rappelons que l'ensemble de ces éléments est décrit dans le modèle du domaine.

Le couple (événement, contexte) constitue une *situation d'usage* qui donne lieu à un besoin en information. Chaque situation d'usage est reliée à une recommandation de solution proposée par l'ergonome. Cette proposition est exprimée sous forme de ressources de données à mobiliser pour la construire.

La fonction de satisfaction de besoin S_B , ainsi définie, est surjective et non injective. En effet, une proposition de solution peut être associée à deux situations d'usage distinctes. La fonction S_B n'est donc pas injective.

$$\exists(E_1, C_1), \exists(E_2, C_2), (E_1, C_1) \neq (E_2, C_2) \Rightarrow S_B(E_1, C_1) = S_B(E_2, C_2)$$

Par ailleurs, une fonction est surjective lorsque tout élément de l'ensemble d'arrivée peut être associé à un élément de l'ensemble de définition. La fonction S_B est donc surjective, car à toute proposition P_R est associée au moins une situation d'usage.

$$\forall P_R, \exists(E, C), S_B(E, C) = P_R$$

5.4.2 Outil d'aide à la spécification

Grâce à la mise en forme de cette fonction et à la modélisation précédente il devient possible d'implémenter un outil d'aide à la spécification à l'usage du concepteur. En effet, la modélisation permet de disposer d'une vue du problème sous forme de classes et d'objets reliés. L'implémentation de ces classes suivant la fonction de satisfaction de besoin permet la génération d'un outil permettant de manipuler les connaissances concernant les besoins des utilisateurs.

Cet outil permet, à partir des éléments constitutifs d'une situation d'usage, de visualiser les besoins et les recommandations fonctionnelles qui leur sont associés par l'ergonome. Ces recommandations seront exprimées en termes d'entités du modèle du domaine, le concepteur pourra alors enrichir son architecture de base en fonction de nouveaux besoins non pris en compte dans la première phase.

À l'issue des étapes d'identification et de modélisation des besoins, et moyennant les spécifications techniques réalisées parallèlement, le concepteur dispose d'un modèle du système ou du prototype à concevoir. Afin de valider son adéquation avec les besoins des utilisateurs, nous engageons un dialogue entre le concepteur et l'ergonome sur la base de ce modèle. Il s'agit du flux de validation des spécifications.

5.5 Evaluation des spécifications

Les étapes de définition des besoins permettent de générer une représentation fonctionnelle du SII axée sur les besoins des utilisateurs. Parallèlement, le concepteur aura rédigé les spécifications techniques relatives à l'architecture du système. Il dispose donc à ce stade d'une vision complète des fonctionnalités attendues du système et des modalités de leur mise en œuvre.

Dans un processus itératif, ce moment correspond à la conception d'un prototype à valider auprès des utilisateurs. Il est effectivement possible à ce stade de concevoir une image du système. La validation de ce dispositif auprès des utilisateurs déclenche une nouvelle boucle de recueil et d'analyse des besoins afin de compléter les spécifications du prototype et d'en produire un second. Le processus se poursuivant jusqu'à satisfaire les objectifs du cahier des charges. Suivant l'application et les objectifs visés le nombre de boucles peut se multiplier et contraindre les délais du projet de conception.

Afin de pallier ce problème, des pistes ont été avancées dont la méthode RAD présentée en II.1.3. Cette méthode suppose un prototypage rapide de l'application et une fréquente mise à disposition des utilisateurs pour la validation. Cette démarche est plus ou moins réalisable suivant la complexité du SII, la performance de l'atelier de développement ou les contraintes du projet.

Nous proposons dans cette méthode de s'appuyer sur les compétences de l'ergonome afin de valider les spécifications avant le développement de chaque prototype. Cette démarche présente l'avantage de vérifier l'adéquation des fonctionnalités envisagée avec les besoins de

l'utilisateur et d'apporter les modifications nécessaires avant de lancer le développement d'un prototype et d'un plan d'expérience pour la validation. L'hypothèse avancée est qu'une meilleure concertation entre le concepteur et l'ergonome autour des spécifications permet d'anticiper les erreurs de conception concernant les utilisateurs. L'ergonome pourra prendre connaissance des solutions envisagées pour mettre en œuvre ses recommandations. Le concepteur, de son côté pourra vérifier l'adéquation de ces solutions avec les besoins. En effet, ces solutions représentent souvent un compromis entre les recommandations de l'ergonome et les contraintes techniques.

Cependant le même problème de mutualisation des connaissances souligné dans l'introduction risque de se poser ici. Les données des besoins sont, à ce stade de l'étude, traduites en termes de formalisme de développement et l'ergonome n'intervient plus dans le processus depuis l'étape de modélisation.

Une réponse à cette limitation repose sur le développement d'un outil d'aide à la spécification. Cette application informatique vise à reproduire les besoins d'utilisateurs confrontés à une situation d'utilisation (événement + contexte). Elle s'appuie sur un modèle formel pour exprimer des données relatives à l'activité tout en conservant ces éléments transparents pour l'utilisateur de l'application. Le concepteur et l'ergonome se rencontrant donc autour de cet outil ne manipuleraient que les connaissances qui leur sont communes et intelligibles. Ces connaissances sont les variables de la fonction de satisfaction des besoins : un événement, un contexte, une proposition et des ressources.

6 Synthèse

Dans ce chapitre nous avons exposé une méthode générique de spécification de SII. Cette méthode comprend l'identification des besoins et la validation des spécifications. Elle repose sur la définition d'un schéma générique de circulation de l'information autour d'un SII. Ce schéma permet de poser les entités intervenant dans le problème : l'utilisateur, le dispositif d'interface (media), le SII et les ressources de données.

Une fois répertoriées il s'agit de définir ces entités. A cet effet, nous avons mis en place une méthodologie composée de deux flux. Le premier flux est dit d'identification des besoins et comprend les étapes de recueil, d'analyse, de modélisation et de spécification. Le second flux de données concerne la validation de spécifications.

Cette méthode générique s'adapte à tout cycle de conception basé sur les modèles classiques. Cependant, nous avons montré l'intérêt du cycle en spirale pour la conception de systèmes à forte composante interactive. Nous préconisons donc son application dans les étapes d'analyse et de spécification de prototypes dans un cycle de ce type.

Dans la suite de ce mémoire nous allons présenter la mise en œuvre de la démarche sur un cas concret : la conception d'un système d'information voyageurs. Dans cette expérimentation nous avons réalisé sur le terrain les étapes de recueil, puis l'analyse et la modélisation des données recueillies. Afin de poursuivre le cycle, nous nous sommes appuyés sur l'approche par les cas d'utilisation du RUP. Cette modélisation a permis l'implémentation d'un outil d'aide à la spécification de système d'information voyageurs.

La mise à l'épreuve des méthodes et outils dans une application réelle permettra d'éprouver le périmètre de validité de l'hypothèse de transmission de connaissances entre les différentes phases d'analyse des besoins et de spécification fonctionnelle. La question de l'articulation des connaissances constitue le cœur de ce travail de recherche.

IV Application à la conception d'un Système d'Information Voyageurs Multimodal (SIVM)

Le terrain empirique de ces recherches est un projet de conception de système d'information multimodal destiné aux usagers des transports en commun [Valentin & al, 2007]. Soutenu par la PREDIM et baptisé *P@ss-ITS*, ce projet associe les laboratoires de recherche Heudiasyc et ODIC de l'UTC, l'Institut national de recherche sur les transports terrestres (INRETS) ainsi que les entreprises ALSTOM (division Transports) et TRANSDEV.

L'objectif du projet est de concevoir un système d'information multimodale d'agglomération afin d'expérimenter et d'évaluer les avantages pour les clients d'un réseau tramway de la diffusion en temps réel d'une information multimodale. Une application première du service généré par le système est l'assistance des usagers en situation perturbée. En effet, le système peut être interrogé sur un itinéraire et un mode alternatifs en cas de perturbation survenue sur un mode de transport (cf. Figure 15).

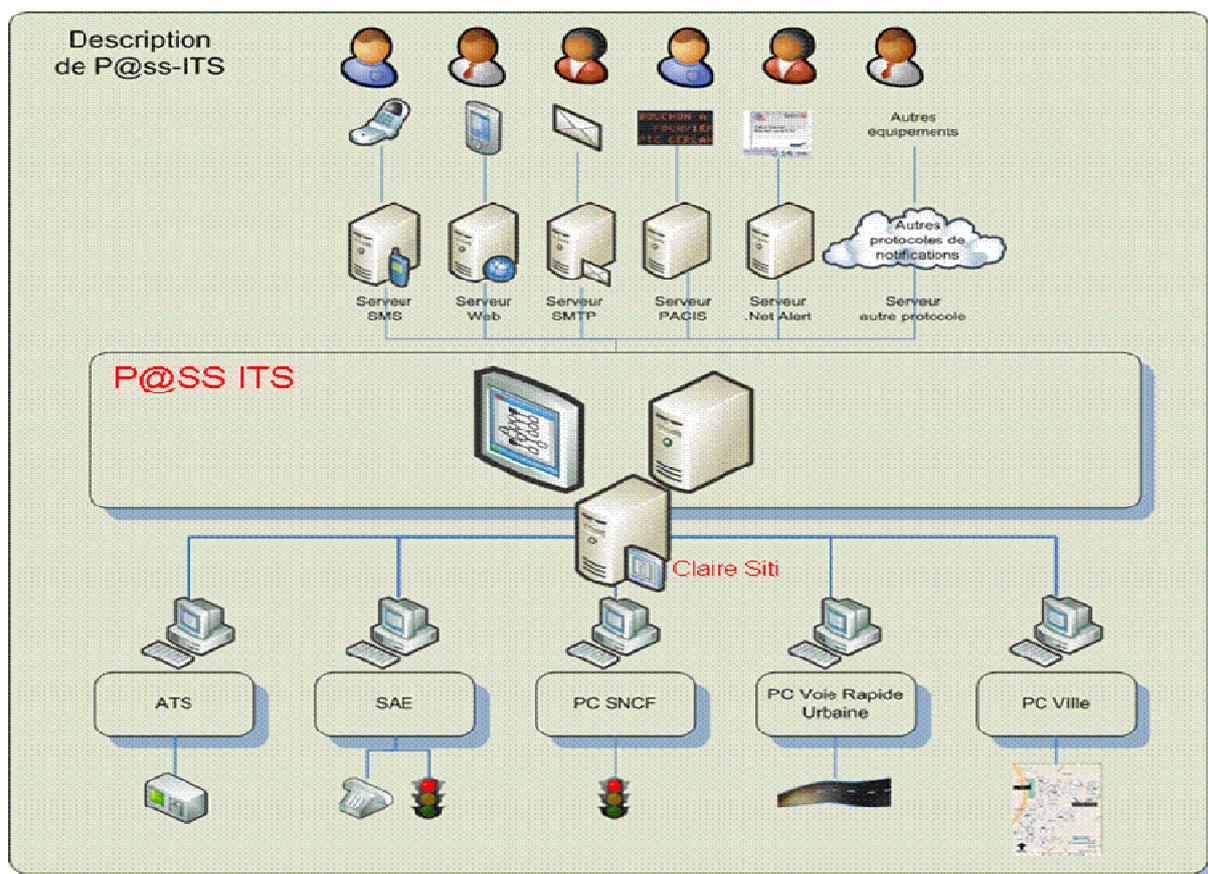


Figure 15 : Le système *P@ss-ITS*

Comme le montre le schéma de principe de la Figure 16, le système à concevoir centralise des données provenant de diverses sources :

- Les systèmes d'aide à l'exploitation (SAE) : ce sont des architectures informatiques situées aux centres d'exploitation des différents modes de transports et dont la fonction est d'assister les opérateurs pour la gestion des réseaux de transports ;
- Les postes de contrôle (PC ville) : ils fournissent principalement des informations en temps réel sur l'état du trafic dans l'agglomération ;
- Les medias interactifs : certains outils de diffusion peuvent, en plus de fournir de l'information à l'utilisateur, constituer un feed-back de celui-ci vers le système. Ce « dialogue » peut s'avérer utile pour une formulation personnalisée de l'information ;
- D'autres sources à déterminer et dont les données peuvent s'avérer porteuses d'une connaissance pertinente pour l'élaboration de l'information.

Toutes ces données sont centralisées puis sélectionnées et traitées par le système pour formuler, au final, le message temps réel pertinent qui permettra à l'utilisateur d'effectuer ou de poursuivre son déplacement y compris si celui-ci subit une perturbation.

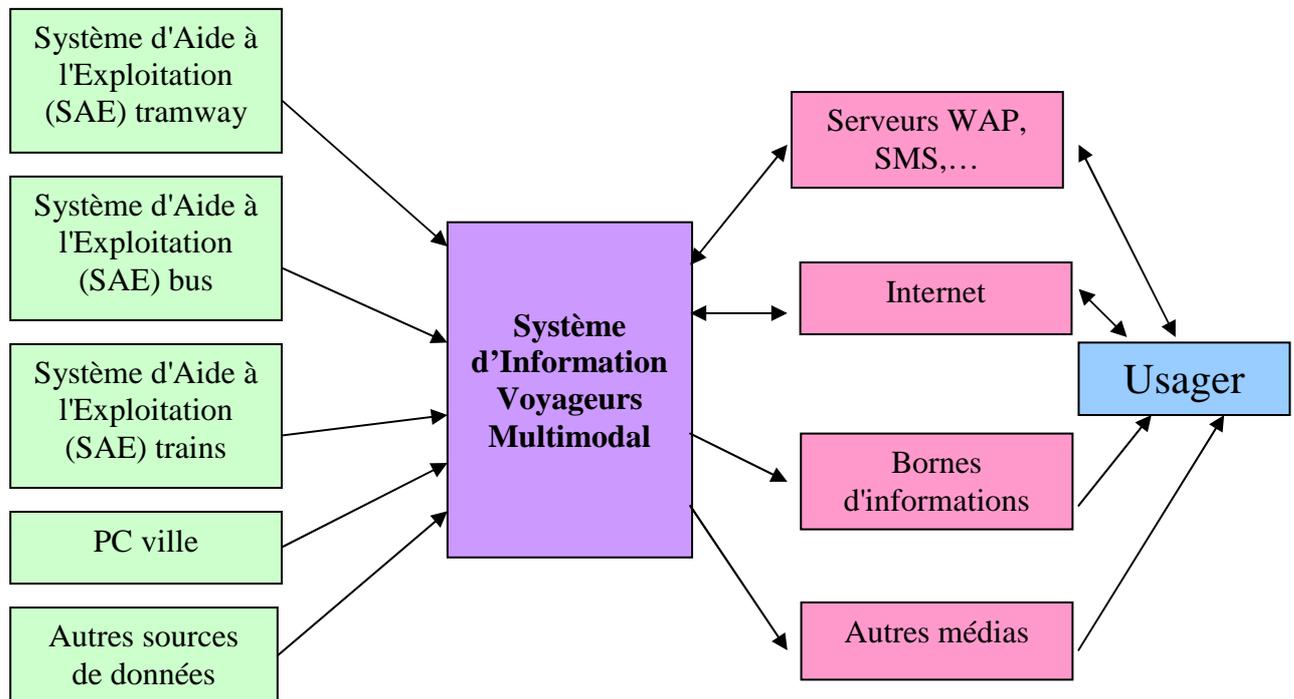


Figure 16 : Principe de fonctionnement d'un Système d'Information Voyageurs Multimodal

Le projet de recherche et développement a fédéré les compétences disciplinaires scientifiques de deux laboratoires de recherches de l'UTC :

- Le laboratoire Heuristique et diagnostic des systèmes complexes *Heudiasyc* ;
- Le laboratoire Outils d'aide à l'innovation et à la conception *ODIC*.
- Par ailleurs, le projet répondait aux besoins industriels de deux entreprises :
- *Alstom* à travers sa division *transports*, maître d'œuvre du projet ;
- *Transdev*, exploitant de réseaux de transports.

Ces différents partenaires ont interagi dans les diverses étapes de la réalisation du système. L'étude présentée ici visait à construire une méthodologie d'identification des besoins des usagers en matière d'information multimodale dans le but de guider la sélection des données en entrée du système. Le système P@ss-ITS peut avoir accès à des données diverses, hétérogènes et plus ou moins pertinentes. L'approche adoptée a été de formaliser la sélection de ces données en se basant sur une analyse de l'activité réelle des futurs utilisateurs de ce système.

1 Problématique de l'information multimodale dans les transports

La problématique de l'information relative à un réseau de transport en commun multimodal présente un intérêt pour divers acteurs du domaine des transports et de la recherche (cf. Figure 17).

Pour les industriels (transporteurs, exploitants, développeur de services...) ainsi que pour les agglomérations, elle représente un atout en matière de qualité de service qui peut

fortement améliorer l'attractivité des transports en commun [Perreau, 2002] et en augmenter ainsi la fréquentation [Uster, 2000] [Uster, 2001].

D'autre part, la communication des messages informatifs sur des interfaces diversifiées nécessite un soin particulier en termes de pertinence, de cohérence, d'accessibilité et d'ergonomie [Thevenin, 2000][Fesenmaier, 2003]. Cet aspect revêt un intérêt particulier pour les problématiques de conception et d'évaluation d'IHM [Valentin, 1993].

Par ailleurs l'élaboration d'un système d'information multimodale est une entreprise techniquement difficile. En effet, il s'agit d'agrèger des données souvent hétérogènes et issues de bases non standardisées [Petit-Rozé, 2004].

Enfin, le caractère pluridisciplinaire qui peut être donné au traitement de ces questions en fait un terrain fertile de recherche académique. En effet, les usages engendrés par une mobilité croissante, associée aux nouveaux et nombreux supports d'information disponibles représentent un large champ d'étude sociologique [Jemelin, 2000] [Frenay 1996].

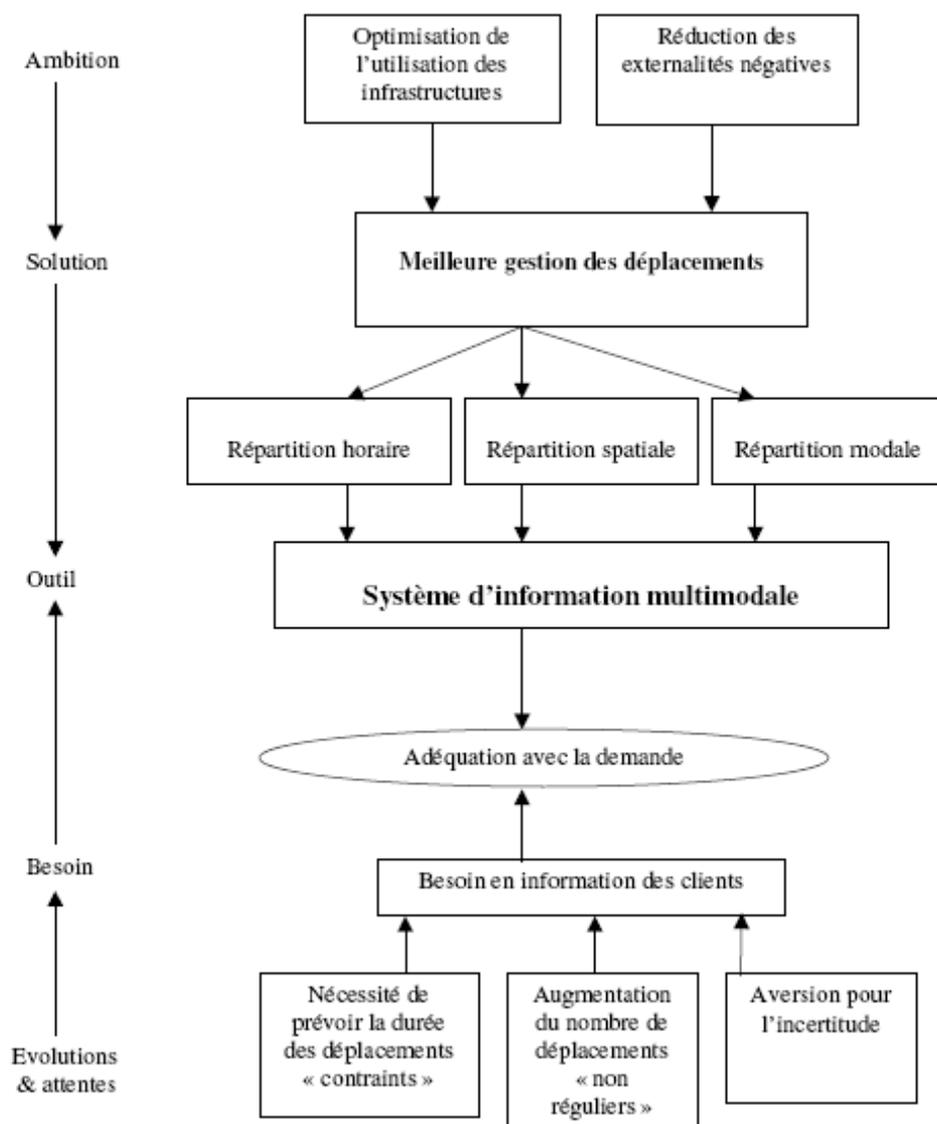


Figure 17 : Paramètres de l'information multimodale dans les transports [Perreau, 2002]

Notre objectif, au sein de ce projet de recherche, était de développer et de valider une démarche méthodologique innovante par l'étude croisée des besoins réels des utilisateurs et du champ des possibilités technologiques. Pour cela, nous avons pris le parti d'exploiter

l'intérêt porté par les différents acteurs en présence et tenté de modéliser les connaissances amenées par chaque point de vue au problème posé.

2 Application de RAMSES à la conception d'un SIVM

L'étude concerne la conception d'un SII capable d'assurer l'adéquation de l'information multimodale aux besoins des usagers dans les transports en commun. Dans ce secteur, les possibilités technologiques sont multiples et en constant essor. L'information est souvent conçue au préalable dans le but d'être véhiculée par des médias spécifiques. Les réels besoins des usagers sont alors présumés ou imaginés a priori. Dans ce contexte, l'utilisateur se retrouve en situation de devoir s'ajuster aux solutions qui lui sont proposées par le système [Brangier, 2003].

Nous proposons dans ce travail, d'une part, d'identifier des besoins réels des usagers, et d'autre part, de qualifier et de modéliser les données susceptibles d'être délivrées par un système d'information, afin de les mettre en correspondance. L'objectif de la démarche est de tendre vers la conception d'un système délivrant une information pertinente, accessible et utilisable pour le voyageur.

Notre démarche consiste à mettre en œuvre une méthodologie systématique afin de définir les besoins réels en information des usagers. D'un autre côté, nous nous proposons de qualifier les données disponibles pour produire l'information. L'analyse de ces éléments permet d'énoncer les recommandations orientées usage du SIVM. Afin de permettre la traduction de ces recommandations en spécifications du système nous proposons la modélisation de ces connaissances et leur notation dans un formalisme proche du langage d'implémentation. Fort de cette modélisation il devient possible de réaliser une application informatique visant à valider les spécifications du SIVM avant son implémentation.

Les chapitres suivants décrivent chacune des étapes de la méthode RAMSES appliquées au contexte du développement d'un SIVM.

Dans le chapitre suivant, nous détaillerons la méthodologie de recueil et d'analyse des besoins des utilisateurs. Cette méthodologie s'est déroulée selon les deux axes de connaissances indispensables à la phase d'analyse : la connaissance du domaine et la connaissance de l'activité des utilisateurs. L'identification de ces connaissances s'est déroulée selon une approche basée sur le recueil de données reflétant la réalité des pratiques. Ces données ont ensuite été analysées par des outils conçus spécifiquement.

Nous disposons, à l'issue de cette phase, d'un corpus de données reflétant l'activité réelle d'utilisation d'un système existant ainsi qu'une représentation d'un retour d'expérience de gestion réelle de l'information voyageurs dans un second système. Par ailleurs, ce travail de recueil et d'analyse a donné lieu aux recommandations fonctionnelles pour la conception du SIV *P@ss-ITS* [Valentin, 2003].

Le chapitre VII traite de la modélisation orientée objet des données recueillies. Cette modélisation fait écho à l'hypothèse présentée précédemment et qui soutient que les données sont d'autant mieux intégrées qu'elles sont exprimées dans une forme proche du langage de développement de l'architecture. Cette modélisation tend donc à objectiver les données du terrain par un effort d'abstraction. Les outils et résultats de l'analyse ergonomique ont été examinés et confrontés aux concepts fondamentaux de l'approche orientée objet. A l'issue de cette étape nous avons obtenu un modèle formel de représentation du domaine de l'information voyageurs et de l'activité des utilisateurs d'un SIV.

Le chapitre VIII décrit la transcription du modèle générique orienté objet à l'aide de la notation UML. Ce formalisme de haut niveau est normalisé et pratiqué fréquemment dans la communauté de la conception de SI. Nous avons étudié les concepts du méta modèle de la notation et leur capacité à favoriser le partage de connaissances entre spécialistes issus de

disciplines différentes. Enfin, l'ultime étape de cette étude a été l'implémentation d'une application nommée MASSIV (Module d'Aide à la Spécification de Système d'Information Voyageurs). Cette application vise à assister le travail du concepteur dans son activité de rédaction des spécifications fonctionnelles d'un système d'information voyageurs.

V Recueil des besoins

1 Démarche de recueil de données

La méthodologie qui a été suivie pour cette étude hérite de diverses techniques de recueil et d'analyse des besoins issues de l'ergonomie [Falzon, 2004] [Guérin, 1997] et du génie logiciel. Nous avons utilisé trois techniques pour le recueil de données relatives à l'usage réel de l'information par les voyageurs : l'étude documentaire, l'interview et l'observation. L'analyse des données recueillies a mobilisé des outils issus de l'ingénierie des connaissances et de l'ergonomie.

L'étude de l'usage de l'information voyageurs a porté sur deux aspects : l'un concernant l'usage de l'information, l'autre concernant sa production. Nous détaillons dans ce qui suit les axes de cette approche.

1.1 Données d'usage réel de l'information

Dans un premier temps, nous avons entrepris une large étude documentaire afin de nous familiariser avec le domaine des réseaux de transports en commun et de leur gestion. Nous nous sommes ensuite intéressés plus particulièrement aux sites d'expérimentation qui sont Orléans et Grenoble. Des données géographiques, sociologiques et techniques ont été recueillies et dépouillées afin de dresser un tableau contextuel précis des sites d'études. Cette analyse bibliographique a contribué à la mise en place de la méthodologie de suivi des usagers en situation d'usage. Le dépouillement de ces données a ainsi permis la définition de l'échantillon représentatif de la population à observer, des trajets à suivre ainsi que des scénarii d'usage à étudier.

Dans un second temps, nous avons contacté des usagers correspondant aux profils sélectionnés et avons sollicité leur participation à l'étude. Au cours de ces contacts, les premières données d'usages ont été collectées sur des fiches (Annexe 1). Ces données concernent essentiellement la fréquence et le type d'utilisation du réseau de transports par les individus interrogés. Ces éléments ont servi d'une part à une meilleure sélection des usagers et d'autre part à une optimisation du temps d'observation par le recueil préliminaire de données.

La suite de l'étude a consisté à observer l'utilisateur dans son contexte de déplacement afin d'obtenir des données correspondant au mieux à l'usage réel de l'information voyageur. Nous avons construit des scénarii de trajets et observé leur réalisation à travers le réseau de la SEMTAO⁸ d'Orléans. Le suivi de déplacement permet de confronter le voyageur à un contexte réel et d'accéder ainsi à des activités d'usage allant au delà des attitudes déclarées [Leplat, 1980] [Deutcher, 1974].

1.2 Données relatives à la gestion de l'information voyageurs

Dans tout projet de conception de système, il est nécessaire d'analyser et de modéliser finement le système existant, sa problématique, ses contraintes et caractéristiques avant d'envisager et de spécifier toute solution [Kolski, 2003]. Dans cette optique et parallèlement aux suivis des usagers nous avons analysé une expérience de gestion de l'information voyageurs observée au poste dédié de la société SEMITAG⁹ de Grenoble. Dans cette partie de l'étude trois techniques de recueil ont été mises en œuvre : l'analyse documentaire, l'observation et l'interview.

Une grande partie de l'étude a consisté à dépouiller des documents techniques et administratifs exprimant le déroulement du processus de fabrication de l'information

⁸ Société d'Exploitation des Transports de l'Agglomération Orléanaise

⁹ Société d'Economie Mixte de Transports de l'Agglomération Grenobloise

voyageurs. Une seconde phase a consisté à observer le travail de production de l'information voyageurs dans des contextes nominaux et perturbés.

Les interactions entre les systèmes d'exploitation du réseau et les systèmes d'information voyageurs ont été étudiées et modélisées. Des cas d'études ont notamment été relevés et analysés. Enfin, nous avons mené des interviews d'experts (agents d'exploitation, opératrice d'information ou responsable de services) afin d'explicitier les contraintes et possibilités opérationnelles de traitement et de production de l'information voyageurs.

1.3 Outils de recueil

Chacune des techniques mises en œuvre dans la méthodologie d'identification des besoins présentée ici est supportée par des outils conçus spécifiquement : grilles, tableaux, fiches, ...

Ces outils ont été conçus en prenant en compte la rigueur méthodologique inhérente à une étude ergonomique de l'activité. Ainsi, chacun de ces outils a lui-même subi un processus de conception collaborative mutualisant les connaissances en ergonomie, en représentation des connaissances et l'expertise métier des différents acteurs du projet *P@ss-ITS*. Ils ont ainsi été validés par différents intervenants du projet de développement. Par ailleurs, ces outils ont été expérimentés et améliorés durant une phase de test précédant la mise en œuvre du recueil de données.

Dans la suite de ce chapitre, nous présenterons plus en détail le déroulement du recueil ainsi que les outils d'analyse des données recueillies.

2 Sites d'expérimentation

Le choix des sites a été effectué en concertation avec les partenaires du projet *P@ss-ITS*. Les deux villes retenues sont Orléans et Grenoble. En plus de leurs différences de taille, d'infrastructure et de population, les deux sites se distinguent dans leur gestion de la multimodalité bus-tram.

Le réseau d'Orléans est structuré autour d'une ligne de tramway unique et un grand nombre de lignes de bus. En revanche, le réseau grenoblois s'appuie sur deux importantes lignes de tramway existantes et une troisième ligne en construction au moment de l'étude. L'avantage escompté de cette diversité est d'obtenir des informations permettant une étude des usages ouverte et généralisable.

Dans un premier temps, nous nous sommes employés à connaître le plus précisément possible le contexte sociodémographique des sites sur lesquels sont implantés les réseaux dont nous étudions l'usage. Nous avons procédé à une observation au sens large par l'analyse de documents traitant des données démographiques et économiques de chaque ville, ainsi que des données relatives au réseau de transports. Cette première analyse nous permet de constituer une classification de la population locale utilisant les transports en commun du site. Cette étude a, par ailleurs, guidé le choix des lieux stratégiques pour le recueil de données.

2.1 Présentation du site d'Orléans

Une pré-enquête a été réalisée en juillet 2003 sur le réseau d'Orléans. Cette étape, préliminaire au suivi réel d'usagers, a consisté à consulter des documents relatifs à l'entreprise d'exploitation du réseau de transports en commun de la ville. Le but de cette démarche était de prendre connaissance des structures d'exploitation et de recueillir les premiers éléments du contexte de l'étude.

L'agglomération orléanaise est située à 130 Km de Paris, elle se compose de 22 communes réparties sur une superficie de 330 Km². Au moment de l'étude, cette

agglomération de taille moyenne comptait 270 000 habitants dont 130 000 actifs et 16 900 étudiants. 56,5 % de la population était âgée de moins de 39 ans.



Figure 18 : Plan du réseau SEMTAO d'Orléans en 2003

L'ensemble du réseau de transports en commun de l'agglomération orléanaise est exploité par la SEMTAO. Il comprend une ligne de tramway de 22 rames et un réseau de 205 bus circulant sur 33 lignes (cf. Figure 18). La ligne de tramway a été mise en service en 2000. Longue de 36 Km, les rames y circulent entre 4h et 1h chaque jour et représente 50% des 45000 voyages effectués chaque jour sur le réseau SEMTAO.

La couverture du réseau de bus est très importante, alors que la ligne de tram traverse la ville sur un seul axe. Les 2 réseaux, bus et tram sont ainsi organisés en complémentarité. Au moment de l'étude, les horaires et fréquences des transports variaient selon les périodes (ex : vacances), les jours (ex : week-end) et les heures (ex : milieu de journée). Les fréquences de bus pouvaient ainsi varier entre 15 min et 1 heure.

2.2 Présentation du site de Grenoble

La pré-enquête sur le site de Grenoble a été menée au mois de septembre 2003. L'agglomération grenobloise comptait alors 400 000 habitants répartis sur 23 communes pour 212 km². Le réseau de transports en commun y est exploité depuis 1975 par la SEMITAG.

Le réseau était constitué de 2 lignes de tramway à plancher bas ainsi que de 30 lignes d'autobus dont 4 lignes de soirée. Au moment de l'étude, la ville de Grenoble était en pleine mutation grâce au développement de son réseau avec la mise en service de la 3^e ligne de tram (prévue pour 2006). Les travaux en cours créaient une situation particulièrement perturbée qui nécessitait une adaptation de l'information aux voyageurs et que nous avons pu observer.

Avec 274 000 usagers transportés par jour, et une offre qui a progressé de plus de 41% en 5 ans, Grenoble représente un grand centre de développement des transports en commun en France. De plus, le réseau grenoblois bénéficie de la mise en place d'un Système

d'Information Voyageurs (SIV) affichant des objectifs de performance et ouvert à la multimodalité.

2.3 Visites préparatoires

Dans un second temps, nous avons procédé à des observations de pré terrain de type observation de faits (cf. §.2.2). Ce travail d'enquête a consisté à visiter les structures de gestion des réseaux de transport et à se déplacer à l'intérieur de ceux-ci. Nous nous sommes ainsi familiarisés avec la structure hiérarchique, organisationnelle et commerciale que constitue une entreprise d'exploitation de transports en commun.

Nous avons mené divers entretiens et observations auprès des agents des réseaux en nous intéressant à leurs activités techniques. Nous nous sommes particulièrement attachés à recueillir les connaissances des personnes occupant des fonctions en contact direct avec les usagers : conducteurs, contrôleurs, guichetier,... Nous avons capitalisé leurs retours d'observations et tenté d'explicitier leur savoir-faire et leurs difficultés en matière d'information des voyageurs.

3 Recueil des données d'usage

3.1 Echantillonnage de la population à suivre

L'étude des données sociodémographiques a permis de construire un échantillon représentatif de la variabilité de la population du site. Le nombre d'usagers suivis a été fixé en concertation avec les partenaires du projet *P@ss-ITS*. En tenant compte des contraintes du projet industriel, nous avons mis en place un panel d'utilisateurs respectant les principes ergonomiques de représentativité [Brangier, 2003] [Valentin, 1993].

Les suivis ont concerné 36 personnes réparties en 6 profils : étudiants, seniors, personnes à mobilité réduite et contrainte, actifs, groupes et personnes étrangères à la ville. Chaque profil a été caractérisé et associé à des parcours d'observation.

3.1.1 Les étudiants (ETU)

Orléans est un important pôle universitaire (16 900 étudiants). Cette population très mobile réside dans divers lieux de l'agglomération et converge dans ses déplacements vers le pôle universitaire et le centre ville. De plus, les étudiants représentent une clientèle importante du réseau SEMTAO : 29,94% des clients du tram en 2002 bénéficiaient des offres tarifaires ciblées sur les étudiants.

3.1.2 Les actifs (A)

Orléans est une ville économiquement dynamique, plus particulièrement au centre-ville. De nombreux salariés utilisent les transports en commun pour rejoindre leur lieu de travail. De plus, en choisissant cette catégorie de population, nous projetions de rencontrer à l'intérieur de ce profil une large variété d'individus et d'usages, selon le principe de croisement de profil que nous verrons plus loin.

3.1.3 Les personnes âgées (S)

En 2030 les personnes âgées de plus de 60 ans représenteront 30% de la population française. Elles sont aujourd'hui une composante essentielle de la dynamique urbaine. A Orléans, cette population est fortement abonnée au réseau de transports en commun et utilise particulièrement les bus.

3.1.4 Les personnes à mobilité réduite ou contrainte (PMR/C)

Le tramway d'Orléans a été conçu en étroite concertation avec les associations locales d'handicapés. Il apparaît que le réseau est fortement sensibilisé aux problèmes d'accessibilité, de cohésion et de pertinence de l'information voyageurs mis en lumière par cette catégorie de population.

Les besoins exprimés par cette catégorie de la population sont souvent un reflet appuyé de difficultés auxquelles sont confrontées les personnes valides. Les difficultés d'accessibilité d'une personne en fauteuil sont souvent similaires à celles ressenties par une personne munie d'une poussette. De même, certains problèmes d'accessibilité de l'information aux malvoyants touchent de façon analogue les personnes âgées.

3.1.5 Les extérieurs occasionnels (EXT)

Nous désignons ainsi les touristes ou les personnes en séjour temporaire sur le site. Ce profil nous permettra d'accéder à des expressions de besoins correspondant à un niveau très faible de connaissance du réseau orléanais et parfois des transports en commun [Certu, 2002]. Les trajets réalisés avec cette catégorie de personnes sont exclusivement scénarisés.

Des observations particulièrement fines et complètes ont pu être obtenues grâce à la disponibilité des extérieurs pour les observations. En effet, ces personnes étaient accompagnées dans leurs trajets de Compiègne jusqu'à Orléans, ville qu'ils visitaient pour la première fois. Ces personnes étaient suivies pour de longs trajets particulièrement complexes étant donné le temps disponibles.

3.1.6 Les petits groupes (G)

Nous désignons par « petits groupes » un nombre réduit d'individus (3 à 5 personnes) effectuant un déplacement commun (familles, passagers d'automobile,...). Ils représentent, entre autres, un mode de déplacement particulier où les solutions sont souvent débattues par les membres du groupe. Ils apportent une source de données sur les différents choix modaux, leurs motivations et sur l'information nécessaire à leurs réalisations.

3.1.7 Croisement des profils

Comme le montre le Tableau 1, l'appartenance à l'une des six catégories n'est pas exclusive. Par exemple, un usager recruté dans la catégorie des étudiants peut aussi être à mobilité réduite ou encore étranger à l'agglomération. Une telle typologie offre naturellement une richesse de croisements possibles entre profils. En effet le fait de prendre un seul critère de départ nous permet de trouver dans chaque catégorie des caractéristiques des autres catégories. Cette possibilité de croisement de profils constitue une approche supplémentaire d'exploitation des données recueillies.

Nous donnons comme exemple de nos profils croisés : une jeune femme étudiante (ETU) se déplaçant en fauteuil roulant (PMRC) connaissant peu le réseau ou encore un homme actif (A) de 50 ans, extérieur à l'agglomération (EXT).

3.1.8 Connaissance a priori du réseau

En hypothèse initiale, nous avons supposé que la connaissance a priori du réseau pouvait avoir un impact sur les choix effectués et sur les besoins informationnels. L'échantillon de départ a donc intégré cette dimension à travers 3 niveaux : peu de connaissance du réseau, une connaissance moyenne, une très bonne connaissance.

Toutefois, cette hypothèse a été fortement amendée par les observations. En effet, nous avons observé que la connaissance du réseau pouvait fortement varier en fonction des situations : une personne peut connaître parfaitement certaines lignes ou un secteur du réseau

et se trouver en difficulté en cas de perturbation l'obligeant à sortir des trajets habituels. Suite à ces conclusions, nous avons mis en place une échelle variable de connaissance en fonction de la ligne de transport empruntée et non plus de l'ensemble du réseau.

Date	Réf. usager	Sexe		Caractéristiques du profil de l'utilisateur						Connaissance préalable du réseau		
		H	F	Etudiant	Actif	PMRC	Senior	Extérieur	Groupe	Nulle	Faible	Bonne
01.06.04	A4	X			X							X
01.06.04	A5		X		X							X
01.06.04	EXT5		X					X			X	
18.06.04	MV	X			X	Malvoyant						X
18.06.04	F1		X	X		Fauteuil					X	
24.06.04	S1		X				X					X
24.06.04	EXT1		X	X				X		X		
29.06.04	S3		X				X					X
29.06.04	S4		X				X					X
25.09.04	G2	X					X	X	X		X	
25.09.04	G2		X				X	X	X		X	
25.09.04	G1	X			X			X	X			X
25.09.04	G1		X		X			X	X		X	
25.09.04	G1		X				X	X	X		X	
25.09.04	G1	X		Scolaire				X	X		X	
29.10.04	PMR1		X			PMR					X	
29.10.04	PMR2		X			PMR	X				X	
10.09.04	EXT3		X		X			X		X		
10.09.04	G3		X	X					X			X
10.09.04	G3		X	X					X			X
10.09.04	G3		X	X					X			X
24.09.04	A2	X			X					X		
24.09.04	A3	X			X						X	
24.09.04	F2		X	X		Fauteuil				X		
15.10.04	G4	X		X					X		X	
15.10.04	G4		X	X					X			X
15.10.04	G4		X	X					X			X
21.10.04	G5	X		X					X			X
21.10.04	G5	X		X					X			X
21.10.04	G5	X		X					X			X
21.10.04	G6	X		X					X			X
21.10.04	G6	X		X					X			X
18.06.04	ETU1	X		X						X		
01.06.04	A1	X										X
24.06.04	S2	X					X					X
12.07.04	EXT2	X			X			X		X		
25.08.04	EXT4	X			X			X		X		
01.06.04	S5	X					X					X
TOTAL	38	19	19	16	10	5	9	11	6	7	11	20

Tableau 7 : Répartition des suivis par types de profil d'utilisateur

Le panel ainsi constitué n'est pas universel mais, au contraire, fortement contextualisé. Selon notre approche, pour que les résultats obtenus soient généralisables, les catégories constituées doivent être spécifiques au site. La spécificité contient les paramètres de contexte qui permettent de relativiser les résultats de l'étude. Ainsi, les usages identifiés sont toujours rattachés à leur contexte d'occurrence.

3.2 Repérage des lieux d'observation

Au cours des visites préparatoires du plan d'expérience, des visites de repérages ont été effectuées. Ces visites nous ont permis de repérer des lieux clés du réseau en matière d'intermodalité et d'information voyageurs. Ces lieux ont été prioritairement concernés par les scénarii de trajets proposés aux usagers.

3.2.1 Gares multimodales d'Orléans

Orléans est desservie par deux gares multimodales : la Gare d'Orléans et la Gare des Aubraies. Elles représentent un important nœud du réseau de transports. En effet, elles constituent un lieu de correspondance avec une triple possibilité modale via le train, le tram ou le bus.

Nous nous sommes particulièrement intéressés à la Gare d'Orléans car elle ne possède pas d'unité de lieu. En effet, les quais de bus sont variablement situés dans l'enceinte de la gare ou à l'extérieur sous l'unique dénomination « Station Gare d'Orléans ».

Cette configuration apporte des éléments particulièrement significatifs (cf. Figure 19) des besoins d'information en correspondance : repérage des quais, difficulté d'orientation...



Figure 19 : Exemple de carte d'orientation dans la gare d'Orléans

De plus, Au cours des recueils, des travaux d'aménagement de la gare étaient réalisés entraînant une adaptation des moyens d'information aux voyageurs (cf. Figure 20).

Enfin, ce lieu attire chaque jour un flux important de personnes car il communique directement avec un centre commercial. Cette proximité en fait un vecteur d'attraction vers l'utilisation des transports en commun.

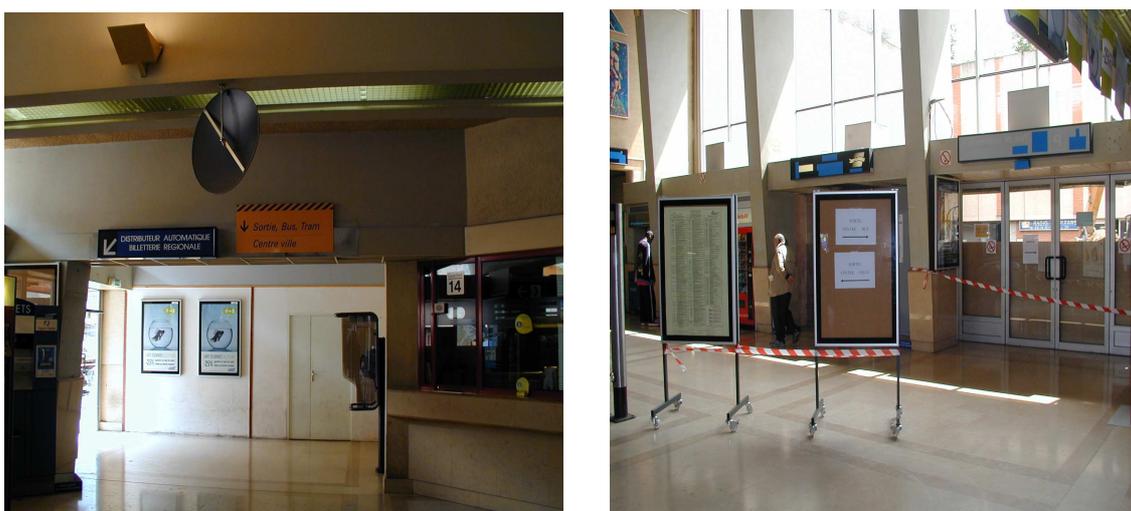


Figure 20 : Dispositif d'information à la Gare SNCF d'Orléans lors de travaux de rénovation

3.2.2 Stations

Nous nous sommes intéressés à un ensemble de pôles d'échange intermodaux du centre-ville et des communes de l'agglomération orléanaise. Chacun de ces lieux a été intégré dans les trajets en raison de ses particularités. Ainsi :

- La station de correspondance tram-bus « De Gaule » en raison de son emplacement en plein centre ville ;
- La station « St Jean de Braye » a été retenue car c'est une importante correspondance de plusieurs petites lignes de bus et services spéciaux de desserte de communes isolées ;
- La station de tramway « Royale Châtelet » car elle possède la particularité de permettre une descente directe sur la voie de circulation automobile ;
- La station « Candolle » de correspondance de bus car quatre importantes lignes de bus s'y croisent ;
- Enfin, les stations de l'université d'Orléans : Université-Château, Université-Parc Floral et Université-L'indien. En effet, Nous postulons que ces dénominations alliées à un contexte de correspondance pourraient complexifier le déroulement d'un trajet en induisant des ambiguïtés sémantiques.

3.2.3 Parcs relais

Les parcs relais (P+R) sont un dispositif intermodal permettant à un usager de quitter sa voiture en périphérie du centre ville pour prendre les transports en commun. Ce dispositif comprend un parking jouxtant une station de tramway, le tout assujéti à une tarification spéciale. Le but d'un tel dispositif est de désengorger le centre ville et de lutter contre la pollution atmosphérique en favorisant l'usage des transports en commun.

Nous nous sommes intéressés à l'usage de ces lieux et à l'information particulière qui leur est associée. En effet, cette extension de la multimodalité vers la voiture suppose la mobilisation de medias correspondants (autoradio par exemple) et une adaptation de l'information.

3.3 Conception des parcours de suivis

Afin de réaliser les suivis, des parcours de suivis ont été conçus. Nous nous sommes attachés à couvrir un large périmètre de l'agglomération (cf. Figure 21) en projetant des suivis en étoile depuis et vers le centre ville. Les trajets couvrent aussi bien des lieux à forte densité de voyageurs (centre ville) que les agglomérations alentours bénéficiant d'une infrastructure de transport et d'information spécifique et souvent plus réduite.

Les trajets suivis ont été construits pour répondre aux critères suivants :

- L'utilisation des différents modes possibles : train, tram, bus, voiture ;
- L'utilisation de lignes de bus ayant des fréquences de passage différentes ;
- Différentes périodes de la journée et de la semaine, en particulier pour intégrer les variations des fréquences de passage ;
- Pendant et hors vacances scolaires pour intégrer les changements d'horaires ;
- Avec ou sans contrainte de temps pour identifier l'impact sur les choix des usagers ;

- Une couverture de différents axes du réseau, pour garantir un certain degré de généralisation ;
- Des points de passage sur diverses formes d'inter modalité du site d'Orléans pour intégrer les différents moyens de transport et les variations de repérage géographique ;
- Des nœuds importants de correspondance décrits plus haut afin de placer l'utilisateur devant un choix de solutions et une difficulté de repérage ;
- Des correspondances en centre ou en périphérie de la ville pour faire varier, les possibilités de repérage urbain (plan, signalisation...) ;
- Des Parcs Relais pour tester les spécificités de ce type d'inter modalité (tarifs, horaires, localisation...).

Ainsi nous avons conçu des trajets dont voici quelques exemples :

- A midi en semaine au départ de l'université : vous devez porter un document à la salle des fêtes de Saint Pryvé avant 14h. En cours de route, l'observateur annonce qu'un « incident tram oblige » à descendre à la station Victor Hugo. L'utilisateur doit définir une alternative et la réaliser.
- En semaine, en milieu d'après midi à proximité d'Emile Zola : vous devez être Place De Gaulle vers 17h30. En cours de route, l'observateur annonce qu'un « accident oblige » à descendre à proximité de la station Pont Saint Vincent...
- Un samedi après-midi : vous laissez votre voiture au parc relais pour aller faire des achats à proximité de la cathédrale...

Par ailleurs, notons que le réseau SEMTAO a vu sa structure se modifier en septembre 2004 (refonte des tracés des lignes de bus). Les suivis s'étant déroulés entre juin et octobre de la même année, ils ont donc été menés sur deux réseaux différents. Cette mutation a notamment permis de dégager des éléments concernant l'information des usagers dans ce type de conjoncture. La Figure 21 donne une vision du périmètre couvert par les trajets suivis sur le réseau d'Orléans.



Figure 21 : Couverture du réseau d'Orléans par les suivis d'utilisateur (en rouge)

Afin de mettre en évidence les stratégies des usagers et leur utilisation de l'information voyageurs, nous avons procédé aux suivis de leurs trajets. L'objectif est de recueillir les éléments qui permettront de qualifier les besoins en information des usagers dans les différentes étapes de leurs déplacements.

Ces suivis se sont déroulés selon deux modes : des observations de trajets réels et des observations de trajets scénarisés.

3.3.1 Trajets réels

Dans ce cas, l'observation concerne un itinéraire origine-destination prévu au préalable par l'utilisateur lui-même. Ce mode nous a permis de saisir les stratégies et les usages mis en place naturellement par l'utilisateur lors de déplacements habituels.

Toutefois, au cours des entretiens de sélection, nous nous sommes surtout orientés vers des suivis comportant un niveau de complexité suffisant (au moins une correspondance) ou ayant une particularité (exemple : un usager avec une faible maîtrise de la langue française). En effet, le volume réduit de l'échantillon nécessitait une attention particulière en ce qui concerne la densité et la qualité des données recueillies à chaque cycle de suivi.

Au cours des suivis réels peu de perturbations dites graves ont été rencontrées (pannes, interruptions de trafic, grèves...). Afin de mettre à jour des stratégies d'usages pouvant être spécifiques à ces situations, des scénarii de simulation ont été conçus.

3.3.2 Trajets scénarisés

Afin de mettre à jour des stratégies d'usages pouvant être spécifiques à certaines situations, nous avons conçu des scénarios de simulation de trajet. Dans ce cas, une consigne est donnée à l'utilisateur en début de trajet. Cette consigne est constituée d'une destination à atteindre assortie ou non d'une contrainte de temps à respecter. Dans certains scénarios, l'utilisateur doit gérer une perturbation : panne de tram, panne de bus, panne de train, ...

Il nous faut distinguer, dans ce contexte, la notion de perturbation provoquée, qui fait partie des données initiales d'un scénario, de la notion d'événement ou d'incident, qui peut survenir à tout instant dans n'importe quel trajet. Un incident peut donc être, bien entendu, une panne du réseau, mais aussi tout événement perturbant l'accès à l'information nécessaire à la bonne poursuite du trajet (défaut de mise à jour de l'information, inaccessibilité, etc.).

Les scénarios ont été conçus selon plusieurs critères :

- Les caractéristiques de l'utilisateur : sa connaissance du réseau, ses habitudes de déplacement,...
- Le parcours à réaliser : les scénarios proposés aux utilisateurs comportent au moins une correspondance. Les trajets sont conçus de façon à ce que cette correspondance se déroule dans un des lieux clés décrits en 3.2. Toutefois, l'utilisateur a toujours la liberté de choisir le mode et l'itinéraire qui lui conviennent.
- Les perturbations simulées : elles concernent essentiellement des événements contraignants tels que les pannes du mode prévu ou déjà emprunté, de fortes contraintes sur le temps imparti pour atteindre la destination ou l'addition des deux.

Nous nous sommes attachés à garder des éléments communs entre les scénarios afin de multiplier les points de comparaison.

Le tableau de l'annexe 2 détaille ces scénarii en donnant en plus de leur nom, l'origine et destination du trajet proposé à l'utilisateur, la perturbation invoquée, la durée du trajet, les

critères de choix du parcours ainsi que les modalités de transports ayant servi à son déroulement.

Le protocole initial prévoyait une égale répartition en nombre de suivis entre les trajets réels et scénarisés. Or, après quelques essais, les données recueillies en scénarii se sont avérées largement plus riches et exploitables que celles obtenues en suivis réels. Une nouvelle répartition privilégiant les scénarii a donc été décidée. Nous avons réalisé 31 suivis scénarisés pour 8 suivis de trajets réels, soit 80% de suivis scénarisés pour 20% de suivis réels.

3.4 Outil de recueil de données d'usage de l'information

L'étude se place dans une approche par l'analyse de l'activité réelle de déplacement. Dans un premier temps, un questionnaire dresse un profil personnalisé de l'utilisateur selon des caractéristiques objectives. L'analyse de l'activité de déplacement s'effectue ensuite au cours du suivi et d'observations en situation.

Le but de ces observations est d'être témoin d'actes particuliers exécutés à l'occasion d'une interaction dans un contexte spécifique d'usage. L'utilisateur n'engagera sa réponse qu'une fois l'objet réel devant lui et utilisé dans une réelle situation d'usage, chose que seule l'observation directe permet de recueillir [Drouin, 2001].

La méthodologie de recueil des données d'usage de l'information repose sur une approche ergonomique. Le déplacement est considéré comme une activité sociale planifiée et outillée. Le trajet de l'utilisateur est observé par un suivi en situation. Nous nous sommes attachés à considérer le trajet dans son cycle complet comprenant les étapes de planification, de réalisation et de capitalisation de connaissances [Patesson, 1999] [Lecomte, 2000]

L'étape de planification comprend les stratégies de conception et de préparation du déplacement prévu. L'étude de cette étape consiste à expliciter l'organigramme des actions successives ainsi que les outils et informations mobilisés dans le but de préparer leur projet de déplacement.

La réalisation du déplacement représente la phase de mise en œuvre de la stratégie précitée. Elle comprend l'ensemble des actions et des outils menant au déroulement du trajet. Nous avons décomposé cette étape en cycles Véhicule-Correspondance. Chaque cycle débute à la montée dans un véhicule, se poursuit avec les activités de correspondance et se termine lorsque l'utilisateur emprunte un nouveau véhicule.

Enfin, chaque expérience de déplacement est porteuse d'une nouvelle connaissance pour l'utilisateur [Stefik, 1995] [Charlet, 2000]. Cette connaissance nourrit ses représentations, ses modèles ainsi que son expertise. Cette connaissance est capitalisée et conditionne ses stratégies futures.

Suivant l'approche présentée ci-dessus, nous avons mis au point un support de recueil de données d'usage pour les suivis. Cet outil se décompose en plusieurs parties reconstituant une trame chronologique de trajet. Nous détaillons dans la suite ces différentes parties.

3.4.1 Entretien préliminaire

Dans un premier temps, un entretien téléphonique préalable nous permet de sélectionner les usagers et de recueillir les premières données les concernant. Le support de cet entretien est présenté en annexe 1. Au cours de ce premier contact nous expliquons aux sujets retenus l'objectif et la procédure de l'étude. Ce bref questionnaire comprend trois modules :

- Un module relatif à la population : âge, sexe, catégorie socioprofessionnelle, situation familiale...

- Un module relatif aux objectifs habituels de déplacement : itinéraires quotidiens ou occasionnels, modes de transport usuels,...
- Un module relatif à la connaissance du réseau, la compréhension du circuit, la construction des itinéraires, les critères de choix modal ainsi que les outils et types d'information habituellement utilisés.

3.4.2 Module d'observations de départ

Ce module décrit l'ensemble des éléments de contexte significatifs pour la préparation et le commencement du trajet. Les informations recueillies concernent la partie du trajet comprise entre le domicile et la montée dans le premier véhicule.

Ce module comprend cinq parties (cf. Figure 22) :

a. Station départ

Les éléments notés sont la date et l'heure du début du suivi ainsi que la station et la direction de départ. Ces éléments ont été recueillis afin de nous permettre d'effectuer des comparaisons sur des bases de lieux et de temps.

b. Entretien à l'arrêt

Nous avons recueilli dans ces champs les éléments de conception du trajet représentés par les données prévisionnelles de durée d'itinéraire et de parcours ainsi que les informations et outils mobilisés pour la préparation.

Ce module permettait en outre de recueillir des éléments concernant les représentations de l'usager ainsi que sa connaissance du réseau et du trajet à effectuer.

c. Usagers

Ce module concernait essentiellement la retranscription des caractéristiques de l'usager à suivre : sexe, catégorie, profession et titre de transport utilisé pour le déplacement.

d. Contexte

Nous nous sommes attachés à noter le plus grand nombre possible d'éléments de l'environnement pouvant orienter les choix, l'usage et l'utilisabilité de l'information disponible. Citons par exemple : la luminosité des lieux, la météo, les événements ponctuels (travaux, changements,...).

e. Station

De même que pour le contexte d'utilisation, un inventaire des outils d'information mis à disposition autour de l'usager a été réalisé. Ce travail nous a permis de pointer les outils absents, manquants, inutilisés ou inutilisables par croisement avec les éléments de contexte. D'autres éléments pouvant contribuer à l'information étaient aussi rapportés tels que la présence de cabines téléphoniques.

Heure :		STATION DEPART :	
Ligne :		Direction :	
Entretien a l'arrêt	Trajet prévu	Départ initial :	
		Destination :	
Correspondances prévues :			
Durée envisagée :			
Motif du déplacement :			
		Régulier <input type="checkbox"/> Habituel <input type="checkbox"/> Occasionnel <input type="checkbox"/>	
		Contraintes de l'usager :	
	Préparation du voyage	Plan papier <input type="checkbox"/> Plan affiché <input type="checkbox"/>	
		Fiche horaire : affichée <input type="checkbox"/> perso <input type="checkbox"/> Internet <input type="checkbox"/> Allo SEMTAO <input type="checkbox"/> Autres :	
Usager	Programmée <input type="checkbox"/> N° fiche d'appel :		
	Fortuite <input type="checkbox"/>		
	Sexe Masculin <input type="checkbox"/> Féminin <input type="checkbox"/>		
	Catégorie :		
	Senior <input type="checkbox"/> Etudiant <input type="checkbox"/> Scolaire <input type="checkbox"/> PMR <input type="checkbox"/> Etranger <input type="checkbox"/> Actif <input type="checkbox"/>		
Profession :			
Titre utilisé :			
Contexte	Météo		
	Evènements extérieurs :		
Station	Type d'arrêt : Borne <input type="checkbox"/> Abri <input type="checkbox"/>		
	Media	Contenu d'information	
	Plan		
	Horaires		
	Synoptique		
	afficheur		
	Autre équipement de l'arrêt :		
Téléphone <input type="checkbox"/> Distributeur de titres <input type="checkbox"/> Autres :			

Figure 22 : Module d'observation de départ du support de recueil

3.4.3 Module de dynamique de déplacement

Cet espace de recueil regroupe les observations des actions et verbalisations recueillies entre la montée dans le premier véhicule et la première correspondance. Il comporte trois parties (cf. Figure 23) :

a. Position de l'utilisateur

Étaient notés les différents emplacements occupés par l'utilisateur dans le véhicule au cours de ce premier déplacement : modalité d'accès dans le véhicule et différentes places occupées au cours du trajet, déplacements pour prélever de l'information dans ou à l'extérieur du véhicule emprunté.

b. Évaluation par l'utilisateur

Pendant les moments d'inactivité ou d'attente intervenant au cours du trajet, l'utilisateur a été sollicité par des questions ouvertes sur son utilisation des moyens d'information présents telles que la localisation par repères extérieurs ou la sollicitation des agents (conducteurs, contrôleurs,...)

c. Conditions générales du déplacement

Nous nous sommes efforcés de noter ici tous les éléments de contexte du trajet dans le véhicule. Ces éléments étaient ceux pouvant influencer sur l'utilisation de l'information et des media de diffusion. Ainsi étaient rapportés les positions ou postures de l'utilisateur (assis, debout), le degré de luminosité à l'intérieur du véhicule, la densité de population présente et la présence éventuelle de contrôleurs ou agents du réseau de transports.

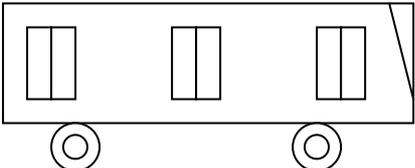
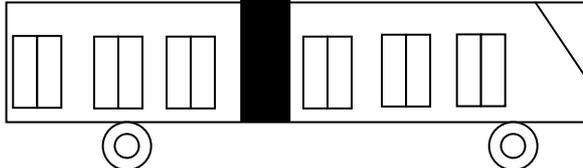
Heure :		DYNAMIQUE DU DEPLACEMENT	
Position usager	Bus <input type="checkbox"/>	N° véhicule :	Tram <input type="checkbox"/>
			
Evaluation par l'usager	Utilisation des outils d'information : Utilisation de repères extérieurs Sollicitation du conducteur :		
Conditions	Position du passager		
	Assis :		
	Debout :		
	Luminosité		
	Densité de population :		
Présence du contrôleur :			
Commentaires :			

Figure 23 : Module de dynamique du déplacement du support de recueil

3.4.4 Module de saisie statique

Il concerne l'état de l'information et de ses outils au cours du déplacement à bord du véhicule emprunté. Nous avons établi au cours des repérages et tests sur site, une liste des outils pouvant être rencontrés dans cette situation. Les données rapportées concernent les types, contenus et fréquences de diffusion des informations sur les différents supports. La disposition de ces outils dans le véhicule est elle aussi reportée sur des schémas de vues frontale et latérale (cf. Figure 24).

SETAO

Enquêteur :

Date :

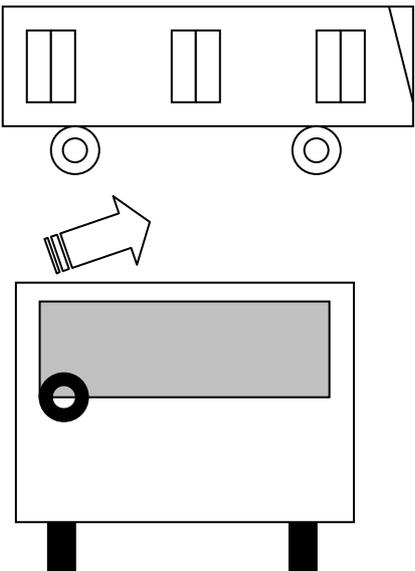
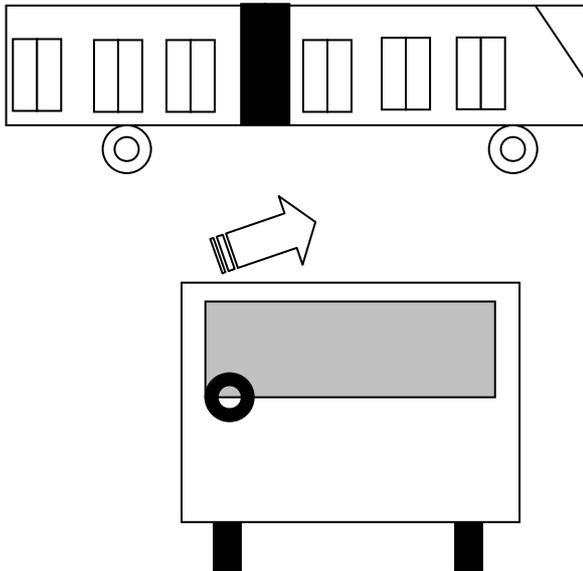
SAISIE STATIQUE						
Informations à bord	Type media	Nombre de supports	Fréquence des messages	Contenu de l'info		
				Destination	Prochain arrêt	Autre
	Information vocale (V)					
	Bandeau déroulant (B)					
	Synoptique (S)					
	Autre (1) :					
Autre (2) :						
Commentaires :						
Emplacement des informations	Bus <input type="checkbox"/>			Tram <input type="checkbox"/>		
						

Figure 24 : Module de saisie statique dans le support de recueil

3.4.5 Module de correspondance

A chaque correspondance, un nouveau cycle d'observation commence. Il comporte la procédure d'observation de départ appliquée, cette fois, à la station de correspondance, ainsi que la saisie des données dynamiques et statiques dans le véhicule emprunté après la correspondance (cf. Figure 25).

Les données de station de correspondance sont notées avec une attention particulière portée sur les moyens d'informations : localisation des arrêts, orientation dans la station, ...

La correspondance est définie par son type d'intermodalité (bus-bus, tram-bus,...), le lieu, l'heure, la ligne d'arrivée et la ligne et direction de départ. Les conditions de déroulement de la correspondance sont définies par des éléments tels que la luminosité du lieu, la densité de population présente, et les moyens et contenus d'information mis en place.

SETAO Enquêteur :

Date :

Heure :		CORRESPONDANCE :					
Type de correspondance : bus-tram <input type="checkbox"/> bus-bus <input type="checkbox"/> tram-bus <input type="checkbox"/> P+R-bus <input type="checkbox"/> P+R-tram <input type="checkbox"/>							
Ligne d'arrivée :							
Ligne de départ :							
Direction :							
Luminosité :							
Densité de pop ^o :							
Informations en correspondance	Type media	Nombre de support	Fréquence des messages	Contenu de l'info			
				Destination	Horaire	Temps d'attente	Autres info
	Information vocale						
	Bandeau déroulant						
	Synoptique						
	Personnel SETAO						
	Autre :						
Commentaires :							

Figure 25 : Module de correspondance dans le support de recueil

3.4.6 Nouveau cycle de déplacement

Partant de la correspondance, une nouvelle portion de trajet était réalisée par l'utilisateur et observée de la même manière que précédemment avec un module de données dynamiques d'usage de l'information et un module de données statiques de contextes.

Ce cycle de prise de données « station de correspondance - déplacement en véhicule » a été reproduit autant de fois que l'utilisateur devait effectuer des changements de mode de transport.

3.4.7 Module d'entretien à l'arrivée

A la fin du trajet en transports en commun, un entretien est effectué avec l'utilisateur. Nous nous sommes attachés à obtenir principalement les éléments d'information utiles pour l'atteinte de la destination finale ainsi que les informations capitalisées pour un prochain déplacement (cf. Figure 26).

Le moment de l'arrivée à destination était le seul où l'utilisateur était sollicité explicitement pour donner une appréciation à propos du trajet. Les questions posées concernent son évaluation du voyage effectué, les besoins ressentis ainsi que ses éventuelles attentes. De même, nous lui demandons de raconter un fait, événement ou trajet l'ayant marqué dans le passé et ayant pu changer sa représentation de l'usage de l'information dans les transports en commun.

De larges plages de commentaires d'observation sont réservées dans le support de recueil afin de favoriser un recueil de données de large amplitude comprenant l'environnement, le réseau, les véhicules, les usagers et tout élément influant sur l'usage de l'information.

SETAO Enquêteur :

Date :

Heure :	ARRIVEE :
Eléments de suite du trajet	
Evaluation du trajet :	
Informations capitalisées pour un prochain déplacement :	
Besoins et attentes exprimées	
Récit d'un déplacement marquant :	
Notes d'observation	

Figure 26 : Module d'entretien à l'arrivée dans le support de recueil

Ce support a vu sa forme et les champs qui le constituent évoluer et s'enrichir après les tests de recueil menés en conditions réelles. Une première version a été testée au cours de suivis d'individus sollicités fortuitement aux arrêts. À la lueur de ces tests, des champs ont pu être ajoutés ou modifiés. La version présentée ici est l'aboutissement de ces tests successifs.

VI Analyse des données d'usage

A l'issue de la phase de recueil de données sur le terrain, nous disposons d'un matériau brut de données constitué des fiches de recueil renseignées. Afin d'analyser ce matériau brut, des outils de normalisation, de retranscription et de dépouillement ont été conçus. Les données et commentaires recueillis sur le support ont été mis sous forme de tableaux qualifiant l'usage de l'information.

Les données recueillies ont d'abord été normalisées à l'aide d'une table de codification. Le traitement des données, une fois celles-ci normalisées, s'est déroulé en deux phases : la retranscription chronologique des trajets puis le traitement de l'usage de l'information.

1 Codification des observations

Afin de normaliser les éléments recueillis et dans l'optique d'automatiser les analyses, une table de codification a été mise en place (Annexe 3). Nous avons ainsi codifié les éléments suivants :

- Les catégories du panel d'utilisateurs avec l'ajout d'une décomposition pour les personnes à mobilité réduite et contrainte en trois profils distincts : personne à mobilité réduite, mal voyant et fauteuil ;
 - La chronologie du trajet : chaque trajet décomposé successivement en cycles « trajets en véhicule - correspondance » puis à l'intérieur de chaque cycle en phase d'arrivée, de séjour et de départ d'un lieu ou d'un véhicule et enfin en une succession de séquences actions-objectifs numérotées ;
 - Les lieux : avec une mention spéciale lorsqu'il s'agit de correspondances ;
 - Les moments du trajet : la mention des moments d'arrivée et de départ d'un lieu ;
 - Le numéro de la ligne empruntée ;
 - Les médias d'information : nous avons inventorié au cours de nos visites préparatoires l'ensemble des supports d'inscription possibles pour l'information voyageurs (exemples : les abris bus, les affiches, les conducteurs...)
 - L'état de l'information : nous qualifions l'information au moment du besoin de l'utilisateur par sept états différents
 - **Dynamique** : information actualisée régulièrement (exemple : horaire du prochain véhicule) ;
 - **Fixe** : information peu ou non actualisée (exemple : plan réseau papier affiché) ;
 - **KO** : information inutilisable (exemple : afficheur qui ne fonctionne pas) ;
 - **Absente** : information présente par intermittence ou pas du tout ;
 - **Demandée** : besoin d'information exprimé ;
 - **Fausse** : information présente mais erronée ;
 - **Inopérante** : information inaccessible ou inefficace au moment du besoin.
- L'utilisation de l'outil d'information par l'utilisateur : suivant l'action menée par l'utilisateur l'information peut être :
 - **Utilisée (O)** : dans cette situation l'utilisateur a trouvé l'information et en a fait usage pour atteindre son objectif ;
 - **Non utilisée (N)** : l'utilisateur a l'information à sa disposition mais n'en fait pas usage pour atteindre son objectif ;

- **Utilisation incidente (I) :** dans ce cas l'utilisateur ne dispose pas des moyens d'accès ou d'usage de l'information dont il a besoin pour atteindre son objectif ;
- Le niveau de connaissance du réseau par l'utilisateur au moment de l'action considérée : ce niveau est évalué par l'observateur avant un cycle « trajets en véhicule/correspondance » d'après son estimation de la connaissance de l'utilisateur pour la réalisation de ce cycle du trajet. Ce niveau est évalué sur une échelle de 1 à 3.

2 Retranscription chronologique et identification des stratégies

Ce premier niveau de dépouillement a consisté à retranscrire les données du support de recueil pour produire un récit chronologique et structuré du trajet (Tableau 8). Ces éléments ont été structurés à l'aide d'un outil reprenant l'hexamètre de Quintilien [Valentin, 2006]. Cet outil d'analyse consiste à filtrer les données notées sur le support de recueil en les soumettant aux interrogations suivantes : Qui fait Quoi, Où, Quand, Comment et Pourquoi.

Chaque trajet suivi a d'abord été décomposé sous forme de séquences action-objectif classées dans l'ordre chronologique du déroulement du trajet. Chaque séquence est définie par l'heure et le lieu de déroulement de l'action ainsi que le but de celle-ci et les modalités mobilisées pour sa réalisation.

Chaque action est ensuite analysée afin d'en extraire les motifs. Ces motifs peuvent provenir des expériences de déplacements passées, de représentations personnelles ou être propres à la personnalité de l'utilisateur. Ce premier degré d'analyse s'est basé sur les verbalisations de l'utilisateur et l'ensemble des éléments perçus au cours du trajet. Ces modèles sous jacents sont proches des inférences décrites dans [Kayser, 1997] comme des mécanismes par lesquels des entrées (perceptives ou non) sont combinées à des connaissances préalables afin d'obtenir des comportements élaborés. Ainsi ces analyses nous ont renseignés sur les motivations et les objectifs réels poursuivis à travers les actions entreprises.

Une colonne « Incident » permet de répertorier tous les événements rencontrés ayant pu entraver la réalisation de l'action envisagée.

La colonne « Résultat » exprime les conséquences de la séquence action-objectif, qui pouvaient être la poursuite de la stratégie mise en œuvre ou au contraire une refonte de celle-ci suite à l'occurrence d'un incident. Enfin, une dernière colonne de commentaires regroupe des remarques particulières concernant la séquence décrite.

Cette décomposition nous a permis de reconstituer les logiques suivies par l'utilisateur pour atteindre ses objectifs. D'autre part, les premières analyses menées afin d'identifier les motifs des actions, nous ont permis d'aller au-delà des éléments explicités et de travailler sur les buts réels d'une action souvent conditionnée par les possibilités du moment.

Heure	Lieu	Action	Objectif	Modalité	Motif	Incident	Résultat	Remarque observateur
11h35	Borne bus L1 Arrêt "IUT"	Prise de connaissance de la destination à atteindre	Atteindre le collège P. De Coubertin (St Jean De Braye)		Lieu de destination inconnu "On en a au moins pour 1h15"		« Je crois que c'est la ligne L20 »	Essaye de rapprocher le trajet inconnu d'un autre plus habituel
idem	Idem	Essaye de construire un itinéraire	Remonter vers le centre ville	Bus	<ul style="list-style-type: none"> • La ligne 20 passe à proximité d'ici • Au centre ville je pourrais me renseigner 		Stratégie "au fur et à mesure"=> trouver comment commencer après on verra	Il construit l'itinéraire et estime la durée du trajet alors qu'il ne connaît pas l'emplacement exact de la destination
idem	Idem	Décide de prendre la L20	Remonter vers le centre ville	Bus	Situation complexe, Nous sommes dans un lieu isolé => il faut simplifier le contexte en allant au centre ville	Ne sait pas où se trouve l'arrêt de la L20	Abandonne l'idée de concevoir le trajet lui-même	Confronté à plusieurs inconnues : trajet, emplacement arrêt départ, destination finale et information inaccessible
...

Tableau 8 : Extrait de la retranscription du début de suivi de l'utilisateur MV au cours du scénario : IUT réalisé le 18/06/2004

3 Traitement de l'usage de l'information

La décomposition chronologique précédente a amené à constituer un corpus de près de 5000 séquences actions-objectifs représentées par les lignes des tableaux de déroulements de trajet. Chaque séquence a ensuite été traitée dans un second tableau dans lequel les objectifs étaient qualifiés sous l'angle de l'usage de l'information voyageurs.

Nous supposons que l'information est toujours médiatisée par un support. Celui-ci peut être un outil dédié, un lieu donné ou une personne ressource. Partant de ce positionnement, nous avons procédé à la qualification de chaque séquence action-objectif par les descripteurs suivants :

- **Réf** : Profil de l'utilisateur concerné par l'action décrite ;
- **Chr** : Numérotation chronologique des actions réalisées ;
- **Lieux** : Lieux où sont réalisées les actions avec un marquage lorsqu'il s'agissait d'une correspondance (C) ainsi que la mention des étapes d'arrivée (A) et de sortie du lieu (S) et de préparation de trajet (P) ;
- **N°** : Numéro de la ligne de bus ou de tramway empruntée ;
- **Media actuel** : Le media d'interaction entre l'utilisateur et l'information dans l'action décrite ;
- **Etat** : Etat de l'information au moment de l'action envisagée (cf. 4.5) ;
- **Ut** : L'utilisation de l'outil d'information par l'utilisateur. Une information peut être utilisée (O) ou non (N) ou provoquer une situation incidentelle (I) (cf. 4.5) ;
- **Nv** : Niveau d'expertise de l'utilisateur dans le champ de l'action envisagée. Cette expertise a été évaluée sur une échelle de 1 (inexpérimenté) à 3 (expert) (cf. IV.3.1).
- **Action/objectif** : Objectif visé par l'action engagée ;
- **Proposition** : Proposition d'amélioration de l'information traitée dans cette séquence action-objectif (S'il y a lieu).

Ce tableau nous a permis de dégager des conclusions à plusieurs niveaux. D'abord, concernant l'usage concret et réel des lieux et des medias d'information. En effet, cette mise en forme favorise l'étude de la cohérence des messages diffusés par rapport aux stratégies envisagées par l'utilisateur.

Ensuite, elle permet de vérifier l'existence de besoins d'information spécifiques à chaque étape du trajet. Cette discrimination a été rendue possible en fusionnant les données de tous les utilisateurs puis en regroupant les actions par critère chronologique (préparation, arrivée, sortie) ou géographique (lieux). D'autres recoupements ont été possibles comme la mise au jour de besoins particuliers à des catégories d'utilisateurs. Nous avons pu ainsi examiner la pertinence d'une information personnalisée, collective ou ciblée sur une catégorie particulière du panel.

Enfin, cette analyse a permis de reconstituer des suites d'actions représentant des organigrammes stratégiques. Nous accédons ainsi à une représentation de la gestion de l'information par les utilisateurs dans la réalité de leur déplacement.

Tableau de traitement de l'usage de l'information												
Numéro	Réf	Chr	Lieu	N°	Media	Etat	Ut	Nv	Action-Objectif	Proposition	S	P
2212	MV	1	Borne B-P		Plan ville	Absent	N	1	Lieu exact de destination inconnu = estimation d'itinéraire d'après la localité à atteindre	Service de recherche d'itinéraire porte à porte		X
2213	MV	2	Borne B-P		Plan réseau	Absent	N	1	Itinéraire à emprunter inconnu	Service de recherche d'itinéraire porte à porte		X
2214	MV	3	Borne B-P		Plan réseau	Absent	N	2	Vague idée de la ligne de bus à emprunter	Service de recherche d'itinéraire porte à porte		X
2215	MV	4	Borne B-P		Plan réseau	Absent	N	2	Tente de rapprocher d'un trajet déjà effectué dans le passé ou connu	Mémoriser les trajets effectués dans le cas de services personnalisés		X
2216	MV	5	Borne B-P		Plan réseau	Absent	N	2	Construction d'itinéraire	Service de recherche d'itinéraire porte à porte accessible MV		X
2217	MV	6	Borne B-P		Plan réseau	Absent	N	2	Choix d'une ligne connue qui remonte vers le centre ville			
2218	MV	7	Borne B-P		Plan réseau	Absent	N	2	Itinéraire à construire passe de préférence par le centre ville : Centre ville = possibilité de se renseigner	Meilleure diffusion de l'information dans des zones plus isolées du réseau	X	X
2219	MV	8	Borne B-P		Plan quartier	Absent	N	2	Choix d'une ligne de bus dont il connaît l'emplacement de l'arrêt à proximité	Plan quartier accessible MV	X	X
2220	MV	9	Borne B-P		Plan réseau	Absent	N	2	Stratégie = conception de l'itinéraire au fur et à mesure du déroulement du trajet	Information itinéraire temps réel embarquée		X
2221	MV	10	Borne B-P		Plan réseau	Absent	N	1	Arrêt de départ isolé = préparation de trajet complexe	Meilleure diffusion de l'information dans des zones plus isolées du réseau	X	X
2222	MV	11	Borne B-P		Plan quartier	Absent	N	2	Trouver l'arrêt de la ligne de bus	Plan quartier accessible MV	X	X
2223	MV	12	Borne B-P		Plan réseau	Absent	N	1	Abandon de l'idée de concevoir le trajet lui-même trop d'inconnues : itinéraire, emplacement des arrêts alentours, destination.			

Tableau 9 : Extrait du tableau de traitement de l'information correspondant à l'utilisateur MV sur le scénario IUT

4 Résultat des analyses

Les phases de suivi et d'étude de l'usage de l'information voyageurs présentées ici, nous ont permis de dégager des résultats à plusieurs niveaux :

- Des recommandations pour la conception du serveur d'information voyageurs *P@ss-ITS* : ces recommandations ont émergé des premières analyses des données de suivis. Elles sont relatives aux différentes fonctionnalités attendues du serveur ainsi que les points à améliorer au niveau de l'infrastructure du réseau SEMTAO d'Orléans [Valentin, 2003].
- Une représentation des données d'usage de l'information sous forme d'une décomposition du trajet en séquences actions-objectifs qualifiées par un contexte d'usage (lieu, media, chronologie,...).

Dans le cadre de la problématique traitée dans ce mémoire nous nous sommes plus particulièrement centrés sur le traitement des séquences incidentelles. Nous détaillons dans la suite le résultat de ces traitements.

4.1 Analyse des incidents

Nous définissons un incident comme tout événement ayant perturbé la stratégie de déplacement conçue par l'usager. Ces incidents rompent la continuité de la chaîne d'information conçue par le système pour l'usager. Ce dernier doit alors trouver des stratégies d'ajustement afin de pallier cette rupture de données.

Suite à l'analyse des séquences action-objectif, nous avons compilé 186 différents incidents relatifs à l'usage de l'information (Annexe 4). Ce premier constat montre une diversité de situations incidentelles rencontrées : absence de l'information, inaccessibilité, mauvaise compréhension du message, défaut de conception des medias de diffusion, indisponibilité des medias,...

L'approche retenue pour l'analyse de cette compilation d'événements perturbants consiste à caractériser chacun d'entre eux par des attributs relatifs au problème d'information rencontré. A ce stade de notre analyse, nous avons retenu les critères de discrimination suivants :

- **Le media d'information concerné par la perturbation ;**
- **Le type de problème rencontré :** l'analyse des incidents a fait émerger une typologie de problématiques liées à l'information voyageurs que nous développons dans le paragraphe suivant.
- **Le type d'information concernée :** ce critère est relatif à l'actualisation des données diffusées aux usagers. L'information est soit statique « S », et dans ce cas l'actualisation est effectuée en temps différé, soit temps réel « T » et actualisée de façon dynamique et rapide.
- **La phase au cours de laquelle a été observé l'incident :** en préparation ou en cours de réalisation du trajet ;
- **Le niveau de diffusion de l'information :** nous distinguerons ici l'information collective ou diffusée à l'ensemble des usagers « C », d'une information personnalisée « P » qui, elle, se réfère au profil ou au parcours d'un usager en particulier.
- **Le profil des usagers** pouvant être affecté par ce type de problème.

Un exemple d'analyse des incidents par croisement des profils d'utilisateurs et des medias utilisés est donné en Figure 27.

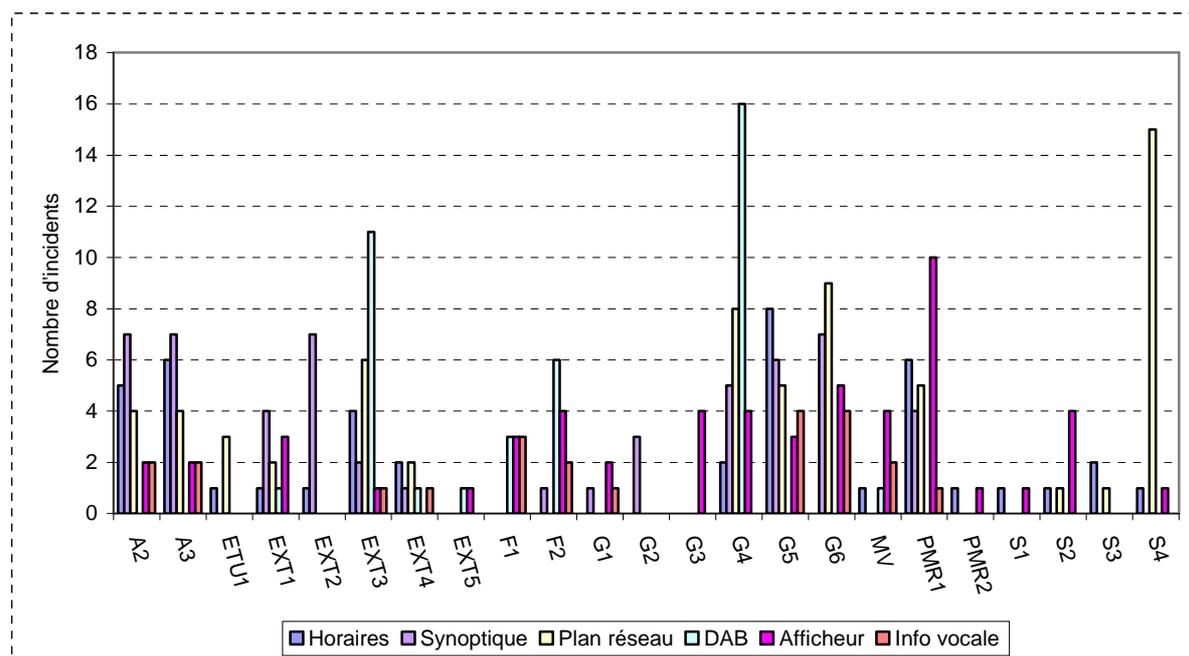


Figure 27 : Nombre d'incidents rencontrés par les usagers pour les principaux médias

4.2 Typologie des incidents

Nous avons regroupé les problèmes relatifs à l'information autour de quatre thématiques : l'accessibilité, la cohérence, l'efficacité et l'absence des informations (des cas particuliers étant regroupés dans une rubrique appelée « Autres »). Nous détaillons dans ce qui suit ces problématiques et définissons leur influence sur l'usage de l'information voyageurs.

4.2.1 Absence de l'information

Cette catégorie de problèmes regroupe tous les incidents relatifs au manque d'information au moment du besoin. Nous avons étudié cette catégorie en terme de type de besoin observé. Nous en avons déduit quatre types de besoins affectés par ce problème :

- **Besoin de réalisation** : savoir comment faire (exemple : absence d'un plan réseau) ;
- **Besoin de localisation** : savoir où on est (exemple : panne des afficheurs embarqués) ;
- **Besoin d'information d'accessibilité** : savoir si on peut y aller (exemple : information rame ou bus accessible en fauteuil) ;
- **Besoin de prévision** : savoir ce qui va arriver (exemple : impossibilité de distinguer un bus à partir d'un abri).

Ce type de problème est le plus fréquemment rencontré. Cette rubrique représente environ 38% des incidents observés (68 incidents).

Le manque d'information est caractérisé par un critère d'existence préalable. Ainsi, une information est soit absente temporairement, auquel cas le système doit en vérifier la présence, ou encore n'avoir jamais été fournie par le réseau ce qui représente la détection d'un nouveau besoin.

4.2.2 Accessibilité des informations

Une information est inaccessible lorsque la connaissance qu'elle comporte est inutilisable par l'utilisateur. Ce problème peut être imputé à diverses sources :

- L'inaccessibilité matérielle du média de diffusion (Figure 28) : exemple des tables horaires affichées trop haut ;
- Des éléments de contexte entravant l'accessibilité du message : exemple impossibilité de lire les synoptiques dans une rame pleine ;
- Des caractéristiques propres au profil de l'utilisateur : exemple une information affichée pour un utilisateur mal voyant).

Parmi les 186 incidents recensés, nous avons discriminé 42 incidents relatifs au problème d'accessibilité de l'information. Ce chiffre représente une proportion de 22,5% des incidents. Une première lecture permet de voir que ces problèmes concernent en grande majorité l'information collective et légèrement plus l'information statique que temps réel. Une analyse par profils concernés permet de voir que les premiers affectés par ces perturbations sont les personnes à mobilité réduite, les déficients visuels et les extérieurs au réseau.

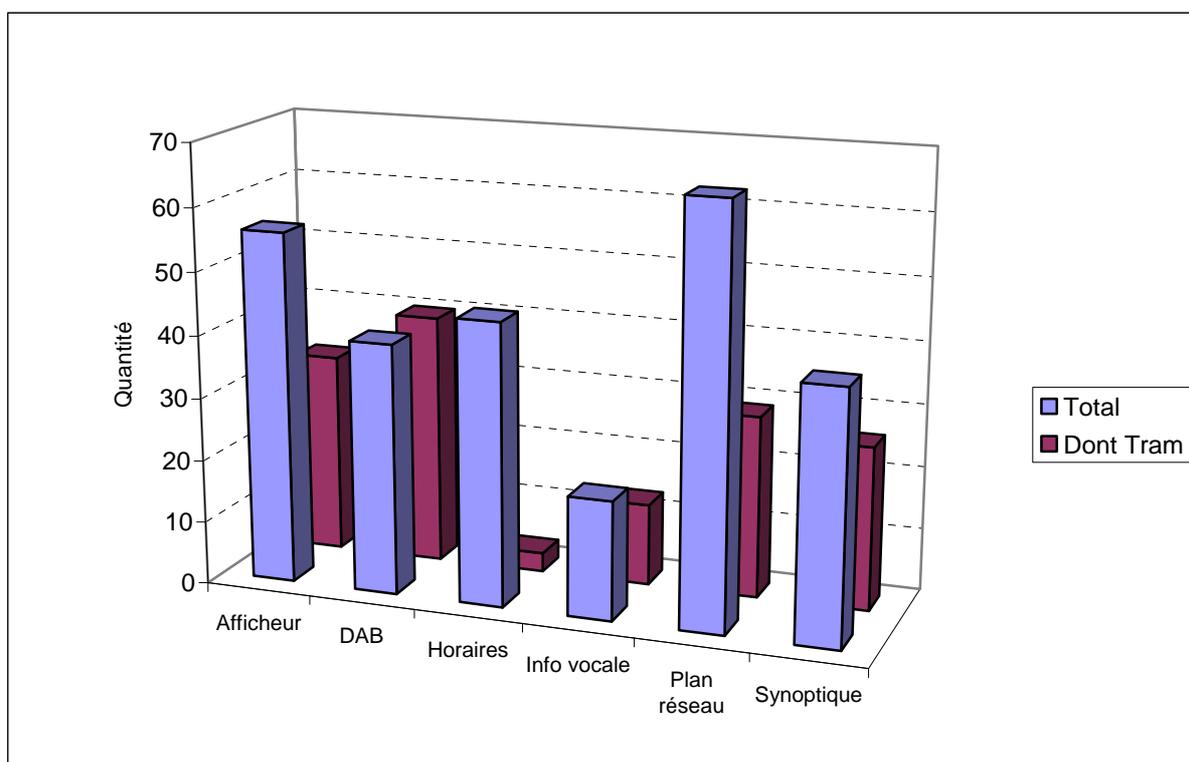


Figure 28 : Principaux médias impliqués dans les incidents

4.2.3 Cohérence des informations

Les incidents réunis dans ce groupe reflètent un problème de fiabilité de l'information diffusée. Ils représentent 14,5% de l'ensemble des incidents (27 incidents). Le message diffusé pose un problème aux usagers en termes de véracité des données ou de cohérence de plusieurs informations entre elles. Nous rencontrerons ainsi dans cette catégorie les sous types de problématiques suivantes :

- Les informations obsolètes : exemple des horaires et plans non mis à jour ;

- Les informations incohérentes : exemple des noms d'arrêts associant des lieux éloignés de l'emplacement physique de l'arrêt;
- Les informations contradictoires : exemple des horloges non synchronisées ;
- Les informations imprécises : exemple de la représentation des distances sur les plans.

Nous remarquons que ce type d'incidents concerne essentiellement deux types de besoins : les horaires et les itinéraires. Les d'informations touchées sont plutôt de type collectif et également réparties entre les données statiques et temps réel.

Les usagers seraient plus vulnérables à ce type de carences dans les étapes de préparation de trajets. Enfin, il semblerait que les usagers extérieurs et déficients visuels soient plus affectés par ces incidents.

4.2.4 Efficience des informations

Ces incidents concernent l'adéquation de l'information disponible avec l'action et le besoin de l'utilisateur. Nous avons identifié 14 incidents de ce type (7,5%).

Nous retrouvons dans cette catégorie des problèmes tels que :

- Inadaptation de l'information au besoin présent de l'utilisateur : exemple de la diffusion de la radio dans les bus gênant l'écoute de l'information vocale ;
- Les problèmes de présentation et de mise en forme des informations : exemple de la surcharge cognitive induite par l'affichage de multiples annonces (avis de perturbation, informations commerciales,...) autour des plans du réseau;
- Inadéquation du temps de diffusion des informations : exemple du temps de chargement trop long des pages web d'information temps réel.

4.2.5 Autres

Cette dernière rubrique regroupe des problèmes n'ayant pas de lien direct avec l'information délivrée mais constituant un événement qui en influence l'usage. Nous avons constaté, par exemple, que l'inhomogénéité du mobilier des arrêts de bus (couleur, formes poteaux et/ou abri Bus) pouvait induire une confusion chez les usagers : est-ce le même réseau de transports ? Suis-je au bon arrêt ?...

La phase d'identification des besoins des usagers s'achève à ce stade. L'analyse des incidents nous a permis de construire une représentation des besoins réels des usagers dans des contextes perturbés sous la forme d'une typologie de problèmes d'information. Chacun de ces problèmes est resitué dans son contexte par des critères précis de lieu, de chronologie et de media.

La seconde partie de l'étude concerne la production et la diffusion de l'information en situation perturbée. Nous avons procédé à l'observation de l'activité de gestion de l'information voyageurs dans un poste dédié.

Ces deux parties de l'étude vont être par la suite modélisées et implémentées afin de définir les liens entre besoin des utilisateurs et ressources de données et de diffusion afin de garantir la production d'une information pertinente et utilisable pour les usagers.

5 Analyse de l'activité de conception de l'information

Le second axe de notre analyse concerne la qualification des données disponibles pour concevoir l'information voyageurs. Le but est d'analyser les moyens disponibles pour construire et communiquer une information signifiante pour l'utilisateur, en nous focalisant plus particulièrement sur les situations perturbées. Afin d'analyser le processus de construction de l'information, nous avons procédé à l'observation du Poste de Contrôle de L'information (PCI) du réseau de transports de l'agglomération Grenobloise. Il s'agissait d'extraire les connaissances expertes des opérateurs [Hoc, 1991] afin de définir les ressources nécessaires à l'élaboration de l'information voyageurs par un système dédié.

5.1 Présentation du PCI de la SEMITAG

Le Poste de Contrôle de l'Information (PCI) est un service chargé de collecter, centraliser, vérifier et traiter des données relatives à l'information diffusée aux voyageurs. Le but est de concevoir et de diffuser des informations pertinentes et fiables d'une part aux usagers et d'autre part aux intervenants dans la gestion du réseau.

Pour ce faire, le PCI utilise des données provenant de différentes sources qui peuvent être internes (système de gestion du trafic, conducteurs, régulateurs,...) ou externes au réseau (ville, préfecture, autres réseaux,...). Le système d'information voyageurs doit centraliser, qualifier et vérifier ces données avant de les agréger pour produire un message. L'information ainsi construite est finalement mise en forme pour être diffusée via différents médias.

5.2 Méthodologie d'observation

Dans un premier temps, deux journées d'observations et d'entretiens ont permis de lister les ressources utilisées par le PCI. Nous avons analysé le type de données issues de ces sources et les avons qualifiées en fonction de leur temporalité. Les données peuvent être prévisionnelles (météo, prévisions de perturbations), disponibles en temps réel (état du trafic, localisation des véhicules,...) ou encore théoriques (plans, horaires, ...). Nous avons ensuite caractérisé les médias de diffusion, leur contenu ainsi que les éventuels problèmes relevés lors de leur utilisation par l'opérateur du PCI.

Dans un second temps nous avons analysé des événements issus d'un extrait du « journal trafic » du PCI et couvrant une période d'un mois (Annexe 5). Le journal trafic est une compilation de fiches descriptives d'événements survenus sur le réseau ayant nécessité l'intervention du PCI. Ces fiches donnent une description de l'événement (date, heure, périmètre), des perturbations qui s'en sont suivies ainsi que les ressources mobilisées pour le circonscrire et pour informer les usagers.

Cette analyse est contextuelle au réseau de Grenoble. Elle concerne les outils dont l'utilisation a été observée ou relatée par les opératrices du PCI. Toutefois, la taille du réseau, la place centrale de son PCI dans le dispositif d'information voyageurs ainsi que le contexte provoqué par les travaux de mise en place de la nouvelle ligne de tramway (cf. II.2.2) permettent, pour notre étude, de restituer un retour d'expérience intéressant sur les pratiques réelles de gestion de perturbation.

5.3 Analyse des ressources du PCI

Nous avons listé dans le Tableau 10 les ressources d'information disponibles au niveau du PCI pour concevoir l'information diffusée aux voyageurs. Ces résultats sont issus

de l'analyse des données d'observations et d'entretiens menés lors de nos déplacements sur le site du PCI de la SEMITAG. Nous avons identifié les ressources selon deux modes de recueil :

- Les ressources observées autour des postes de travail des opératrices PCI ;
- Les ressources décrites lors des entretiens et ayant contribué à la gestion d'événements survenus sur le réseau.

Nous avons classifié les ressources selon la temporalité de leurs données en trois types :

5.3.1 Données temps réel

Ce sont des données actualisées fréquemment. La plupart de ces ressources sont humaines (conducteurs, contrôleurs, DDE) et les informations proviennent directement du terrain. Ce sont des informations contextuelles qui sont actualisées au rythme des changements significatifs survenus sur le terrain.

Les ressources temps réel matérielles sont principalement le Système d'Aide à l'Exploitation (SAE) et les caméras vidéo (relativement peu utilisées). Le PCI les interroge afin d'obtenir des données sur les avances-retards des véhicules (SAE) ou encore pour recouper des données d'autres sources (SAE et Vidéo).

Enfin, nous avons observé l'utilisation par les opératrices d'un site Internet routier afin de constituer des itinéraires multimodaux impliquant l'utilisation d'une voiture.

5.3.2 Données temps différé

Les données temps différé regroupent toutes les données dont l'actualisation est plus lente rapportée aux contraintes du temps réel. Nous retrouvons dans ces ressources principalement des ressources externes au réseau.

Ces informations sont en réalité des données temps réel mais leur arrivée au PCI est différée du fait de leur transition par des réseaux externes.

Dans le cas de perturbations, ces informations sont prévisionnelles. Elles parviennent au PCI par des procédures officielles d'annonce de perturbation à travers la police ou la DDE quelques jours avant le début de perturbation. Elles peuvent aussi être le résultat de la veille d'information des opératrices elles-mêmes (consultation de la presse locale par exemple).

5.3.3 Données théoriques

Ces données sont les moins fréquemment actualisées. Elles se présentent sous forme de fichiers de bases de données. Dans leur activité de production d'information, les opératrices disposent principalement, en termes de ressources théoriques, de fiches horaires voyageurs, des tableaux de marche des véhicules, d'un annuaire, de documents décrivant les tarifs pratiqués sur le réseau ainsi que de plans (réseau, ville, lignes).

Données Temps réel	
Source	Type de données
Conducteurs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evènements inhabituels se produisant dans et hors des véhicules ▪ Interrogations et demandes d'usagers
Système d'Aide à l'Exploitation (SAE)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Etat du réseau : localisation des véhicules, avances - retard...
DDE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Etat de la voirie
Contrôleurs voyageurs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Informations ponctuelles dans les véhicules : pannes, incidents, dysfonctionnements...
Contrôleurs réseau	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Informations ponctuelles sur le réseau : pannes, incidents, dysfonctionnements...
Agents de prévention (agents terrain)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Informations ponctuelles auprès des usagers : pannes, incidents, dysfonctionnements...
Vidéo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Retours visuels sur des points précis du réseau
Site Web de géolocalisation (Mappy)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Itinéraires

Données Temps différé	
Source	Type de données
DDE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incident sur la voirie : motif et conséquences prévisibles ▪ Tableau des prévisions hebdomadaire des perturbations
Police	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Annonce d'événements : motif, ampleur prévue, etc.
Presse	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Annonce d'événements : motif, ampleur prévue, etc.
Réseau	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Annonce de perturbations prévues : motif, conséquences attendues (déviations...)
Services municipaux	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prévisions de perturbations

Données Théoriques	
Source	Type de données
Fiches Horaires	Fiches des horaires de passage en station à l'usage des voyageurs
Tableaux de marche	Fiches des horaires de passage en station à l'usage des conducteurs
Annuaire	Adresses de lieux publics et de personnes
Plans réseau	Plan du réseau : bus, tram et services spéciaux
Fiches tarifs	Offre tarifaire
Plan ville	Plan des rues et lieux publics
Plan de l'agglomération	Plan rues et lieux publics des communes de l'agglomération

Tableau 10 : Outils et types d'information utilisés par le PCI

5.4 Outils de diffusion de l'information

Nous avons inventorié dans le tableau 5 les moyens dont dispose le PCI pour diffuser l'information aux usagers. Chaque media est décrit par rapport à son niveau de diffusion ou d'audience.

Nous décrivons dans ce tableau le type ou contenu d'information diffusé par l'intermédiaire de chaque media. La colonne « Actualisation » contient une estimation de la fréquence de rafraîchissement des messages. Enfin, nous reportons dans la dernière colonne les problèmes observés pour certains medias de diffusion.

5.4.1 Bornes d'Information Voyageurs

Ce sont des écrans de diffusion vidéo disposés dans les stations bus et tram. L'information diffusée alterne les temps d'attente de deux ou trois prochains véhicules avec des avis ou message ponctuels. Les possibilités de ces bornes sont limitées par leur technologie : nombre de caractères, temps de rafraîchissement des écrans...

5.4.2 Information vocale

Ce media est couplé à un logiciel de composition de messages qui permet de diffuser des annonces en station(s), et dans le(s) véhicule(s) via des hauts parleurs. Les messages peuvent être composés entièrement par l'opératrice à l'aide d'un micro ou encore être une composition de phrases préenregistrées.

Le corps des messages en cas de perturbation comporte : la ligne concernée par l'information, le motif de la perturbation annoncée, les conséquences prévues. En revanche, ils comportent très exceptionnellement une solution de report. La fréquence de diffusion des messages est égale à la fréquence de passage des véhicules en station.

Le retour d'expérience du logiciel par les opératrices signale un certain nombre de problèmes tels que l'impossibilité de paramétrer une plage horaire de diffusion (les messages sont ainsi diffusés en dehors des heures de passage des tramways ce qui occasionne une gêne pour les riverains) ou l'impossibilité d'automatiser un changement régulier de lieux de diffusion en cas de perturbation se déplaçant sur le réseau (ex : cas de coupure puis de reprises de ligne par tronçons, la perturbation concerne alors de moins en moins de stations).

Outre les messages ponctuels sur les perturbations, les messages vocaux peuvent concerner des informations de vigilance (ex : mise en garde contre pickpockets), de rappels (ex : interdiction de fumer) ou encore de slogans promotionnels.

5.4.3 Afficheurs

Ce sont des bandeaux déroulants ou des panneaux LCD embarqués à l'intérieur des véhicules. Les informations diffusées sont alternativement le prochain arrêt et la destination.

En cas de perturbations les afficheurs peuvent être employés pour en informer les usagers. Toutefois, il est sous-entendu que ceux-ci demanderont les précisions nécessaires aux relais humains de l'information (conducteurs, agents,...).

5.4.4 Affiches

Nous nous sommes intéressés particulièrement à l'affichage de l'information relative aux perturbations étant entendu que l'information par voie d'affichage est quasi permanente en situation nominale.

Les affiches sont mises en place ponctuellement avant et pendant les incidents. Leur contenu concerne le type et les conséquences attendues de la perturbation. Les affiches sont principalement disposées dans les stations bus et tramway ce qui pose des problèmes de pérennité de l'information exposée aux aléas de la météo et de l'incivilité.

5.4.5 Conducteur

C'est un important relais d'information vers les usagers. Son double statut de source d'information du terrain vers le PCI (cf. tableau 4) et de media d'information embarqué pour les usagers, en fait un point central de l'information temps réel. Notons que cette fonction de vecteur de contact et d'information n'est pas toujours acceptée et réalisée par les conducteurs. En effet, elle est vécue comme une tâche supplémentaire.

Nos observations montrent que les informations les plus souvent demandées aux conducteurs sont de types théoriques (horaires, itinéraires, adresses) ou diverses (aide à la recherche d'objets ou de personnes).

5.4.6 Agents de terrain

Ces agents sont au contact direct des usagers. Ils se déclinent en agents de contrôle et en agents de prévention. En cas de perturbation du réseau ils assurent la double tâche d'informer le PCI des développements de la situation sur le terrain et de relayer des informations vers les usagers.

5.4.7 Service téléphonique

Le réseau dispose d'un standard téléphonique à l'usage des voyageurs. Le PCI informe les agents du standard d'information téléphonique de toute donnée qui peut être utile aux usagers. De même, le standard transmet au PCI les demandes formulées par les usagers.

5.4.8 La radio

Elle offre la possibilité à l'opératrice PCI d'appeler un agent, une ligne ou un groupe d'agents. Ces possibilités s'étendent à la diffusion de messages dans les véhicules à destination directe des usagers. Dans les faits la main est donnée le plus souvent au conducteur pour relayer l'information voyageurs.

Medias de diffusion	Niveau de diffusion	Type d'information	Période	Inconvénients
BIV	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stations 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Temps d'attente ▪ Avis de perturbations ▪ Informations commerciales ▪ Information prévention 	15mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Temps de rafraîchissement ▪ Longueur limitée des messages
Information vocale (IV)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Station ▪ Véhicule 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perturbations : ligne concernée, motif, conséquences ▪ Informations prévention ▪ Informations commerciales 	Modulable	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réglage des plages horaires de diffusion ▪ Paramétrage des lieux de diffusion de l'information
Afficheurs embarqués	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Véhicules 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prochain arrêt ▪ Destination ▪ Informations commerciales ▪ Redirection des usagers vers des relais humains 	Rapide	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Information partielle ▪ Risque de rupture de liaison
Affichages	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stations 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perturbation : motif, conséquences 	Ponctuel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dégradations
Conducteur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usager(s) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Itinéraire ▪ Adresse ▪ Horaires ▪ Divers ponctuels 	Temps réel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Multiplication des tâches à accomplir
Agents de terrain	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usager(s) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réponse aux demandes ▪ Prévention ▪ Information de perturbation 	Temps réel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nombre insuffisant
Service téléphonique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usager 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Itinéraire ▪ Adresse ▪ Horaires ▪ Divers ponctuels 	Temps réel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Saturation des lignes
Radio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 agent ▪ 1 ligne ▪ 1 groupe 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Etat du réseau ▪ Alertes 	Ponctuel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Temps de communication limité à 1min30 ▪ Mauvaise liaison ▪ Délai de réponse

Tableau 11 : Tableau récapitulatif des outils de diffusion de l'information au PCI

5.5 Situations gérées au PCI

Le PCI a pour tâche de gérer l'information voyageurs dans diverses situations perturbées (manifestation, ruptures de lignes, ...) mais aussi de délivrer des informations aux usagers qui le sollicitent via un media.

Nous avons pu assister à plusieurs de ces situations au cours de nos observations. Par ailleurs, l'analyse des documents techniques du PCI nous a fourni de nombreux indicateurs concernant la pratique de la gestion réelle de chaque situation.

L'opérateur PCI est le nœud central du processus de production et de diffusion de l'information voyageurs. En effet :

- Il centralise et traite les informations en temps réel ;
- Il a l'initiative et la responsabilité de l'actualisation de ces données ;
- Il produit l'information aux usagers en temps réel ;
- Il doit s'assurer de la bonne diffusion de l'information aux usagers.

En termes de conception, les activités de l'opérateur PCI représentent les fonctionnalités attendues d'un SIV du point de vue de la satisfaction du besoin en information des usagers. L'analyse de ces activités peut donc contribuer à la modélisation du système. Nous avons tenté de modéliser notre analyse de ces activités.

Cette analyse s'est déroulée en plusieurs étapes. Dans un premier temps, nous avons analysés les données techniques à notre disposition. Nous avons ainsi construit une typologie de situations gérées par le PCI. Nous avons regroupé ces situations en deux contextes relatifs à la conception de l'information.

Dans le premier cas, les données de la perturbation sont connues avant son occurrence. Une préparation à la gestion de l'événement peut donc être effectuée.

Dans le second cas, l'opérateur doit répondre à une variété de demandes émanant d'usagers en situation de besoin en information. L'opérateur doit alors, dans un intervalle de temps restreint, trouver les ressources et les media de diffusion qui lui permettront de délivrer l'information pertinente à l'utilisateur.

Nous avons analysé, dans chacun de ces cas, les documents associés ainsi que les données d'observation et d'interview des opérateurs. Nous avons choisi deux modes de représentations des résultats : sous forme de procédures pour les premières et de boucle de circulation de l'information pour les secondes.

Cette analyse a permis de souligner plusieurs remarques. D'une part, la gestion de situations perturbées est peu formalisée. Elle reste le fait de l'expertise des opérateurs en charge de l'information voyageur qui en adaptent la pratique à chaque contexte. D'un autre côté, les expériences de perturbations ne sont pas suffisamment capitalisées en dehors de l'expertise des opérateurs et du renseignement du journal trafic.

Nous présentons dans la suite, la typologie de situations qui a été construite.

5.5.1 Situations où l'information est préconçue

Ce sont les situations où certaines données de l'événement peuvent être connues préalablement par le système d'information. Par exemple : les travaux planifiés, les manifestations déclarées aux services concernés,...

Dans ce premier cas, la diffusion de l'information voyageurs est préparée au PCI. Les actions sont réalisées par les acteurs opérationnels de l'information (opératrices, régulateurs,...) et sont peu ou pas formalisées.

Notre analyse a permis d'écrire l'organigramme des étapes et outils mobilisés pour la conception de l'information voyageurs. Nous avons procédé dans un premier temps à l'identification des ressources de données mobilisées pour les différentes situations.

Nous avons recherché, ensuite, les modalités de qualification et de vérification des données centralisées. Enfin, nous nous sommes intéressés à la construction et la diffusion du message d'information. Nous avons ainsi obtenu une représentation de procédure réelle de traitement de données et de diffusion d'information voyageurs en perturbation prévue (Figure 29).

Du fait de notre problématique et à la demande de nos partenaires, nous nous sommes particulièrement concentrés sur certaines situations perturbées. Nos recherches documentaires et nos observations nous ont permis de reconstituer l'organigramme générique des actions menées depuis la prévision de l'événement jusqu'à la diffusion de l'information à l'usager (Figure 30).

Dans ce type de situation, les données initiales du problème sont communiquées en temps différé et proviennent d'une source extérieure : DDE, municipalité, préfecture,.... Ces données sont communiquées et vérifiées par le responsable de la ligne concerné par la perturbation. La ligne est alors déviée et les conducteurs informés de cette déviation. Le PCI échange les informations ainsi confirmées avec le responsable de la ligne avant d'en informer les agents du Poste de Commandement Central (PCC) du réseau.

Le responsable du PCC met alors en place un « plan de déviation ». Le plan de déviation comprend le nouvel itinéraire à suivre par les véhicules de la ligne perturbée. Ce plan est communiqué au PCI et aux usagers qui sollicitent le service téléphonique de la SEMITAG. Le PCI prend alors en charge l'information des usagers en sélectionnant les medias adéquats.

Le but de cette procédure est de définir les types d'acteurs intervenant réellement dans ces situations ainsi que la chronologie et les modalités de leurs interactions.

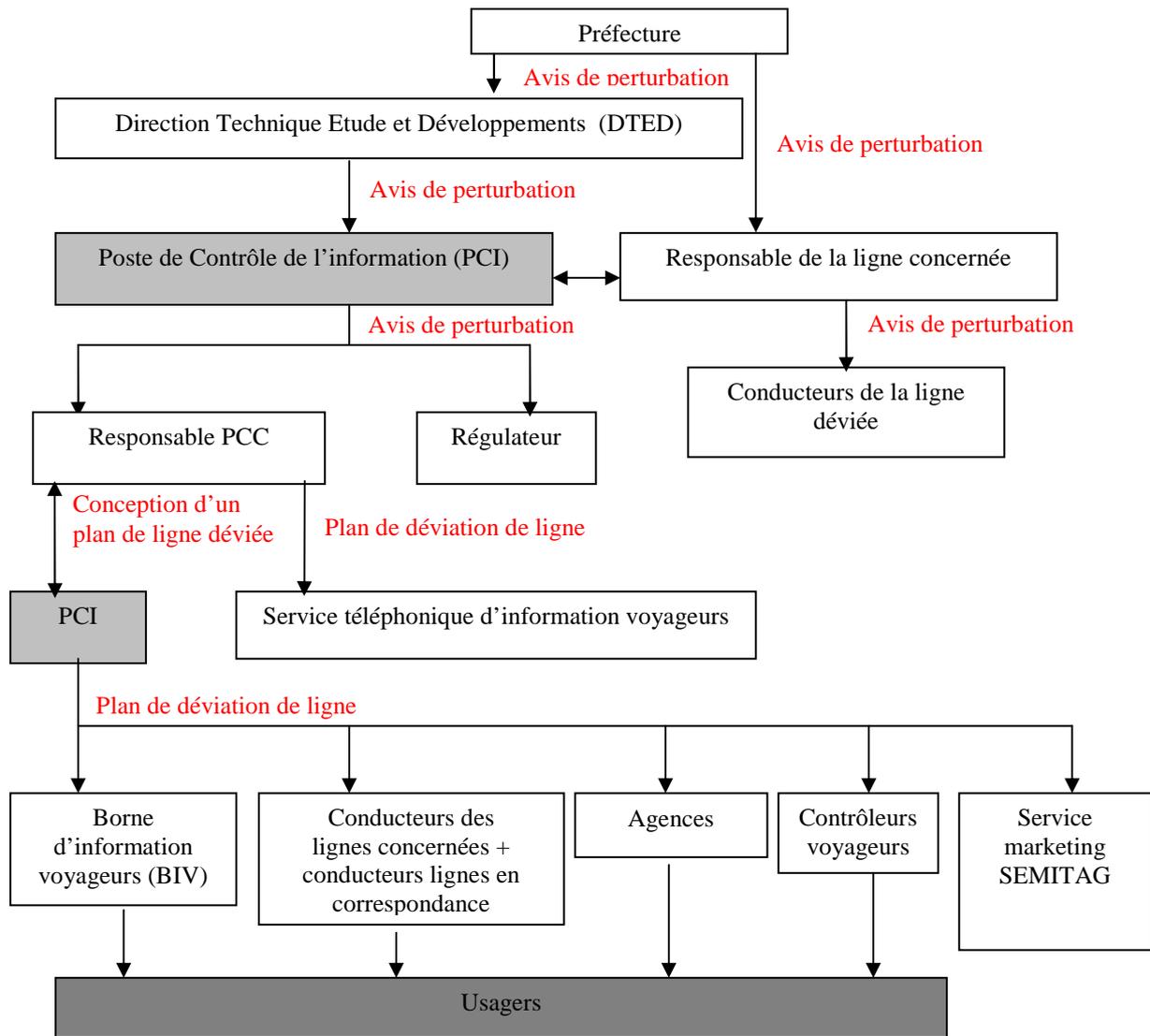


Figure 29 : Modèle générique de gestion de l'information voyageurs lors de perturbations prévues

Afin de valider la généralité de ce modèle, nous l'avons appliqué à un extrait du journal trafic¹⁰ concernant la gestion d'une manifestation revendicative prévue (Figure 30). La gestion de l'information des usagers dans cette situation est étalée sur plusieurs jours successifs. Les premières données concernant l'événement sont prédictives : avis de perturbation, parcours théorique, type et conséquences attendues. Elles sont systématiquement recoupées et vérifiées par le PCI. En réalité, les perturbations causées par l'événement évoluent dans le temps : déviations partielles, incidents ponctuels,.... Le PCI doit donc mettre en place une information dynamique correspondant à ces évolutions. Ce diagramme précise d'une part, les entités intervenant dans la gestion de l'information, ainsi que le contenu des informations échangées.

¹⁰ Document récapitulatif du déroulement d'un événement sur le réseau.

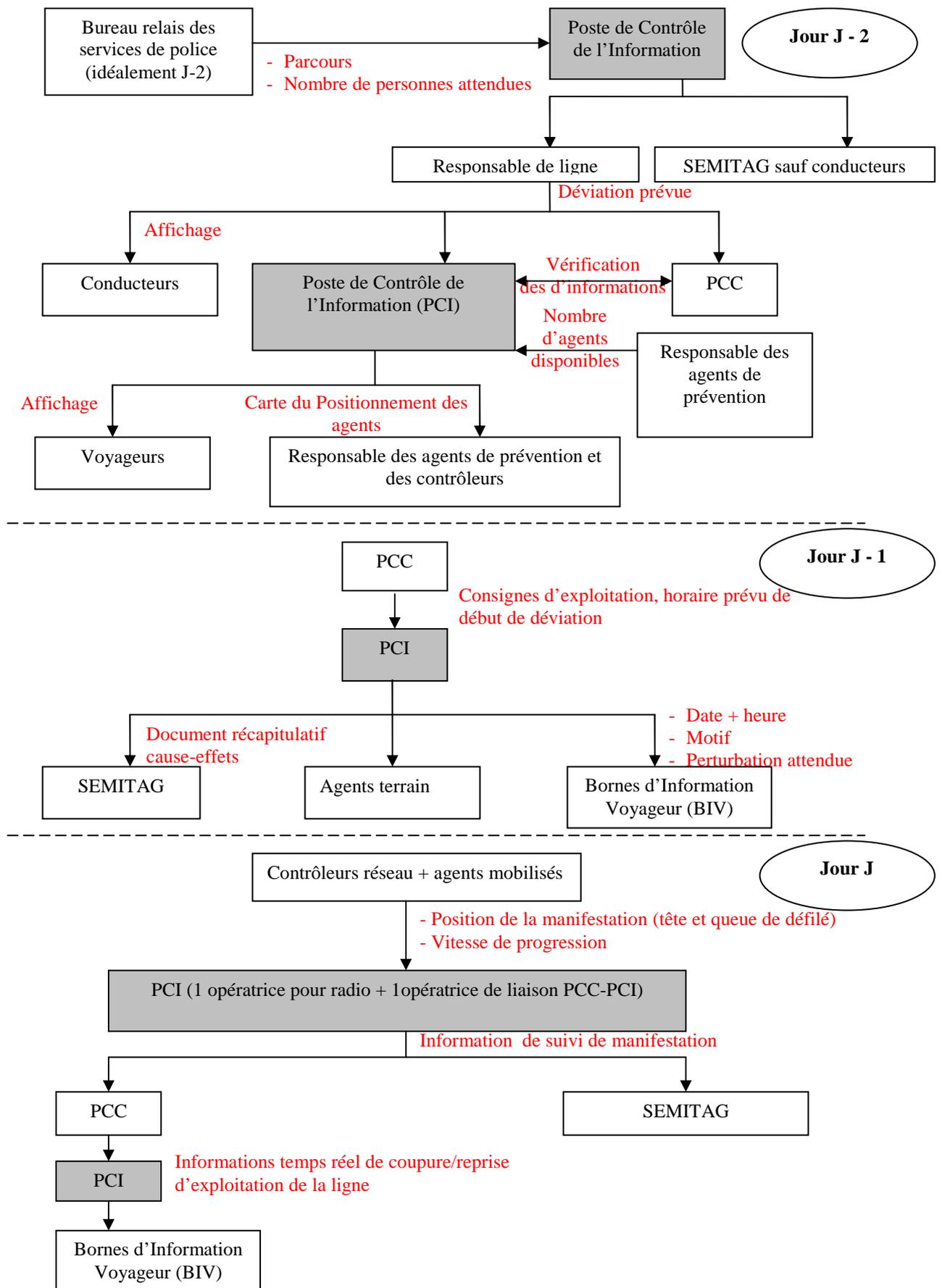


Figure 30 : Procédure de gestion de l'information d'une manifestation revendicative

Ce travail d'analyse nous a permis d'acquérir une connaissance des pratiques de diffusion de l'information voyageurs en situation perturbée. Cela nous a en outre permis de repérer un certain nombre de problèmes. Le premier soulève la question de la validité de l'information dans le temps. En effet, il apparaît que la pertinence de celle-ci est fortement liée au moment et aux fréquences de sa diffusion. Le second problème concerne les lieux et les medias d'inscription de l'information. Le réseau que nous avons observé centre essentiellement son information « de crise » autour de la médiation humaine (agents de terrain) pour sa capacité à réagir rapidement à la versatilité de la situation réelle.

5.5.2 Situations nécessitant une information ponctuelle

Le second volet d'analyse des résultats d'observation du PCI concerne les situations nécessitant une information ponctuelle. En effet, en plus de la gestion des perturbations prévues, le PCI reçoit des demandes d'information émanant des usagers. Nous avons étudié le traitement de ce type de demandes.

Le résultat de l'analyse des données documentaires et d'interviews est une liste de besoins (Annexe 5). Cette liste comporte des demandes telles que : demandes d'itinéraires, recherche d'objets ou de personnes perdus sur le réseau, recherche d'adresse.

Pour chaque demande nous avons suivi la mise en forme de la réponse apportée à l'utilisateur par l'opératrice du PCI. Nous avons précisé pour chacune :

- Le mode de transmission de la demande ;
- Les outils de son traitement ;
- Les ressources sollicitées pour la construction de la réponse ;
- Les media mobilisés pour la diffusion de celle-ci à l'utilisateur.

L'analyse de cette liste de besoins qualifiés a permis de renseigner la boucle générique de circulation des informations en partant de l'expression du besoin jusqu'à la réponse apportée. Ainsi, un besoin en information est toujours exprimé à travers un media (humain ou matériel) vers un système d'information voyageur (humain ou logiciel) qui sollicite des ressources (de données temps réel, temps différé ou théoriques) pour construire une réponse qui se veut pertinente et la diffuser via un media vers l'utilisateur ayant exprimé le besoin initial.

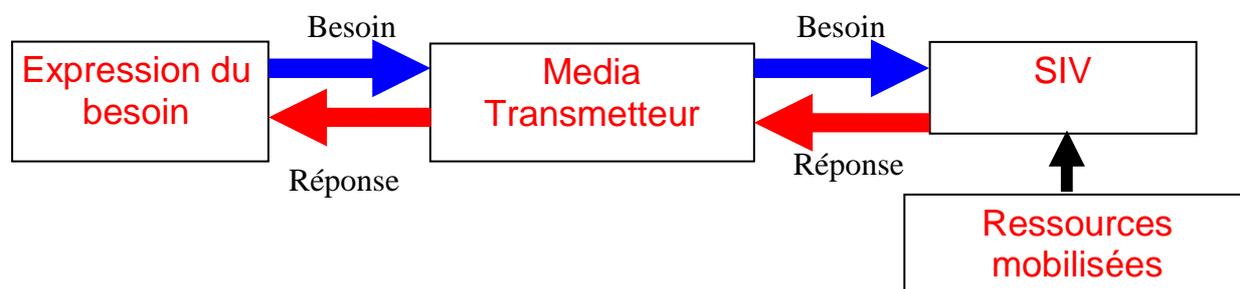


Figure 31 : Chemin de demandes d'information

Ce schéma, appliqué à divers contextes, permet d'identifier un certain nombre de problématiques inhérentes à l'activité de gestion de l'information voyageur. Le premier concerne le moment de diffusion l'information. En effet, la pertinence du message est fortement liée à son moment de diffusion : un besoin d'adresse ou une demande d'horaires de correspondance nécessitent des réponses quasi instantanées pour être efficaces.

Un second problème soulevé est celui de la sécurité et la confidentialité des demandes reçues et des informations communiquées. Ainsi, dans le cas de recherche d'objets de valeurs ou de recherche de personnes par exemple le choix d'un media garantissant la confidentialité de la demande et de la réponse est crucial.

Enfin, en situation perturbée, la fiabilité des données disponibles est difficile à garantir. Les paramètres de contextes varient rapidement et l'intervalle de validité des données est restreint dans le temps. Un problème complexe d'évaluation précise des contenus, lieux et moments de diffusion de l'information aux usagers se pose.

Ainsi, dans le cas d'une collision entre un tramway et une voiture, la diffusion de l'avis de perturbation doit prendre en compte plusieurs paramètres dont le contexte de l'incident (dommage physique ou pas), le temps nécessaire à l'intervention des autorités policières, le temps nécessaire à la réparation... Toutes ces données sont souvent soit imprécises, soit totalement inexistantes.

VII Modélisation des données

A l'issue de la phase d'analyse des besoins nous disposons, entre autres résultats, d'une représentation qualifiée et formalisée des besoins des usagers. Ces besoins sont répertoriés dans les tableaux d'analyse de l'usage de l'information (cf. II.3). Par ailleurs, nous disposons d'une typologie d'incidents décrits dans une liste spécifique (cf. II.4) et d'une modélisation d'un retour d'expérience de gestion de l'information voyageurs en cas de perturbation d'un réseau de transports (cf. II.5).

Afin de favoriser l'intégration de ces données de besoins dans un processus de conception de SIV, nous avons recherché un formalisme et une notation associée qui permettent de traduire ces données dans un langage calculable. Cette recherche vise à faciliter la mutualisation des connaissances des différents intervenants dans le problème de l'information voyageurs. En effet, ce formalisme a pour visée de trouver une représentation des données issues de l'analyse ergonomique qui permette leur intégration dans le processus de conception et d'implémentation logicielles. Nous avons recherché une notation propre au développement logiciel afin de disposer d'un langage de représentation des données qui soit maîtrisé par le concepteur informatique chargé de la réalisation et signifiant pour l'ergonome analyste des besoins. Ce formalisme devait permettre de (re)lier les besoins contextualisés de l'humain utilisateur aux données formalisées des ressources d'information tout en préservant la richesse inhérente à la rigueur méthodologique du recueil des données et de leur analyse,

Pour satisfaire l'ensemble de ces caractéristiques, nous avons choisi d'utiliser le paradigme des langages Orientés Objet (OO). Le paradigme objet à la capacité, à travers ses concepts, de représenter des données issues du monde réel et de les rendre implémentables [Chauvin, 1996]. Le processus de modélisation objet consiste à traduire les données issues du terrain selon une approche ontologique de description des entités et des associations du monde réel. Le but de ce modèle formel est de passer d'une spécification en langage naturel (soumise à interprétation) à une spécification objective. En effet, le processus de modélisation contraint le concepteur à exprimer les connaissances recueillies dans des concepts formels. Toutefois, l'approche objet ne préconise pas de niveau d'abstraction ou l'utilisation d'un concept particulier pour modéliser un objet du monde. L'expertise du concepteur gouverne cette étape. Dans la méthodologie présentée ici, l'analyse de l'activité vient soutenir ce travail d'expertise.

Nous espérons par cette démarche aboutir à la formalisation des articulations entre une représentation du monde réel et un formalisme informatique. Ce formalisme doit permettre de conserver l'intégrité des connaissances recueillies tout en favorisant leur intégration au processus de conception.

1 Modélisation objet de l'usage de l'information

L'analyse des données d'usage de l'information recueillies auprès des usagers aboutit à leur représentation sur différents supports :

- Tableaux qualifiés de retranscription chronologique de trajets ;
- Tableaux qualifiés de traitement de l'usage de l'information ;
- Liste des situations incidentelles ;
- Typologie des incidents ;

Par ailleurs l'analyse d'activité de conception d'information voyageurs (cf. II.5) a permis de mettre en place ce qui suit :

- Tableaux des ressources potentielles pour la production de l'information ;
- Tableaux des ressources potentielles pour la diffusion de l'information ;
- Organigramme générique de gestion d'une situation de perturbation prévue ;
- Cycle générique de circulation de l'information en réponse à un besoin.

Cette analyse donne une vision du problème de l'information voyageur sous deux angles complémentaires :

1. L'activité d'usage de l'information dans différents contextes de déplacements : la représentation de l'activité d'usage repose sur le principe méthodologique de décomposition d'un trajet en séquences actions-objectif. Chaque séquence est située dans le temps (horaire, étape du trajet) et l'espace (lieu). Dans chaque séquence, l'information mise en jeu par l'objectif est qualifiée par son état et l'utilisation qui en est faite par l'utilisateur au moment de l'action.

2. L'activité de gestion (qualification, production et diffusion) de l'information : l'activité de gestion de l'information voyageurs a été observée et analysée. Les ressources de données ont été inventoriées et catégorisées et les données qualifiées. Cette partie d'analyse a permis de formaliser les différentes étapes de circulation et de traitement des données jusqu'à la production et la diffusion de l'information aux usagers.

Nous nous proposons dans ce chapitre de construire un modèle formel de l'ensemble de ces connaissances. L'objectif de cette modélisation est d'exprimer les connaissances acquises dans la phase expérimentale et de représenter leur signification dans un formalisme qui permette d'une part de les exprimer dans un langage structuré et d'autre part de les rendre opérationnelles pour l'implémentation d'un modèle logique.

Le passage d'une représentation des besoins à un modèle formel par objet consiste à trouver les entités qui font sens par rapport au problème et d'identifier les liens qui les relient. La réussite de cette étape est fortement liée à une bonne connaissance du problème. Dans notre modèle nous avons procédé à une décomposition conceptuelle s'appuyant sur les différents objets du domaine de l'information voyageur. Ces objets ont été identifiés suite à la phase d'analyse précédente. Ces concepts interviennent et interagissent pour construire une réponse satisfaisante à l'expression d'un besoin en information.

D'une part, la méthodologie suivie afin de définir les besoins des usagers nous a permis de définir une typologie de six catégories d'utilisateurs. Par ailleurs, les données

recueillies au cours des observations permettent d'enrichir cette description par de nouveaux paramètres tels que l'âge et la qualité d'abonné. Enfin, nous avons mis en place une évaluation dynamique du niveau d'un usager au cours de son activité d'usage (cf. II.3).

Nous pouvons considérer que la démarche méthodologique suivie nous fournit une description précise de l'entité du monde qu'est l'usager. Partant de cette description il s'agit de définir les concepts objet correspondant à cette entité et à chacun des éléments de sa description.

Par ailleurs, nous disposons d'une description de l'environnement de déplacement à travers les différents lieux et medias répertoriés (cf. II.1) Nous avons qualifié ces entités du monde afin de les regrouper en typologies adaptées au problème posé. Le but de ce travail est de trouver une représentation globale du contexte d'usage. Cette analyse ontologique a permis par analogie de construire des arbres de concepts. Nous avons défini des concepts abstraits afin de lier les entités définies par des relations d'héritage.

De la même manière, l'analyse d'activité de conception de l'information a contribué à la description du problème par la spécification des ressources de données et des medias de diffusion dont pouvait disposer un SIV. Le travail d'abstraction consiste ici à caractériser les éléments significatifs de ces ressources et de ces medias pour le problème de l'information voyageurs.

Enfin, les stratégies des usagers et les organigrammes des actions du PCI, permettent de définir les modalités des interactions entre les concepts définis. Ces interactions peuvent être existantes, recommandées ou encore refléter un besoin.

Nous démontrons ainsi qu'une approche ergonomique d'analyse de l'activité fournit les connaissances nécessaires à une représentation objet d'un problème : les entités du monde et leurs interactions sont représentées dans des concepts objets et leurs relations.

Nous observons que cette description comporte deux volets interdépendants : une partie « statique » qui comporte les concepts définis et leurs relations et une partie dynamique décrivant le déroulement des actions opérées sur les objets. La représentation objet du problème se décompose donc en deux modèles :

1. Un modèle statique du domaine décrivant les objets et relations qui constituent le domaine du problème ;
2. Un modèle dynamique de l'activité décrivant l'activité d'usage de l'information par les voyageurs.

Dans la suite, nous présenterons brièvement le paradigme de représentation objet ainsi que les concepts qui lui sont associés. Nous poursuivrons par la description des modèles du domaine et de l'activité construits au cours de cette étude.

2 L'approche objet

Dans le paradigme objet, les solutions sont pensées en terme d'objets et de relations (ou associations) [Détienne, 1997]. L'objet a une existence propre, une interface bien définie avec son environnement, des caractéristiques qui facilitent la communication, l'échange et la manipulation. Ces caractéristiques permettent de retranscrire plus naturellement les données du monde réel dans un modèle calculable [Duc, 1999].

Par ailleurs, et comme le précise J. Rumbaugh dans [Rumbaugh, 1995], une approche de développement par objets encourage les développeurs à penser en termes de domaine d'application pendant la plus grande partie du projet. De ce fait, la traduction des besoins en termes d'entités objet contribue fortement à leur meilleure prise en compte.

Enfin, le concept d'objet propose une vision isomorphe d'un problème. En effet, les mêmes objets peuvent être retrouvés et réutilisés dans les différentes phases de développement d'un système. On peut donc en attendre une propagation facilitée et des économies d'efforts en termes de transformation de concept tout au long des phases d'un projet itératif. Cette dernière caractéristique favorise l'introduction d'étapes de validation fréquentes impliquant des utilisateurs afin de vérifier l'adéquation de l'application développée avec leurs besoins réels.

Sans chercher à donner ici un exposé complet de la modélisation à base d'objets, nous en présentons dans ce qui suit les principaux concepts. Cet exposé vise à présenter les concepts théoriques utilisés dans la modélisation des données d'usage. Le lecteur pourra retrouver, notamment dans [Bouzeghoub, 1997], une présentation détaillée de ces entités.

2.1 Concepts de l'approche objet

2.1.1 L'objet

Un objet est une abstraction d'une entité du monde réel ou virtuel qui se caractérise par une *identité*, des *états* significatifs et un *comportement*. Il est constitué d'attributs et de méthodes.

L'identité d'un objet est la propriété qui permet de le distinguer des autres objets. *L'état* correspond aux valeurs de tous ses attributs à un instant donné. Le *comportement* est défini par l'ensemble des méthodes qu'il peut exécuter en réponse aux messages envoyés par les autres objets. Un objet peut être concret (exemple l'utilisateur Marc Durand) ou conceptuel, (exemple : l'information spatiale).

Les attributs et les méthodes d'un objet sont définis dans sa classe d'appartenance.

2.1.2 La classe

La classe est l'abstraction d'un ensemble d'objets possédant une structure commune d'attributs et de méthodes.

Les attributs sont les données caractérisant l'état d'un objet. Les méthodes caractérisent son comportement, c'est-à-dire l'ensemble des actions que l'objet est à même de réaliser. Ces opérations permettent à l'objet de réagir aux sollicitations extérieures ou d'agir sur les autres objets. Les opérations sont étroitement liées aux attributs, car leurs actions peuvent dépendre des valeurs des attributs ou encore les modifier.

L'approche objet se caractérise par le regroupement dans une même classe de la description de la structure des attributs et de la description des opérations par le mécanisme d'encapsulation.

2.1.3 L'encapsulation

Le concept d'encapsulation est le mécanisme consistant à rassembler les données et les méthodes au sein d'une classe en cachant l'implémentation de l'objet. Du point de vue de l'implémentation, ce mécanisme permet d'empêcher l'accès à certaines données. L'encapsulation permet donc de garantir l'intégrité des données contenues dans un objet.

L'encapsulation permet de définir des niveaux de visibilité des éléments d'une classe. Ces niveaux de visibilité définissent les droits d'accès aux données selon que l'on y accède par une méthode de la classe elle-même (visibilité privée), d'une classe héritière (visibilité protégée), ou bien d'une classe quelconque (visibilité publique).

2.1.4 L'héritage

L'héritage est un principe fondamental de la modélisation orientée objet. Il permet de créer une nouvelle classe à partir d'une classe existante. Le nom d'« héritage » (ou dérivation de classe) provient du fait que la classe dérivée (la classe nouvellement créée) contient les attributs et les méthodes de sa classe mère appelée « superclasse ».

Nous verrons que ce concept a largement été mobilisé dans notre approche afin de représenter les différentes typologies construites par l'approche ergonomique. En ergonomie, les typologies sont utilisées afin de définir la variabilité des éléments coexistant dans un ensemble fini. Ces éléments partagent des propriétés dont celle d'appartenance à cet ensemble et se différencient par des caractéristiques intrinsèques.

L'intérêt majeur de l'héritage est de pouvoir définir de nouveaux attributs et méthodes pour la classe dérivée, qui viennent s'ajouter à ceux et celles héritées. L'héritage permet aussi de spécialiser des méthodes de la superclasse. On crée ainsi une hiérarchie de classes de plus en plus spécialisées. Le concept d'héritage nous permet de représenter en termes de relations entre objets cet outil méthodologique qu'est la typologie.

2.1.5 Les associations

Une association exprime une connexion sémantique bidirectionnelle entre deux classes. Elle est représentée par une forme verbale active exprimant la relation entre une classe A et une classe B (exemple : un usager *parcourt* un lieu). Le sens inverse de la relation sera exprimé implicitement par la forme passive de la relation (exemple : un lieu est parcouru par un ou plusieurs usagers).

2.1.6 La cardinalité d'une association

Dans les relations entre classes, la cardinalité spécifie les nombres minimum et maximum d'occurrences d'une association entre classes. Autrement dit la cardinalité précise le nombre d'instances de chacune des deux classes pouvant participer dans une relation.

Exemple : un usager ne peut se trouver que dans un seul lieu à la fois. Un lieu peut être parcouru par de nombreux usagers. La cardinalité de l'association « parcourir » qui lie les classes « usager » et « lieu » sera donc de (0..N, 1). En d'autres termes, un même lieu peut être parcouru par aucun, un ou plusieurs usager(s).

3 Modélisation du domaine

Le modèle statique regroupe l'ensemble des entités interagissant dans la conception et la gestion de l'information voyageurs. L'analyse de l'activité nous a permis de capitaliser une connaissance précise de ce contexte.

Les visites préparatoires ainsi que l'analyse documentaire fournissent une vision de l'ensemble des entités à modéliser. En effet, au cours de cette phase de préparation nous sommes attachés à collecter toute information concernant le contexte d'usage. Cette compilation est donc une image précise du domaine du problème.

Le processus de modélisation a consisté à trouver puis à encapsuler ces entités dans une démarche de réification [Lai, 1997] et à définir les liens existants entre les différentes entités.

La question de la granularité et de la pertinence des encapsulations se pose à ce moment. Nous devons examiner ce problème d'autant plus attentivement que les choix faits dans cette phase de conception orienteront totalement la phase d'implémentation.

Le modèle statique repose sur un des résultats de l'analyse des besoins : le schéma générique de circulation de l'information (cf. Figure 31).

Ce schéma explicite les chemins de circulation des données acquises et de l'information produite pour répondre à un besoin donné. Nous avons choisi de construire le modèle statique autour de ce schéma en explicitant les entités intervenant dans cette circulation. Ces entités sont directement issues de l'analyse de l'activité développée dans le chapitre précédent. Chaque entité est représentée sous forme de classe au sein d'un diagramme.

Nous présentons dans un premier temps chaque classe et superclasse ainsi que leurs classes dérivées et associées. Nous expliciterons ensuite les associations liant les différentes entités pour constituer le modèle statique du domaine. Nous présenterons, enfin, le diagramme de classes synthétisant le modèle statique du domaine.

3.1 Les classes du modèle du domaine

3.1.1 La classe *Usager*

La superclasse « usager » représente les usagers tels que définis dans la méthodologie de recueil des besoins. Chaque usager est caractérisé par sa catégorie d'appartenance. Cependant, selon l'approche des profils croisés (cf. II.3.1), un usager peut aussi appartenir simultanément à plusieurs catégories. Par ailleurs, chaque usager possède un nom, un âge et parle une langue et peut être abonné ou non au réseau de transports en commun (cf. Figure 32).

La superclasse *Usager* possède deux méthodes :

- La méthode *Niveau()* qui évalue dynamiquement la connaissance de l'usager du contexte de son parcours. Cette méthode pourrait être implémentée autour des données de personnalisation relative aux habitudes de déplacements d'un usager telles que les lignes les plus fréquentées, les données du fichier d'abonnement, etc. ;
- La méthode *Senior()* qui définit le seuil d'appartenance d'un usager à la catégorie des seniors.

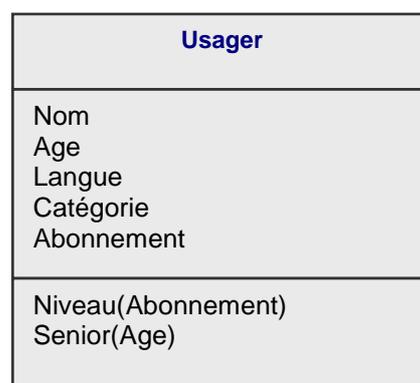


Figure 32 : La superclasse *Usager*

3.1.2 La classe *Besoin*

La classe *besoin* est une classe abstraite qui représente la demande en information voyageurs d'un usager.

Un besoin est d'abord constitué d'un contenu dérivé de la classe du même nom. Il peut ainsi être un besoin en information spatiale, temporelle, qualitative ou d'infrastructure. Un usager exprime un besoin par le biais d'un media qui est inscrit dans un lieu.

Ces données définissent le problème et seront utilisées par le SIV afin de formuler la réponse la plus pertinente. Dans certains cas, lorsque le media le permet, une information peut être personnalisée par rapport au profil de l'utilisateur (dans le cas des abonnés le SIV dispose de d'une base de données des profils des usagers). La classe besoin est par conséquent caractérisé par les attributs : contenu, media, lieu, et profil de l'utilisateur (cf. Figure 33).

Nous avons représenté à titre d'exemple l'une des sous-classes de la classe « Besoin » : la classe « Itinéraire ». Dans ce cas le contenu est de type spatial, il peut être transmis via une borne interactive dans une gare. En complément de ces données, un choix d'itinéraire peut être conditionné par les paramètres suivants : les lieux et dates de départ et d'arrivée du trajet, la durée imposée, des préférences en termes d'accessibilité et de modalité de transport.

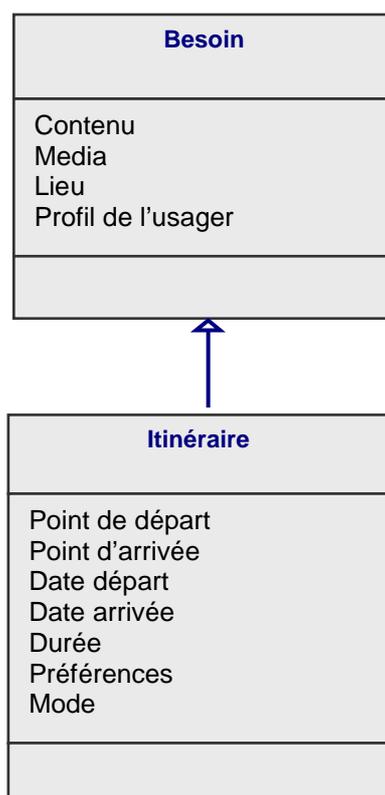


Figure 33 : Les classes *Besoin* et *Itinéraire*

3.1.3 La classe *Incident*

Rappelons que notre terrain concerne plus particulièrement l'information des voyageurs en situation perturbée et qu'une perturbation représente tout événement susceptible de gêner l'utilisateur dans le déroulement de son trajet.

Le concept de perturbation ainsi défini couvre aussi bien les problèmes d'intelligibilité et d'accessibilité de l'information voyageurs (information inadéquate ou media hors service par exemple) que les incidents dus à une perturbation de fonctionnement du réseau lui-même (pannes de véhicules ou manifestations par exemple). Le premier type de perturbation est traité par le SIV à travers ses méthodes dédiées.

Pour ce qui concerne les perturbations de fonctionnement du réseau, nous avons modélisé le concept d'incident sous forme de classe. Cette classe comprend les éléments qui caractérisent un incident et contribuent, pour le SIV, à y apporter une réponse pertinente aux usagers qui y seraient confrontés. Suite aux résultats obtenus dans l'analyse des besoins, nous avons qualifié la classe incident par les attributs suivants : le motif de perturbation (ex : panne d'un DAB), le lieu de son occurrence, la date de début et la date de fin de perturbation.

Quatre classes héritent de cette classe. Nous reprenons ici l'analyse de types d'incidents présentée dans le chapitre précédent :

- Problème d'accessibilité de l'information ;
- Problème de cohérence de l'information ;
- Problème d'efficience de l'information ;
- Problème d'absence de l'information ;

Par exemple, nous pouvons représenter la situation d'une manifestation de motif revendicatif avec ses horaires de début et de fin ainsi que son lieu de déroulement prévu. Cette situation peut générer un problème de cohérence de l'information voyageurs. En effet, si une ligne de bus est coupée en raison de cette manifestation, nous nous trouvons dans le cas où l'information diffusée sur les plans affichés aux arrêts devient pour le moins imprécise voire totalement obsolète.

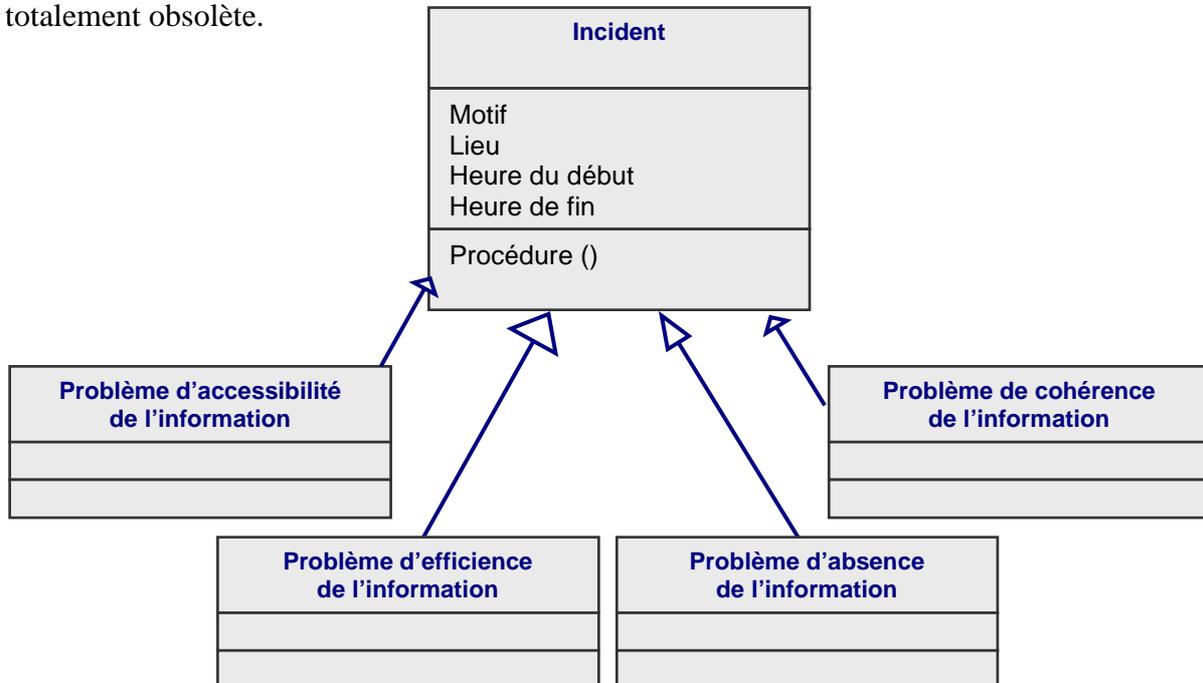


Figure 34 : La classe *Incident* et ses classes héritées

3.1.4 La superclasse *Media*

Le media est l'interface physique entre l'utilisateur et le Système d'Information Voyageurs. Il transmet le besoin d'information dans un sens et la réponse du système dans l'autre sens.

Chaque media est caractérisé par un *nom* et par le temps qui lui est nécessaire pour rafraîchir l'information qu'il gère. Ce dernier attribut est né de l'observation du problème de l'obsolescence d'une information voyageur qui peut la rendre inutile (cf. II.4).

Par ailleurs, nous avons qualifié chaque media par un indice précisant le degré de confidentialité qu'il est capable d'assurer lors de la transmission d'une réponse qu'il diffuse. Cet attribut répond à la nécessité d'assurer un certain niveau de confidentialité de la réponse apportée aux utilisateurs dans certaines situations (par exemple lors de la perte d'un objet de valeur sur le réseau).

Enfin, un attribut indique le niveau de diffusion du media. Deux valeurs sont possibles : collectif pour les informations diffusées à l'ensemble des usagers (avis de perturbation à venir par voie d'affichage) ou personnalisée lorsque l'information est destinée à un usager particulier (demande d'itinéraire diffusé sur PDA). Les deux valeurs ne sont pas exclusives (un site Internet est un media à diffusion collective et personnalisée).

Chaque media doit rendre compte au système de son état de fonctionnement à l'aide d'une méthode booléenne *Etat()*. Le résultat de cette méthode permettra au SIV de vérifier l'accessibilité de la réponse à l'utilisateur.

Les media sont les interfaces physiques (matérielles ou humaines) qui acheminent l'information de et vers l'utilisateur. Leurs fonctions sont donc, d'une part la transmission de la demande de l'utilisateur vers le système et, d'autre part, l'acheminement de la réponse conçue par le système vers l'utilisateur. Ces fonctions sont exprimées par les deux méthodes *transmettre demande()* et *transmettre réponse ()*.

Comme le montre la Figure 35, la classe *Media* est une superclasse qui généralise deux autres classes : la classe des media interactifs et non interactifs.

a. La classe *Media interactifs*

Cette classe dérivée comprend toutes les instances de la classe *Media* capables de relayer une communication bidirectionnelle entre l'utilisateur et le système d'information. Ces medias sont précisément ceux qui sont aptes à transmettre un besoin d'utilisateur au SIV. Des exemples de ces classes dérivées sont :

- Les agents du réseau pouvant être géographiquement localisés ;
- Les agents externes des réseaux connexes ;
- Le site Web ;
- Les distributeurs automatiques de billets (DAB) ;
- Les dispositifs de communication mobiles (téléphones mobiles, PDA,...) ;
- Les guichets de vente de titres de transports ;

b. La classe *Media non interactifs*

Cette classe représente tous les media de communication unidirectionnelle. Dans une première sous-classe l'information est descendante du SIV vers l'utilisateur (sous-classe *Media*

descendant). Cette sous-classe regroupe des instances d'information collectives. L'attribut « mode » précise la modalité de diffusion de l'information : sonore (Information vocale) ou écrite (plan affichée).

Dans le second type de media non interactifs l'information est ascendante de l'utilisateur vers le SIV comme pour les boutons d'appel d'arrêt dans les bus.

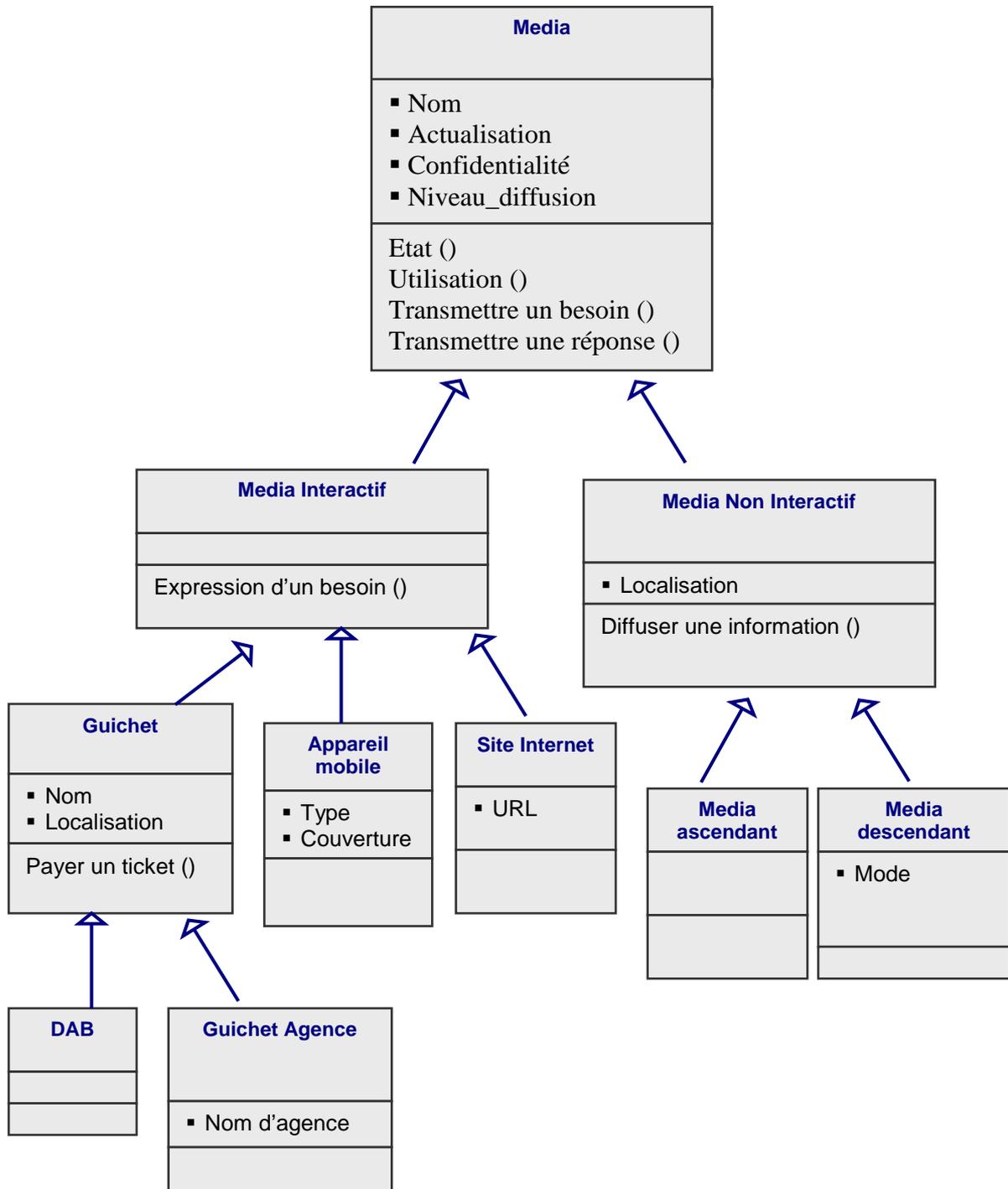


Figure 35 : La superclasse *Media* et ses sous-classes

3.1.5 La superclasse *Lieu*

La superclasse *Lieux* représente les espaces d'action de l'utilisateur (exemples : les gares, les véhicules, le domicile). Chaque lieu géographique est identifié par un nom. Par ailleurs, nous avons choisi de caractériser chaque lieu par certains éléments de contexte qui conditionnent l'accessibilité de l'information communiquée aux voyageurs telles que la taille du lieu, la luminosité et le bruit qui y règne. Nous avons défini deux sous-classes de la classe *Lieux* :

a. Les lieux localisables

Ce sont les points dont la donnée de localisation géographique est accessible au système d'information, elle peut donc contribuer à la construction ou à la personnalisation d'une réponse.

Cette classe possède elle-même les deux sous-classes de lieux suivantes :

- les véhicules du réseau qui sont localisables par le Système d'Aide à l'Exploitation (SAE) du réseau ;
- les locaux appartenant au réseau : parkings, agences, stations et gares, ... ;

b. Les lieux non localisables

Dans ces lieux le système devra gérer l'information transports sans disposer d'information sur les coordonnées de localisation de l'utilisateur (si par exemple celui-ci est à son domicile ou dans sa voiture).

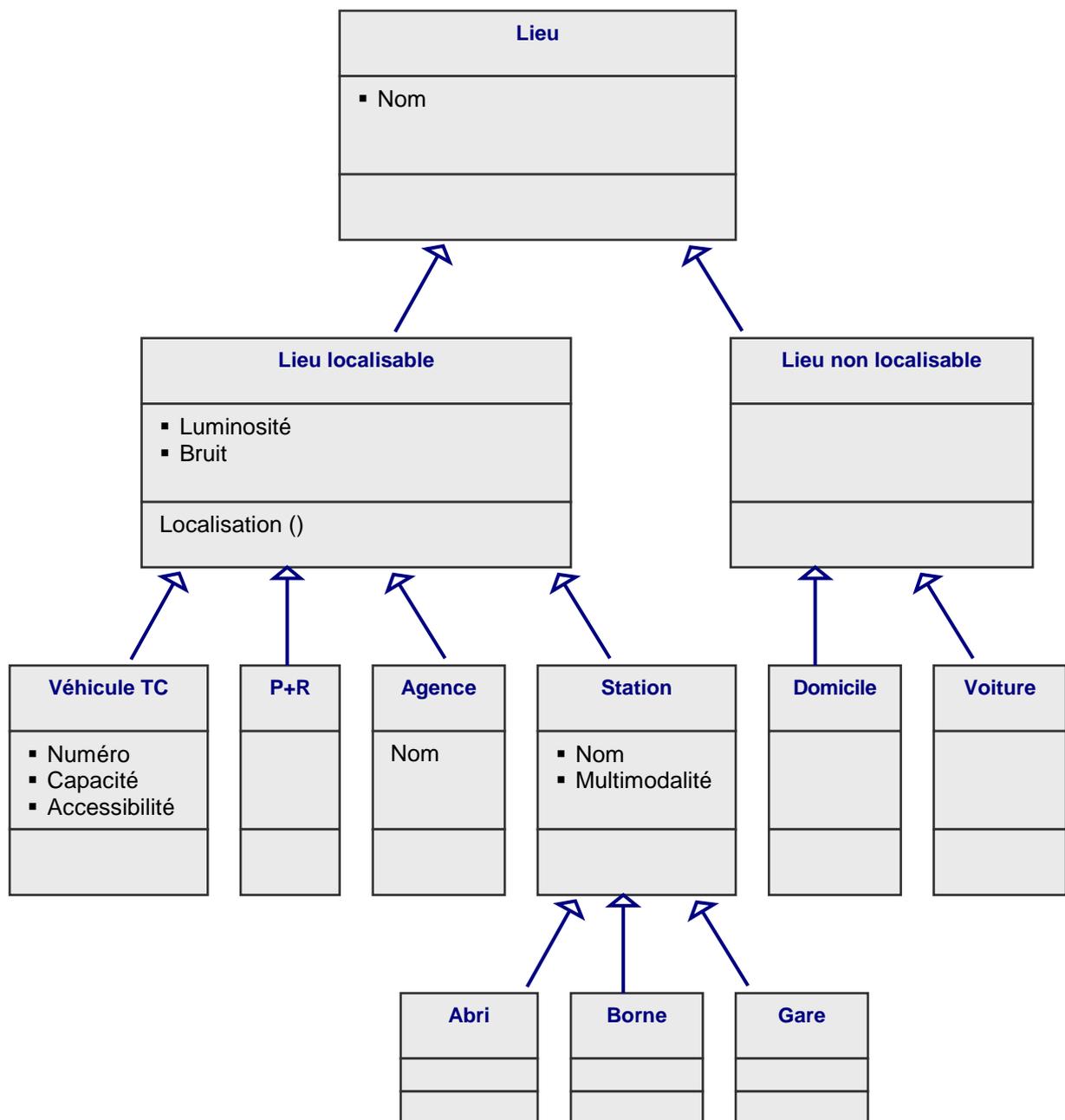


Figure 36 : La superclasse *Lieux* et ses sous-classes

3.1.6 La classe *SIV*

A l'issue de l'analyse croisée des besoins des usagers et du retour d'expérience de gestion de l'information voyageurs nous avons déterminé les fonctionnalités indispensables du point de vue de l'utilisateur afin de produire une information pertinente.

A cet effet, la synthèse des résultats des observations ainsi que l'analyse des problèmes relevés nous ont permis de produire une définition générique des fonctions requises d'un Système d'Information Voyageur.

Un système d'information voyageur est une entité (architecture logicielle ou opérateur humain) dont les fonctions peuvent être définies par les actions suivantes :

- 1) Qualifier et caractériser un besoin en information. Un besoin est traduit en terme de :
 - Type de donnée pertinente ;
 - Profil de l'utilisateur demandeur ;
 - Localisation de la demande (par la localisation du media) ;
- 2) Localiser la ou les ressource(s) susceptibles de disposer du type de données correspondant à la demande ;
- 3) Interroger la (les) ressource(s) ;
- 4) Vérifier la cohérence des informations recueillies auprès de ressources multiples ;
- 5) Construire une réponse constituée d'un contenu, d'un (ou des) media et d'un ou des lieux de diffusions ;
- 6) Vérifier l'accessibilité de la réponse.

Certaines de ces fonctionnalités seront réalisées par des méthodes de la classe SIV, d'autres à travers les associations liant cette classe aux autres classes dans le modèle.

Suite à cette définition nous avons conçu une classe SIV constituée de trois méthodes :

- **Une méthode *Qualifier un besoin*** traduit les données définissant un besoin. Les données de besoin sont traduites en termes de paramètres suivants :
 - Un contenu : information temporelle, spatiale, structurelle ou qualitative ;
 - Un profil d'utilisateur afin d'y adapter la réponse (Media vocal pour un usager malvoyant par exemple) ;
 - La localisation du media transmetteur de la demande.

L'extraction de ces données est envisageable à partir d'une analyse sémantique de l'expression du besoin par l'utilisateur pouvant être croisés avec des éléments de son profil dans le cas d'une demande d'information. Le SIV peut aussi avoir à qualifier un besoin collectif (comme un avis de perturbation). Dans ce cas, seul le contenu de l'information qualifiera un besoin commun à tous les profils d'utilisateurs.

- **Une méthode *Cohérence des ressources*** s'assure de la cohérence des données issues de ressources multiples. En effet, une réponse pertinente peut être un agrégat de données hétérogènes provenant de différentes ressources. Il convient alors de s'assurer de la concordance de ces données. Exemple : la construction d'itinéraire nécessite notamment la mobilisation de ressources théoriques (plan, horaires) et dynamiques (SAE). Le SIV doit s'assurer dans ce cas de la cohérence des horaires théoriques avec les avances-retards temps réel annoncés par le SAE ;
- **Une méthode *Etat media*** palie au problème d'accessibilité de l'information. En effet, toute information devient inutile si elle ne parvient pas à l'utilisateur. Cette méthode doit donc s'assurer du bon fonctionnement du (des) media(s) chargés d'acheminer la réponse vers l'utilisateur. Cette méthode vérifiera la valeur de l'attribut « Etat » de(s) l'instance(s) désignée(s) pour la diffusion du contenu.

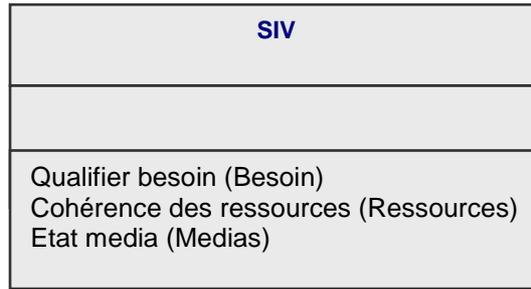


Figure 37 : La classe SIV

3.1.7 La classe *Réponse*

L'analyse des données des suivis des usagers et des situations incidentelles qui les ont émaillés nous a permis de définir le concept de réponse. Nous définissons une réponse relativement à un besoin d'information voyageurs comme la composition d'un contenu, d'un (ou plusieurs) media et d'un ou plusieurs lieux. Le contenu informatif est diffusé par le (les) media et inscrit dans un (des) lieu(x).

Comme l'indique la Figure 38, la classe *Réponse* est qualifiée par les attributs suivants :

- Le nombre de media sur lequel devra être diffusée l'information ;
- L'heure de début de diffusion du contenu ;
- L'heure de fin de diffusion du contenu.

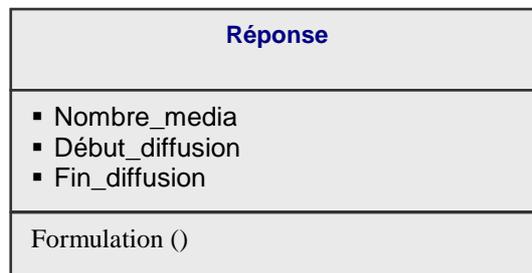


Figure 38 : La classe Réponse

Une méthode *formulation()* est définie afin de mettre en forme le contenu pour l'adapter aux différents supports de diffusion. Cette méthode prendrait en charge, par exemple, la gestion des polices de caractères correspondant aux différentes tailles d'écran ainsi que la longueur des messages (une formulation plus brève sur de l'information vocale que sur un bandeau de site Web par exemple).

3.1.8 La superclasse *Contenu*

Afin de construire la classe *Contenu*, nous avons qualifié les besoins en information des usagers en quatre classes (cf. Figure 39), Nous donnons pour chacune d'elles quelques instances en exemple :

- La classe *Information spatiale*. Exemples : plans, adresses ;
- La classe *Information temporelle*. Exemples : heure de départ d'un bus, durée de trajet ;

- La classe *Information qualitative*. Exemple : motif d'une perturbation ;
- La classe *Information d'infrastructure*. Exemple : nombre de bus proposés en remplacement d'une ligne coupée.

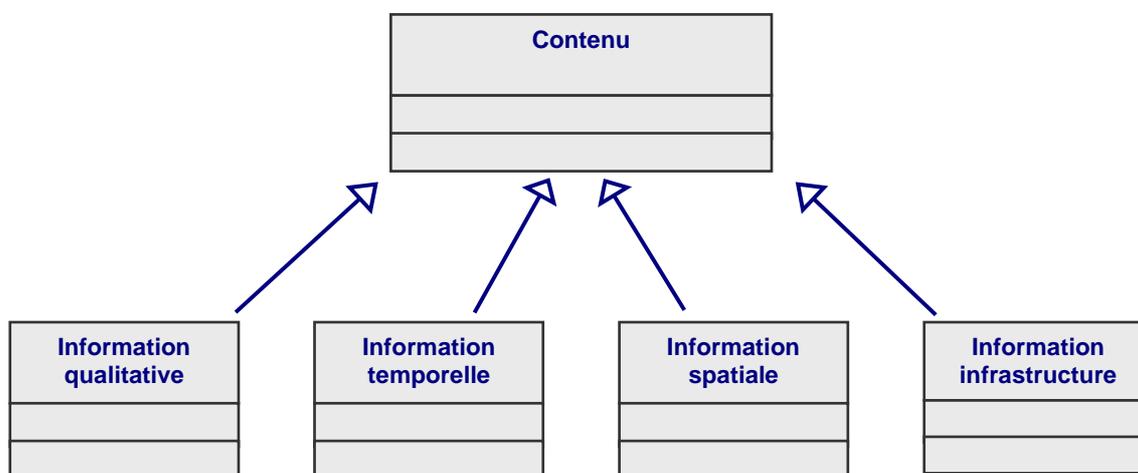


Figure 39 : La superclasse *Contenu* et ses sous-classes

3.1.9 La superclasse *Ressource*

Afin de construire la superclasse *Ressources* et sa famille de classes associées, nous avons repris les résultats d'analyse des observations de l'activité du PCI. L'analyse de l'existant ainsi que la typologie des ressources utilisées pour la gestion de l'information voyageurs nous fournit la structure du modèle.

L'analyse développée précédemment catégorise les ressources de données selon la temporalité de celles-ci en trois types :

- Les données temps réel ;
- Les données temps différées ;
- Les données théoriques.

Dans le modèle objet, nous avons choisi de regrouper les ressources temps réel et temps différé au sein d'une seule classe nommée « ressources dynamiques ». Ce regroupement est possible grâce à l'introduction de l'attribut « actualisation » au sein de cette classe qui indique la fréquence d'actualisation des données d'une ressource dynamique.

Par ailleurs, l'ensemble des ressources est qualifié par des attributs communs factorisés par la superclasse *Ressources*. Outre son nom, chaque ressource est définie par le type de données qu'elle comporte en termes de contenu. Ainsi l'attribut « type_data » est un attribut qui renvoie aux sous-classes de la classe contenu (information temporelle, spatiale...).

Chaque instance de la classe possède un attribut « fiabilité » qui indique la qualité des données fournies (Exemple : les données communiquée par des agents sur la position d'un cortège de manifestation peuvent être imprécises). Enfin, une ressource doit rendre compte au système de sa disponibilité à fournir les données nécessaires à la construction de la réponse. En effet, dans le domaine de l'information multimodale, l'interconnexion des réseaux ne garantit pas obligatoirement la mutualisation des données.

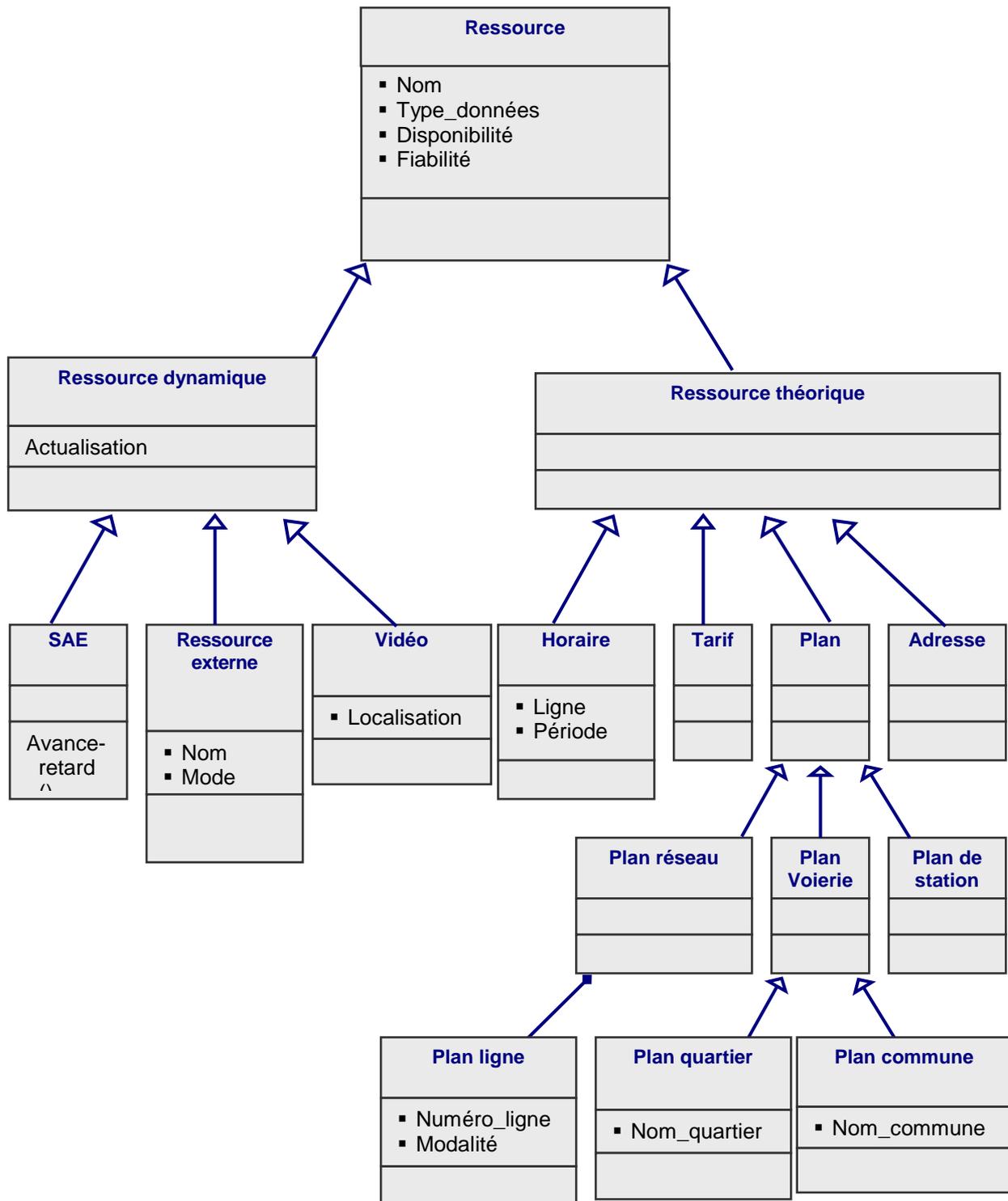


Figure 40 : La superclasse *Ressource* et ses sous-classes

Comme le montre la Figure 40, La superclasse *Ressource* généralise deux classes de ressources d'information :

- La classe des ressources théoriques ;
- La classe des ressources dynamiques.

c. La superclasse Ressources théoriques

Cette classe regroupe les sources de données dont l'actualisation est peu fréquente rapportée aux contraintes de temps réel de l'information transports. Citons parmi ces ressources :

- La classe *Plans* : ce sont l'ensemble des informations spatiales de localisation des lignes et lieux du réseau et de l'agglomération. Elle généralise ainsi :
 - La classe *Plan Réseau* liée par une relation de composition à la classe « Plans de ligne ». Chaque ligne est définie par son numéro et le mode de transport qui la parcourt.
 - La classe *Plan Voierie* : cette classe représente le plan des rues de l'agglomération. C'est une composition des plans de chaque commune ainsi que des plans de quartier.
 - La classe *Plan station* qui définit les plans de situation des nœuds de correspondance et leurs alentours.
- La classe *Tarif* représente les bases de données tarifaires du réseau ;
- La classe *Adresse* représente les bases de données d'adresses de l'agglomération couverte par le réseau ;
- La classe *Horaire* contient les tables d'horaires théoriques par ligne concernée. Chaque horaire est décliné suivant la période de l'année (changement en période de vacances ou estivale).

d. La superclasse Ressources dynamiques

Comme nous l'avons expliqué plus haut, cette classe regroupe les ressources désignées lors de l'étude expérimentale par « données temps réels » et « données temps différé ». Moyennant l'introduction de la propriété indiquant la fréquence d'actualisation de leurs données, nous avons modélisé la classe *Ressources Dynamiques*. Cette classe regroupe diverses entités parmi lesquelles :

- Le Système d'Aide à l'Exploitation : le SAE est une architecture logicielle de gestion du trafic des véhicules sur un réseau TC. Cette ressource peut ainsi fournir l'information dite des « Avances-Retards » qui indique l'écart entre l'horaire théorique prescrit pour un véhicule et l'horaire correspondant à son emplacement réel sur le réseau ;
- Les agents du réseau : nous avons regroupé dans cette classe les agents internes au réseau de transports pouvant fournir des données au système, exemples : les conducteurs et contrôleurs. Chaque agent est identifié par un numéro et son emplacement peut être désigné par un point du réseau.
- La vidéo : le SIV peut disposer d'un retour visuel de certains lieux grâce à des caméras placées à différents emplacements du réseau ;
- Les ressources extérieures pouvant être sollicitées par le système ainsi que leurs agents. Exemple : autres réseaux TC connectés, PC ville, Police urbaine, sociétés d'autoroutes, etc.

3.2 Les associations du modèle du domaine

Dans cette section nous allons expliciter les associations liant les classes présentées précédemment. Ces associations sont les liens qui tissent le modèle. Les concepts définis dans les classes sont reliés par leurs interactions concernant l'information voyageurs. Nous donnons pour chaque classe l'ensemble de ses associations ainsi que leurs cardinalités.

3.2.1 Les associations de la classe *Usager*

La classe *Usager* interagit avec d'autres classes du modèle à travers des associations représentant les interactions d'usage de l'information. La classe *Usager* est affectée d'une cardinalité de « 0..N » exprimant qu'un élément d'information peut dans ce modèle ne concerner aucun usager, en concerner un seul ou un ensemble d'entre eux.

Les associations sont exprimées dans ce modèle à travers des verbes d'action d'usage. Ces actions sont abstraites à partir de l'analyse du corpus de séquences action-objectif décrivant les trajets suivis. Ainsi, au cours d'une séquence, un usager peut :

- consulter aucun ou plusieurs des medias d'information disponibles (cardinalité 0..N) ;
- ne parcourir qu'un lieu unique pendant une action (cardinalité 1) ;
- n'exprimer aucun, un ou plusieurs besoin(s) (cardinalité 0..N) ;
- acheter un ou plusieurs titre(s) de transport (cardinalité 0..N) ;
- subir un incident (cardinalité 0..1) ;
- construire un itinéraire (cardinalité 0..1).

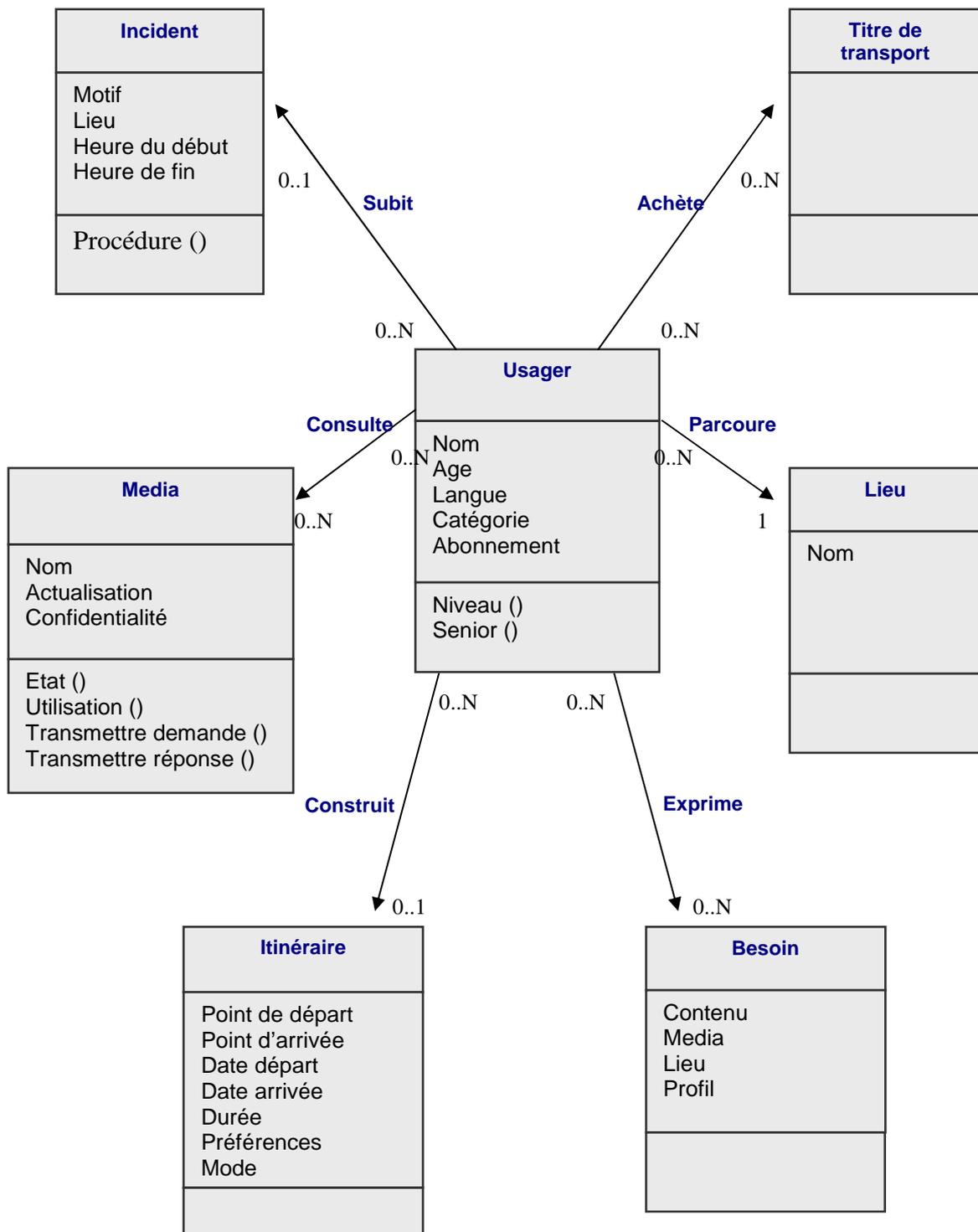


Figure 41 : Les associations de la classe *Usager*

3.2.2 Les associations de la superclasse *Media*

Le media représente l'interface entre l'utilisateur et le contenu informatif. Chaque media peut diffuser de multiples contenus (l'horaire du prochain bus et l'heure par exemple). De même, une même information peut être diffusée sur de multiples supports (un avis de perturbation sur une borne et sur un site Internet par exemple). La cardinalité de l'association « Diffuse » est donc (1..N, 1..N.)

Par ailleurs chaque media s'inscrit dans un lieu qui représente l'environnement de l'interface. Toutefois des lieux peuvent être dépourvus de media d'information. La cardinalité de l'association « Diffuse dans » est donc (0..N, 1).

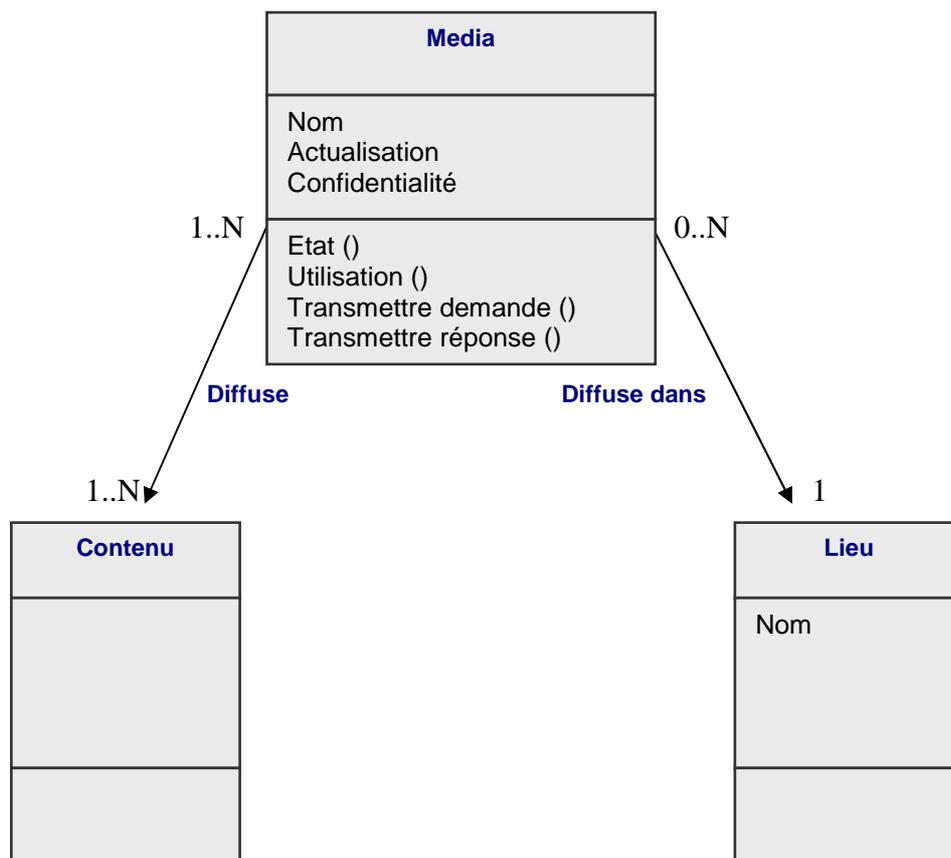


Figure 42 : Les associations de la superclasse *Media*

Nous avons explicité, dans notre modèle, deux relations servant particulièrement notre propos (cf. Figure 12). Ces associations concernent deux des classes media : la classe « media interactif » et la classe « Guichet ». En effet ces deux relations représentent deux des activités d'usage de l'information voyageurs les plus fréquentes : la demande d'information et l'achat de titres de transports.

Un media interactif transmet un seul besoin d'utilisateur à la fois et un utilisateur exprime son besoin via un seul media à la fois (cardinalité (1,1))

Un guichet (Distributeur Automatique de Billet ou agence) peut délivrer aucun, un ou plusieurs titres de transports à un même utilisateur. Un titre de transport ne peut être délivré que par un seul guichet à la fois (cardinalité (0..N, 1))

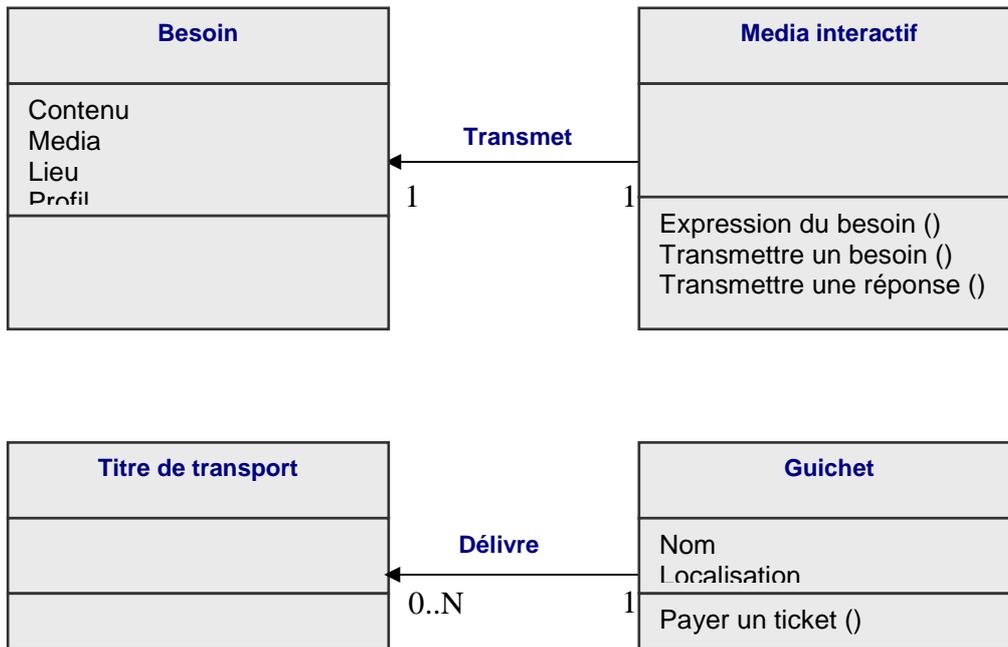


Figure 43 : Les associations des classes *Guichet* et *Media Interactifs*

3.2.3 Les associations de la classe *SIV*

Nous définissons la conception d'une information voyageurs par un SIV autour de trois interactions principales avec les autres classes. Ces interactions séquentielles peuvent être traduites par les associations suivantes :

- Un SIV qualifie un besoin exprimé par l'utilisateur (cardinalité (1,1)) ;
- Le SIV sollicite une ou plusieurs ressources afin de collecter les données nécessaires à la construction de la réponse (1, 1..N).
- Le SIV produit une réponse au besoin exprimé (1,1)

Le concept de réponse est constitué par relation de composition de trois classes :

- la classe *Contenu* qui définit le type de données constituant la réponse ;
- la classe *Media* qui définit le canal qui va supporter la diffusion du contenu informatif à l'utilisateur ;
- la classe *Lieu* qui définit le lieu de diffusion de l'information.

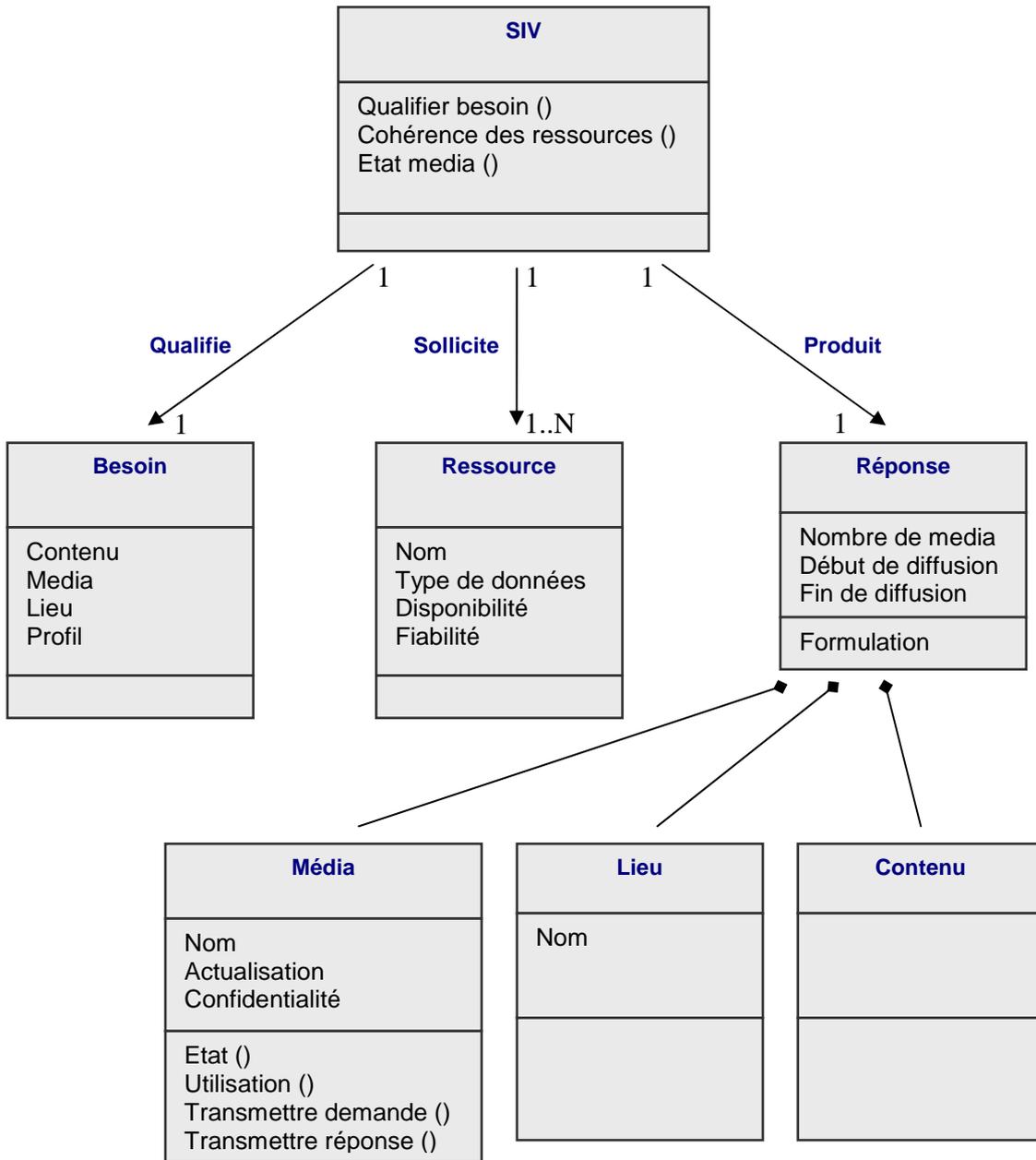


Figure 44 : Les associations de la classe *SIV*

3.2.4 Les associations des classes *SAE* et *Incident*

Le Système d'Aide à l'Exploitation est un dispositif matériel et logiciel qui assiste les opérateurs chargés de gérer l'exploitation d'un réseau de transports en commun. En situation perturbée, les données temps réel générées par le SAE sont primordiales.

En effet, le SAE peut localiser tous les véhicules circulant sur les lignes du réseau. Il peut donc à tout moment calculer l'information des avances-retards de ces véhicules par rapport aux horaires théoriques.

Par ailleurs, les opérateurs SAE peuvent informer le SIV de l'occurrence d'un incident sur le réseau, c'est donc une ressource d'information du SIV (Exemple : panne d'un bus).

La figure 14 montre les associations qui explicitent ces fonctionnalités. Cette figure représente aussi le fait que les incidents peuvent être annoncés par d'autres ressources que le SAE : des ressources externes telles que les réseaux connexes ou internes comme les agents du réseau.

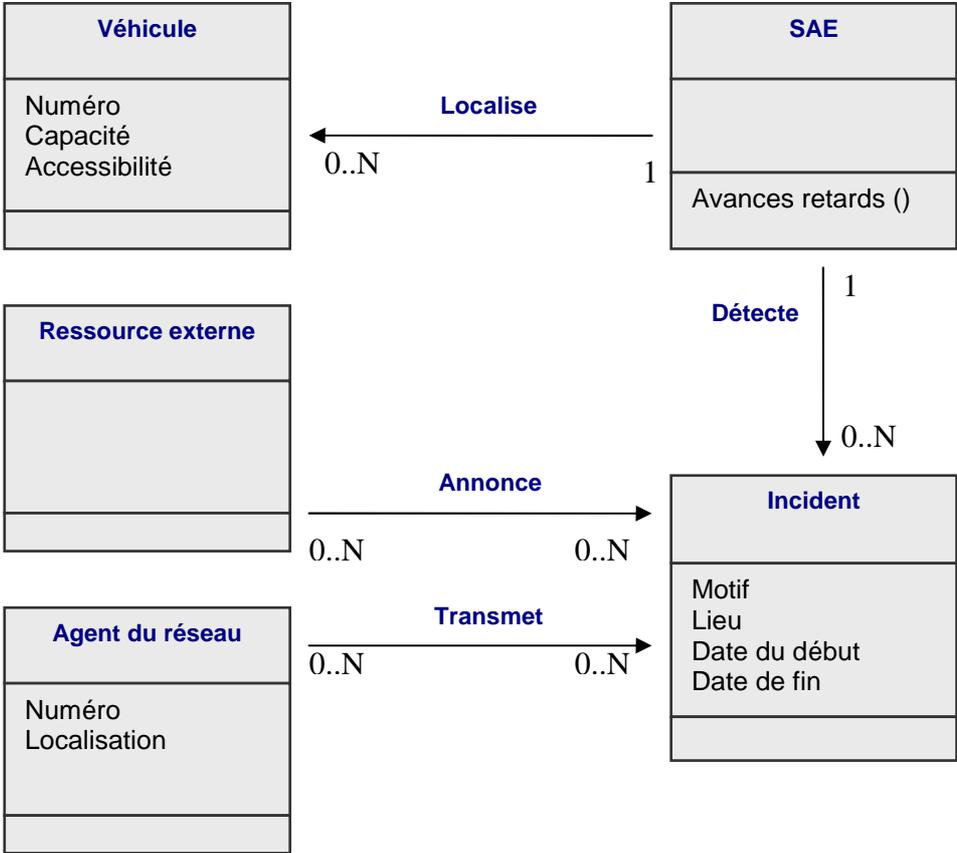


Figure 45 : Les associations de la classe SAE

3.3 Synthèse du modèle statique du domaine

Nous avons présenté, en 3.1 et 3.2 de ce chapitre, l'ensemble des classes constituant le modèle du domaine ainsi que les associations qui les lient. La Figure 46 reprend la boucle de circulation de l'information de la Figure 31 en utilisant les classes construites dans ce modèle. Nous avons délimité en pointillé les nœuds de la boucle de circulation de l'information tels qu'ils apparaissent sur le schéma issu de l'analyse de l'activité.

Les relations entre ces nœuds sont bidirectionnelles dans le schéma initial afin d'exprimer la double fonction de caractérisation du besoin et de production de réponse dans un SIV. Dans le modèle ci-dessous, les relations bidirectionnelles sont représentées par des associations. Ainsi, afin d'exprimer le fait qu'un media peut transmettre un besoin et diffuser une réponse à un besoin nous avons retenu que ces actions n'étaient significatives que si l'utilisateur consulte le média. De même, l'association « transmet » doit être vue dans ces deux acceptions ascendante vers le SIV et descendante vers l'utilisateur.

Notons enfin qu'afin de ne pas surcharger la figure nous n'avons mentionné que les classes significatives du point de vue de l'interaction entre l'utilisateur et le système. Notons donc que l'ensemble des classes héritières des classes media et ressources sont représentées implicitement par leur superclasse.

Les principales interactions des utilisateurs avec leur environnement de déplacement sont représentées dans la première zone. Cette zone traduit le nœud Utilisateur de la boucle. Nous avons synthétisé dans cette zone, les principales activités d'un utilisateur qui requièrent une information voyageurs au cours d'un déplacement. Ces activités sont représentées par les relations : acheter un titre de transports, construire un itinéraire, gérer un incident, exprimer un besoin, parcourir un lieu de transports et consulter un media.

La seconde zone est reliée à la première par l'association « consulte ». Elle contient les classes media et lieux qui sont reliées afin de symboliser les contextes d'expression du besoin et de diffusion d'une information sur un ou plusieurs supports et dans un ou plusieurs lieux. Cette zone est reliée au nœud SIV par la relation « transmet ». Cette relation exprime l'interaction de transmission de besoin et de diffusion de réponse existant entre les IHM et le SIV.

Enfin le SIV sollicite des ressources de données définies dans la classe Ressources afin de produire la réponse à un besoin.

Le but poursuivi dans cette modélisation du domaine n'est pas de représenter exhaustivement le fonctionnement d'un SIV. L'objectif de ce modèle est d'assurer une continuité entre les données de l'analyse de l'activité et les entités de la conception orientée objet. Nous avons tenté de traduire l'ensemble de ces données en les faisant correspondre à des classes d'objets et en analysant les liens qui les relient pour construire un modèle significatif.

Ce modèle représente le domaine ou contexte du problème de l'information des voyageurs. Il est associé à un second modèle représentant l'activité des utilisateurs et leurs besoins dans ce contexte. Nous présentons dans la suite le modèle dynamique de l'activité et les diagrammes associés.

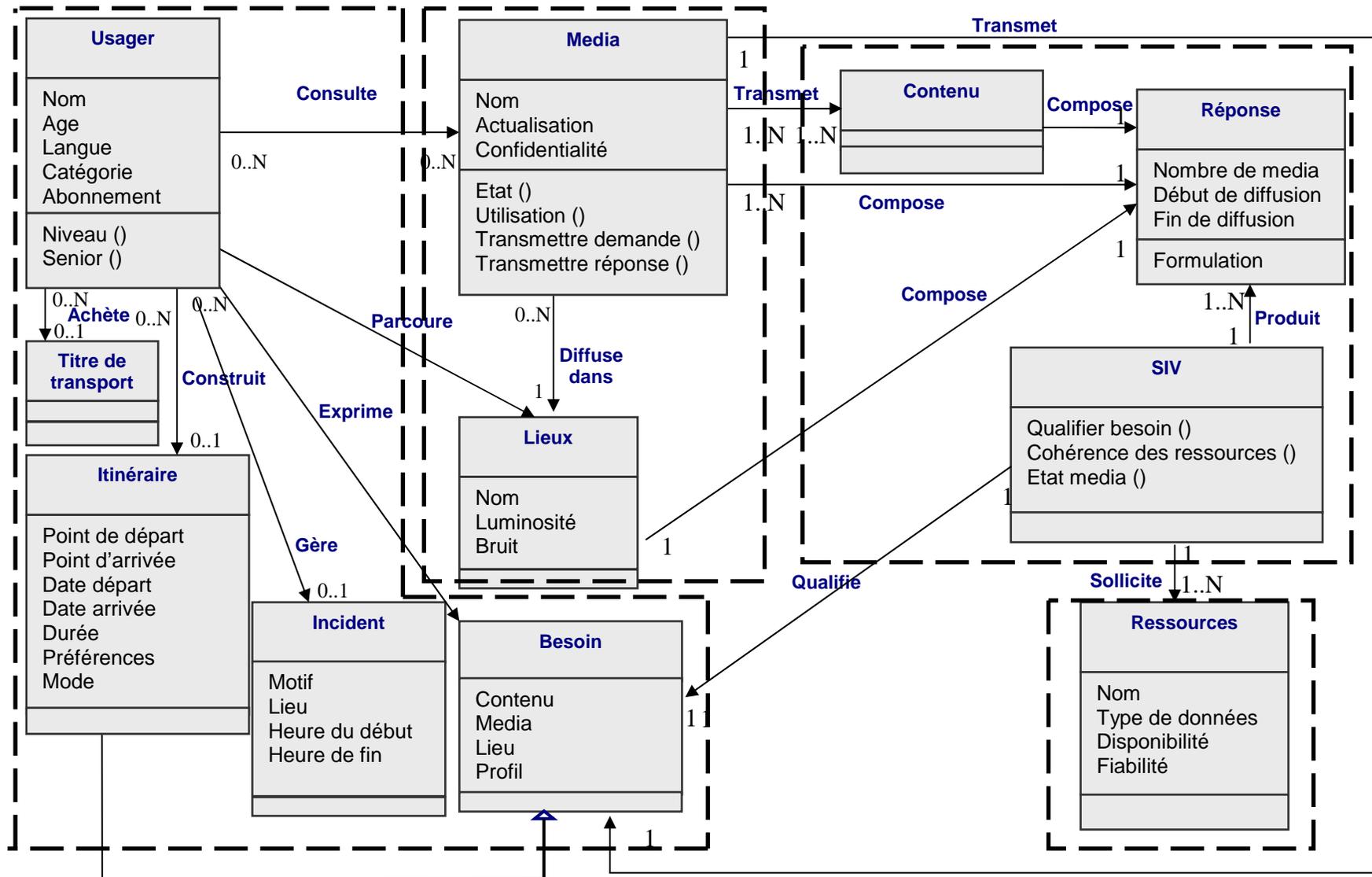


Figure 46 : Modèle statique du domaine de l'information voyageurs

4 Modélisation de l'interaction

L'objectif de cette modélisation est de représenter les stratégies et activités d'usage du voyageur dans l'environnement de l'information voyageur. Les entités intervenant dans ces interactions sont modélisées par les classes du modèle statique du domaine. Les interactions entre ces entités sont, elles, représentées de façon abstraite dans le modèle du domaine à travers les associations de classes et les méthodes de celles-ci.

Le modèle dynamique de l'activité est une approche de représentation qui explicite les modalités des interactions entre classes. Pour notre problématique d'information des voyageurs, nous nous intéresserons particulièrement aux interactions liant la classe Usager aux autres classes du modèle du domaine.

Le modèle dynamique présenté ici est une articulation entre le concept de séquence action-objectif dans les tableaux d'usage de l'information (cf. II.3) et les concepts de méthodes et d'associations de classe de l'approche objet. Nous avons représenté le modèle dynamique d'interaction sous deux formes : des diagrammes d'objets et des diagrammes d'interactions.

Rappelons que, dans la phase d'analyse, chaque séquence action-objectif a été analysée et, dans la mesure du possible, une proposition de solution formulée. Nous utiliserons dans la suite l'exemple suivant extrait du Tableau 9.

Tableau de traitement de l'usage de l'information												
Numéro	Réf	Chr	Lieu	N°	Média	Etat	Ut	Nv	Action-Objectif	Proposition	S	P
...
2216	MV	5	Borne B-P		Plan réseau	Absent	N	2	Construction d'itinéraire	Service de recherche d'itinéraire porte à porte accessible MV		X
...

Figure 47 : Séquence extraite du tableau d'usage de l'information de l'utilisateur MV sur le scénario IUT

Cette séquence donne les informations suivantes. L'utilisateur est un mal voyant (Réf = MV) avec une connaissance moyenne de ce parcours (Nv = 2). Il s'agit de la cinquième séquence de son suivi.

L'utilisateur se trouve à une borne de bus en phase de préparation de trajet (Média = Borne B-P). Le média concerné par l'objectif est un plan réseau (Média = Plan réseau) qui est indisponible au moment de l'action (Etat = absent). Ceci pour le contexte de la séquence.

L'objectif de cet usager dans ce contexte est de construire son itinéraire. Nous proposons dans cette situation de mettre à disposition de cet usager un service de recherche d'itinéraire domicile-destination (porte à porte) qui soit en plus accessible aux malvoyants. Un tel service permettrait à l'utilisateur de préparer son itinéraire préalablement à sa venue à la borne de bus. Nous nous trouvons face à une situation d'interaction entre un usager tentant de mettre en œuvre une activité de préparation de voyage.

4.1.1 Diagramme d'objets

Le diagramme d'objets consiste à préciser les interactions entre classes en termes d'association entre instances de ces classes. Des objets sont instanciés à partir des classes du modèle du domaine et un diagramme de leurs relations est construit.

Dans la phase d'analyse d'un processus de conception, ce type de diagramme peut être utilisé afin de vérifier l'adéquation d'un diagramme de classes à certains cas d'utilisation complexes. Dans notre modèle, nous allons analyser la pertinence des diagrammes d'objets pour la représentation de séquences d'activité.

Pour l'exemple précédent, la Figure 48 reprend les objets impliqués dans l'interaction et représente un diagramme des associations intervenant dans la séquence. Les éléments du contexte se retrouvent transcrits dans les attributs et méthodes des objets. L'instance de la classe Usager nommée « MV : Usager » reprend les éléments du profil de l'utilisateur acteur de la séquence et de son niveau de connaissance du réseau. L'utilisateur parcourt le lieu « IUT : Borne B : Stations : lieux localisable : Lieux ». Cet identifiant situe l'objet dans l'arbre d'héritage de la superclasse Lieux.

Dans ce lieu, l'utilisateur a été amené à consulter l'objet « Plan réseau : Plan : Media Descendant : Media ». Les caractéristiques de cette interface sont transcrites dans les attributs de l'objet et l'état d'utilisation de l'information inscrite est précisé dans les méthodes Etat et Utilisation.

Enfin, cette séquence nous informe que l'objectif de l'utilisateur dans cette séquence est de construire un itinéraire. L'itinéraire concerné est le scénario IUT de la base de scénarii simulés, l'objet « IUT : Itinéraire : Besoin » représente ce scénario.

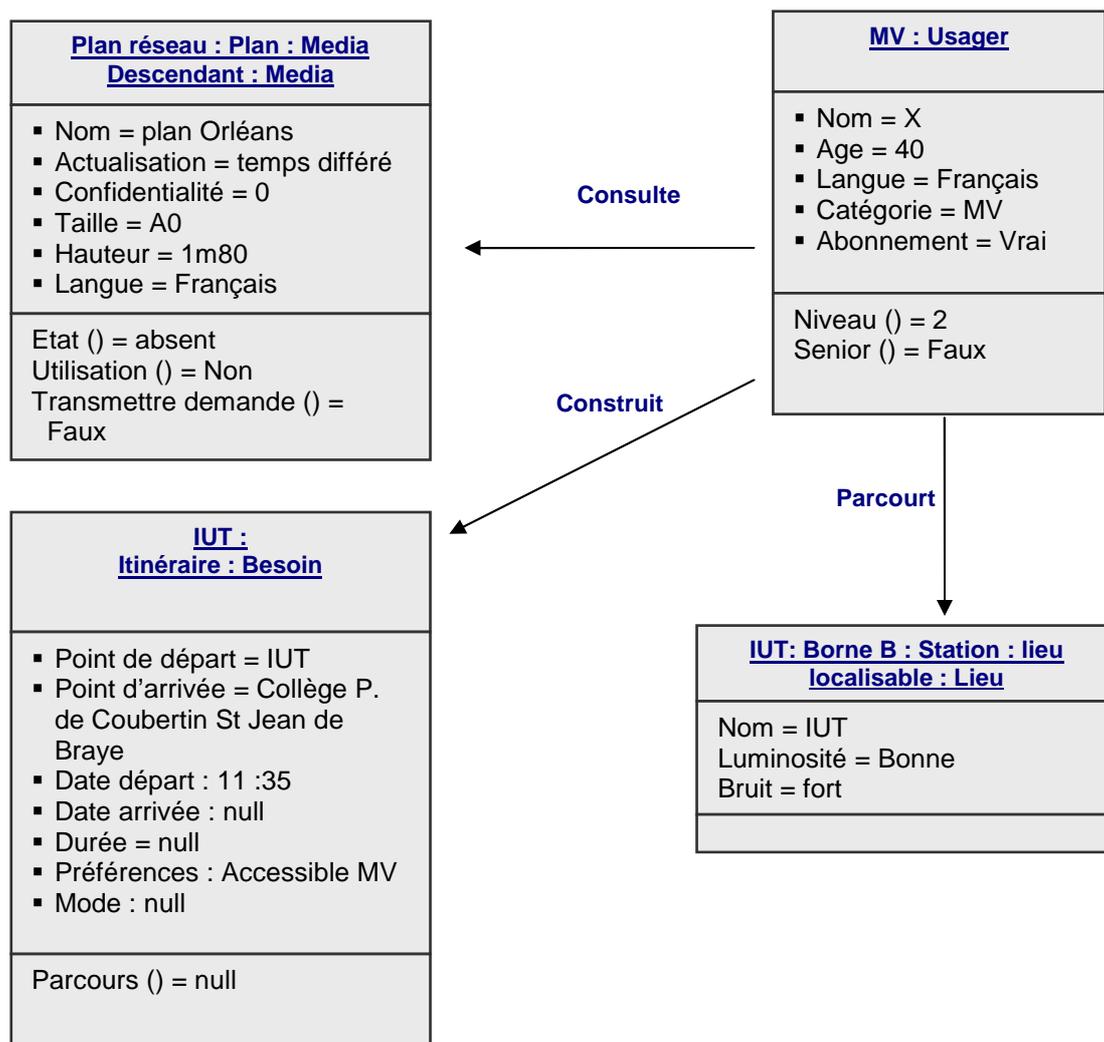


Figure 48 : Diagrammes d'objets de la séquence 2216

Cette séquence a donné lieu à une proposition de solution comme l'indique la colonne « Proposition » du tableau d'usage de l'information. La proposition est de mettre à disposition de cet usager un service de recherche d'itinéraire domicile-destination (porte à porte) qui soit accessible aux malvoyants. Nous pouvons représenter cette proposition à l'aide des entités du modèle du domaine car elle porte sur une fonctionnalité système (cf. la colonne P indiquant lorsque les propositions ont trait au système P@ss-ITS). La Figure 49 représente le diagramme d'objets correspondant à cette proposition.

La production d'une telle information nécessite, entre autres, la mobilisation des ressources théoriques suivantes :

- Une base d'adresses (Base d'adresses : Ressource théorique : Ressource) ;
- Un plan du réseau (Plan Réseau : Plan : Ressource théorique : Ressource) ;
- Des horaires (Horaire : Ressource théorique : Ressource) ;

Par ailleurs, la conception d'une telle solution nécessite des données temps réelles (Horaire : Ressource théorique : Ressource).

Le SIV sollicite donc les entités du modèle du domaine correspondant à ces ressources. Une fois récupérées ces données sont traitées par les méthodes du SIV. Le besoin est d'abord qualifié par la méthode « Qualifier Besoin ». Il s'agit ici de spécifier les caractéristiques et contraintes de l'itinéraire à concevoir (point de départ et d'arrivée, heures de départ et d'arrivée, accessibilité nécessaire...).

Ce besoin nécessite la mise en cohérence de données multiples. La méthode « Cohérence des ressources » est chargée d'empêcher les conflits de données entre ces ressources. Par exemple, si un itinéraire est construit d'après le plan théorique, les données du SAE doivent confirmer qu'il n'y a pas de perturbation sur celle-ci, de même si des horaires théoriques sont pris en compte pour la conception de l'itinéraire, elles doivent correspondre aux données réelles du SAE.

Enfin, le SIV spécifie le media sur lequel l'itinéraire devrait être inscrit. S'agissant d'un usager de profil mal voyant, une IHM vocale personnalisée pourrait être appropriée (sur téléphone mobile par exemple).

Une fois les données récupérées et vérifiées, le SIV doit produire une réponse au besoin de l'usager. Cette réponse comporte le nombre de medias concernés par la diffusion (l'information étant ici personnalisée, un media serait mobilisé). La réponse doit aussi être caractérisée par l'intervalle de diffusion du message. La méthode formulation de la classe Réponse est chargée d'adapter le message à la technologie du media qui la supporte.

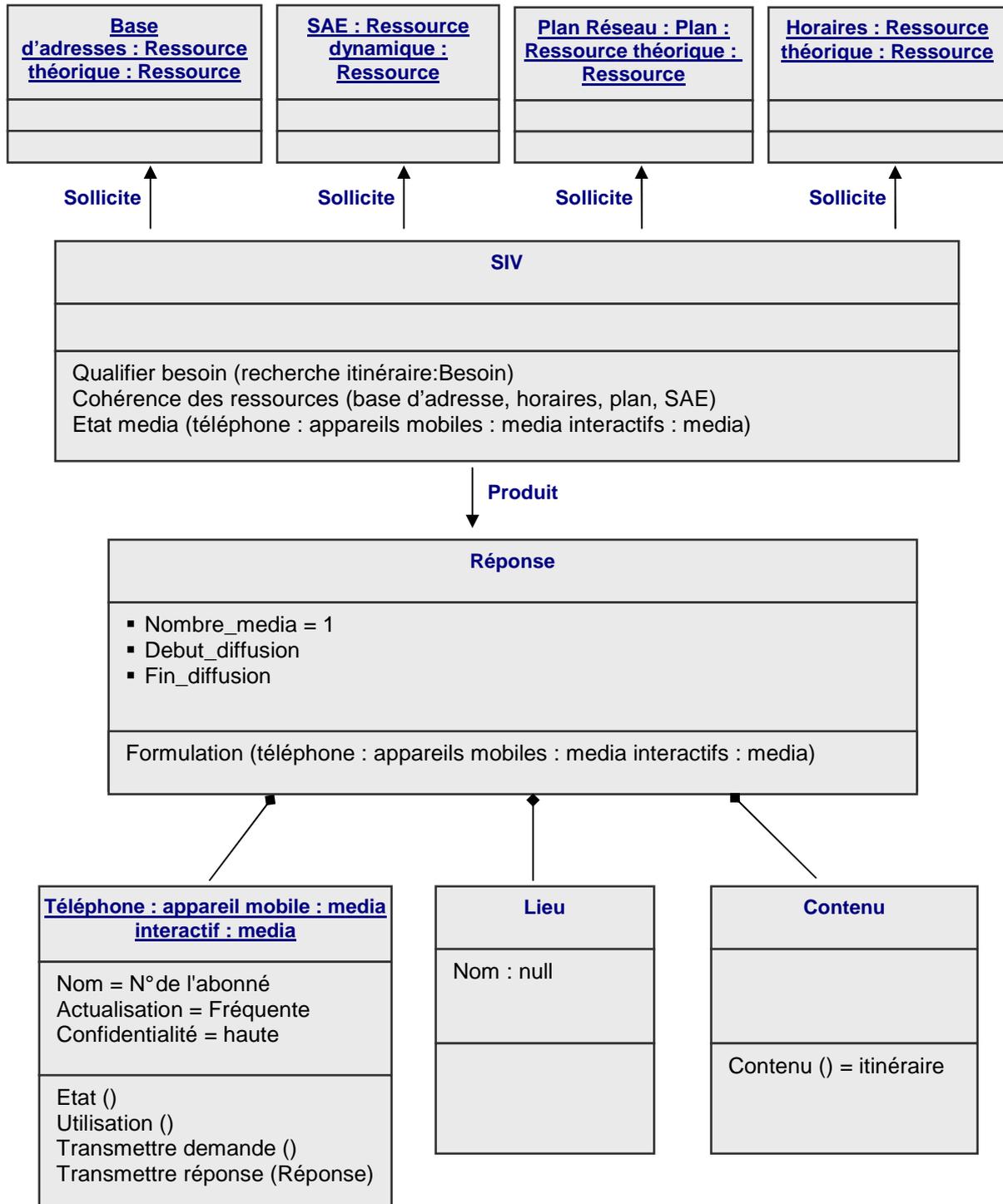


Figure 49 : Diagramme d'objets de la proposition de la séquence 2216

Ces diagrammes explicitent chacune des interactions contenues dans la séquence de la Figure 47. Dans un contexte de conception de système d'information voyageur, cela permettrait de caractériser les entités (classes et objets) et les associations qui interviennent dans une fonctionnalité d'aide à la recherche d'itinéraire.

Ces diagrammes modélisent en concepts objets une représentation de l'activité d'un usager. Cette activité est outillée par un media, située dans un espace d'action et contextualisée par l'état de l'environnement au moment de l'action. De cette façon, nous vérifions que nous avons préservé des éléments essentiels de la richesse de l'analyse de l'activité dans un modèle calculable.

Toutefois, deux problèmes majeurs se posent. En premier lieu, la chronologie des actions n'apparaît pas. En effet, il s'agit d'un instantané d'une action décrite avec précision mais déconnectée des actions précédentes et suivantes. La représentation d'une stratégie constituée de plusieurs séquences en interaction est donc inenvisageable avec un tel diagramme.

En second lieu, un problème pratique se pose quant à la multiplication de tels diagrammes afin de représenter chacun des usages caractérisés par l'analyse de l'activité. Il serait difficilement réalisable et qui plus est peu productif, de construire des diagrammes d'objet pour chaque ligne représentant une séquence action-objectif. D'autant que la multiplication des diagrammes d'objet ne palie pas le problème de représentation des liens entre séquences.

4.1.2 Diagramme d'interactions

En alternative aux diagrammes d'objets, restrictifs et coûteux en temps, nous nous sommes intéressés à la conception de diagrammes d'interactions. Cette réflexion est née de l'observation que la variation entre une séquence et la suivante au sein d'un bloc défini de séquences se mesurait souvent au changement d'état d'un seul objet. Le changement de valeur de l'un des attributs de l'un des objets déclenchait le passage à une nouvelle séquence action-objectif.

Ce changement d'état dépend de l'état précédent et influe sur l'état suivant. Nous nous devons donc de représenter cette interdépendance des états afin d'explicitier une succession d'actions menant à un « méta objectif » commun.

Un diagramme d'interaction, est un diagramme d'objets, dont le but est de représenter les interdépendances entre les états successifs des objets du modèle. Nous tenterons de représenter les communications entre objets qui entraînent des changements d'états. Ces communications peuvent être des événements (une panne de media par exemple) ou des messages (communication du profil d'un usager par un media par exemple).

Reprenons notre exemple précédent de la séquence 2216 en citant la séquence suivante :

Tableau de traitement de l'usage de l'information												
Numéro	Réf	Chr	Lieu	N°	Média	Etat	Ut	Nv	Action-Objectif	Proposition	S	P
...
2216	MV	5	Borne B-P		Plan réseau	Absent	N	2	Construction d'itinéraire	Service de recherche d'itinéraire porte à porte accessible MV		X
2217	MV	6	Borne B-P		Plan réseau	Absent	N	2	Choix d'une ligne de bus déjà connue qui remonte vers le centre ville			
2218	MV	7	Borne B-P		Plan réseau	Absent	N	2	Centre ville = possibilité de se renseigner	Meilleure diffusion de l'information dans des zones plus isolées du réseau	X	X
...

Figure 50 : Extrait du tableau d'usage de l'information de l'utilisateur MV sur le scénario IUT

Nous remarquons que dans la séquence 2217 l'état du contexte est identique à celui de la séquence 2216. Le changement concerne le besoin de l'utilisateur qui est passé de la recherche d'itinéraire au choix d'une ligne de transports particulière (celle-ci devant remonter vers le centre ville). Nous pouvons dire qu'il s'agit d'une sous-tâche constitutive d'une activité dont le méta objectif est la recherche d'itinéraire. Cette sous tâche apporte une contrainte supplémentaire sur l'activité de conception d'itinéraire.

En TERMES de diagramme d'objets, c'est l'état de l'objet itinéraire qui a changé. Plus précisément, une contrainte est venue s'ajouter sur la méthode « parcours » de l'objet « itinéraire » qui détermine le plan de route de l'utilisateur pour atteindre le point de destination.

Cette modification a lieu suite à une contrainte imposée par l'utilisateur. Il s'agit donc en TERMES de communication d'un événement émanant de l'objet « Usager : MV » venu modifier l'état de l'objet « itinéraire : Scénario IUT ».

Dans la séquence 2218, l'Usager explicite son besoin de se diriger vers le centre ville en TERMES de besoin d'information. Le motif étant que le centre ville est propice à cette recherche d'information sur l'itinéraire à construire.

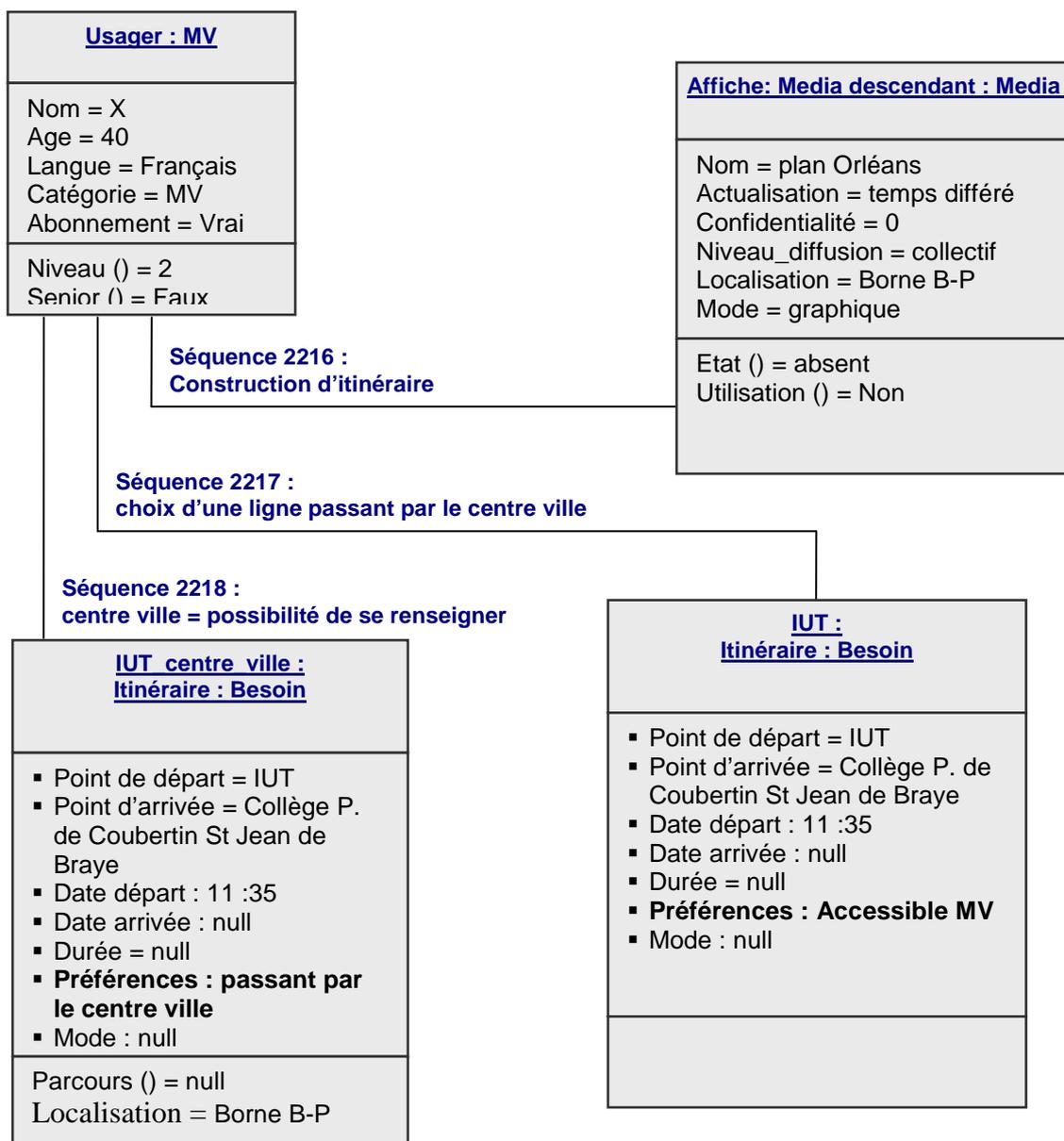


Figure 51 : Extrait du diagramme d'interaction des séquences 2216 – 2218

La première partie du diagramme d'interaction montré dans la figure 17, exprime la partie relative à l'observation de l'existant en matière de contexte et de besoin en information. Une seconde partie de ce diagramme nous permet de modéliser le lien avec les fonctionnalités du SIV à concevoir. En effet, la partie proposition émet des recommandations de solution au problème posé par le besoin en cours. Ainsi afin d'assister l'utilisateur dans sa recherche d'itinéraire, nous proposons la mise en place d'un service de recherche d'itinéraire porte à porte adapté aux mal voyants.

De même, la séquence 2218 démontre que l'utilisateur en question est contraint de se diriger vers le centre ville afin d'avoir accès à une information indispensable à sa tâche de construction d'itinéraire. Nous proposons de remédier à ce problème en améliorant l'information dans les zones isolées du réseau de transports. Cette proposition se décline sous diverses fonctionnalités : la diffusion d'une information théorique dans les endroits isolés

(plan réseau), vérifier l'état de l'information diffusée (présence du plan affiché), vérifier l'accessibilité de cette information aux mal voyants.

Le diagramme suivant est à juxtaposer à celui de la figure 17. Il exprime la partie sollicitation des ressources adéquates dans le modèle afin de réaliser les propositions émises dans ce bloc de séquences.

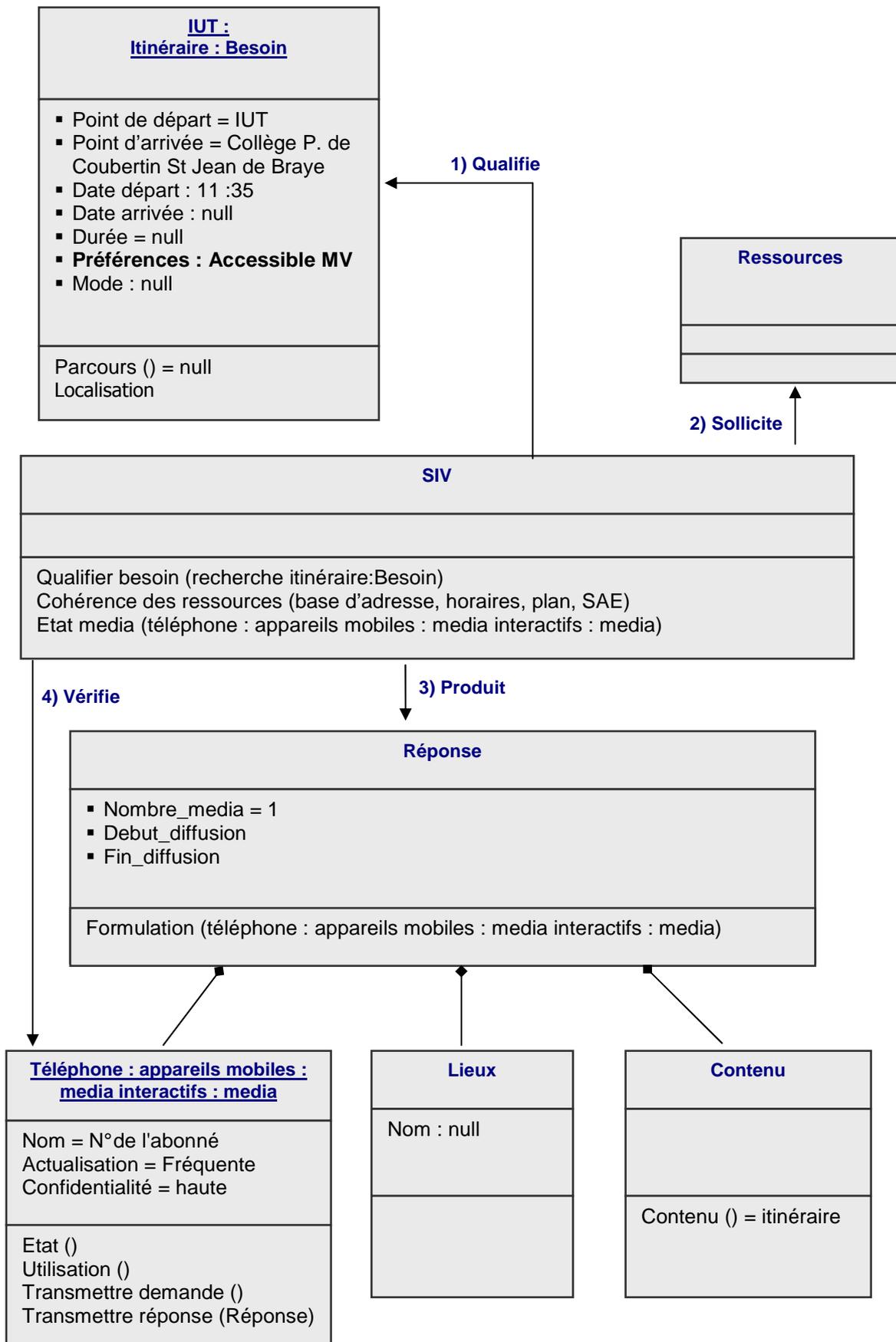


Figure 52 : Diagramme d'interactions de la proposition de la séquence 2216

5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une approche de modélisation de données d'usage basée sur le paradigme orienté objet. Le but de cette discussion est de démontrer la pertinence et les modalités d'intégration d'une analyse des usages basée sur des principes ergonomiques dans une méthode de conception orientée objet.

Le but de cette modélisation est de formaliser les besoins des utilisateurs afin de favoriser leur assimilation dans un processus de développement de système interactif. Afin d'y parvenir nous avons choisi de représenter les données d'usage sous forme d'objets. En effet, en nous reposant sur les concepts de base de ce paradigme, nous avons recherché à exprimer les données recueillies au cours des observations d'activité dans un formalisme permettant l'implémentation dans un langage informatique.

Nous avons recherché les articulations conceptuelles existantes entre les principes du traitement ergonomique de l'activité et les objets informatiques.

Afin de poursuivre l'analyse de l'intégration des besoins ainsi formalisés, nous avons cherché à inscrire les résultats de nos recherches dans un processus éprouvé du génie logiciel. Le RUP recommande de piloter un processus de développement par les cas d'utilisation du système à développer. Nous proposons de soutenir ce principe par la mise en œuvre d'une méthodologie permettant de définir et de qualifier rigoureusement ces cas.

Nous démontrerons par la pratique, que les besoins qui ont été analysés précisément à l'aide des outils de l'ergonomie peuvent être traduits dans un formalisme permettant leur communication aux acteurs de la conception et rédigés à l'aide d'une notation permettant leur implémentation.

Dans la suite de ce document, nous présenterons dans un premier temps l'utilisation de la notation UML pour représenter les données du problème de l'information voyageur. Puis, dans un second temps la validation du modèle par l'implémentation des résultats obtenus. Le but de ce travail est de valider le modèle de données présenté dans ce chapitre et de développer un outil informatique de représentation des besoins à l'usage du concepteur.

VIII Notation du modèle et implémentation d'un Module d'Aide à la Spécification de Système d'Information Voyageurs (MASSIV)

Nous avons exposé dans les chapitres précédents les premières étapes de la démarche RAMSES. Dans une première étape, le contexte d'application du système a été analysé. Nous avons ensuite détaillé la mise au point et la mise en œuvre sur le terrain de la méthodologie de recueil des besoins réels des utilisateurs en matière d'information ainsi que l'analyse d'un retour d'expérience de gestion de l'information voyageurs. La seconde étape a été le choix d'une modalité de représentation des connaissances recueillies. Nous avons construit des tableaux mettant en relief les attributs d'usage de l'information par différentes catégories d'utilisateurs dans différents contextes d'utilisation. Sur un plan parallèle nous avons reconstitué des organigrammes de procédures de gestion réelles de l'information voyageurs en situation incidente. Enfin, dans le chapitre précédent nous avons explicité la transposition des données issues de l'analyse des usages dans un modèle s'appuyant sur les concepts de l'approche objet. Cette modélisation a consisté à intégrer les données recueillies selon deux modes de représentation :

- un modèle statique du domaine synthétisant les éléments intervenant dans le problème de l'information des usagers en situation perturbée ainsi que leurs relations ;
- un modèle dynamique de l'activité représentant les stratégies des usagers pour la résolution d'un problème d'information.

Nous nous proposons dans ce chapitre de faire aboutir la démarche précédemment présentée à une représentation implémentable. Pour ce faire, nous allons transcrire les modèles objet des besoins en utilisant la notation Unified Modeling Language. Cette notation est largement utilisée en conception d'architectures logicielles depuis sa normalisation. Plus particulièrement, UML bénéficie d'un intérêt particulier en matière de recherche et développement de systèmes liés aux transports [Chabrol, 2000] [Canals, 2002]. De plus, le groupe de travail sur l'architectures des systèmes de transports ISO/TC204 de l'International Organization for Standardization (ISO) [ISO, 2007] se fonde sur la notation UML pour décrire les domaines fonctionnels relatifs aux divers problématiques du transport : information voyageurs, gestion du trafic, systèmes d'urgence, paiement électroniques...

Ce formalisme de haut niveau possède les caractéristiques le rendant susceptible d'être partagé par des spécialistes issus des différentes disciplines du transport [Tattegrain-Veste, 2002]. UML fournit dans ce sens un cadre, des concepts formels et des stéréotypes originaux de représentation.

Dans la première partie de ce chapitre, nous présenterons brièvement la notation, et les concepts utilisés. Nous détaillerons la notation UML du modèle du domaine et du modèle de l'activité. Nous étudierons l'adéquation de certains diagrammes pour la représentation des interactions humain-système.

Dans la seconde partie, nous présenterons le Module d'Aide à la Spécification de Système d'Information Voyageurs (MASSIV). Cette application est issue de l'implémentation du modèle présenté dans la première partie. L'objet de MASSIV est de favoriser l'accès du concepteur aux données de besoin et d'usage. Ce module permet, particulièrement dans les phases intermédiaires de prototypage ou de maquettage, de valider des hypothèses de spécification fonctionnelle émise en phase d'analyse. Cette implémentation vise par ailleurs à valider les hypothèses de réification posée dans le chapitre précédent afin de construire le modèle objet.

1 La notation UML

La notation UML est une notation objet unifiée créée initialement pour donner une représentation de la méthode de conception OMT¹¹ [Rumbaugh, 1995] dans un formalisme normalisé. Elle fut largement diffusée au début des années 1990 par l'Object Management Group (OMG).

Dans un cycle de conception itératif incrémental, les activités de conception se répètent sur différents prototypes successivement développés dans le projet. UML est un langage de modélisation qui vise à « penser objet » tout au long de la conception afin de permettre un développement plus aisé. Cela étant, UML est une notation et non une méthode et ne permet donc pas de prendre en charge les étapes de conception des modèles de prototypes [Gabay, 1998].

Comme tout mode de représentation, le but de la notation UML n'est pas de représenter la réalité dans l'absolu mais plutôt de proposer une vision d'une situation réduite aux éléments nécessaires pour répondre un problème donné [Kayser, 1997] [Roques, 2005]. Cette représentation insiste sur le principe d'une modélisation inscrite dans un contexte. UML s'appuie sur les concepts de l'approche objet et propose en plus certains stéréotypes afin d'améliorer la sémantique d'un schéma conceptuel.

Un stéréotype UML permet d'explicitier des concepts objets soit sur des critères relatifs au langage de programmation (ex : une interface pour le langage java) ou encore des concepts liés au domaine d'application (ex : Proxy, Business worker,...). Un stéréotype renvoie à une classe dans le méta modèle de la notation UML. Le mécanisme de stéréotypage permet donc d'instancier la sémantique du méta modèle. Tout élément de la notation possède un stéréotype.

Un stéréotype peut être accompagné d'un symbole graphique. Ainsi, le stéréotype « Actor » est représenté sous Rational Rose[®] par une icône appelée « Stick Man » (Figure 53). Elle représente un acteur extérieur au système. De même, le stéréotype « Business Worker » de la même figure permet de souligner le rôle d'une classe représentant un opérateur métier. La notation du nom du stéréotype peut être omise lorsque la représentation graphique est suffisamment explicite.

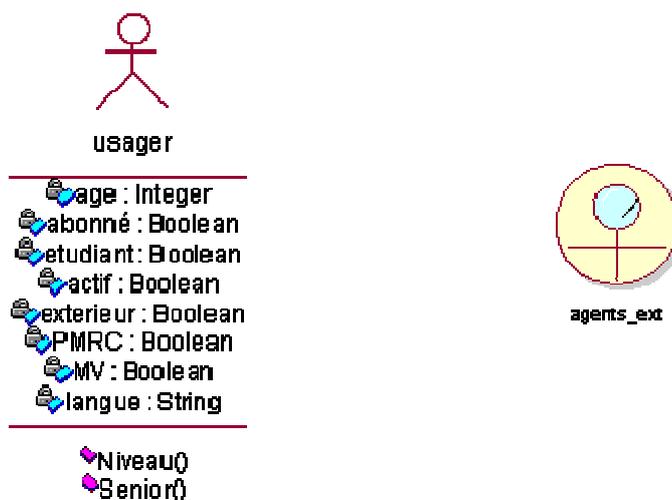


Figure 53 : Les stéréotypes *Actor* et *Business Worker*

¹¹ Object Modelling Technique

Dans la suite, nous allons décrire la représentation des concepts de l'approche objet à travers les stéréotypes proposés par UML. Nous illustrerons chacun de ces concepts par des exemples extraits du modèle construit dans cette étude.

1.1 Les concepts de la notation UML

1.1.1 Le package

Le package est un ensemble de classes constituant une bibliothèque réutilisable de classes autonomes. Un package peut faire référence à des classes d'un autre package. Cette relation de dépendance est alors exprimée par des flèches pointillées. Le concept de package ne renvoie pas à une sémantique particulière, son but est de regrouper des concepts en catégories ou sous systèmes.

Nous avons regroupé dans des packages dépendants, les nœuds de la boucle de circulation de l'information (Figure 31, chapitre II.5.5). Nous obtenons donc comme base à notre modèle du domaine 4 packages : usager, media, SIV et ressources. La Figure 54 représente la notation graphique des packages USAGER et MEDIA et leur relation de dépendance.

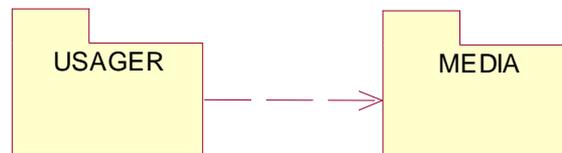


Figure 54 : Les packages dépendants *Usager* et *Media*

1.1.2 La classe

La classe UML est une classe telle que définie dans l'approche objet. C'est donc un type abstrait caractérisé par des propriétés communes à un ensemble d'objets et permettant de créer des instances possédant ces propriétés. Un exemple de classe est donné en Figure 55 par la classe itinéraire.

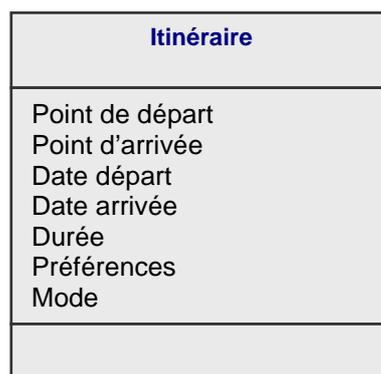


Figure 55 : La classe *Itinéraire*

1.1.3 Les rôles

Le concept de rôle est un stéréotype UML. Il permet de préciser le contexte de participation d'une classe à une association donnée. Il serait possible de faire correspondre les rôles à des sous-classes. Cependant, différents rôles étant joués par une même classe, une solution consiste à considérer un rôle comme un attribut de classe en phase de conception.

Nous avons utilisé ce concept dans notre modèle afin d'illustrer les activités d'un usager confronté à un problème d'information. Ainsi, l'usager pourra tantôt être lecteur d'une affiche, voyageur dans un véhicule ou subir un incident (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Dans la Figure 56, la classe Usager est reliée à une classe afficheur du package Media par une association « Consulte ». Lorsqu'une instance de la classe *Usager* est impliquée dans cette relation, elle joue le rôle de lecteur. Cette représentation permet de souligner que cette interaction met en jeu des attributs de la classe Afficheur relatives, par exemple, à l'accessibilité matérielle du media et à la lisibilité du message.

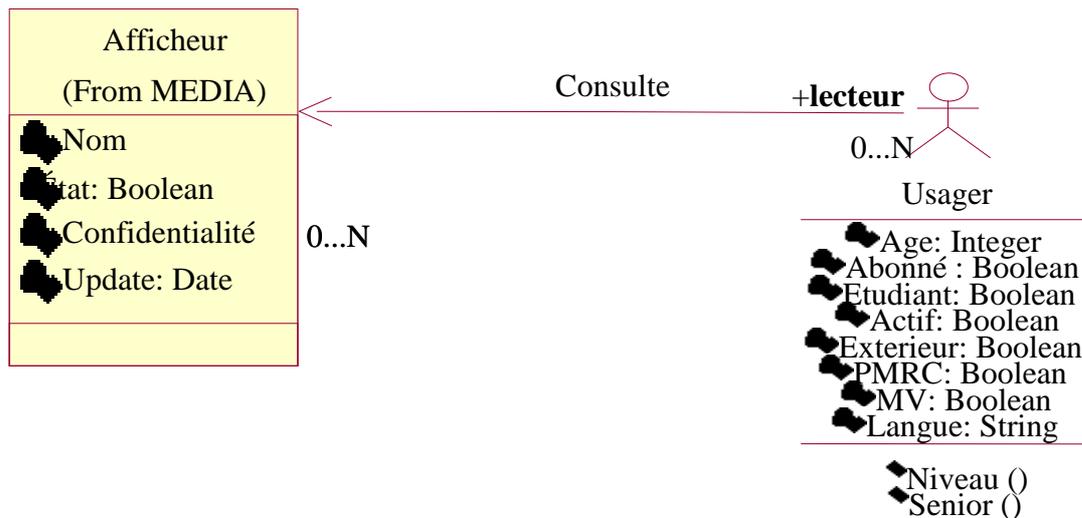


Figure 56 : Le rôle de *lecteur* de la classe *Usager* dans l'association avec la classe *Media*

1.1.4 Les cas d'utilisation

Un cas d'utilisation (CdU) est la description générique d'une interaction portant sur plusieurs objets. Un CdU peut aussi représenter le comportement d'un ensemble d'objets concrets décrivant une organisation comme une entreprise [Clavel, 2000]. Un CdU est constitué d'un ensemble de séquences d'actions réalisées par le système et produisant un résultat observable par un acteur. Un acteur peut participer à un ou plusieurs CdU, il interagit dans un CdU par l'envoi de messages et/ou des échanges de données et/ou d'événements. Ainsi, un CdU représente le système d'un point de vue fonctionnel.

L'ensemble des CdU, regroupé dans un diagramme dédié, représente le résultat de la phase d'analyse des besoins. Comme leur identification, leur description n'est pas normalisée par UML 2.0. Toutefois, Pascal Roques dans [Roques, 2005] préconise de les décrire dans des fiches textuelles dédiées. Ces fiches contiennent deux sections obligatoires.

La première section contient des éléments d'identification : le nom du CdU et un bref résumé. La seconde section décrit les scénarii de déroulement d'un CdU : pré conditions, post conditions, déroulement nominal, scénarii alternatifs, les scénarii d'erreurs, etc.

Cet outil est une grille de description qui reste peu précise. En effet, seule la première partie définit des champs de description. Dans la seconde partie, la plus significative, l'analyste est responsable du choix mode de description d'un scénario : organigramme, description textuelle point par point ou autre.

Cette absence de normalisation est une conséquence directe du manque de formalisation du recueil des besoins. Nous avons tenté dans ce travail de considérer les grilles de recueil et les outils d'analyse comme des passerelles permettant le passage des besoins vers les cas d'utilisation.

1.1.5 L'association de classes

C'est la relation logique qui définit un ensemble de liens entre les instances de deux classes. Elle est généralement nommée par un verbe, et peut avoir des propriétés. Une association définit le nombre minimum et maximum d'instances autorisées dans la relation par le concept de cardinalité.

Selon la phase du processus de conception, la signification d'une association se modifie. En phase d'analyse, il s'agit d'une vue abstraite de la relation entre les entités. En conception, une association prend la forme d'une solution logique choisie par le concepteur. Enfin, au niveau de l'implémentation, l'association devient une solution physique dépendant du langage de programmation.

Le méta modèle UML propose des stéréotypes d'associations. Nous utilisons dans notre modèle deux de ces stéréotypes : l'héritage et l'utilisation.

1.1.6 L'héritage

Comme nous l'avons défini précédemment, l'héritage est une relation entre deux classes permettant d'exprimer la transmission automatique des propriétés d'une classe à une sous-classe qui en est héritière. En UML la relation d'héritage n'est pas propre aux classes mais s'étend aux packages et aux cas d'utilisation. Il est donc possible de spécialiser un cas d'utilisation en créant un nouveau cas qui reprend l'activité du premier en lui ajoutant des caractéristiques particulières.

L'héritage est un outil particulièrement utile pour l'intégration des données d'usage dans une conception orientée objet. En effet, l'analyse de l'activité tend à fixer son champ d'étude sous forme de différentes typologies. Ainsi, la phase de recueil et d'analyse des besoins a permis la caractérisation des éléments du problème : échantillons d'utilisateurs, typologie des outils utilisées et de lieux parcourus... (§ II.1).

Nous avons vu par la suite comment l'héritage permet de traduire ces typologies dans un modèle de classes (§ III.3). Ainsi, à partir d'une superclasse contenant les caractéristiques communes à un ensemble d'objets, nous avons pu dériver des classes spécialisées (Figure 57).

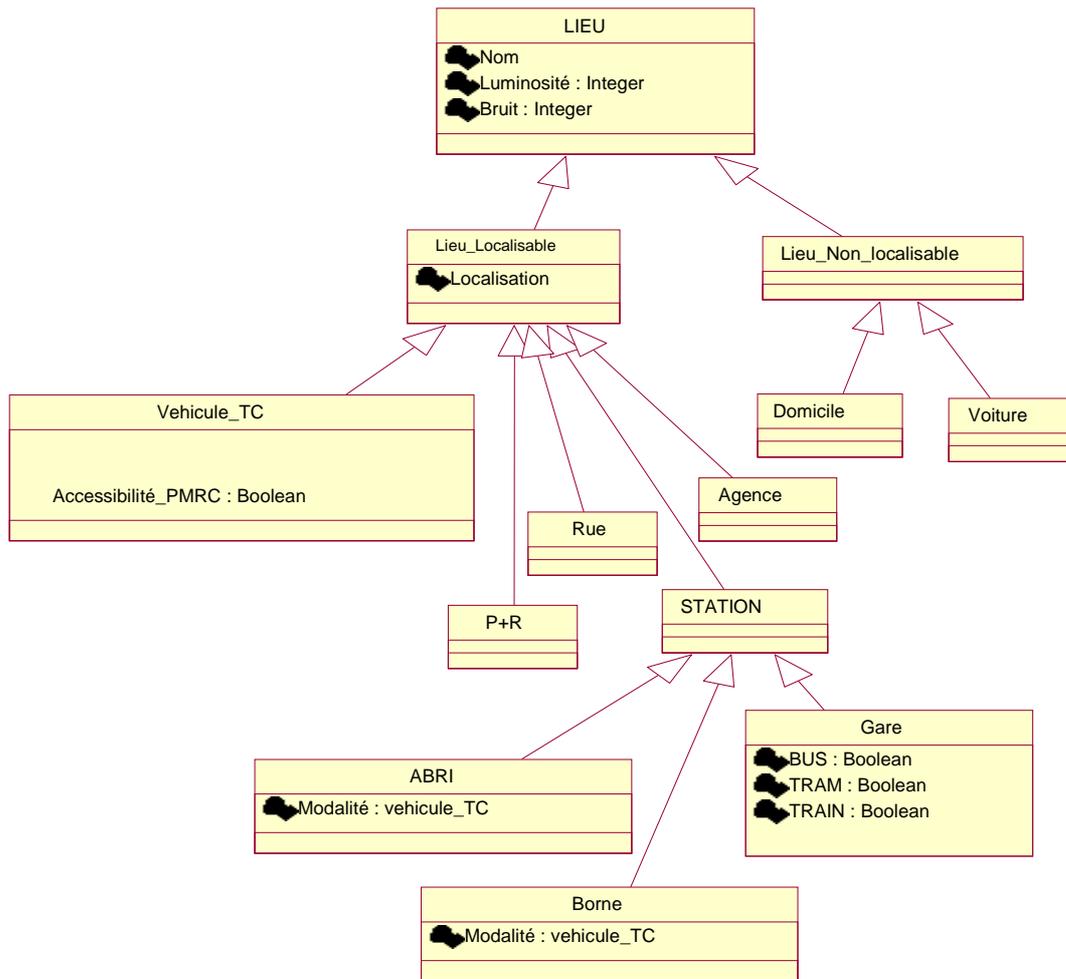


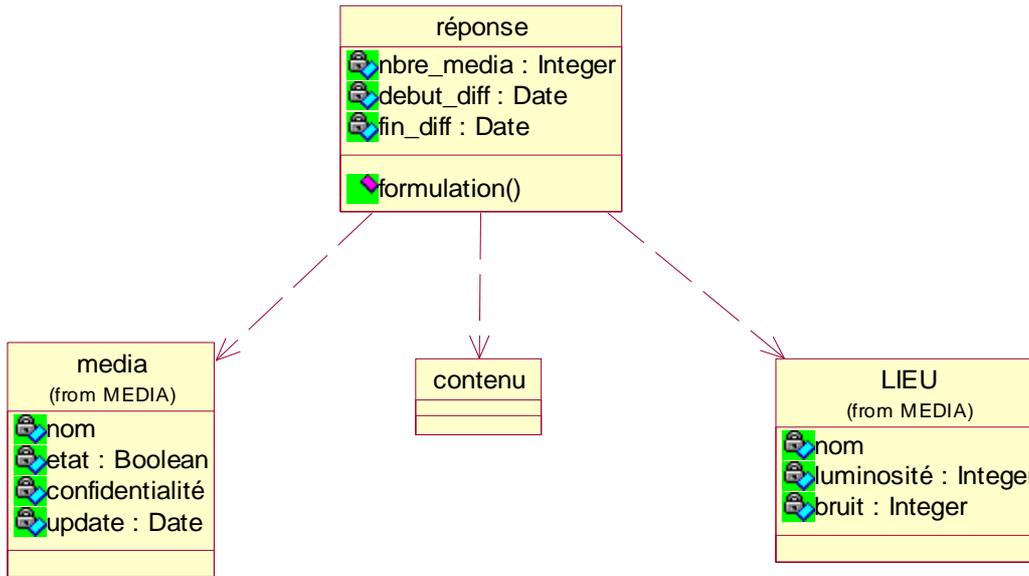
Figure 57 : L'héritage dans la classe *Lieu*

Outre son intérêt de représentation, l'héritage présente un avantage en termes de réutilisation et de maintenance de classes en implémentation. En effet, des modifications devant affecter l'ensemble des classes héritières peuvent être effectuées dans la classe mère et être ainsi répercutées sur les classes héritières. A contrario, une modification concernant une classe particulière n'affectera pas les autres classes héritières d'une même superclasse.

1.1.7 L'utilisation entre classes

Une classe utilise une autre classe lorsque sa partie publique se trouve à portée de visibilité de la classe utilisatrice. La dénomination implicite dans la notation est « voir » ou « utiliser ». Cette relation n'induit pas un lien physique entre les classes. Cela signifie simplement que le nom et la partie publique de la classe utilisatrice peut apparaître dans la déclaration d'un attribut ou d'une méthode de la classe utilisée.

Ainsi, elle permet, dans notre modèle, de représenter la relation d'utilisation entre la classe réponse et la classe Contenu (Figure 58). La partie publique de la classe réponse contient les dates de début et de fin de diffusion de messages. Grâce à la relation d'utilisation, Ces données sont accessibles aux instances de la classe Media qui gère l'actualisation des messages diffusés.



**Figure 58 : La relation d'utilisation
entre la classe *Réponse* et les classes *Contenu*, *Media* et *Lieu***

2 Notation UML du modèle objet

Dans la section précédente, nous avons présenté les concepts de la notation UML que nous avons mobilisé afin de représenter notre modèle objet. Ces concepts sont articulés au sein de diagrammes UML afin de constituer un modèle représentant le fonctionnement d'un système d'information voyageurs du point de vue des besoins des utilisateurs.

Ce modèle se structure autour d'un diagramme de classes représentant le modèle statique du domaine et de diagrammes de cas d'utilisation, de séquence et d'activité représentant le modèle dynamique de l'activité.

2.1 Notation du modèle du domaine

La modélisation statique ou modèle du domaine est représentée par un diagramme de classes. Considéré comme l'élément le plus important dans une conception orientée objet, le diagramme de classe est prévu pour expliciter la structure de l'ensemble des entités manipulées par le système et ses utilisateurs [Lai, 1997]. D'après cette définition, nous dirons que le modèle statique est une représentation du problème dans son environnement.

Ce diagramme traduit la modélisation statique décrite en III.3. Il se structure autour du schéma générique de circulation de l'information présenté en résultat de l'analyse des besoins (cf. Figure 31). Ce diagramme de classe se décline à partir d'un schéma de packages reliés par des relations de dépendance (Figure 59).

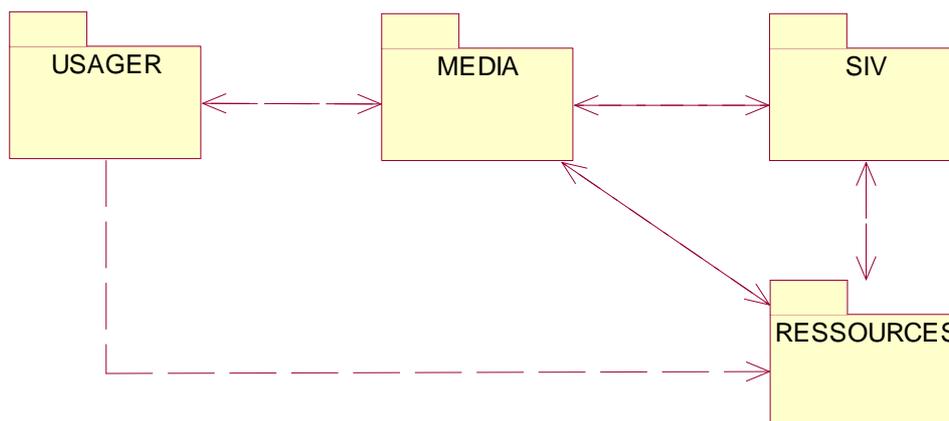


Figure 59 : Structuration du diagramme de classe en package dépendants

Nous présenterons dans ce qui suit l'arborescence de chaque package.

2.1.1 Le package *USAGER*

Le package *USAGER* est structuré autour d'une classe *Usager* de stéréotype « Actor » (Figure 60). La classe *Usager* est caractérisée par les attributs suivants :

- Les booléens exprimant le profil : la qualification de l'attribut profil en type booléen permet de tirer avantage dans l'implémentation du principe ergonomique de croisement de profil (cf. chapitre 3). Ainsi, un usager peut à la fois être étudiant et à mobilité réduite.
- L'entier *Age* : exprimant l'âge de l'utilisateur ;
- La variable *langue* : exprimant la langue pratiquée par l'utilisateur et sélectionnée dans une liste prédéfinie de langues.

La classe « usager » possède par ailleurs deux méthodes :

- La méthode *Niveau()* : qui qualifie l'expertise de l'utilisateur. Rappelons que dans la méthodologie présentée ici, l'évaluation du niveau de l'utilisateur est reliée au contexte de l'action courante (cf. II.3.1);
- La méthode *Senior()* : qui définit l'appartenance d'un utilisateur à la catégorie des seniors d'après son âge.

Cette classe interagit avec d'autres classes par des associations reflétant les rapports d'usage. Nous avons représenté dans le modèle six associations couvrant l'usage de l'information. Au sein de chaque association l'utilisateur joue un rôle différent. Le but de l'utilisation du concept de rôle est de contribuer à rendre le modèle plus explicite aux acteurs de la conception en soulignant les différentes modalités d'usage du système.

Les associations de la classe usager expriment les interactions suivantes :

- L'utilisateur « lecteur » consulte un média d'affichage;
- L'utilisateur « demandeur » exprime un besoin ;
- L'utilisateur « en attente » parcourt un Lieu ;
- L'utilisateur « client » achète un titre de transport ;
- L'utilisateur « victime » subit un incident ;
- L'utilisateur « voyageur » construit un itinéraire.

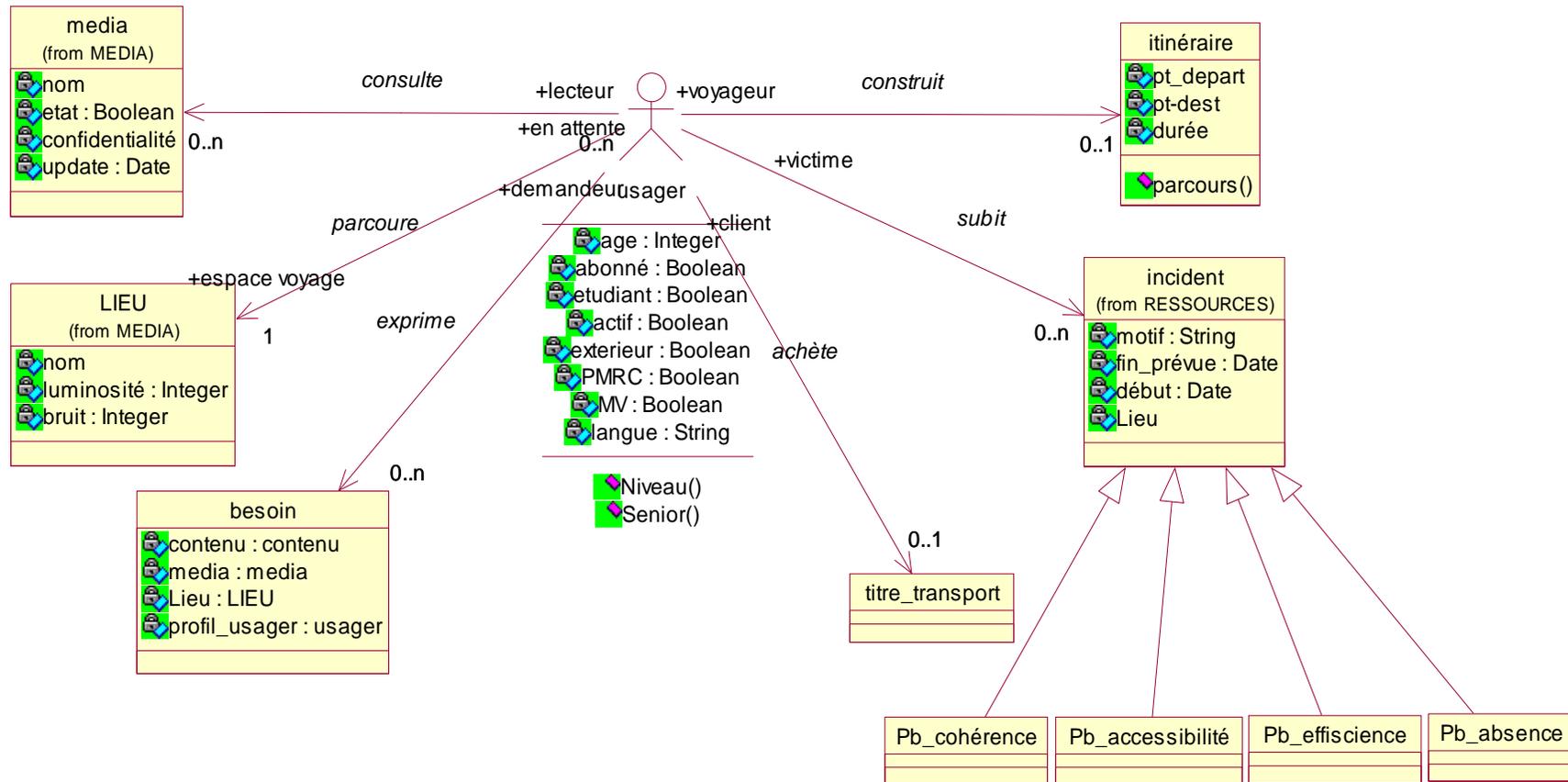


Figure 60 : Contenu du package *USAGER*

2.1.2 Le package **MEDIA**

Le package *Media* Figure 61 est construit autour d'une classe principale appelée *Media*. Cette classe est associée aux classes *Contenu* (du package SIV) et *Lieu* par des associations exprimant le principe qu'un media est toute entité du domaine qui diffuse un contenu informatif dans un ou plusieurs lieux

2.1.3 Le package **SIV**

Le SIV est une classe comportant trois méthodes internes : une méthode de qualification de besoin à partir de l'état des objets instanciés de la classe « Besoin », une méthode de vérification de la cohérence de données provenant de multiples sources pour satisfaire un même besoin et enfin une méthode qui vérifie l'état du media de diffusion de la réponse afin d'en garantir la communication à l'utilisateur.

Afin d'accomplir son rôle de production d'une réponse pertinente, la classe SIV interagit avec les instances des classes Besoin (par l'association « qualifie ») et celles des classes « Ressources » par la relation « sollicite ».

La fonction principale de la classe SIV est de fournir les paramètres de la classe « réponse ». La réponse est construite par relation d'utilisation d'un media, d'un contenu et d'un lieu de diffusion.

2.1.4 Le package **RESSOURCES**

Le package *Ressources* reprend en UML le diagramme de la Figure 40 du chapitre III. Nous avons utilisé les stéréotypes UML « Business Worker » pour les entités extérieures ainsi que les « data bases » pour les ressources théoriques (Figure 63).

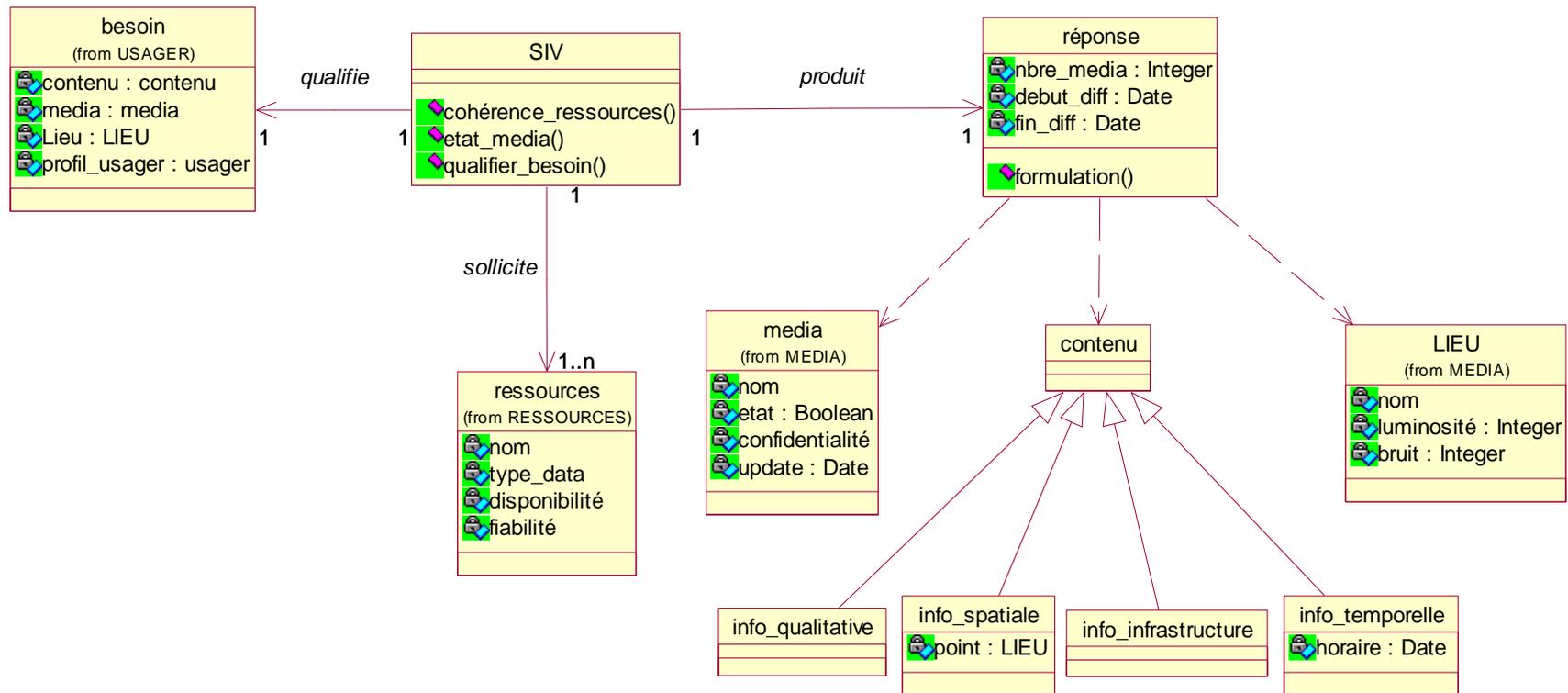


Figure 62 : Contenu du package SIV

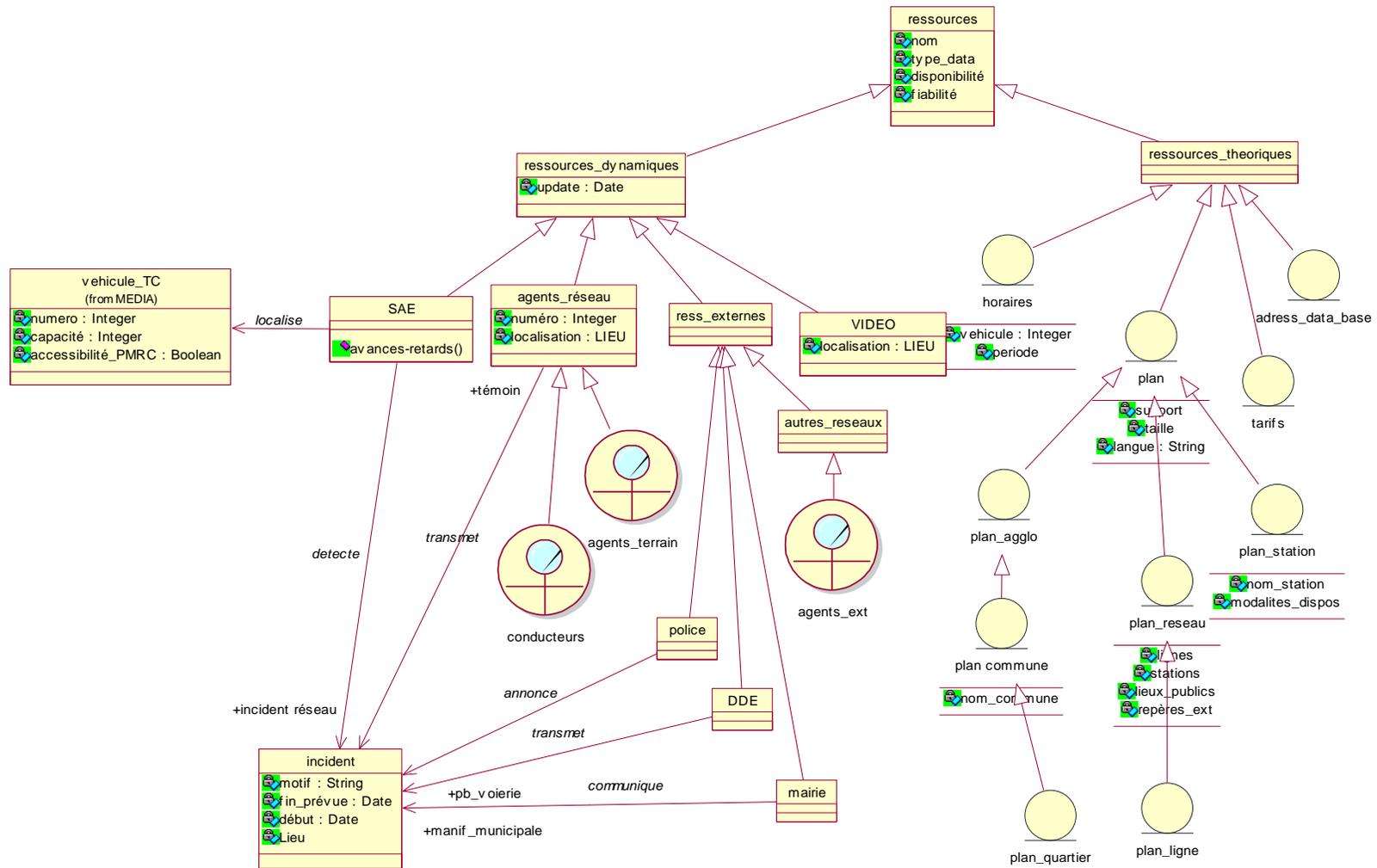


Figure 63 : Contenu du package *Ressources*

2.2 Notation du modèle de l'activité

Afin de construire un modèle dynamique de l'activité des usagers d'un SIV, nous avons mobilisé trois des diagrammes de la notation UML :

- Le diagramme de cas d'utilisations
- Le diagramme de séquence
- Le diagramme d'activité

2.2.1 Diagramme de cas d'utilisation

Un diagramme de cas d'utilisation représente l'ensemble des cas d'utilisation qui caractérisent le comportement d'un système. Il décrit la structure des fonctionnalités nécessaires aux utilisateurs du système. L'ensemble des CdU vise à décrire exhaustivement les exigences fonctionnelles du système [Penders, 2002].

Notons que dans l'usage courant en génie logiciel, un CdU *système* décrit une interaction acteur/logiciel alors qu'un CdU *métier* aborde la façon dont un métier répond à un acteur ou à un événement [Roques 2004]. Nous décrivons, dans cette approche, des CdU qui s'apparentent aux CdU système. En effet, il s'agit de décrire l'interaction entre l'acteur « usager » et un SIV dans une situation d'usage donnée.

Les CdU sont reliés au sein d'un diagramme de CdU par les relations stéréotypées suivantes :

- L'inclusion (*Include*) : cette relation logique existe lorsqu'un fragment de comportement est similaire dans plusieurs cas d'utilisation. Elle permet de factoriser une description de ce comportement.
- La généralisation (*Extend*) : cette relation est utilisée lorsque un CdU (appelé cas spécialisé) est semblable à un autre (appelé cas de base) à une fonctionnalité près. Le cas spécialisé peut redéfinir n'importe quelle partie du cas de base bien qu'il doive toujours satisfaire le même but essentiel de l'utilisateur.

Nous nous proposons, dans la suite, de présenter la traduction de l'analyse des trajets sous forme de CdU.

a. Construction des CdU

La retranscription chronologique de l'activité décompose chaque trajet en actions successives poursuivant des objectifs. Une succession d'actions constitue la stratégie d'un usager pour réaliser son trajet. L'analyse de l'usage de l'information traite ensuite ces données d'observation dans une optique axée sur l'usage de l'information au cours de l'activité de déplacement.

La vue dynamique présentée ici est une représentation objet de l'activité des usagers qui découle de la formalisation des observations de suivis. Les cas d'utilisation représentent des objectifs des usagers. Nous proposons, ensuite, de développer chaque CdU en stratégies individuelles en utilisant des diagrammes d'activité et de séquences.

La problématique traitée ici porte sur les besoins particuliers d'usagers confrontés à une perturbation. Cette restriction du champ d'analyse n'empêche pas la reproduction de la démarche sur l'ensemble des autres séquences de trajets.

Nous bornons dans le temps une situation de perturbation par :

- Un début constitué par le moment où l'utilisateur prend connaissance de l'impossibilité de continuer son trajet suite à un incident ;
- Une fin qui est le moment où un nouveau trajet est construit et prêt à être réalisé afin que le déplacement se poursuive (une solution satisfaisante est trouvée).

En premier lieu, il s'agit d'extraire les blocs de séquences correspondant à une situation de perturbation dans les tableaux d'usage de l'information (Tableau 12). Une fois délimités dans chaque trajet, ces blocs de données sont analysés afin de déduire les objectifs se répétant dans différents trajets et chez différents profils d'utilisateurs ou au contraire des objectifs particuliers à un profil.

CdU	Réf	Ch	Lieu	N	Média	Etat	Ut	Nv.	Motif	Propositions	S	P
	MV	20	Bilan		Quai T	Fixe	I	3	Inquiétude à la descente du tram sur la voirie à Royale Châtelet			
	MV	21	Bilan		Horaires	Fixe	O	3	Calcul heure de départ = temps théorique + 10mn	Information durée prévisible du trajet qui prend en compte les contraintes		X
Début perturbation												
Trouver modalité	MV	22	Tram	T	Tram	KO	I	2	Scénario panne tram			
	MV	23	Tram	T	Tram	KO	I	2	Recherche de solution pour continuer trajet			
	MV	24	Tram	T	Tram	KO	I	3	Mobilise toutes ses connaissances des lieux			
	MV	25	Tram	T	Tram	KO	I	3	Trois solutions : à pied (ce n'est pas très loin), bus L13 (déjà utilisé en cas de pluie mais pas certain de l'itinéraire), bus L1 (déjà utilisée et possible)			
Résoudre accessible	MV	26	Tram	T	Tram	Besoin	I	3	Ne sait pas de quel côté du tram descendre= imp. de préparer sa descente	IV : sens de descente du tram (droite, gauche)	X	
	MV	27	Tram	T	Individu	Dyn	O	3	Attends l'arrêt du tram pour suivre le flux descendant de voyageurs	IV : sens de descente du tram (droite, gauche)	X	
Commencer un trajet	MV	28	Abri TC -A		Quai B	Inopérante	N	3	Aller au quai bus L1 de mémoire			
	MV	29	Quai B		Quai B	Fixe	N	3	Prendre la ligne 1			
	MV	30	Quai B		Quai B	Fixe	N	2	Sait que le quai dessert plusieurs lignes de bus			
Résoudre accessibilité	MV	31	Quai B		Quai B	Besoin	N	2	Besoin de l'information de présence d'un bus à l'arrêt	Signal sonore « bus à l'arrêt »	X	
	MV	32	Quai B		Quai B	Besoin	N	2	Parcours le quai à la recherche de l'information présence d'un bus à l'arrêt	Signal sonore « bus à l'arrêt »	X	
	MV	33	Quai B		Bus	Inopérante	I	2	Bus à l'arrêt = pas de bruit de moteur = inexistant pour un MV	Signal sonore « bus à l'arrêt »	X	

Tableau 12 : Décomposition en CdU d'un bloc de séquences d'une situation perturbée

b. Description des CdU

Les patterns identifiés sont nommés selon les recommandations de la pratique unifiée sous la forme « verbe+complément » [Roques, 2005]. Nous avons ainsi défini huit cas d'utilisation correspondant à la gestion d'une perturbation par un usager.

Les CdU identifiés sont numérotés de un à huit. Un titre décrit l'objectif général poursuivi. Une description permet de définir les actions communes à l'ensemble des instances d'un CdU. Enfin, nous précisons les acteurs extérieurs au SIV et interagissant au sein du CdU.

Cas d'utilisation 1 :

Titre : *Construire un itinéraire*

Description : Ce cas comprend le déroulement des actions de l'usager dans le but de concevoir un parcours origine-destination. Ce cas concerne tous les profils d'utilisateurs. Il implique la mobilisation de médias interactifs ainsi que des médias non interactifs de type médias descendants. Ces actions comprennent le choix d'un parcours, d'une ou plusieurs modalités de transport pour le réaliser assortis de contraintes en TERMES de nombre de correspondances, de durée de trajet et de problèmes d'accessibilité. Ce cas d'utilisation inclut trois autres cas : *Trouver une modalité, Se localiser, Définir un temps de parcours.*

Cas d'utilisation 2 :

Titre : *Trouver une modalité*

Description : Regroupe les actions pour localiser et utiliser un mode de transport défini dans le CdU 1. Ce cas décrit les actions de localisation de quais, abris et arrêts dans un lieu du déplacement. Ces actions peuvent se dérouler dans un espace du réseau comme une correspondance ou dans un autre lieu. Ce cas d'utilisation implique la mobilisation de médias non interactifs délivrant une information de type information spatiale.

Cas d'utilisation 3 :

Titre : *Se localiser*

Description : Comprend les actions de l'usager visant à se situer géographiquement dans son environnement d'action afin de réaliser le CdU 1. Ce CdU mobilise l'information afin de définir les points de départ d'un itinéraire lorsque celui-ci n'est pas connu (dans un bus en mouvement par exemple). Ce CdU mobilise des médias de type non interactifs (bandeau déroulants ou plans affichés). L'information requise pour réaliser ce CdU est de type spatial.

Cas d'utilisation 4 :

Titre : *Définir un temps de parcours*

Description : Comprend les actions de recherche d'informations temporelles nécessaires au déplacement. Nous regrouperons ici les stratégies de définitions d'horaires de passage d'un mode de transport ainsi que la définition de la durée d'un trajet. Ce CdU implique la participation d'instances de la classe médias interactifs et non interactifs délivrant une information de type temporelle.

Cas d'utilisation 5 :

Titre : *Payer le trajet*

Description : Comprend les actions d'appréhension de la tarification en vigueur. Nous regrouperons dans ce CdU les stratégies visant à localiser les points de vente, comprendre les différents tarifs, réaliser la transaction d'achat ainsi que les formalités de compostage. Ce CdU concerne les usagers sans abonnements et essentiellement extérieurs au site. Enfin, ce CdU concerne une information de type information d'infrastructure.

Cas d'utilisation 6 :

Titre : *Vérifier les informations*

Description : Décrit les actions de vérification des informations recueillies. Il décrit la répétition immédiate d'un CdU en adoptant une stratégie différente pour le réaliser. Ce CdU se termine par la comparaison des deux résultats de recherche et un choix qui peut remettre en cause la stratégie initiale.

Cas d'utilisation 7 :

Titre : *Résoudre un problème d'accessibilité*

Description : Comprend les actions visant à anticiper ou résoudre un problème d'accessibilité motrice ou sensorielles d'un lieu, d'un véhicule ou d'un media. Ce CdU concerne deux profils d'utilisateur les personnes à mobilité réduite et les seniors. Il mobilise essentiellement des medias interactifs (interrogation d'agents du réseau) l'information requise est ici de type information d'infrastructure.

Cas d'utilisation 8 :

Titre : *Réaliser le trajet*

Description : Décrit les actions de mise en œuvre du parcours conçu. Nous avons regroupé ici les séquences qui n'ont pas été traitées dans cette analyse. En effet, les stratégies d'usage de l'information voyageurs ne se limitant pas à la gestion de perturbation, l'analyse du corpus restant donnerait lieu à la génération de nouveau CdU. Le diagramme ainsi défini couvrirait exhaustivement l'usage du SIV.

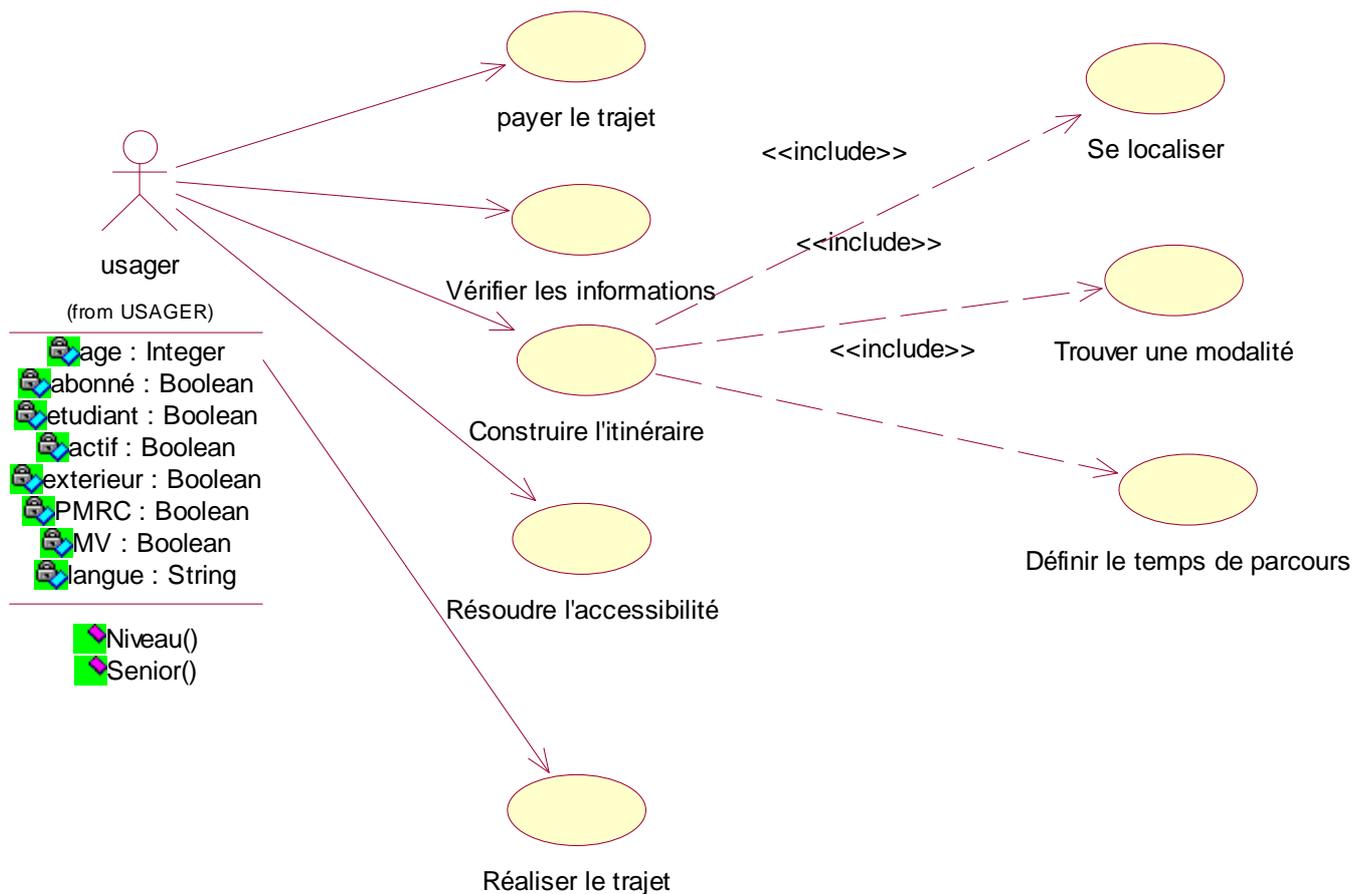


Figure 64 : Diagramme des cas d'utilisation

Ces patterns caractéristiques ont été identifiés après l'examen de l'ensemble des trajets décomposés en actions-objectif. Ainsi, il est apparu que des schèmes d'actions se reproduisaient de façon transverse aux profils. Ces schèmes d'utilisation sont des objectifs caractéristiques que nous avons extraits des observations de terrain à l'aide du tableau d'analyse de l'usage de l'information. Ces objectifs ne sont pas toujours explicités par les usagers, c'est une analyse des motifs des actions observées qui aboutit à cette représentation.

Toutefois, malgré la reproductibilité des CdU dans plusieurs trajets différents, des variations inter-profils et interindividuelles ont été identifiées, elles se situent à trois niveaux :

- l'ordre de mise en œuvre des schèmes dans la stratégie de résolution du problème ;
- le nombre de schèmes sollicités (l'actif connaissant le site n'a pas eu besoin de se localiser par exemple) ;
- la séquentialité des schèmes : certaines stratégies se déroulent en continu, les schèmes se succédant les uns aux autres. D'autres stratégies sont constituées de boucles de reprise entre schèmes. Les schèmes peuvent être ainsi être repris au début ou en cours d'actions.

La question de la variabilité des stratégies soulevée par ces analyses peut être rapportée aux problématiques de résolution de problèmes en ingénierie des connaissances. Ainsi, D. Kayser dans [Kayser, 1997] propose une typologie de modes de recherche d'information suivant les stratégies qu'il qualifie de directe, dichotomique ou séquentielle.

Afin de représenter cette variabilité d'actions, nous nous sommes intéressés à deux des diagrammes de la notation UML : le diagramme d'activité et le diagramme de séquence.

2.2.2 Diagrammes d'activité

Le diagramme d'activité est une extension du formalisme des machines à état. Il représente les règles d'enchaînement des activités et actions dans un système. Il permet d'une part de consolider la spécification d'un cas d'utilisation et d'autre part de concevoir une méthode de classe [Lai 1997]. Certains processus de développements proposent leur utilisation pour modéliser les CdU et les enchaînements de scénarii et jusqu'en remplacement des diagrammes de séquences [Canals, 2002].

En UML, l'activité représente le détail d'une méthode d'un objet. Elle représente un niveau de précision supérieur à celui d'un scénario de cas d'utilisation. En effet il s'agit de s'intéresser au détail du déroulement séquentiel de l'opération elle-même. Dans un diagramme d'activité, les activités sont organisées suivant des zones délimitées appelées couloirs (Swimlanes). Chaque zone représente la classe dans laquelle sont définies les activités en tant qu'opérations.

Le diagramme d'activité UML nous permet de représenter graphiquement le déroulement d'un cas d'utilisation. Si les CdU reflètent des objectifs généraux, chaque diagramme d'activité modélise une stratégie propre à un seul objet et qui mène à la réalisation de l'objectif du CdU. Il s'agit de représenter les interactions entre des instances de classes du modèle du domaine qui réalisent une instance de cas d'utilisation.

Le méta modèle UML fournit des stéréotypes afin de réaliser les diagrammes d'activité :

- L'activité qui est représentée par un rectangle aux coins arrondis. L'activité représente l'exécution d'une action par un objet. L'ensemble des activités constitue un flot de sous objectifs menant vers l'objectif décrit par le CdU.
- La transition est représentée par une flèche orientée. La transition représente la succession d'une activité à l'autre.
- Le branchement conditionnel, représenté par un losange permet d'exprimer les choix multiples.
- Les barres de synchronisations représentées par des segments de droite permettent d'exprimer l'exécution simultanée de plusieurs activités.
- Les notes représentées par des rectangles au coin plié qui permettent de commenter les diagrammes.

Dans l'exemple de la Figure 65, nous avons construit le diagramme d'activité du CdU « Se localiser » de l'utilisateur étudiant Etu1 dans le scénario de trajet « Lycée Monod 3 » (cf. Annexe 2). Ce diagramme correspond à un seul cas d'utilisation constitué de huit séquences action-objectif de la base de données d'usage.

Le diagramme est strié de couloirs. Chaque couloir représente un objet intervenant dans une séquence. Les actions sont exprimées par des activités situées dans le couloir dédié à l'objet en action. Chaque diagramme d'activité est délimité par un point de départ et un point

de fin. Le flot chronologique des activités est représenté entre ces deux points à l'aide des transitions.

L'exemple simple suivant, illustre la représentation d'un CdU « Se localiser » de l'utilisateur étudiant *Etu1*. Cet utilisateur se trouve dans un bus et exprime le besoin de se localiser afin de savoir où il doit descendre. Ce contexte exprime le début du diagramme d'activité. Cet utilisateur va dans un premier temps se diriger vers le bandeau déroulant indiquant la prochaine station. L'information est indisponible car l'afficheur est en panne. L'utilisateur recherche alors une solution alternative et va croiser les données de deux médias : un synoptique affiché et l'information vocale. Le synoptique délivre une information statique représentant la succession des stations desservies par le bus. L'information vocale lui permet de compléter cette information statique avec une donnée temps réel lui indiquant la prochaine station desservie par le bus. L'utilisateur a pu ainsi en déduire sa position.

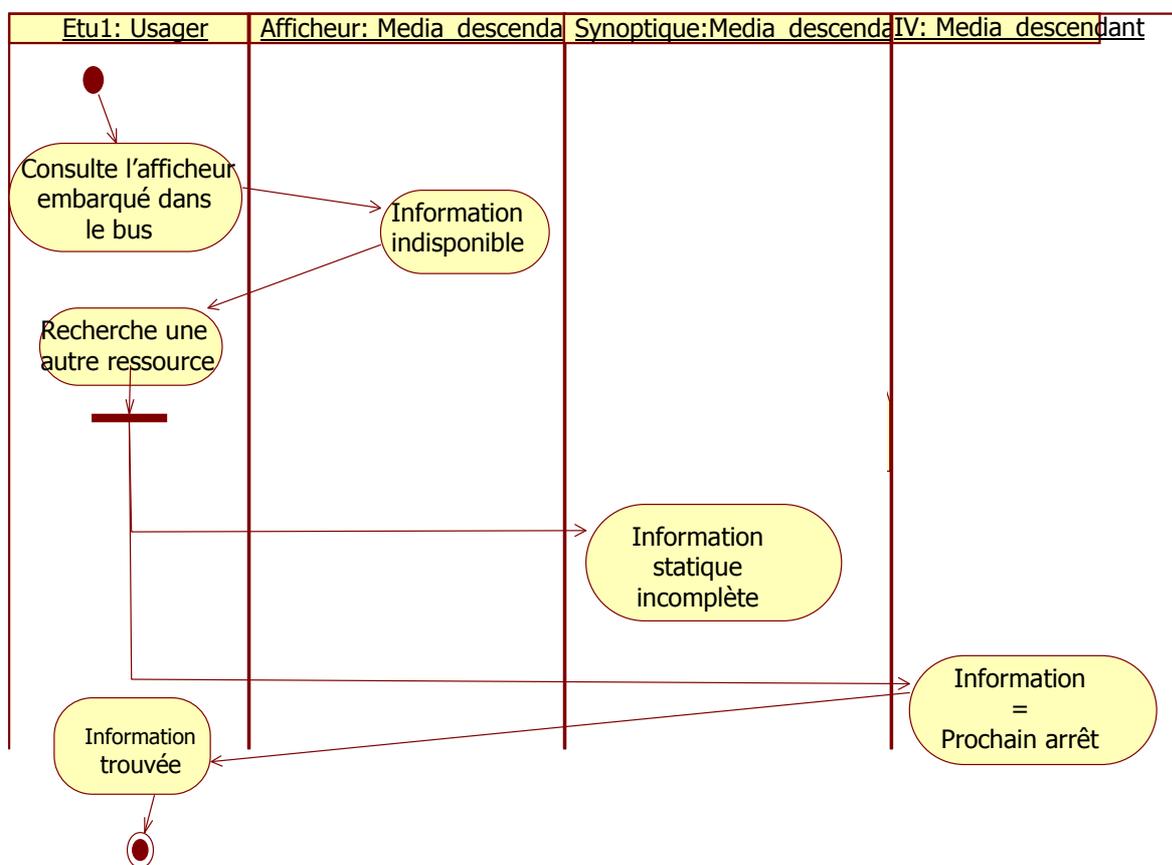


Figure 65 : Diagramme d'activité du CdU *Se localiser* de l'utilisateur *Etu1*

Cet exemple illustre notre utilisation des concepts d'activité, de barre de synchronisation et de couloirs d'activité. L'activité est ici exprimée d'une part dans son sens cognitif pour les actions de recherche d'information de l'utilisateur et d'autre part pour exprimer l'état du média et de l'information délivrée.

La barre de synchronisation nous permet de souligner la stratégie de composition, pour ce besoin. Deux informations différentes et indépendantes sont croisées par l'utilisateur afin de pallier le manque d'information. Enfin, les couloirs d'activité permettent d'organiser les données en attribuant chacune d'elle à l'objet concerné. En phase de conception, cette

organisation des activités permettrait de définir des fonctionnalités particulières comme l'amélioration des synoptiques dans ce cas.

L'apport en représentation du diagramme d'activité peut se révéler particulièrement intéressant. Ce diagramme permet l'expression des stratégies des usagers dans le cas de choix multiples de solutions. Le concept de branchement conditionnel nous permet de souligner les motifs de choix de solution.

Le diagramme d'activité représente le déroulement d'un CdU sous la forme d'un flot d'états. Cette représentation permet de représenter l'apport de chaque objet du modèle du domaine dans la stratégie de l'utilisateur. Toutefois, la notion de chronologie des actions n'est pas clairement explicitée. En effet, les activités sont placées dans les couloirs des objets sans mention de la chronologie de leur réalisation. Exception faite des barres de synchronisation qui expriment clairement la simultanéité des actions, seul le flot dirigé des transitions permet de représenter la chronologie.

Dans la suite, nous étudierons une deuxième modalité de représentation des stratégies utilisant la notation UML : les diagrammes de séquence.

2.2.3 Diagrammes de séquence

Les diagrammes de séquence permettent d'exprimer l'ordre des opérations qui composent un CdU à travers les échanges de messages entre objets pendant le fonctionnement d'un système. Les diagrammes de séquences servent à développer en analyse les scénarii d'utilisation du système [Roques 2004]. Un scénario est une suite d'étapes qui décrit une interaction utilisateur-système [Fowler 2002].

Nous avons utilisé le diagramme de séquence UML afin de représenter la succession de messages échangés entre les objets intervenant dans le déroulement d'un CdU. La dimension chronologique y est plus explicite que dans le diagramme d'activité, les messages sont clairement numérotés et la représentation permet d'exprimer des « dialogues » entre objets.

Comme les diagrammes d'activité, les diagrammes de séquences permettent de représenter la variabilité des stratégies d'utilisation d'un système par différents acteurs poursuivant un objectif similaire (représenté par le cas d'utilisation).

Dans le cadre de l'analyse des besoins en information voyageurs, les diagrammes de séquences se sont révélés très proches de la représentation de l'usage de l'information. En premier lieu, la chronologie explicite des messages rejoint la notion de retranscription chronologique. De plus, les objets du modèle du domaine sont instanciés dans le diagramme ce qui permet de reproduire la qualification de l'usage dans des attributs (état du média, lieu, etc.). Enfin, les interactions exprimées dans le tableau d'usage de l'information sont formulées dans les messages entre objets.

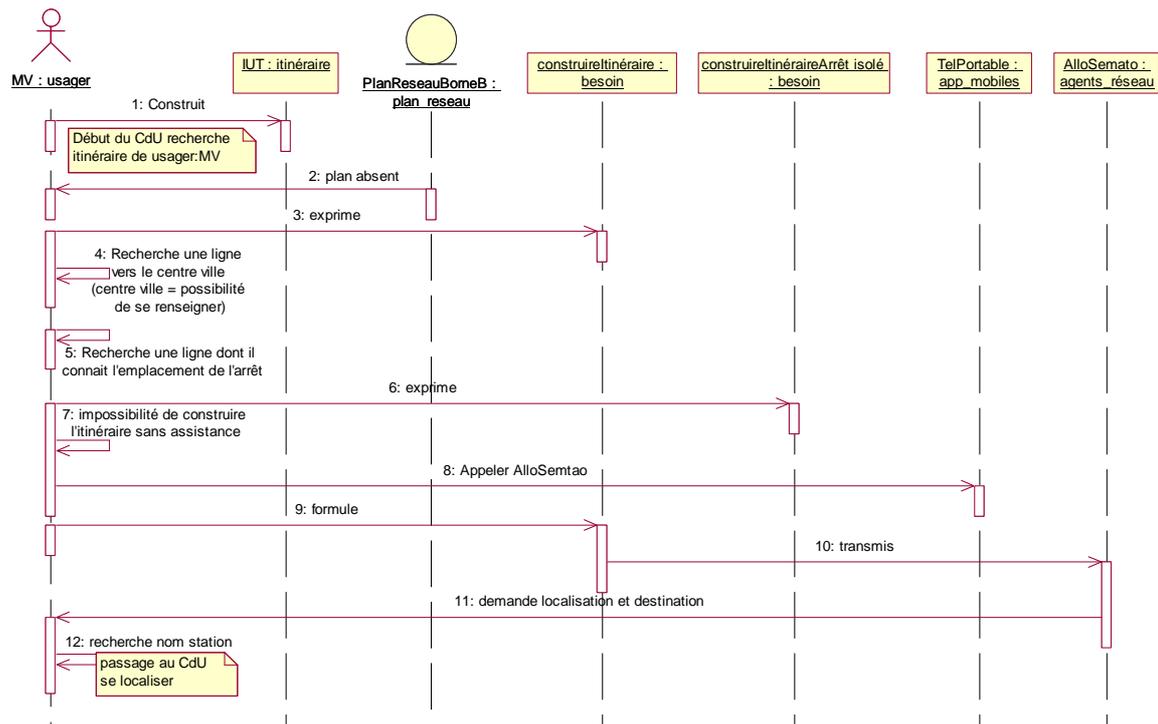


Figure 66 : Diagramme de séquence du CdU *Construire un itinéraire de l'utilisateur MV*

La proximité de concepts entre les diagrammes de séquences et la base de données d'usage est d'autant plus intéressante que les diagrammes de séquences représentent une étape de plus vers l'implémentation. En effet, le besoin de l'utilisateur y est exprimé de façon à se référer à une méthode de l'objet auquel il s'adresse. Lorsque cela est possible, les fonctionnalités système peuvent donc apparaître à ce niveau de l'analyse.

Un autre apport de l'utilisation des diagrammes de séquence pour exprimer les interactions d'usage, est leur capacité à représenter les flots de messages émanant de l'utilisateur (besoins) et arrivant vers lui (réponses). D'un point de vue quantitatif, cela permet de visualiser les densités d'interaction de l'utilisateur avec certains objets. Les lignes de vie permettent d'étayer ce point de vue quantitatif en reflétant la continuité de l'interaction avec l'objet dans le temps.

Le stéréotype de message a aussi permis de représenter la mobilisation par l'utilisateur de son expérience propre. Ainsi, le concept d'auto-message (ou rétro-message) permet de spécifier le fait que l'utilisateur mobilise une base de cas issue de ses expériences.

Nous venons de présenter une notation en UML de la modélisation objet du domaine de l'information voyageurs et de l'activité des utilisateurs de cette information. Cette notation nous permet de poursuivre la méthodologie d'intégration des besoins des utilisateurs dans le processus de conception. En effet, certains éléments du modèle sont à présent traduits dans un formalisme sémantique qui peut être implémenté. Dans la suite, nous allons présenter l'implémentation de MASSIV un outil d'aide à la spécification de système d'information voyageurs basé sur ce modèle.

Par ailleurs, la représentation sémantique et graphique de ces éléments peut permettre une meilleure appréhension par les différents acteurs participant à la conception. Ce point demande à être validé dans un contexte de conception. Bien qu'il ne nous ait pas été donné de vérifier ce point, nous avons tenté de jeter les bases d'une démarche de validation à travers l'outil MASSIV.

3 MASSIV : Un outil d'aide à la spécification de système d'information voyageurs

Nous définissons l'application MASSIV comme un Module d'Aide à la Spécification de Système d'Information Voyageurs. L'objectif de cette application est de fournir au concepteur une interface lui permettant d'accéder aux données issues de l'analyse des besoins des usagers. L'outil implémenté permet de rechercher les propositions associées à un problème d'information (incident) survenu dans une situation donnée (contexte).

Chaque proposition est restituée d'une part sous une forme textuelle telle qu'exprimée par l'ergonome et d'autre part rattachée aux ressources du modèle du domaine nécessaires à sa mise en œuvre.

Comme nous l'avons précédemment signalé, si des formalismes puissants existent pour les modélisations conceptuelles et logiques, la capture et la modélisation de l'existant et des besoins reste une étape peu formalisée et qui fait reposer la satisfaction fonctionnelle des besoins des utilisateurs essentiellement sur l'expertise des concepteurs.

L'objectif d'un tel outil est de favoriser l'intégration des besoins réels des utilisateurs dans le processus de conception en permettant au concepteur d'accéder à des besoins observés dans un contexte d'usage. Cela permettrait au cours des phases de maquettage du projet de conception de comparer l'activité des usagers disposant de l'information issue d'un prototype de SIV avec les besoins observés dans un même contexte dans une itération précédente.

Par ailleurs, un tel outil permettrait à l'architecte du système d'avoir une vision des ressources à solliciter du point de vue des besoins en information des usagers. Une telle vision pourrait contribuer à délimiter le périmètre du système dans son environnement d'application et de souligner ses interactions fonctionnelles avec les autres acteurs.

Cet outil est essentiellement centré sur les besoins des utilisateurs, les ressources système sont mobilisées uniquement pour leur aspect d'aide à l'information. Cependant, les contraintes de conception d'un système interactif s'étendent en réalité au-delà des seuls besoins utilisateurs. En effet, les possibilités techniques représentent aussi des variables de pressions importantes sur la conception : cohérences des modèles de données, accessibilités de certaines bases de données, qualité des données temps réel, coûts, optimisation de la réutilisation de modules logiciels et matériel existants...etc.

Pour ces raisons, dans l'approche présentée dans ce travail, le concepteur reste totalement en charge de la rédaction des spécifications du système. L'objet de l'application MASSIV est de traduire les besoins réels des utilisateurs dans une représentation qualifiée et accessible, cependant formelle et valide, puisqu'elle provient d'un travail d'analyse et de modélisation.

Nous présenterons dans la suite l'exploitation de MASSIV pour les situations particulières d'incidents. Cependant, il convient de préciser que ceux-ci ne se limitent pas à ces seules situations. Afin de reproduire exhaustivement les besoins, l'approche devra être reproduite pour tout un trajet, en remplaçant, le cas échéant, la notion d'incident par celle d'événement.

3.1 Principe de fonctionnement de MASSIV

Les données recueillies par l'analyse de l'activité peuvent être traduites ainsi : un besoin d'information est identifié lorsqu'un usager ne trouve pas dans son contexte d'usage une solution à un problème donné. Une fois identifié, chaque besoin donne lieu à une proposition de solution. En d'autres termes : la satisfaction du besoin S_B est une projection d'un contexte perturbé composé d'un incident I et d'un contexte d'utilisation C dans un espace de solutions exprimées en termes de ressources P_R .

$$S_B : (I,C) \longrightarrow P_R$$

Un incident est défini comme tout événement pouvant entraver une stratégie élaborée par un usager pour atteindre un objectif. Les incidents relevés lors de nos observations sont consignés dans une liste présentée en Annexe 4.

La variable de contexte regroupe trois données :

- La catégorie à laquelle appartient l'usager ;
- Le média d'information concerné par l'action en cours ;
- Le lieu de l'action en cours.

Le couple des variables de contexte et d'incident constitue une situation incidentelle.

Une situation incidentelle donne lieu à un besoin en information. Chaque situation incidentelle est reliée à une proposition exprimée sous forme de ressources du modèle du domaine à mobiliser pour la mettre en œuvre.

La fonction de satisfaction de besoin S_B , telle que définie dans RAMSES, est surjective et non injective. En effet, une proposition de solution peut être associée à deux situations incidentelles distinctes. Par exemple, la mise en place d'un plan de quartier peut répondre au besoin d'information d'utilisateurs indépendamment du fait qu'ils appartiennent à la catégorie des actifs ou des étrangers à l'agglomération. La fonction S_B n'est donc pas injective. Par ailleurs, la fonction S_B est surjective, car à toute proposition P_R peut être associée une situation incidentelle.

3.1.1 Implémentation de MASSIV

Nous disposons, à l'issue de la phase de modélisation UML d'un modèle de classe représentant le domaine de l'application et d'un diagramme de CdU décliné en diagrammes d'activité et de séquences. La phase d'implémentation a consisté à traduire une partie significative des classes et de leurs relations à l'aide du langage java. La notation UML a favorisé la migration du modèle objet vers le code.

L'application est construite suivant le design pattern Modèle Vue Contrôleur MVC [Gamma, 1995] [Freeman, 2005]. Cette architecture permet la séparation entre les données, les traitements et la présentation. MASSIV comporte trois modules :

- MASSIV_DB : la base de données relationnelle de cas d'utilisation
- MASSIV_Model : programme qui lie la demande de l'utilisateur à la proposition de solution. Ce programme est l'implémentation de la fonction S_B ;
- MASSIV_GUI : L'interface graphique de dialogue utilisateur.

Afin de construire l'application, le tableau d'usage de l'information (§II.3) a été transformé en base de données relationnelle MASSIV_DB. Afin de permettre la mise en

correspondance des cas d'utilisation à des situations incidentelles et des propositions de solutions, un traitement des données a été nécessaire. Les champs ont été ajoutés afin de rattacher chaque action à un cas d'utilisation et chaque proposition à des ressources du modèle du domaine. Le résultat est un traitement avancé des données qui deviennent ainsi traduites en termes de concepts du modèle UML (Figure 67).

L'application est une interface graphique à l'usage du concepteur lui permettant de choisir ses critères de situation incidentelle (contexte et/ou incident) et d'obtenir en retour un état des ressources nécessaires, selon l'ergonome qui analyse l'activité, à la résolution du problème.

Dans le contexte d'application, nous nous intéressons plus particulièrement aux besoins de voyageurs confrontés à des incidents. Ces incidents décrivent toutes les situations dans lesquelles l'utilisateur a rencontré un problème d'information qui a entravé sa stratégie de déplacement.

Parmi ces incidents, nous traiterons ceux qui supposent une solution système. En effet, nous ne traiterons pas les propositions ergonomiques matérielles (du type amélioration de la luminosité d'une gare ou de la hauteur d'un panneau). Malgré leur importance indiscutable pour l'utilisabilité de l'information, celles-ci ne peuvent cependant pas être réalisées directement par les fonctionnalités d'un système d'information voyageur.

Nous disposons, à partir de la liste des incidents présentée dans l'annexe 4, d'un panel d'incidents liés à l'information. Grâce à la base de données relationnelle MASSIV_DB, chaque incident peut être couplé à un contexte constitué :

- de données environnementales : Lieu, numéro du véhicule emprunté, medias d'information ;
- des données dynamiques : Etat de l'information au moment de l'action ;
- des données d'usage : utilisation de l'information et niveau de connaissance de l'utilisateur pour l'action courante.

L'incident couplé au contexte constitue la situation incidentelle. Par ailleurs, chaque séquence action-objectifs est associée à un cas d'utilisation grâce à la modélisation dynamique de l'activité (cf. chapitre IV. 2.2).

Exemple : devant un problème de construction d'itinéraire en l'absence de plan, un utilisateur va effectuer dans un premier temps diverses actions dans le but de savoir où il se situe (CdU *Se localiser*), il va ensuite rechercher un mode de transport lui permettant de se déplacer (CdU *Rechercher une modalité*)...

Le programme MASSIV_Model est articulé autour de l'ensemble des classes du modèle du domaine qui ont été implémentées. Il se charge d'assurer la communication de ces classes afin de mettre en correspondance la situation incidentelle entrée par le concepteur avec les propositions et ressources du modèle du domaine correspondantes.

Le module MASSIV_GUI est une interface graphique de dialogue permettant au concepteur de communiquer ses critères de recherche et d'accéder aux propositions fonctionnelles correspondantes ainsi qu'aux objets ressources associées.

compil_V9														
Numéro	CdU	Réf	Chr	Lieu	N°	Média	Etat	Ut	Nv.	Interaction	Propositions	S	P	Ressources
33	Construire un itinéraire	A2	33	Tram - S	T	Plan réseau	Besoin	I	1	Arrêt forcé = besoin planifier = Plan	Mettre des plans réseau dans le tram, A4 centre	X	X	Plan réseau
34	Construire un itinéraire	A2	34	Tram - S	T	Synoptique	Fixe	I	1	Pas suffisant pour prévoir le trajet	Préciser au moins les directions de correspondances par exemple dans un cartouche séparé (cf. bulle)	X	X	Plan réseau
35	Trouver une modalité	A2	35	Tram - S	T	Plan réseau	Besoin	I	1	Tram KO, utiliser les bus	Systematiser le plan réseau (au moins A4 du centre)	X	X	Plan réseau
36	Se localiser	A2	36	Tram - S	T	Synoptique	Fixe	N	1	Prochain arrêt	Indiquer le prochain arrêt	X		Plan ligne
37	Construire un itinéraire	A2	37	Abri TC -A	T	Plan réseau	Fixe	O	2	Station tram = Plan réseau	Systematiser le plan réseau (au moins A4 du centre)	X	X	Plan réseau
38	Trouver une modalité	A2	38	Abri TC -A	T	Plan réseau	Fixe	O	2	Utiliser les bus = durée + longue	Augmenter les fréquences de bus	X		
39	Trouver une modalité	A2	39	Abri TC -P	T	Plan quartier	Besoin	I	2	Localiser les arrêts à proximité	Donner des plans de quartier avec les arrêts	X	X	

Figure 67 : Extrait de la base de données *MASSIV_DB*

3.2 Perspectives d'utilisation

L'outil MASSIV permet d'accéder aux besoins des utilisateurs identifiés par analyse de leur activité de déplacement. Ces données sont représentées dans un formalisme qui permet une recherche par critères. L'objectif est de faciliter l'accès du concepteur aux données réelles d'usage du système.

En spécifiant un contexte d'utilisation nous pouvons obtenir les besoins relevés dans des situations de contextes particuliers. Ainsi, la Figure 68 montre les besoins analysés dans l'interaction avec un distributeur automatique de billet (DAB) d'un groupe d'utilisateur. L'application indique qu'il existe 25 séquences correspondant à ce contexte. L'utilisateur peut visualiser les données de chacune d'elles. Dans la séquence de la Figure 68, le besoin est de trouver l'information concernant le tarif du billet pour un enfant du groupe. La proposition est d'indiquer clairement à partir de quel âge, un usager est tenu de s'acquitter du prix d'un billet. La ressource à mobiliser pour produire cette information est la base de données tarifaire du réseau en question.

L'objectif de ce mode d'utilisation de MASSIV est de faciliter des études comparatives en phase de validation de prototypes. Des besoins définis par l'utilisation d'un système dans un contexte donné pourraient être comparés aux besoins générés par l'utilisation d'un prototype dans le même contexte.

The screenshot shows the MASSIV application window with a menu bar (File, Edit, Help) and a main form area. The form contains several dropdown menus for configuration:

- Profil de l'utilisateur : G4
- Media : DAB
- Lieu : Choisir un lieu
- Cas d'utilisation : Choisir un cas d'utilisation
- Etat de l'information : Absent
- Mode d'utilisation : Choisir un mode d'utilisation

Below these menus is a "Valider" button. At the bottom of the form, there are three text boxes:

- Interaction : A partir de quel âge paye un enfant ? 2 ans ½ ?
- Proposition : Indiquer clairement à partir de quel âge on paie
- Ressources : Tarifs

To the right of these boxes is a "Nombre de solutions" field containing the value "25". A "Suivant" button is located at the bottom right of the form area. The Windows taskbar at the bottom shows the application is running in a Java browser.

Figure 68 : Exécution de MASSIV pour un profil d'utilisateurs en groupe en interaction avec un distributeur automatique de billets (DAB)

De même nous pouvons accéder aux données relatives à une partie du contexte. Ainsi la Figure 69 indique la consultation de tous les problèmes relatifs à l'usage d'un DAB.

Cette proposition d'utilisation vise à assister l'étape de spécification des IHM. Les problèmes générés par un media particulier peuvent ainsi être mis en relief dans différents contextes d'utilisations et auprès de différents profils d'utilisateurs.

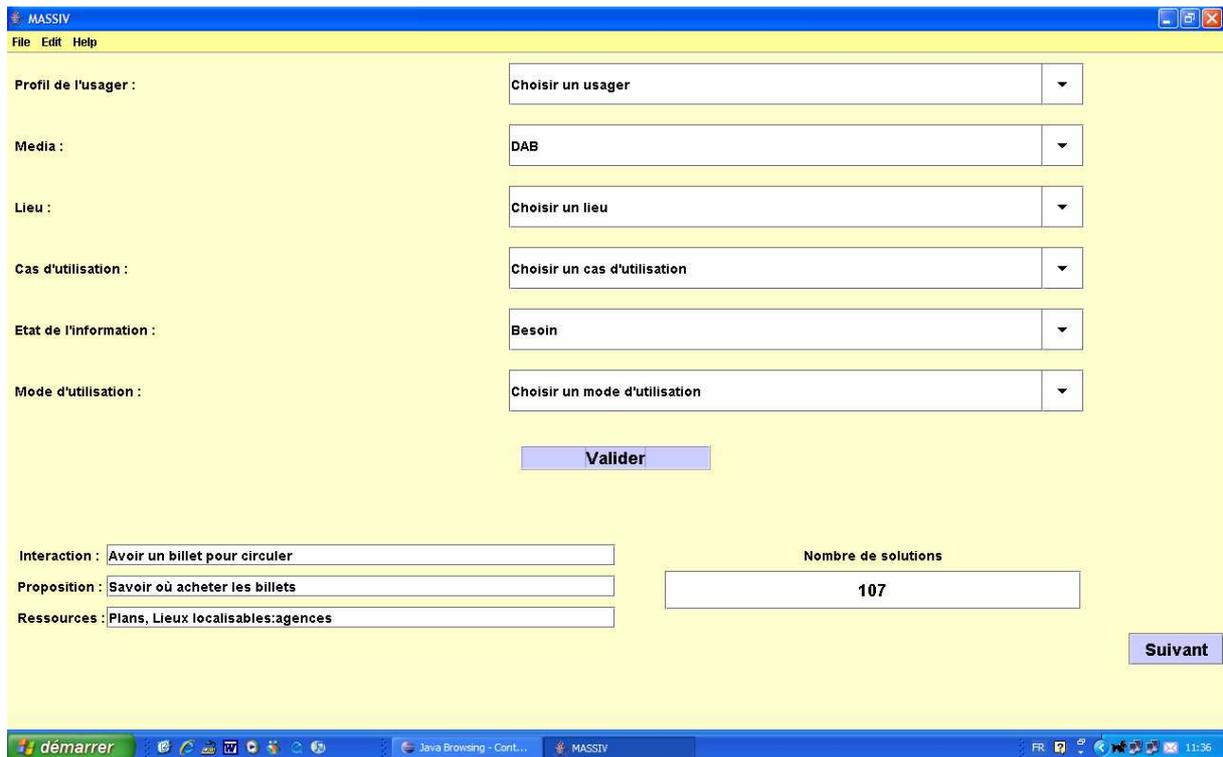


Figure 69 : Exécution de MASSIV avec le seul critère Media = DAB

Enfin, le Figure 70 indique les différents besoins observés lors des déplacements au sein de la gare multimodale d'Orléans. Cette utilisation de MASSIV peut être reliée à des propositions d'amélioration de conditions matérielles de diffusion de l'information voyageurs.

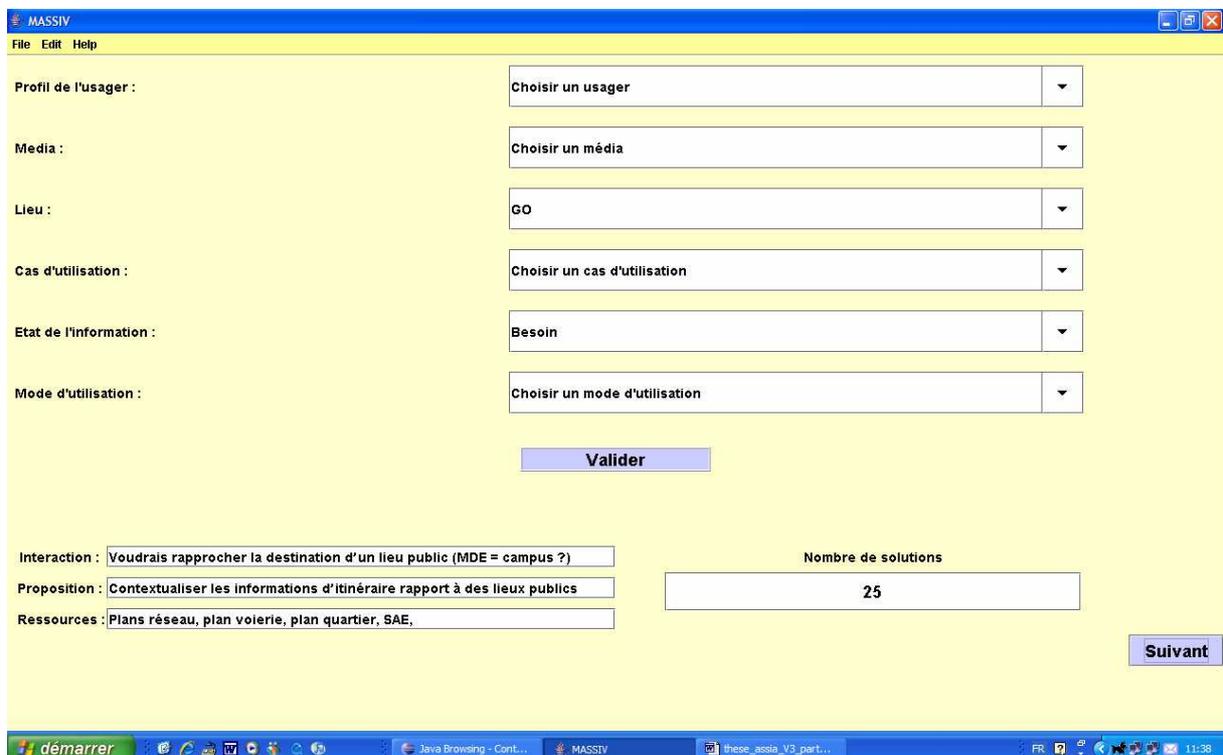


Figure 70 : Exécution de MASSIV pour le seul critère Lieu = GO (Gare d'Orléans)

Cette interprétation automatisée des données représente un pas vers la transmission des besoins des utilisateurs en conception. En effet, une formalisation en terme système et un accès par critères objectifs permet d'espérer une meilleure appréhension des problématiques de l'usage par les architectes du système.

Par ailleurs, cette implémentation des données d'usage peut représenter un outil intéressant de validation de prototype. En effet, moyennant la réalisation du protocole expérimental successivement sur un dispositif existant et un premier prototype (ou sur deux prototypes séparés d'une itération), on aboutirait à la création de deux bases de données d'usage. L'outil MASSIV permettrait alors de comparer les activités des usagers dans des contextes d'utilisation identiques avant et après leur utilisation du nouveau système.

Enfin, les séquences de la base de données d'usage ont été qualifiées par leur cas d'utilisation. Ainsi, l'utilisateur peut consulter les besoins identifiés dans un cas particulier d'utilisation du système.

4 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté la transcription du modèle orienté objet des besoins en information et l'implémentation d'un outil d'aide à la conception. Dans la première partie de ce chapitre, nous avons exposé la notation UML de la modélisation objet. Le modèle du domaine a été transcrit sous forme d'un diagramme de classes. Nous avons souligné la pertinence de certains stéréotypes UML favorisant la représentation des paramètres qualifiant les besoins des utilisateurs.

Nous avons ensuite construit un diagramme de cas d'utilisations à partir de l'analyse de la base de données de besoins construite après les observations de trajets. Des situations incidentelles correspondant à la problématique traitée ont été identifiées, les objectifs redondants ont été extraits et qualifiés en cas d'utilisation UML. Le diagramme de cas d'utilisation obtenu représente les différentes interactions entre un usager confronté à un incident et le système d'information voyageurs.

Le diagramme de cas d'utilisation est une représentation générique des différentes configurations possibles d'interaction. Ce diagramme est ensuite décliné en diagramme d'activité afin de représenter les différentes stratégies de résolution d'un CdU et en diagrammes de séquence pour représenter les stratégies individuelles des usagers afin de résoudre un même cas.

Ce modèle UML a servi de base au développement d'une application d'aide à la spécification de système d'information voyageurs. Cette implémentation a permis de valider les hypothèses de modélisation objet et de notation UML en les appliquant à un langage de programmation (Java).

L'outil MASSIV permet de lier une situation incidentelle, formée du couplage d'un contexte et d'un incident, à une proposition fonctionnelle exprimée en termes de ressources d'information. L'objectif de MASSIV est de favoriser l'accès au concepteur des données d'analyse des usages. En effet, l'application permet de relier un contexte d'utilisation, une situation incidentelle et des ressources de réponse qualifiés dans le modèle du domaine.

Dans la conclusion à venir, nous retracerons le travail méthodologique exposé tout au long de ce mémoire. Nous présenterons un bilan de cette étude, les questions soulevées par cette expérimentation ainsi que des perspectives ouvertes par cette démarche de représentation formalisée de besoins des utilisateurs pour la conception de systèmes d'information interactifs.

IX Conclusions et perspectives

Dans ces travaux de recherche nous avons proposé une démarche centrée utilisateur pour la conception de systèmes d'information interactifs (SII). Cette démarche s'est appuyée sur une formalisation des besoins des utilisateurs dont l'objectif est d'assurer de leur meilleure intégration dans le processus de conception.

Ces travaux, par essence interdisciplinaires, font écho à la nécessité d'une meilleure communication des concepts entre les différentes disciplines intervenant dans la conception de systèmes d'information interactifs. L'approche présentée offre un cadre méthodologique et des outils associés qui favorisent la transmission des données relatives aux besoins des utilisateurs de la phase d'analyse à la phase de conception dans un processus de développement.

Nous avons développé la méthode RAMSES pour le recueil, l'analyse, la modélisation, la spécification et l'évaluation des spécifications de SII. Cette méthode s'intègre dans la phase d'analyse des processus de conception du génie logiciel en s'appuyant sur les principes de la conception centrée utilisateurs (CCU).

RAMSES se décline en cinq étapes :

1. le recueil des données concernant l'activité d'usage du SII ;
2. l'analyse des données recueillies ;
3. la modélisation de l'activité dans un formalisme calculable ;
4. la spécification du système à développer ;
5. la validation des spécifications énoncées.

Nous avons proposé pour chacune de ces étapes un ensemble d'outils et de formalismes adaptés à sa réalisation. Nous avons donné ainsi un cadre analytique permettant la continuité de transmission des connaissances entre les différents acteurs interagissant dans les différentes phases du processus. En particulier, la cinquième étape a abouti à la présentation d'une fonction permettant d'énoncer les solutions les mieux adaptées, au sens ergonomique, aux besoins identifiés des utilisateurs.

Cette méthode a été appliquée à la conception d'un système d'information voyageur multimodal (SIVM) dans le cadre du projet Predim *P@ss-ITS*. Des données effectives relatives aux besoins des utilisateurs ont été recueillies au sein du projet de développement du serveur *P@ss-ITS*. L'objectif de ce serveur est de délivrer une information correspondant aux besoins des usagers des transports en commun, en particulier lors de perturbations du trafic. L'application de la méthode au projet *P@ss-ITS* a permis de valider la démarche de façon pragmatique par : le choix d'un formalisme adéquat à chaque étape, la mise en forme des données dans des outils de représentation, la transmission de ces données d'un outil à l'autre et l'élaboration d'une fonction reliant les propositions fonctionnelles aux besoins identifiés des utilisateurs.

L'application de la phase de recueil de RAMSES au projet *P@ss-ITS* s'est traduite par l'analyse de l'activité réelle de l'usage de l'information des voyageurs. L'observation de l'usage de l'information s'est déroulée par suivi d'usagers dans leur environnement de déplacement. Afin de procéder à l'analyse de l'activité, un support de recueil de données a été conçu et testé. Ce support a permis de qualifier les données significatives de chaque étape d'un déplacement multimodal.

Les données ainsi recueillies ont été analysées par des outils instanciés de la méthode RAMSES. La première phase de l'analyse a consisté à retranscrire chaque trajet. Cette

retranscription est basée sur le concept de séquence action-objectif. Cet outil permet de faire correspondre les besoins ainsi caractérisés à une proposition fonctionnelle pour le système à concevoir. Outre l'identification des besoins et des propositions correspondantes, ce volet de l'étude a permis de construire une typologie de situations incidentelles. D'autre part, l'analyse de l'expertise de gestion de l'information en situation perturbée nous a permis de représenter les possibilités et freins organisationnels à la production de cette information. Cette capitalisation de l'expertise des opérateurs a permis de spécifier les fonctions indispensables à un SIV du point de vue utilisateurs.

Dans la suite de ces travaux, nous avons représenté les connaissances capitalisées dans un formalisme d'architecture de système d'information (troisième étape de RAMSES). Le paradigme qui a été choisi est le paradigme orienté objet. Le modèle conçu se structure autour de deux représentations. Un premier modèle dit statique représente le contexte du problème avec ses acteurs et leurs relations. Ce modèle est fondé sur un schéma générique de circulation de l'information qui a été élaboré dans le cadre de ces travaux. La conception de ce modèle a été possible grâce au recueil structuré des données et à leur représentation dans l'outil d'analyse de l'usage de l'information. Ce dernier outil s'est avéré capital. En effet, la qualification des besoins par des critères objectifs facilite considérablement leur structuration en objets. Un second modèle objet, dit dynamique, représente l'activité d'usage et les modalités d'interaction des utilisateurs avec le système d'information.

Dans la quatrième étape de notre méthode concernant la rédaction des spécifications fonctionnelles du SII à développer, nous avons transcrit le modèle objet des besoins dans un formalisme de conception de système d'information. Nous avons choisi de décrire notre modèle dans la notation UML et d'expérimenter l'utilisation de ses stéréotypes pour la représentation des besoins des utilisateurs de SII. La réalisation de cette étape de notation du modèle a permis l'implémentation de l'outil MASSIV d'aide à la spécification de SIV (cinquième étape de RAMSES). MASSIV remplit l'objectif visé initialement en favorisant l'accès du concepteur aux données et en proposant une recherche par critères. Cet outil, conçu en phase d'analyse, permet le dialogue entre le concepteur et l'ergonome afin de valider les spécifications énoncées. Une fois cette validation réalisée, il devient possible de développer un prototype de SII intégrant mieux les besoins des utilisateurs.

Les résultats de ces travaux ouvrent plusieurs perspectives de travail. Concernant l'étape d'analyse des données d'usage, la mobilisation d'algorithmes de traitement automatique des données permettrait de gagner en efficacité. En effet, des possibilités d'amélioration par la normalisation terminologique de l'expression des besoins et l'utilisation d'outils d'analyse sémantique des données [Andro, 1998] permettraient de compléter le modèle par une spécification plus précise des objets.

Dans l'étape de modélisation, une analyse plus poussée des systèmes techniques pourrait tendre vers une meilleure définition des classes du modèle du domaine, plus particulièrement en termes de définition des méthodes. Les possibilités et contraintes technologiques des dispositifs techniques doivent être mieux connus et représentés afin de préciser les propositions et de les rapprocher des fonctionnalités du système.

Pour la spécification, nous avons mobilisé plusieurs concepts et diagrammes introduits par la norme UML. Il s'agit pour la suite d'élargir la réflexion à l'ensemble du méta modèle afin de tester l'intégration des données d'usage dans un processus RUP. Par ailleurs, nous envisageons d'étendre l'outil d'aide à la spécification vers la simulation de l'activité. Cela permettrait au concepteur en phase de rédaction des spécifications de générer des situations non observées par l'ergonome.

Enfin, en ce qui concerne MASSIV, une meilleure exploitation de la notion de croisement de profils est possible. En effet, en l'état actuel de l'implémentation, l'outil permet de reproduire les données d'un seul profil d'utilisateur, or un important enrichissement apporté par la démarche ergonomique est de considérer les utilisateurs dans leur complexité et leur diversité. Un deuxième axe d'amélioration concerne les supports d'inscription. Nous avons souligné leur rôle en considérant qu'une information était composée d'un contenu diffusé par un média inscrit dans un lieu. Il serait intéressant d'approfondir le lien entre le support et la qualité de l'information. Une meilleure intégration des spécifications des IHM est donc retenue comme perspective majeure d'amélioration de l'outil MASSIV.

Cette démarche de recherche a été réalisée avec le souci permanent du respect de l'interdisciplinarité du propos. Nous avons tenté de démontrer par l'étude et la pratique qu'une utilisation originale des connaissances et des outils des différentes disciplines pouvait déboucher sur un dialogue et une transmission des concepts. Les différences sémantiques des intervenants de la conception cessent ainsi d'être un frein pour devenir un outil vers une meilleure prise en compte des utilisateurs en conception de système d'information interactifs.

X Bibliographie

- [Andro, 1998] Andro T., Chauvet J-M., Objets métier, Collection INFORMATIQUES, Edition Eyrolles, Paris, 1998
- [Avineri, 2003] Avineri E., Praschker J.N., The impact of travel time information on travellers' learning under uncertainty, 10th international conference on travel behaviour research, Lucerne 10-15 august 2003.
- [Balbo, 1993] Balbo S., Coutaz J., Modèles de Tâche : Analyse comparative, utilité et limitations, Actes de la conférence IHM'93, Toulouse, 1993
- [Bangier, 2004] Brangier E., Lancry A., Louche C., Les dimensions humaines du travail : Théories et pratiques de la psychologie du travail et des organisations, Presses Universitaires de Nancy, Coll. Travail & Organisation, 2004
- [Basnyat, 2004] Basnyat S., Erreur humaine, modèle de tâches et description formelle pour la conception et l'évaluation des systèmes critiques et tolérants aux erreurs, in actes RJC-IHM'2004, Lacanau, Octobre 2004
- [Béguin, 1997] Béguin P., Weill-Fassina A., Dubey G., Lebahar J.C., Maline J., Rogalski J., Theureau J., Vand Daele A., La Simulation en ergonomie : connaître, agir et interagir. Toulouse, Octarès, 1997
- [Boehm, 1981] Boehm B. Software Engineering Economics., Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1981
- [Boehm, 1984] Boehm B., Gray T.E., Seewaldt T., Prototyping versus specifying : a multiproject experiment. IEEE transactions on software engineering, May 1984
- [Bouzeghoub, 1997] Bouzeghoub M., Gardarin G., Valduriez P., Les Objets. Editions Eyrolles, Paris 1997
- [Brangier, 2003] Brangier E., Barcenilla J., Concevoir un produit facile à utiliser, Ed d'Organisation, 2003
- [Brenier, 2001] Brenier H., Les spécifications fonctionnelles : automatismes industriels et temps réel, Editions Dunod, Paris 2001.
- [Caelen, 2006] Caelen J., Jambon F., Vidal A., Conception participative : des « Moments » à leur instrumentation, Revue d'Interaction Homme-machine, Vol 6, N°2/2005-12-01
- [Caelen, 2007] Caelen J., Xuereb A., Interaction et pragmatique : Jeux de dialogue et de langage, Collection science informatique et SHS, Edition Hermes Lavoisier, Paris 2007.
- [Calvez, 1990] Calvez J.P., Spécification et conception des systèmes : une méthodologie, Editions Masson, Paris, 1990
- [Canals, 2002] Canals A., Cassaing Y., Jammes A., Les diagrammes d'activité de UML, Exemple d'utilisation à travers l'approche méthodologique utilisée par Communication & Systèmes, in Génie Logiciel : le magazine de l'ingénierie du logiciel et des systèmes N°60, UML Transports, Editions GL & IS, Paris 2002
- [Carlier, 2006] Carlier A. Management de la qualité pour la maîtrise du SI. Hermes, Paris, 2006.
- [Cavarero, 2000] Cavarero J.L., Lecat R., La conception orientée objet, évidence ou fatalité, Collection Informatique Technosup, Editions Ellipses, 2000
- [Certu, 2002] Enquête sur la mobilité des touristes en séjour sur site urbain : Guide méthodologique, Publications du Centre d'Etude sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques Certu, Novembre 2002

- [Chabrol, 2000] Chabrol M., Sarramia D., object oriented methodology based on UML for urban traffic system modelling, the third international conference on UML "UML 2000", October 2000, York, UK, LNCS 1939, pp 425-439, Springer
- [Charlet, 2000] Charlet J., Zacklad M., Kassel G., Bourigault D., Ingénierie des connaissances : Evolutions récentes et nouveaux défis, Editions Eyrolles, Paris 2000
- [Chauvin, 1996] Chauvin C., L'anticollision à bord des navires transbordeurs. Analyse et modélisation de l'activité des officiers de quart. Thèse soutenue en vue d'obtenir le titre de docteur en psychologie de l'Université Paris V, 225 pages, 1996.
- [Clavel, 2000] Clavel G., Fagart N., Grenet D., Miguéis J., C++ La synthèse, Concepts Objet, standards ISO et modélisation UML, Editions Dunod, Paris 2000
- [Coutaz, 1988] Coutaz J. De l'ergonome à l'informaticien : pour une méthode de conception et de réalisation des systèmes interactifs. Actes du colloque ERGO-IA'88, 4-6 octobre 1988, Biarritz, France.
- [Crépin, 2001] Crépin D. and Robin R. Résolution de problèmes. Editions d'organisation, Paris, 2001.
- [De Montmollin, 1995] De Montmollin M., Vocabulaire de l'ergonomie, Editions Octarès, 1995
- [Détienne, 1997] Détienne F., Assessing the cognitive consequences of the object-oriented approach : A survey of empirical research on object-oriented design by individuals and teams, *Interacting with computers*, 9(1997), 47-72
- [Deutcher, 1974] I. Deutcher, What we say/ What we do, *The Sociological Quarterly*, vol. 15 (3), pp 457-461.
- [Dieng, 1990] Dieng R., Méthodes et outils d'acquisition des connaissances, Rapport de Recherches n° 1319, Programme 1 : Programmation, calcul symbolique et intelligence artificielle, INRIA 1990
- [Dix, 1998] Dix A., Finlay J., Abowd G., Beale R., *Human-computer interaction*, Prentice Hall, 1998
- [Drouin, 2001] Drouin A., Valentin A., Vanderdonckt J., Les apports de l'ergonomie à l'analyse et à la conception de systèmes d'information, in C. Kolski, *Analyse de l'IHM*, pp 51-84, Paris, Hermes, 2001
- [Duc, 1999] Bui Minh Duc, Conception et modélisation objet des systèmes temps réel, Editions Eyrolles, Paris 1999
- [Dunand 1995] Dunand N., Fontaine T., Giraud M., Perrin B., Réussir un projet de conception orientée objet, Editions Masson, Paris, 1995
- [El Ramly, 2002] El Ramly M., Stroulia E. Sorenson P., Mining System-User Interaction Traces for Use Case Models, *Proceedings of the 10th international workshop on program comprehension (IWPC'02)*
- [Falzon, 2004] Falzon P., *Ergonomie*, Paris, PUF, 2004
- [Farenc, 1998] Farenc C., Barthet M-F., L'évolution de l'intégration de l'ergonomie dans le développement des applications informatiques, Actes du Colloque « Recherche et ergonomie », Toulouse, 1998
- [Fesenmaier, 2003] Fesenmaier, D. R., Ricci, F., Schaumlechner E., Wober, K. W. and C. Zanella (2003). DIETORECS : Travel Advisory for Multiple Decision Styles,

- Conference on Information and Communication Technology in Tourism, Helsinki, Finland, pp. 232 - 241.
- [Fowler 2002] Fowler M. Scott K., UML, Edition Campus Press, Paris 2002
- [Freeman, 2005] Freeman E., Freeman E., Sierra K., Bates B., Baland M-C., Design patterns, Coll. Tête la première, Editions O'Reilly, 2005
- [Frenay 1996] Frenay P., De l'importance des facteurs psychosociaux dans le choix modal, Recherche Transports Sécurité n°55, pp 47-65, Paris 1996
- [Gabay, 1998] Gabay J., Merise vers OMT et UML : un guide complet avec études de cas, 3eme éditions, InterEditions, Paris 1998
- [Gabay, 2004] Gabay J., Merise et UML : Pour la modélisation des systèmes d'information, 5eme Edition, Édition Dunod Informatique, Paris 2004
- [Gamma, 1995] Gamma E., Helm R., Johnson R., Vlissides J., Design Patterns : Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison-Wesley Professional Computing Series, 1995
- [Gransart, 2004] Gransart, C., Ambellouis, S. and Rioult, J., Providing information to the users of public transportation by combining Wifi network and satellite communications. Proceedings of the 1st French-speaking conference on Mobility and ubiquity computing. Nice, France. Pages : 29 – 35. 2004.
- [Guerin, 1991] Guerin F., Laville A., Daniellou F., Duraffourg J., Kerguelen A., Comprendre le travail pour le transformer, la pratique de l'ergonomie, Editions de l'ANACT, 1991
- [Hammouche, 1993] Hammouche H., De la modélisation des tâches à la spécification d'interfaces utilisateur, Rapport de recherche n°1959, INRIA, Juillet 1993
- [Haton, 1991] Haton J.P. and Haton M.C.. Intelligence artificielle et bon sens, Collection Fredrik R. Bull 10, Edition Masson (1991)
- [Hoc, 1991] Hoc J-M., L'extraction des connaissances et l'aide à l'activité humaine, Intellectica 1991/2, 12, pp 33-64
- [Hoffer, 1999] Hoffer J.A., Georges, J.F. Valacich, J.S, Modern Systems analysis and design, 2nd Edition, Addison Wesley, 1999
- [ISO, 2007] <http://www.iso.org/iso/en/stdsdevelopment/tc/tclist/TechnicalCommitteeDetailPage.TechnicalCommitteeDetail?COMMID=4559>
- [ISO/TR 16982, 2002] ISO/TR 16982 :2002, Ergonomie de l'interaction homme-système -- Méthodes d'utilisabilité pour la conception centrée sur l'opérateur humain <http://iso.nocrew.org/iso/fr/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=31176&scopelist=>
- [ISO/TR 18529, 2000] ISO/TR 18529 :2000, Ergonomie -- Ergonomie de l'interaction homme/système -- Descriptions des processus cycle de vie centrées sur l'opérateur humain <http://www.iso.org/iso/fr/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=33499>
- [ISO1347, 1999] ISO 13407 :1999 Processus de conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs, <http://www.iso.ch/iso/fr/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=21197>

- [Jacobson, 1994] Jacobson I., Basic Use Case Modelling, Report on object analysis and design. SIGS publications, pp 15-19, New York 1994
- [Jacobson, 1995] Jacobson I., the use case construct in object oriented software engineering : envisioning work and technology in system development. Editions John Wiley and sons, pp 309-336, New York 1995
- [Jaulent, 1992] Jaulent P., Génie Logiciel, les méthodes, Armand Colin, Paris, 1992
- [Jemelin, 2000] Jemelin, C., Kaufmann V., Joye D., Entre rupture et activités : vivre les lieux du transport, Rapport final du projet A4 (PNR41), Berne : OFCIM, 2000
- [Kayser, 1997] La représentation des connaissances, D. Kayser, Collection informatique, Editions Hermes, Paris 1997.
- [Kolski, 1993] Kolski C., Ingénierie des interfaces homme-machine, conception et évaluation. Hermès, Paris, 1993
- [Kolski, 2001] Kolski C, Ezzedine H., Abed M., Développement du logiciel : des cycles classiques aux cycles enrichis sous l'angle des IHM., in Analyse et conception de l'IHM : interactions homme-machine pour les SI 1, Paris : Hermès, 2001
- [Kolski, 2003] Kolski C., Ezzedine H., Conception et évaluation des IHM de supervision : éléments méthodologiques, Le magazine de l'ingénierie du logiciel et des systèmes n°65, Juin 2003
- [Kotonya, 1998] Kotonya, G., Sommerville, I., Requirements engineering processes and techniques, John Wiley & sons, 1998
- [Kruchten, 2001] Kruchten P., Introduction au Rational Unified Process, Editions Eyrolles, Paris 2001
- [Lai, 1997] Lai M., UML La notation unifiée de modélisation objet, Applications en Java, InterEditions, Masson, Paris, 1997
- [Lajnef, 2005] Lajnef M.A., Ben Ayed M., Kolski C., Convergence possible des processus du Data Mining et de conception-évaluation d'IHM : adaptation du modèle en U, In Proceedings of IHM 2005, International Conference Proceedings Series, Toulouse, France, p. 243-246, ACM Press, 2005.
- [Larman, 2005] Larman C., UML2 et les design patterns, Analyse et conception orientées objet et développement itératif, Pearson Education, Paris 2005
- [Lecomte, 2000] Lecomte N., Patesson R., Le panel des voyageurs : une étude des activités et des besoins d'information des utilisateurs des transports publics, Conférence ERGO-IHM, Biarritz 3-6 Octobre 2000
- [Lemarchand, 2006] Lemarchand C, Valentin A., Mouloudi A., Morizet-Mahoudeaux P., Product design driven by human engineering : the example of a multi-modal information server, 16th Congress of the International Ergonomics Association, "Meeting diversity in ergonomics", 10 - 14 July 2006, Maastricht, The Netherlands
- [Lemieux, 2006] Lemieux F., Desmarais M.C., RUP et conception centrée sur l'utilisateur : une étude de cas, In ERGO-IA, Ergonomie et informatique avancée, Biarritz, France 2006
- [Leplat, 1980] Leplat J., La psychologie ergonomique. PUF, Coll. Que sais-je ?, Paris, 1980
- [Leplat, 1983] Leplat J., Hoc J-M., Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations. Cahiers de Psychologie Cognitive, 3, 1, pp 49-63, 1983

- [Limbourg, 2001] Limbourg Q., Pribeanu C., Vanderdonckt J., Towards Uniformed Task Models in a Model-Based Approach, Interactive Systems : Design, Specification, and Verification : 8th International Workshop, DSV-IS 2001. Glasgow, Scotland, UK, June 13-15, 2001.
- [LOPEZ, 2000] Lopez N., Migueis J., Pichon E., Intégrer UML dans vos projets. Editions Eyrolles, Paris 2000
- [Lyons, 2001] Lyons G., Harman R., Austin J., Duff A., Traveller Information Systems Research : A Review and Recommendations for Transport Direct, August 2001, <http://www.transport.uwe.ac.uk/staff/glenn.htm>
- [Maciaszek, 2001] Maciaszek A.L., Requirements analysis and system design, developing Information systems with UML, Addison Wesley, 2001
- [Martin, 1991] Martin J., Rapid Application Development, MacMillan, New York 1991
- [Médina, 2000] Médina R., L'Extreme Programming, www.design-up.com, 2000
- [Morand, 1994] Morand B., Processus de conception des systèmes d'information avec un modèle d'acteurs : Essai sur le système de représentation, Thèse de doctorat en sciences de l'Université de Caen, Spécialité informatique, 1994
- [Morley, 2000] Morlay C., Hugues J., Leblanc B., UML pour l'analyse d'un système d'information, Le cahier des charges du maître d'ouvrage, Editions Dunod, Paris 2000
- [Morley, 2006] Morlay C., Management d'un projet système d'information : Principes, techniques, mise en œuvre et outils, 5eme Edition, Édition Dunod, Paris 2006
- [Mouloudi, 2003a] Mouloudi A., Lemarchand C., Valentin A., Morizet-Mahoudeaux P., Identification et validation des besoins usagers en matière d'information multimodale, Colloque CONFERE, Belfort, Juillet 2003
- [Mouloudi, 2003b] Mouloudi A., Identification et validation des besoins des utilisateurs en matière d'information multimodale, Rapport de DEA SHTCC, Université de Technologie de Compiègne, Septembre 2003
- [Mouloudi, 2005a] Mouloudi A., Morizet-Mahoudeaux P., Valentin A., Lemarchand C., Intégration de l'analyse des besoins des utilisateurs pour la conception de systèmes d'information voyageurs. In Proceedings of IHM 2005, International Conference Proceedings Series, Toulouse, France, p. 203-206, ACM Press, 2005.
- [Mouloudi, 2005b] Mouloudi A., Lemarchand C., Valentin A., Morizet-Mahoudeaux P. User information guidance in public transportation systems, Proceedings of the 11th International Conference on Human Computer Interaction, Las Vegas, July 2005, Lawrence Erlbaum Associates, Inc (LEA), 2005, CD ROM
- [Mouloudi, 2005c] Mouloudi A., Lereboullet P., Lemarchand C., Valentin A., Morizet-Mahoudeaux P. L'information du voyageur en situation de trafic perturbé, Congrès ATEC, Mobilité durable : aménagements, infrastructures, Paris, Janvier 2005, CD ROM.
- [Mouloudi, 2006] Mouloudi A., Morizet-Mahoudeaux P., Lemarchand C., Valentin A., Formalisation et modélisation de données d'activité pour la conception de système d'information voyageurs, Workshop IDM&IHM Ingénierie Dirigée par les Modèles et Interaction Homme-machine, In IHM 2006, Montréal, Avril 2006.

- [Mouloudi, 2007a] Mouloudi A., Morizet-Mahoudeaux P., Lemarchand C., Valentin A., A proposal of HCI model based on user needs, in proceedings of IEEE International Human Machine Interaction Conference Human'07, Timimoun, March 2007.
- [Mouloudi, 2007b] Mouloudi A., Morizet-Mahoudeaux P., Lemarchand C., Valentin A., Une méthode d'intégration des besoins des utilisateurs dans la conception de SI, Atelier PeCUSI Prise en Compte de l'Utilisateur dans les Systèmes d'Information, 15^{ème} Congrès INFORSID, Perros Guirec, Mai 2007
- [Mouloudi, 2007c] Mouloudi A., Morizet-Mahoudeaux P., Design process of interactive information systems, à paraître dans Intelligent Decision Technologies (IDT) an international journal, IOS Press.
- [Mouloudi, 2007d] Mouloudi A., Morizet-Mahoudeaux P., Integrating Users Needs in the Design Process of an IIS: Application to the Design of a Traveler Information System, IEEE/SMC International Workshop: Logistique & Transport 2007 (LT' 2007), 18 – 20 novembre 2007, Sousse, Tunisie
- [Muller, 2003] Muller P-A., Gaertner N., Modélisation objet avec UML, Editions Eyrolles, Paris 2003
- [Nicolle, 2001] Nicolle A., La question du symbolique en informatique, Colloque ARCo Lyon, décembre 2001
- [Nielsen, 1993] Nielsen J., Usability Engineering, Ed Academic Press, 1993
- [Norman, 1999] Norman D.A., Affordance, conventions and design, Interaction, vol. VI.3, may-june 1999, pp 38-42
- [Norman, 1986] Norman, D. A., Draper, S. W., User centered system design : New perspectives on human-computer interaction. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 1986.
- [Octo, 2002] Architecture de systèmes d'information, Livre Blanc, Octo Technology, Novembre 2002,
http://www.dsi.cnrs.fr/bureau_qualite/developpement-web/methodologie/OCTO-architecture-des-SI.pdf
- [O'Neill, 2004] O'Neill E., Woodgate D., Kostakos V., Easing the wait in the emergency room : building a theory of public information systems. Proceedings of the 2004 conference on Designing interactive systems : processes, practices, methods, and techniques table of contents. Cambridge, MA, USA. Pages : 17 – 25. 2004
- [Pasquier, 1995] Pasquier C., Roucoulet P., Lanaspèze M-L., L'approche Objet, Collection Synthèses informatiques du CNAM, Editions Hermes 1995
- [Paterno, 1999] Paterno F., Model Based Design and evaluation of Interactive Application, Springer Verlag, Berlin, 1999
- [Paterno, 2001] Paterno, F., Toward a UML for interactive systems, Engineering for Human-Computer Interaction : 8th IFIP International Conference, EHCI 2001, Toronto, Canada, May 11-13, 2001.
- [Patesson, 1999] Patesson R., Lecomte N., User needs analysis : an analysis based on the study of activities of the traveller, Proceedings of the 8th International Conference on Human-Computer Interaction. Munich, August 22-27, 1999.
- [Penders, 2002] Penders T., Introduction à UML. OEM Editions, Eyrolles Diffusion, Paris 2002.

- [Peretz, 1998] Peretz H., Les méthodes en sociologie : l'observation, La découverte, Coll. Repères, 1998
- [Perreau, 2002] Perreau, C., Apports et potentialités des systèmes d'information multimodale, Congrès ATEC 2002 "Nouveaux enjeux : le transport doit s'adapter " Paris, 2002
- [Pierret-Golbreich, 1989] Pierret-Golbreich C., Delouis I., Scapin D.L., Un outil d'acquisition et de représentation des tâches orienté objet, Rapport de Recherches INRIA N°1063, Programme 8 Communication Homme-Machine, Août 1989
- [Pillet, 2003] Pillet M. Six Sigma. Eyrolles, Paris, 2003.
- [Poulain, 2000] Poulain G., L'innovation par l'usage, Actes de la conférence ERGO'IA 2002, Biarritz, Octobre 2002.
- [Quatrani, 2000] Quatrani T., Modélisation UML avec Rational Rose 2000, Paris : Eyrolles, 2000
- [Rabardel, 1998] Rabardel P. & al, Ergonomie : Concepts et Méthodes, Octarès, 1998
- [Rational, 2007] <http://www.rational.com/products/rup/index.jsp>
- [Roques, 2004] Roques P., Vallée F., UML 2 en action : De l'analyse des besoins à la conception J2EE, Editions Eyrolles, Paris 2004
- [Roques, 2005] Roques P., UML 2 par la pratique : Etudes de cas et exercices corrigés, 4eme Edition, Editions Eyrolles, Paris 2005
- [Petit-Rozé, 2004] Petit-Rozé C., Anli A., Grislin-Le Strugeon E., Abed M., Uster G., Kolski C., Système d'information transport personnalisée à base d'agents logiciels, Génie logiciel no70, pp. 38-47, Editions GL & IS, Meudon, 2004
- [Rumbaugh, 1995] Rumbaugh J., Blaha M., Eddy F., Premerlani W., Lorensen W., OMT Modélisation et conception orientées objet, Editions Prentice Hall London et Masson Paris, 1995
- [Scapin 1988] Scapin D.L. Vers des outils formels de description des tâches orientés conception d'interfaces, Rapport de recherche N°893, INRIA Rocquencourt.
- [Scapin 1988] Scapin D.L., Vers des outils formels de description des tâches orientés conception d'interfaces, Rapport de recherche N°893, INRIA Rocquencourt, 1988.
- [Scapin, 1989] Scapin D.L., Pierret-Golbreich C., MAD : une méthode analytique de description des tâches, colloque sur l'ingénierie des interfaces homme-machine, Sophia-Antipolis, 1989.
- [Schneiderman, 1998] Schneiderman B., Designing the user interface, Addison Wesley, 1998
- [Sebillotte, 1995] Sebillotte S., Methodology guide to task analysis with the goal of extracting relevant characteristics for human-computer interfaces, international journal of human-computer interaction,7(4), p 341-363, 1995
- [Sommerville, 1997] Sommerville I., Sawyer P., Requirements engineering : A good practice guide, John Wiley & sons, 1997
- [Stapleton, 1997] Stapleton J., DSDM, Dynamic System Development Method, Addison Wesley, Harlow, 1997
- [Stefik, 1995] Stefik M., Introduction to knowledge systems, Morgan Kaufman, 1995

- [Stiegler, 1997] Stiegler B., Perspectives : relation entre besoins, attentes et usages, Evolution des usages n°10, Editions du CNET, France 1997.
- [Suchman, 1987] Suchman, L., Plans and situated actions : The problem of human-machine interaction, Cambridge University Press, 1987
- [Tattegrain-Veste, 2002] Tattegrain-Veste H., Bellet T., Chanut O., Legorrec G., UML et génération de code : application à la modélisation cognitive du conducteur automobile, in Génie Logiciel : le magazine de l'ingénierie du logiciel et des systèmes N°60, UML Transports, Editions GL & IS, Paris 2002
- [Thevenin, 2000] Thevenin D., Calvary G., Coutaz J., La multimodalité en plasticité, Colloque sur la multimodalité, IMAG, Grenoble, Mai 2000
- [Tueni, 1988] Tueni M., Li F., & Fares P., AMS A knowledge-based approach to tasks representation, manipulation and organisation, Proceedings of the ACM SIGOIS and IEEECS TC-OA 1988 conference on Office information systems COIS-88, Palo Alto, California, pp 78-87
- [Uster, 2000] Uster G., État des réflexions sur le développement de l'information multimodale en France. Congrès UITP, Hanovre 2000.
- [Uster, 2001] Uster G., Développement de l'information multimodale en France : quels leviers actionner ?, Annales des Ponts et Chaussées n°98 : 22-26 Paris 2001.
- [Valentin, 1993] Valentin A., Vallery G., Lucongsang R., L'évaluation ergonomique des logiciels : Une démarche itérative de conception, Collection outils et méthodes, Ed Anact, 1993
- [Valentin, 2003] Valentin A., Lemarchand C., Mouloudi A., Morizet-Mahoudeaux P., Projet P@SS – ITS, Identification des besoins en information des voyageurs, Site d'Orléans Rapport de projet Predim, 2003
- [Valentin, 2006] Valentin A., Lemarchand C., Mouloudi A., Morizet-Mahoudeaux P., Identifying relevant objects in users' activities with Quintilian's hexameter, 16th Congress of the International Ergonomics Association, "Meeting diversity in ergonomics", 10 - 14 July 2006, Maastricht, The Netherlands
- [Valentin, 2007a] Valentin A., Lereoullet P., Lemarchand C., Mouloudi A., Morizet-Mahoudeaux P., P@ss-ITS : L'information multimodale temps réel pour les services d'aide aux voyageurs, Congrès ATEC-ITS France "L'innovation dans les transports : Technologies, Services, Financements"- Paris, Janvier 2007
- [Valentin, 2007b] Valentin A., Lancry A., Lemarchand C., Mouloudi A., Morizet-Mahoudeaux P. L'action située dans la conception de produit : L'exemple d'un serveur d'informations d'aide aux voyageurs, 42^{ème} congrès de la SELF : Ergonomie des produits et des services, St Malo, Septembre 2007
- [Valléry, 2006] Vallery G., Amalberti R., L'analyse du travail en perspectives, Influences et évolutions. Editions Octarès, 2006.
- [Villanova-Oliver, 2002] Villanova-Oliver M., Gensel, H. Martin J., Erb C., Design and Generation of Adaptable Web Information Systems with KIWIS, 3th IEEE Conference on Information Technology Coding and Computing (ITCC 2002), Las Vegas, USA, April 8-10, 2002.
- [Vredenburg, 2001] Vredenburg K., Isensee S., Righi C., User-Centered Design : An Integrated Approach, Prentice Hall, 2001.

[Wiener, 1958] Wiener N., Cybernetics, Hermann, Paris 1958.

XI Annexes

Table des annexes

Annexe 1 : Fiche utilisateur	209
Annexe 2 : Tableau des trajets	210
Annexe 3 : Codification des trajets	221
Annexe 4 : Analyse de la liste des incidents	224
Annexe 5 : Analyse du journal trafic du PCI de Grenoble.....	234

Annexe 1 : Fiche utilisateur

Date :

Fiche N° :

Données fichier	
Nom – Prénom	
Date de naissance	
N° téléphone	
Adresse	
Données recueillies	
Profession	
Ancienneté dans l'agglomération, et dans l'usage du réseau	
Fréquence d'utilisation/semaine	
Les horaires	
Point de départ et d'arrivée	
Finalité et objectif	
Nombre de correspondances	
Mode de préparation d'un déplacement et moyen dont ils disposent	
Moyens de transports usuels (tram, bus (lignes), voiture,...)	
Accompagnée ou pas	
Vous arrive-t-il de vous déplacer avec vos enfants si vous en avez bien sur?	
Disponibilités	

Annexe 2 : Tableau des trajets

Trajets scénarisés

Usager	Nom du Scénario	Origine	Destination	Consignes	Durée	Critères	Trajet réalisé
EXT4	Lycée Monod 1	Gare d'Austerlitz Paris	Lycée J. Monod St Jean de Braye	Les Aubrais (gare) Correspondance train impossible RdV 11h30		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lycée extérieur à Orléans; proximité de la correspondance L. Blum 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tram ▪ Bus 17 : échec ▪ Tram ▪ Ligne n°2
ETU1	Lycée Monod 3	Ozouer-le- marché (41000)	Lycée J. Monod	Accès voiture saturé conseil radio utiliser TC Consigne P+R Zénith		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilisation d'un parking relais (P+R) ▪ ▪ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Voiture perso. ▪ Tram ▪ Ligne n°4
ETU1	Léon Blum 1	Léon Blum	La Source	Se rendre à la Faculté des Lettres		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilisation de la combinaison ligne 20 + tram 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ligne n°20 ▪ Marche à pied
EXT2	Lycée Monod 2	Gare des Aubrais	Lycée J. Monod St Jean de Braye	Les Aubrais (gare) Correspondance train impossible RdV 11h 30		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lycée extérieur à Orléans; Proximité de la correspondance L. Blum 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tram ▪ Ligne n°4
EXT2	Léon Blum 2	Léon Blum	La Source	Sans		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilisation de la combinaison ligne 20 + tram 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ligne n°20
S2	Pot vert	Pot vert	Rue des carmes Orléans	Trajet habituel		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Station Bus excentrée du centre ville 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ligne n°9 ▪ Tram ▪ Marche à pied
S2	Station Bus « Carmes »	Station Bus « Carmes »	Saran	Trajet inconnu		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Destination à l'extérieur d'Orléans 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Marche à pied ▪ Tram ▪ Ligne n°18

Usager	Nom du Scénario	Origine	Destination	Consignes	Durée	Critères	Trajet réalisé
S4	Clos neuf	Station clos neuf	Zénith	Tram en panne à l'arrivée en correspondance à la Gare d'Orléans		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestion d'1 perturbation par un habitué d'une ligne 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arrêt Clos neuf ▪ Bus L5 ▪ Go ▪ Agence sertao go
S4	St Marceau	Gare d'Orléans	Zénith	Panne tram La croix St Marceau	45mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trouver les solutions de basculement ▪ Avec une bonne connaissance du réseau 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Go ▪ Tram ▪ Croix st marceau : ▪ Tram ▪ Go
F1	L'indien 1	Maison Des Etudiants	Gare d'Orléans	Utilisation des TC pour rejoindre le centre-ville	35mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usager en fauteuil captif du tram (problème d'accessibilité des bus) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mde ▪ Arrêt Université-l'indien ▪ Tram ▪ Gare d'Orléans
MV	GO1	GO	Université	Prévoir son temps de parcours Panne tram à Victor Hugo	40mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gérer la différence de durée de parcours tram et bus ▪ Gestion de perturbation par un malvoyant 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Centre commercial place d'Arc ▪ Go ▪ Tram ▪ Victor Hugo ▪ Bus ligne 1 ▪ Arrêt IUT

Usager	Nom du Scénario	Origine	Destination	Consignes	Durée	Critères	Trajet réalisé
MV	IUT	IUT	Collège P. de Coubertin St Jean de Braye	Sans	55mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Station isolée ▪ Trajet inconnu ▪ Minimum 1 correspondance 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arrêt IUT ▪ Arrêt ESPEO ▪ Arrêt université-château ▪ Tram ▪ Go ▪ Quai bus GO
MV	GO3	GO	Piscine de Saran	Sans	50mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trajet long, Multiple modes possibles ▪ Trajet inconnu pour un usager connaissant bien le réseau 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Go ▪ Quai bus C ▪ Quai bus F ▪ Bus L6 ▪ Arrêt Piscine de Saran
MV	Saran	Piscine Saran	Patay	Rdv à Patay dans 25mn	1h	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Correspondance à arrêts décalés ▪ Trajet inconnu ▪ Peu d'info au départ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arrêt Piscine de Saran sens 1 ▪ Alentours de l'arrêt bus ▪ Arrêt Piscine sens 2 ▪ Bus L4 ▪ Arrêt Patay
EXT1	GO1	Gare SNCF d'Orléans	MDE	Sans	1h30	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Première visite à Orléans ▪ Trajet long 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Go ▪ Tram ▪ Arrêt université-parc floral ▪ MDE

Usager	Nom du Scénario	Origine	Destination	Consignes	Durée	Critères	Trajet réalisé
EXT1	L'indien 2	MDE	De Gaule	Panne tram Victor Hugo RDV dans 30mn	35mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestion de perturbation. Par un extérieur avec contrainte de tps 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MDE ▪ Arrêt tram l'indien ▪ Panne tram Victor Hugo ▪ Station Victor Hugo
PMR1	HOTEL DE VILLE	Siège Association des Paralysés de France (APF), rue R. Le Pieux (quartier nord d'Orléans)	Hôtel de ville	Aller à l'hôtel de ville	1h05mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trajet à correspondance tram-bus ou bus-bus 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ APF ▪ Arrêt Danton ▪ Bus L4 ▪ Go ▪ Tram ▪ Arrêt t Antigna ▪ Tram ▪ Arrêt de gaule ▪ Trajet à pied
PMR2	Orbelière	GO	Collège de l'Orbelière	Préparer puis réaliser un trajet GO- Collège de l'Orbelière	1h15mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trajet avec correspondances ▪ Prévenue en début de matinée de la destination (trajet avec préparation) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Go ▪ Tram ▪ Arrêt zénith ▪ Bus L30 ▪ Arrêt Horloge fleurie
PMR2	Horloge Fleurie	Horloge fleurie	GO	Retour vers GO avec Panne de tram au Zénith Retour en 45mn à GO	45mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Correspondance bus-bus 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Correspondance bus Horloge Fleurie ▪ Bus L1 ▪ Go

Usager	Nom du Scénario	Origine	Destination	Consignes	Durée	Critères	Trajet réalisé
EXT3	Lycée Monod	Gare Les Aubrais	Lycée Monod Arrêt : Léon Blum St Jean d'Albray	RdV proviseur 11h30 Correspondance Train KO	60 mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Correspondance Léon Blum 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Train : paris– les Aubrais ▪ Accès tram ▪ Arrêt : gare d'Orléans ▪ Info boutique SEMTAO ▪ Accès bus ligne 4 quai M ▪ Arrêt : Léon Blum ▪ Accès Lycée à pied
EXT3	Lycée-Gare	Lycée Monod	Gare Les Aubrais	Retour Gare des Aubrais Arrêt Gare d'Orléans puis reprise	35 mn + 20 mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Correspondance Léon Blum 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Accès Léon Blum ▪ Bus ligne 4 ▪ Arrêt : gare d'Orléans ▪ Accès tram ▪ Arrêt : Les Aubrais

Usager	Nom du Scénario	Origine	Destination	Consignes	Durée	Critères	Trajet réalisé
A2	Salle des fêtes St Pryvé St Mesmin	Université l'Indien	Salle des fêtes St Pryvé St Mesmin Arrêt Salle des fêtes Lignes 16, 7 ou 30	Panne Tram Descendre à Victor Hugo	60 mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réseau bus sud ouest 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Accès tram à pied ▪ Tram : parc floral ▪ Arrêt : victor Hugo ▪ Accès bus 1 ▪ Bus ligne 1 ▪ Arrêt : Candolle ▪ Accès ligne 16 ▪ Abandon, problème de délai
A2	Candolle-MDE	Candolle	MDE Maison des élèves Université l'Indien	Retour sans correspondance	50 mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilisation du réseau Bus Sud Ouest 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Accès Bus 16 retour ▪ Arrêt : tourelles ▪ Tram ▪ Arrêt : Parc floral ▪ Accès MDE à pied

Usager	Nom du Scénario	Origine	Destination	Consignes	Durée	Critères	Trajet réalisé
A3	Salle des fêtes St Jean le Blanc	Université l'Indien	Salle des fêtes St Jean le Blanc Arrêt Montission Ligne 8 Ou éventuellement Arrêt La comète Ligne 24	Panne Tram Descendre à Zénith Problème délai bus	60 mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilisation du réseau Bus Sud Est ▪ 2 arrêts possibles 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Accès tram à pied ▪ Tram : parc floral ▪ Arrêt : zénith ▪ Accès bus 30 ▪ Reprise tram zénith ▪ Arrêt : croix st marceau ▪ Accès bus 30 ▪ Navette st marceau ▪ Arrêt : Place st Charles ▪ Accès ligne 24 ▪ Abandon, problème de délai
A3	CAF-MDE	Place St Charles	MDE Maison des élèves Université l'Indien	Retour sans correspondance	45mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilisation du réseau Bus Sud Est 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Accès Bus 24 retour ▪ Arrêt : Place de la bascule ▪ Accès tram tourelles ▪ Arrêt : Parc floral ▪ Accès MDE à pied

Usager	Nom du Scénario	Origine	Destination	Consignes	Durée	Critères	Trajet réalisé
G4	Gare d'Orléans Hôpital Daumezon	Gare d'Orléans	Hôpital Daumezon	Incident Tram Descendre à Coligny Retour à 16h à De Gaulle	1h15	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilisation du réseau Bus Sud Est 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gare d'Orléans ▪ Tram jusqu'à Coligny ▪ Trajet à pied pour bus 18 ▪ Descente à Verdun ▪ (Perspective 33) ▪ Reprise 18 jusqu'à Bichardières ▪ Abandon, problème de délai
G4	Bichardières De Gaulle	Bichardières	De Gaulle	Retour sans correspondance	45mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilisation du réseau Bus Sud Est 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bichardières, bus 18 ▪ Jusqu'à Lamballe ▪ Tram jusqu'à De Gaulle

Usager	Nom du Scénario	Origine	Destination	Consignes	Durée	Critères	Trajet réalisé
G5	Gare d'Orléans Collège de l'orbélière	Gare d'Orléans	Collège de l'Orbélière	Retour à 16h à la gare Incident tram à Tourelles	80 mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilisation du réseau Bus Sud ouest 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gare d'Orléans ▪ Tram : Tourelles ▪ Bus 24 ▪ Arrêt : saint Charles ▪ Navette saint marceau ▪ Arrêt : Horloge Fleurie ▪ A pied vers arrêt du 30 ▪ Abandon, problème de délai
G5	Horloge fleurie Gare d'Orléans	Horloge fleurie	Gare d'Orléans	Retour à 16h à la gare	30 mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilisation du réseau Bus Sud ouest 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Horloge fleurie ▪ Voudrait 30 + tram ▪ Prend ligne 1 ▪ Gare d'Orléans
G6	Gare d'Orléans Collège Condorcet	Gare d'Orléans	Collège Condorcet	Retour à 18h à la gare Incident Tram à Libération	50 mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilisation du réseau Bus nord est 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gare d'Orléans ▪ Tram : Libération ▪ Bus 18 ▪ Arrêt : Lamballe ▪ Bus 50 ▪ Arrêt : Condorcet

Usager	Nom du Scénario	Origine	Destination	Consignes	Durée	Critères	Trajet réalisé
G6	Collège Condorcet Gare d'Orléans	Collège Condorcet	Gare d'Orléans	Retour à 18h à la gare Incident bus sur la ligne 5 à Pont Saint Vincent	50 mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilisation du réseau Bus nord est 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Condorcet à pied ligne 5 ▪ Arrêt : Emile Zola ▪ Bus 5 ▪ Arrêt : Pont Saint Vincent ▪ A pied ligne 9 ▪ Arrêt : Pont Saint Vincent ▪ Bus 9 ▪ Gare d'Orléans

Trajets réels

Réf	Nom Trajet	Origine	Destination	Contexte	Possibilités TC	Durée	Critères
S3	GO2	GO	Olivet	Retour de courses	2 lignes de bus	35mn	▪ Trajet régulier
G1	P+R 1	P+R Zénith	Centre commercial Place d'Arc	Groupe = couple adultes + senior + enfant	Tram	25mn	▪ Trajet de loisir connu
S1	Bel Air	Arrêt bus Moulin de Bel Air	GO	Faire les courses Bus de retour = 15h45 à GO	Bus		▪ Trajet de courses quotidiennes
G2	P+R 2	P+R Libération	Marché à proximité arrêt Royale Chatelet	Courses	P+R- Tram	20mn	▪ Trajet de loisir week-end
EXT5	De Gaule	De Gaule	Proximité arrêt Danton	Rdv médecin 15h45	Tram-bus Bus-bus	40mn	▪ Trajet à correspondances ▪ Usager étranger à la langue française
F2	MDE-CAF	Université l'Indien	CAF d'Orléans La navette St Marceau	Descendre du Tram à Tourelles + quais en fauteuil	Tram Bus non accessible	60 mn	▪ 1 ^{er} trajet
F2	LMDE	CAF d'Orléans La navette St Marceau	LMDE Orléans Rue Ste Catherine Tram : De Gaulle	Attente CAF 15 mn Aller à Tourelles en fauteuil	Tram Bus non accessible	30 mn	▪ 1 ^{er} trajet
G3	Scolaire	Zénith	Victor Hugo	Attente Tram	Tram	20 mn	▪ Trajet fréquent

Avec :

GO = gare multimodale d'Orléans

Nœud = lieu de correspondance

MDE = Maison Des Etudiants

Annexe 3 : Codification des trajets

a. Réf : Catégorie de l'utilisateur

Réf.	Catégorie
A	Actif
Ext.	Extérieur
Etu.	Etudiant
S	Senior
G	Groupe
MV	Mal Voyant
F	En fauteuil
PMR	Personne à mobilité réduite

Un numéro est ajouté directement après le code : ex A3, PMR2, S4. Ce numéro se rapporte à l'identité de l'utilisateur dans un fichier.

b. Ch. : Chronologie du trajet

Numérotation chronologique de toutes les actions constituant le trajet observé. La numérotation débute à partir de 1 pour chaque personne ou groupe

c. Lieu : Lieu de déroulement de l'action

Code	Lieu
Abri B	Abri Bus
Abri T	Abri Tram
Agence	Agence SEMTAO
Bilan	Entretien usager en cours ou en fin de trajet
Borne	Poteau indiquant un arrêt
Bus 1v	Bus 1 voiture
Bus 2v	Bus 2 voitures = Bus à soufflet
Bus bas	Bus à plancher bas
Dest	Destination
Dom	domicile
Hall	Hall de correspondance bus/tram de la gare d'Orléans
GC	Gare Compiègne
GO	Gare Orléans
GOA	Gare Orléans les Aubrais
GP	Gare Paris
Guichet P+R	Guichet de parc relais
P+R	Parking de parc relais
Quai B	Quai bus
Quai T	Quai tram
Rue	Voie publique
Train	Train SNCF
Tram	Rame de tramway
Voie	Rail du tram
Voiture	Voiture personnelle

Relais	Lieux pouvant relayer l'information voyageurs : accueils, office du tourisme,...
--------	--

Remarque :

1. Les lieux de correspondance sont indiqués par un **C** (ex : Borne C ; Abri BC ; Abri TC...)
2. Une lettre indique les étapes d'arrivée (**A**), de préparation de la suite s (**P**) et de sortie (**S**) de lieu

N° : N° ligne bus ou T pour Tram

d. Media : Media d'inscription de l'information analysée

Media	Définition / Fonction
Abri B	Abri bus
Abri T	Abri tram
Affiches	Affiches dont le contenu est à précisé, par exemple circuler en Tram, nombre de places...
Afficheur	Bandeau déroulant
Agent Semtao	Personnel Semtao, par ex en boutique
Agent SNCF	Personnel SNCF
Appel arrêt	Demande d'arrêt dans bus
Billet	titre de transport
Borne	Borne bus
Bus	Véhicule bus
Carte	Carte routière
Composteur	ou valideur
Conducteur	Conducteur
Contrôleur	Contrôleur
Cube	Cube suspendu affichant des informations
DAB	distributeur de billet
Ecran TV	Moniteur affichant de l'information
Station	Station multimodale
Horaires	horaires affichés ou individuels
Individu	Personne source d'info
Info Vocale	Information sonore
Internet	
Nom station	Affichettes portant le nom de la station
Numéro ligne	Afficheur du code (numéro ou lettre) de la ligne sur le véhicule
Plan correspondance	Plan de correspondance
Plan individuel	Plan de réseau individuel, transporté par l'utilisateur
Plan ligne	Plan individuel de la ligne
Plan quartier	Plan de quartier avec les principaux lieux et/ ou les arrêts à proximité
Plan réseau	Plan de l'ensemble du réseau
Plan ville	Plan de l'agglomération
Quai	Quai en tant que repère pour identifier la proximité du tram
Radio	Radio dans les bus mais n'émettant que de la musique ou des

Media	Définition / Fonction
	informations
Repère extérieur	Tout élément permettant à l'utilisateur de repérer son trajet, ex : une grande courbe, le clocher de la cathédrale...
Synoptique	Tracé de la ligne avec noms des arrêts
Téléphone	Appareils téléphoniques fixes ou portables
Tram	Rame de tramway
Voies	Rails et câbles peuvent être des indices pour identifier la proximité du tram
Relais info	Personne ou organisme pouvant relayer de l'info voyageur : accueils, offices du tourisme, mairie...
Montre	Montre poignet ou autre
Bouton porte	Bouton d'ouverture des portes
Courrier	Info voyageurs envoyée par courrier postal
Ascenseur	Ascenseur
Escalator	Escalier mécanique
Presse	Média presse

e. Etat : Etat de l'information au moment de l'action

Etat	Etat de l'information au moment de l'action
Dyn	Actualisée dynamiquement
Fixe	Affiché
KO	présent mais ne fonctionne pas
Absent	parfois présent mais pas dans ce cas
Besoin	Besoin exprimé par l'utilisateur
Faux	obsolète, pas à jour
Inop	Inopérant

f. Utilisation

Util	Utilisation de l'information au moment de l'action
O	Utilisée
N	Non utilisée
I	Situation incidentelle

g. Niveau de l'utilisateur

Niv	Niveau d'expérience sur cette partie du trajet
1	débutant
2	moyennement expérimenté
3	expérimenté

Annexe 4 : Analyse de la liste des incidents

Le but de cette étude est l'identification des besoins réels en information des usagers des transports en commun. A cet effet, nous avons réalisés des suivis d'usagers en situation de déplacements. Les objectifs poursuivis par l'utilisateur peuvent être entravés par des « incidents ». Nous nommeront incident tout événement ou élément du contexte ayant perturbé la stratégie de déplacement initialement conçue par l'utilisateur.

Nous avons pu ainsi mettre au point une liste de 186 types d'incidents. Ces événements sont répertoriés dans un tableau et qualifiés par les éléments suivants :

- Le média d'information concerné par la perturbation ;
- Le type de problème rencontré : l'analyse de cette liste a fait émerger quatre principaux types de problématiques liées à l'information voyageurs.
 - Le problème d'accessibilité codé A
 - Le problème de cohérence codé C
 - Le problème d'efficacité codé E
 - Le problème d'absence de l'information Codé P
 - Autres codé X (Cette dernière rubrique regroupe des problèmes n'ayant pas de lien direct avec l'information délivrée mais constitue un événement qui en influence l'usage (aménagement et structure du réseau par exemple)
- La phase du trajet au cours de laquelle il a été observé : en préparation ou en cours de réalisation ;
- Le type d'information concernée : ce critère est relatif à l'actualisation des données diffusées aux usagers. L'information est soit statique «S» (ou encore théorique) dans ce cas l'actualisation est effectuée en temps différé, soit temps réel «T» et actualisée de façon dynamique et rapide.
- Le niveau de diffusion de l'information : nous distinguerons ici l'information diffusée à l'ensemble des usagers «C», d'une information plus personnalisée «P» qui, elle, se réfère au profil ou au parcours d'un usager en particulier ;
- Le profil des usagers pouvant être concerné par ce type de problème.

a. Tableau 1 : analyse des incidents relatifs au problème de cohérence

N°	Type de média	Incident	Type de problème	Contenu	Phase du trajet	T/S	C/P	Profil d'utilisateur
1	Arrêt Bus	Plan agglomération obsolète (non renouvelé malgré des changements sur le réseau)	C	Itinéraire	Début Trajet	S	C	Tous profils
2	Arrêt Bus	Les arrêts de Bus portent parfois le même nom alors qu'ils sont éloignés	C	Itinéraire	Préparation du trajet	S	C	Tous profils
3	Arrêt Bus	Les arrêts de Bus portent parfois des noms différents alors qu'ils sont à proximité	C	Itinéraire	Préparation du trajet	S	C	Tous profils
4	Arrêt Bus	Les arrêts de Bus et de Tram portent parfois des noms différents alors qu'ils sont à proximité	C	Itinéraire	Préparation du trajet	S	C	Tous profils
5	Bus	Renouvellement tardif des fiches horaires (horaires d'été)	C	Horaires	Montée, Trajet	S	C	Tous profils
6	Horaires bus	Double affichage d'horaires différentes périodes (normale / vacances)	C	Horaires	Préparation trajet	S	C	Tous profils
7	Panneaux indicateurs	Sur les quais de Tram, les panneaux indiquant la direction des arrêts de Bus sont parfois contradictoires	C	Itinéraire	Repérer un arrêt	S	C	Tous profils
8	Plan réseau	Le plan de correspondance de la gare prête parfois à confusion par rapport aux plans de quartier	C	Itinéraire	Préparation du trajet	S	C	Tous profils
9	Plan réseau	Tous les plans n'ont pas le même degré de précision. Selon les plans un même logo peut paraître à proximité d'une station ou d'une autre	C	Itinéraire	Préparation du trajet	S	C	Tous profils
10	Plan réseau	Selon la précision d'un plan, 2 stations peuvent paraître très proches. On peut croire qu'il s'agit d'une correspondance alors qu'il existe une distance non négligeable entre les arrêts	C	Itinéraire	Préparation du trajet	S	C	Tous profils
11	Plan réseau	Les plans ne sont pas forcément à jour	C	Itinéraire	Préparation du trajet	S	C	Tous profils

N°	Type de média	Incident	Type de problème	Contenu	Phase du trajet	T/S	C/P	Profil d'utilisateur
12	Plan réseau	Les noms d'arrêts ne correspondent pas forcément aux lieux connus à proximité (ex : Place d'Arc/ Gare d'Orléans)	C	Itinéraire	Préparation du trajet	S	C	Tous profils
13	Quai Tram	Plan agglomération obsolète (non renouvelé malgré des changements sur le réseau)	C	Itinéraire	Début Trajet	S	C	Tous profils
14	Rue	Confusion marquage au sol bus scolaires et TC	C	Itinéraire	Correspondance bus-bus	S	C	Mal voyant
15	Afficheur Arrêt Bus,	Identification aléatoire des temps d'attente entre deux Bus	C	Horaires	Attente Bus	S	C	Étranger ou non à l'agglomération
16	Afficheur Quais Tram,	Identification aléatoire des temps d'attente entre deux Tram	C	Horaires	Attente Tram ou Bus	S	C	Étranger ou non à l'agglomération
17	Nom station	Plusieurs noms de stations faisant réf à un même lieu géographique	C	Itinéraire	Préparation	S	C	Extérieur
18	Afficheur Quai Tram	Manque de confiance dans les temps d'attente annoncés	C	Horaires	Attente Tram	T	C	Tous profils
19	Afficheur Quai Tram	Le symbole ** clignote parfois sans que le Tram arrive. Cette information n'est pas considérée comme très fiable	C	Horaires	Attente du Tram	T	C	Tous profils
20	Afficheur Tram	Quand un Tram est bloqué, l'attente clignote mais l'arrivée du Tram suivant continue à diminuer	C	Horaires	Attente Tram	T	C	Tous profils
21	Conducteur	Info itinéraire donnée par un conducteur peu optimale	C	Itinéraire	Préparation	T	P	Tous profils
22	Correspondance Bus	Les usagers cherchent à limiter le nombre de correspondances en Bus car le délai d'attente est incertain	C	Itinéraire	Préparation du trajet	T	P	Tous profils
23	Horaires	Durée estimée par l'utilisateur 25 min, durée réelle 1h (20 min en correspondance)	C	Horaires	Trajet	T	P	Mal voyant
24	Horaires Bus	Les Bus en correspondance sont souvent aux mêmes horaires mais ne s'attendent pas. Quand on arrive avec un Bus, on voit celui de l'autre ligne partir et il faut attendre souvent 15mn.	C	Horaires	Correspondance	T	C	Tous profils
25	Horaires Bus Tram	L'heure affichée dans les Bus n'est pas toujours la même que celle du Tram, ce qui est surtout gênant en correspondance	C	Horaires	Préparation du trajet	T	C	Tous profils

N°	Type de média	Incident	Type de problème	Contenu	Phase du trajet	T/S	C/P	Profil d'utilisateur
26	Plan Agglomération Quai Tram	Cohérence infos Internet /infos recueillies sur place → Actualisation Internet	C	Itinéraire	Début du trajet ou correspondances	T	P	Extérieur
27	Bus	Conducteur nouveau sur la ligne : peu opérationnel pour renseigner le voyageur	C		Montée, Trajet	T	P	Tous profils

b. Tableau 2 : Le problème d'accessibilité

N°	Type de média	Incident	Phase du trajet	T/S	C/P	Profil d'utilisateur
1	Sites Internet	Plan Agglomération trop grand pour être imprimé en format A4	Préparation du trajet	S	C	Extérieur
2	Sites Internet	Fichiers SEMTAO (plan agglomération) trop volumineux pour être téléchargé rapidement	Préparation du trajet	T	C	Extérieur
3	Horaires Tram	En première lecture, un usager pense qu'il y a un Tram par heure	Attente Tram	S	C	Extérieur
4	Affiches	Info "perturbation prévue" inaccessible	Trajet bus	S	C	Mal voyant
5	Horaires bus	Fiches horaires inaccessibles	Trajet bus	S	C	Mal voyant
6	Horaires	Temps d'attente + horaires inaccessible	Préparation	T	C	Mal voyant
7	Conducteur	Conducteur excédé par les demandes d'info répétées	Trajet bus	T	P	Mal voyant
8	Horaires	Horaires affichés trop haut sur les bornes bus	Réalisation	S	C	PMR
9	Horaires	Lisibilité plan ligne : couleur, police	Réalisation	S	C	PMR
10	DAB	La sélection de fonction (choix de billet) est difficile d'accès (distance induite par le fauteuil)	Réalisation	T	P	PMRC en fauteuil
11	Afficheur	Police d'affichage info trop petite	Trajet tram	S	C	Senior
12	Afficheur Quai Tram	Quand on arrive, on voit l'afficheur mais quand on prend le ticket on est dessous et on ne le voit plus	Attente Tram	S	C	Tous profils
13	Quai tram	Afficheur temps d'attente non visible d'une place assise sur le quai	Attente Tram	S	C	Tous profils
14	Horaires bus	Lecture des horaires affichés (heures en lignes, min en colonnes)	Préparation	S	C	Tous profils
15	Horaires bus	Info direction bus pas assez visible	Préparation	S	C	Tous profils
16	Borne Bus	Sur les bornes de Bus, il y a parfois de la buée sur les vitres protégeant les plans de ligne. Le plan n'est alors pas lisible	Préparation du trajet	S	C	Tous profils
17	Plan réseau	Certaines lignes ont des couleurs trop proches ce qui n'est pas évident pour voir les correspondances.	Préparation du trajet	S	C	Tous profils
18	Plan réseau	Les légendes de cartes sont parfois masquées, par exemple avec des affiches de travaux	Préparation du trajet	S	C	Tous profils
19	Plan réseau	Les plans sont parfois masqués par des personnes assises devant	Préparation du trajet	S	C	Tous profils
20	Synoptique Bus	Les synoptiques de Bus ne sont pas pratiques. Si on est assis on voit mal	Préparation du trajet	S	C	Tous profils

N°	Type de média	Incident	Phase du trajet	T/S	C/P	Profil d'utilisateur
21	Plan réseau	Format plan papier peu pratique d'utilisation en action (sens, lecture)	Préparation du trajet	S	C	Tous profils
22	Plan réseau	Format plan papier peu pratique d'utilisation en action (sens, lecture)	Réalisation	S	C	Tous profils
23	Plan affiché	Mauvais éclairage des panneaux d'affichage des plans	Préparation trajet	S	C	Tous profils
24	Arrêt Bus	Les bornes Bus ne se voient pas de loin (trop minces)	Repérer un arrêt	S	C	Tous profils
25	Borne Bus	Quand on voit une borne Bus de loin, on ne voit pas la ou les lignes correspondantes (N° parallèle à la route, visible du Bus mais pas quand on marche sur le trottoir)	Repérer un arrêt	S	C	Tous profils
26	Repérer un lieu	Quand le Bus ne s'arrête pas, on n'a pas forcément le temps de voir le nom des arrêts	Savoir où on est	S	C	Tous profils
27	Plan Agglomération	Masquage d'informations à la localisation des destinations (nœuds importants de correspondances)	Toute étape du trajet	S	C	Tous profils
28	Quais Tram Abris Bus	Mauvaise accessibilité visuelle des informations (positionnement dans les abris /places assises ; taille des caractères)	Toute étape du trajet	S	C	Tous profils
29	Affiches	Affichettes d'info non visibles de toutes les places assises bus	Trajet bus	S	C	Tous profils
30	Synoptique Tram	Les synoptiques ne sont pas très visibles. Quand il y a beaucoup de monde, il n'est pas évident de se déplacer	Trajet Tram	S	C	Tous profils
31	Affiches	Manque de visibilité d'un avis de changement d'horaire dans tram (forte densité de population)	Trajet tram	S	C	Tous profils
32	DAB	Les reflets sont très fréquents sur les distributeurs de billets	Réalisation	T	C	Tous profils
33	Bus	Quand un Bus arrive, le N° de ligne n'est pas visible de loin, ce qui est gênant si plusieurs lignes passent au même arrêt. On ne peut pas définir s'il faut faire signe au chauffeur.	Arrêt du Bus	T	C	Tous profils
34	Bus	Fonctionnement aléatoire des annonces vocales ou des afficheurs internes	Toute étape du trajet	T	C	Tous profils
35	Arrêt Bus	Les Bus ne s'arrêtent pas si personne ne monte ou ne descend. Cela rend plus complexe le repérage des stations.	Trajet	T	C	Tous profils
36	Info vocale Tram	Les informations vocales sont peu audibles (très fréquent)	Trajet en Tram	T	C	Tous profils
37	DAB	Si le distributeur du quai est en panne ou si on arrive en dernière minute, on ne peut pas prendre de billet	Réalisation	S	P	Tous profils
38	Quai bus	Identification d'un bus en quai de correspondance : ligne, sens, horaire de départ	Correspondance	T	P	Tous profils
39	Téléphone	"Allo Semtao trop cher à partir des mobiles"	Perturbation	T	P	Tous profils
40	Conducteur	Conducteur peu enclin à donner info	Préparation	T	P	Tous profils
41	Info vocale	Repérer station de descente dans tram sans info vocale (forte densité de population)	Trajet tram	T	P	Tous profils

N°	Type de média	Incident	Phase du trajet	T/S	C/P	Profil d'utilisateur
42	Arrêt Tram	En Gare d'Orléans, certains Bus arrivent derrière un mur séparateur du Tram. Le Tram n'est alors pas visible.	Préparation	S	C	Tous profils

c. Tableau 3 : Le problème d'efficience

N°	Type de média	Incident	Qualification du problème	Phase du trajet	T/S	C/P	Profil d'utilisateur
1	Plan réseau Quai Tram	Confusion entre ligne de Tram et lignes de Bus à la lecture des plans d'agglomération	Présentation	Début du trajet	S	C	Extérieur
2	Sites Internet	Recherche infos via Internet = recherches multiples : plan aggro + horaires Bus + plan quartier → Recherche coûteuse (ex : 45')	Temps de diffusion	Préparation du voyage au domicile	T	C	Extérieur
3	Plan Agglomération	Difficulté à choisir une ligne de Bus en cas de choix multiples	Présentation	Début Trajet	S	P	Extérieur
4	DAB	Difficulté à comprendre la tarification et à faire un choix pertinent	Présentation	Achat billet	S	P	Extérieur
5	DAB	Quand la transaction est trop longue, elle est interrompue	Temps de diffusion	Achat de billet	T	P	Extérieur
6	Plan réseau	Les légendes ne sont pas toujours explicites, par ex pour enseignement secondaire, collège, lycée, université...	Présentation	Préparation du trajet	S	C	Tous profils
7	Plan réseau	Le degré de précision d'un plan ne permet pas toujours de déterminer le trajet à suivre. Si une zone est trop petite, un logo peut être entre 2 stations sans qu'il soit possible de déterminer quelle est la plus proche	Présentation	Préparation du trajet	S	C	Tous profils
8	Arrêts Bus	Dispersion des informations (afficheurs, horaires, plan agglomération)	Présentation	Attente Bus	S	C	Tous profils
9	Bus	Il y a la radio dans les Bus, mais il faudrait des informations trafic, au lieu de la musique	Contenu inadapté	Trajet en Bus	T	C	Tous profils
10	Composteur Tram	Quand un composteur ne fonctionne pas dans le Tram, c'est le conducteur qui arrête le Tram et vient mettre un autocollant signalant l'incident	Temps de diffusion	Trajet en Tram	T	C	Tous profils
11	DAB	Il n'est pas facile de comparer les tarifs et de choisir un type de billet (1trajet, 2h, 1j)	Présentation	Achat du billet	S	P	Tous profils
12	Plan réseau	Il n'est pas facile de comparer les trajets quand il y a plusieurs options	Présentation	Préparation du trajet	S	P	Tous profils

N°	Type de média	Incident	Qualification du problème	Phase du trajet	T/S	C/P	Profil d'utilisateur
13	Quais Tram, Arrêts Bus	Difficulté à trouver sa destination sur plan d'agglomération	Présentation	Début trajet	S	P	Tous profils
14	DAB	Si un Tram arrive, plusieurs personnes n'ont pas le temps de prendre un billet (transactions trop longues)	Temps de diffusion	Achat billet	S	P	Tous profils

d.

e. **Tableau 4 : Le problème d'absence d'information**

N°	Type de média	Incident	Phase du trajet	T/S	C/P	Profil d'utilisateur
1	Plan ville, plan réseau	Besoin indication des points cardinaux sur les plans	Préparation	S	C	Extérieur
2	Afficheur Bus	Les afficheurs Bus donnent souvent des informations partielles : heure, date, N° allo SEMTAO, mais pas toujours la prochaine station, ni la destination.	Savoir où on est	T	C	Tous profils
3		"Manque info : ligne accessible PMR"	Préparation	S	C	PMR
4	Abri bus	Changement d'itinéraire bus entre deux stations non signalé au départ	Préparation trajet	T	C	Tous profils
5	Abri bus	Difficulté à voir arriver un bus (créneau décalé) Manque de visibilité conducteur des usagers attendant en station (créneau décalé)	Trajet bus	T	C	Tous profils
6	Abri bus	"Manque d'information retards prévus lors des travaux tram"	Préparation et réalisation	T	C	Tous profils
7	Abri bus	Recherche dangereuse d'emplacements d'arrêt en correspondance	Réalisation	S	P	PMR
8	Abri bus	Décalage arrêt retour/arrêt d'arrivée	Correspondance bus-bus	S	P	Mal voyant
9	Abri tram	Manque plan réseau sur quai tram	Correspondance	S	C	Extérieur
10	Afficheur	Manque info temps restant pour arriver à destination	Réalisation	T	P	Tous profils
11	Afficheur Bus	Les afficheurs Bus se déclenchent parfois à partir d'une certaine station. L'affichage de la prochaine station apparaît alors et/ ou celui de la destination.	Savoir où on est	T	C	Tous profils
12	Afficheur gare parisienne	Indécision sur le choix de la gare d'arrivée : Orléans ou Les Aubrais ?	Début du voyage : train → Orléans	T	P	Étranger à l'agglomération
13	Afficheur Quai Tram	Les afficheurs sur le quai sont parfois en panne (mais c'est rare). Il n'y a alors pas d'annonce de l'attente	Attente du Tram	T	C	Tous profils
14	Agent d'information	L'utilisation du tram est devenue une évidence, les solutions de basculement peuvent être méconnues des agents d'info	Perturbation	S	P	Tous profils

N°	Type de média	Incident	Phase du trajet	T/S	C/P	Profil d'utilisateur
15	Annonce vocale dans le train	Inquiétude sur les possibilités de TC en gare des Aubrais	Début du voyage : Train → Les Aubrais	T	P	Etranger à l'agglomération
16	Arrêts Bus	Absence d'identification du nom des stations Bus	Repérer un arrêt	S	C	Tous profils
17	Arrêts Bus	Absence des numéros des Bus sur les poteaux d'arrêt Bus	Attente Bus	S	C	Tous profils
18	Bouton d'appel d'arrêt	Situer le moment de demander l'arrêt	Trajet bus	T	P	Mal voyant
19	Bus	Aux horaires scolaires, les Bus sont bondés	Trajet en Bus	T	C	Tous profils
20	Bus	Les chauffeurs de Bus n'ont pas toujours la monnaie pour les achats de billets	Achat de billet	T	C	Tous profils
21	Bus	Manque de visibilité des places réservées dans les bus	Trajet bus	S	C	Senior + PMRC
22	Bus	Quand ils sont dans un Bus, les usagers oublient parfois de demander l'arrêt, surtout s'ils ne sont pas usagers habituels du réseau Bus.	Arrêt du Bus	T	P	Tous profils
23	Bus	On n'entend pas toujours un Bus arriver (et on ne le voit pas, par exemple si on regarde le plan réseau ou les horaires), ce qui est gênant car il faut faire signe pour demander l'arrêt	Arrêt du Bus	T	C	Tous profils
24	Bus	Absence de synoptique de ligne à l'intérieur des Bus	Trajet	S	C	Tous profils
25	Bus	Absence de fiches horaire à l'intérieur des Bus	Montée, Trajet	S	C	Tous profils
26	Bus	Info N° ligne bus à l'arrêt dans arrêt multilignes	Préparation	T	C	Mal voyant
27	Composteur Bus Tram	Il n'y a pas d'information sur le sens dans lequel il faut mettre le billet	Montée dans le Tram	S	C	Tous profils
28	Composteur Tram	Un usager ne pense pas forcément à composer. Le composteur n'est pas identifié. Il n'est pas très visible et son usage n'est pas explicite	Validation du billet	S	C	Extérieur
29	DAB	Quand on est sur le quai, on voit le DAB du quai d'en face pas celui qui est sur le quai	Achat de billet	S	C	Extérieur
30	DAB	Un usager hésite et ne sait pas à partir de quel âge un enfant doit avoir un billet	Achat billet	S	C	Tous profils
31	Ecran	Ecran d'info HS	Correspondance	T	C	Tous profils
32	Horaires	Manque temps d'attente avant départ bus à l'intérieur du bus (terminus)	Trajet bus	T	C	Tous profils
33	Horaires	Manque durée prévisible du trajet à domicile	Préparation	T	P	Tous profils
34	Horaires	Manque info « Période vacances scolaire »	Préparation + réalisation	S	C	Tous profils
35	Horaires Bus	Quand plusieurs lignes passent à proximité d'un arrêt, l'utilisateur n'a pas accès aux horaires des autres lignes. Seuls sont affichés les horaires des lignes qui passent à un arrêt. Il ne peut pas choisir son trajet (sauf s'il va voir aux autres bornes)	Préparation du trajet	S	C	Tous profils

N°	Type de média	Incident	Phase du trajet	T/S	C/P	Profil d'utilisateur
36	Horaires bus	Lignes spécifiques peu comprises (ligne N ???)	Préparation	S	C	Tous profils
37	Horaires Tram	Lors d'un contrôle avec la police en gare d'Orléans (environ 10 contrôleurs et policiers), le Tram est arrêté en station jusqu'à la fin du contrôle	Attente Tram	T	C	Tous profils
38	P+R	Manque d'information emplacement abri TC au parc relais	Correspondance P+R	S	C	Tous profils
39	P+R	"manque info horaire de la dernière rame de la journée"	Correspondance P+R	S	C	Tous profils
40	Parc relais	Le parc relais n'est pas indiqué à la descente du Tram (ex : Victor Hugo)	Début/ fin de trajet	S	C	Tous profils
41	Parc relais	Les parcs relais ne savent pas quand le Tram est en panne ou quand il y a un accident. Les usagers prennent un ticket pour rien.	Début/ fin de trajet	T	C	Tous profils
42	Plan correspondance	Manque plan de la correspondance	Correspondance	S	C	Tous profils
43	Plan correspondance	Travaux dans gare correspondance = difficulté à se repérer	Correspondance	T	C	Tous profils
44	Plan correspondance	Pas de moyen d'orientation dans la gare	Correspondance	S	C	Mal voyant
45	Plan de quartier	Quand on est à un arrêt (Bus ou Tram), il n'est pas facile de trouver les autres arrêts à proximité, s'il n'y a pas de plan de quartier	Préparation du trajet	S	C	Tous profils
46	Plan réseau	Les fréquences de Bus ne sont pas annoncées sur le plan réseau. Une attente d'une heure peut rendre un trajet impossible.	Préparation du trajet	S	C	Tous profils
47	Plan réseau	Les déviations de Bus sont signalées mais parfois à la dernière minute (on ne le sait pas au départ du trajet)	Préparation du trajet	T	C	Tous profils
48	Plan réseau	A la gare des Aubrais, les agents SNCF ont peu d'informations sur le réseau d'Orléans	Préparation du trajet	T	P	Extérieur
49	Plan réseau	Manque d'indication de lieux géographiques sur les plans	Préparation	S	C	Extérieur
50	Plan réseau	Pas de plan réseau à l'accueil de l'université	Préparation	S	C	Etudiants
51	Plan ville	Pas de plan de la ville en arrivant en gare d'Orléans	Préparation	S	C	Extérieur
52	Plan ville	Pas de plan ville à l'accueil de l'université	Préparation	S	C	Etudiants
53	Quai Tram	Absence de plan de l'agglomération	Début du trajet	S	C	Tous profils
54	Quai Tram	Pour les fauteuils roulant, il n'y a pas de repère pour savoir où monter, or le quai n'est pas horizontal (la pente d'accès est pratique, mais il faut monter en milieu de rame)	Montée dans le Tram	S	C	PMRC en fauteuil

N°	Type de média	Incident	Phase du trajet	T/S	C/P	Profil d'utilisateur
55	Quai Tram	Difficulté de localisation des arrêts Bus	Correspondance Tram-Bus	S	C	Tous profils
56	Quai tram	Dangerosité de passage d'un quai à l'autre tram arrivant	Attente tram	T	C	Tous profils
57	Repérer un lieu	Toutes les stations n'ont pas un nom explicitement indiqué	Savoir où on est	S	C	Tous profils
58	Repères extérieurs	Perte de repères de localisation sur un trajet bus	Trajet bus	T	P	Mal voyant
59	Sites Internet	Absence de lien entre le site Internet de la Ville d'Orléans et le réseau TC de la SEMTAO	Préparation du voyage au domicile	T	C	Étranger à l'agglomération
60	Sites Internet	Risque d'informations dispersées. Ex : un site existe sur lequel ne figure que la ligne de Tram sans référence aux lignes de Bus	Préparation du voyage au domicile	T	C	Étranger à l'agglomération
61	Sortie Train / Quai Tram	Pas de transition entre réseau SNCF et réseau SEMTAO (informations des voyageurs)	Début du trajet	S	C	Étranger à l'agglomération
62	Synoptique Bus	Il manque souvent des synoptiques dans les Bus. Ils sont parfois remplacés par des plans de lignes, mais pas systématiquement.	Préparation du trajet	S	C	Tous profils
63	Synoptique Tram	Il n'y a pas d'information sur les Bus dans le Tram (pas de plan réseau), ce qui est gênant pour revoir, vérifier ou préparer la suite d'un trajet	Préparation du trajet	S	C	Tous profils
64	Synoptique Tram	Seuls les N° de lignes en correspondance sont indiqués, sans les intitulés des destinations, ce qui est peu explicite	Préparation du trajet	S	C	Tous profils
65	Tram	3 stations ne sont pas accessibles aux fauteuils et signalées par une affichette près des portes : Hôpital, Meulière, Croix St Marceau	Trajet en Tram	S	C	PMRC en fauteuil
66	Tram	Fonctionnement aléatoire des annonces vocales ou des afficheurs internes	Toute étape du trajet	T	C	Tous profils
67	Voies	Ne savais pas qu'elle marchait sur les rails gazonnés du tram	Réalisation	S	C	Extérieur
68	Voyager en Tram	Certains voyageurs oublient d'acheter un billet avant de monter dans le Tram (transport local, association avec le Bus, achat du billet dans le Bus)	Achat du billet	S	C	Tous profils

Annexe 5 : Analyse du journal trafic du PCI de Grenoble

a. Evénements observés

Date d'occurrence de l'incident	Evènement	Contexte	Media de transmission	Ressources mobilisées pour la recherche de réponse	Problème soulevé
30/11/2004	Demande d'un usager pour un itinéraire vers une adresse	Usager embarqué dans un bus	Conducteur bus vers opératrice via radio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plan réseau papier 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mise en attente pour rechercher la réponse ▪ Temps de liaison radio limité à 1mn30 ▪ Mauvaise liaison radio => difficulté à saisir nom rue ▪ Besoin de localiser le véhicule appelant ▪ Réponse partielle (limitée à l'arrêt d'arrivée) ▪ Rejoint le problème d'efficience de l'information
30/11/2004	Demande d'itinéraire vers un lieu public	Usager embarqué dans un bus	Conducteur bus vers opératrice via radio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plan ville ▪ Liste des lieux publics de l'agglomération ▪ Plan réseau 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mise en attente pour rechercher la réponse ▪ Résultat : Réponse en termes d'arrêt
30/11/2004	Demande horaire d'un départ bus pour correspondance	Usager embarqué dans un bus	Conducteur bus vers opératrice via radio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fiches horaires papier 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mise en attente pour rechercher la réponse ▪ Réponse en termes d'horaire théorique de départ

Date d'occurrence de l'incident	Evènement	Contexte	Media de transmission	Ressources mobilisées pour la recherche de réponse	Problème soulevé
30/11/2004	Panne de composteur	Observé par un agent de maintenance	Agent de maintenance	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Renvoi vers les services techniques concernés 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Remontée de l'info « panne » non immédiate
30/11/2004	Perte d'objet dans un bus	Usager embarqué dans un bus	Conducteur bus vers opératrice via radio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Appel radio à tous les conducteurs 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transmission confidentielle de la réponse
30/11/2004	Perturbation du fonctionnement des tramways	Mauvaises conditions météo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agents de terrain ▪ PCC 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Remontée d'info en temps réel du terrain 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Choix du moment de diffusion de l'info aux usagers ▪ Prévission du retard ▪ Circulation des infos : terrain → régulation → services info voyageurs → usagers ▪ Temporisation ▪ Fiabilité des estimations de retards
30/11/2004	Carte bancaire bloquée dans un DAB	Usager s'adressant à un agent de terrain présent	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agent terrain via radio 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Renvoi vers les services techniques concernés 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Remontée d'une information sur un dispositif défectueux ▪ Gestion de l'info par type de problème remonté : priorité, canaux de remontée et de redirection
30/11/2004	Panne de valideur	Passage d'un agent	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agent terrain 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redondance du signalement de problème par deux canaux ▪ Délais de règlement du problème trop long

Date d'occurrence de l'incident	Evènement	Contexte	Media de transmission	Ressources mobilisées pour la recherche de réponse	Problème soulevé
30/11/2004	Recherche de personne sur le réseau	Usager embarqué dans un tramway	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conducteur via radio 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demande d'information à l'utilisateur ▪ Radio pour appel groupé à tous les conducteurs et tous les agents terrain ▪ Conducteurs sollicités pour la recherche à l'intérieur des véhicules 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Confidentialité des infos de demandes et des réponses apportées
30/11/2004	Possibles perturbations de la circulation	Difficultés de circulation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PCC 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Biva ▪ Afficheurs embarqués 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Choix des dates et fréquences de diffusion
30/11/2004	Perturbation tramway	Collision tramway/voiture	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agent terrain ▪ Conducteur 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Service d'info téléphonique ▪ Agents terrain ▪ Demande d'info au PCC 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Choix du périmètre de diffusion de l'info

b. Evénements relevés dans le journal trafic

Date d'occurrence de l'incident	Evènement	Contexte	Media de transmission	Ressources mobilisées pour la recherche de solution	Problème soulevé
22/01/2005	Déviation de ligne imprévue	Incendie dans un appartement => perturbation voirie		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agents dépêchés sur place ▪ Appel aux conducteurs via radio 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limites de l'utilisation de l'info humaine (horaires de travail des agents)
21/01/2005	Coupure de ligne tramway + pannes radio <ul style="list-style-type: none"> ▪ Limitation d'une ligne tram pendant 10mn => 35 mn de retard sur la ligne 	Incidents techniques (tramway + radio)		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Services téléphoniques ▪ Information vocale ▪ BIV ▪ Appels radio aux conducteurs 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Durée de diffusion des infos ▪ Nécessité de redondance de l'information voyageurs sur plusieurs supports

Date d'occurrence de l'incident	Evènement	Contexte	Media de transmission	Ressources mobilisées pour la recherche de solution	Problème soulevé
20/01/2005	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perturbation de la circulation ▪ Coupure de plusieurs lignes bus et tramway 	Manifestation sociale	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agents sur le terrain : info temps réel de progression du cortège + info voyageurs 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 22 agents terrain ▪ Information vocale ▪ BIV ▪ Affiches ▪ Mise à disposition de véhicules PMR pour palier les déviations ▪ Agents sur le terrain pour proposer des itinéraires de redirection ▪ Mise en place de l'info prévisionnelle 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mauvaise estimation de la taille du défilé, ▪ Changement d'itinéraire de la manif ▪ Problèmes de liaisons radio ▪ Problème de fiabilité de l'info temps réel

Date d'occurrence de l'incident	Evènement	Contexte	Media de transmission	Ressources mobilisées pour la recherche de solution	Problème soulevé
15/01/2005	Coupure de 4 lignes de bus pendant en moyenne 2h => arrêts non desservis	Manifestation sportive non prévue => blocage de 4 bus	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agent terrain pour information temps réel ▪ développement de la situation + conseils sur les mesures à prendre 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Afficheurs dans les bus des lignes concernées ▪ diffusion des terminus provisoires ▪ Agences commerciales ▪ BIV ▪ Appel aux conducteurs des lignes coupées et lignes en correspondance 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disponibilité de l'information temps réel sur les développements de la situation réelle sur le terrain ▪ Périmètre de diffusion de l'information
15/12/2004	5 lignes de bus et tramway coupées 7 lignes bus déviées	Manifestation imprévue	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Appel d'un usager au service téléphonique ▪ Appel à la police pour confirmation 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agent dépêché pour le suivi de la manif ▪ Véhicule PMR ▪ Information vocale ▪ BIV ▪ Appel radio aux conducteurs des bus déviés 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agents indisponibles pour le suivi de la manif sur le terrain ▪ Problème de liaison radio ▪ Besoin informations sur l'avancement de la manif, vitesse du défilé,...
11/12/2004	Problèmes de circulation => Coupure d'une ligne bus	Mise en place du marché de Noël	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conducteur via PCI 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agent terrain ▪ Services voirie de la mairie ▪ Affichages aux stations non desservies 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Choix des lieux de diffusion de l'information

Date d'occurrence de l'incident	Evènement	Contexte	Media de transmission	Ressources mobilisées pour la recherche de solution	Problème soulevé
11/12/2004	Coupure d'une ligne bus et déviation d'une autre pendant 16h	Manifestation festive prévue : Marché de Noël	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PCC 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BIV ▪ Appel aux conducteurs des lignes coupées/déviées ▪ Affichages aux stations non desservies ▪ Afficheurs embarqués dans les bus des lignes concernées depuis la veille : information = terminus partiels 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Choix des lieux de diffusion de l'information
8/12/2004	8 lignes tramway et bus coupées, 4 lignes bus déviées Panne des BIV et de l'information vocale à certaines stations	Manifestation revendicative prévue Sit-in imprévu sur les rails tramway	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Suivi de manifestation par agents terrain ▪ Retour sur l'efficacité des moyens d'information usagers via agents terrain 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agents terrain ▪ Information vocale ▪ BIV ▪ Véhicule PMR ▪ Information des conducteurs aux usagers 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Besoin d'information : taille de la manifestation et vitesse de progression du défilé ▪ Nécessité du PCI pour centraliser et gérer les informations

Date d'occurrence de l'incident	Evènement	Contexte	Media de transmission	Ressources mobilisées pour la recherche de solution	Problème soulevé
7/12/2004	1 ligne tramway et 1 ligne bus coupées	Manifestation revendicative prévue	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Suivi de la manifestation par agents sur le terrain, ▪ Information temps réel via radio 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agents terrain ▪ Information vocale ▪ BIV : message avant et pendant manifestation ▪ Afficheur embarqué sur toutes les lignes ; message idem BIV ▪ Véhicule PMR tenu à dispo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fiabilité des informations prévisionnelles : parcours déposé, heure de départ et de fin de manifestation, ▪ Problème de compréhension des informations (lieux de coupure des lignes) par les conducteurs
4/12/2004	Perturbation réseau	Manifestation revendicatrice prévue	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Suivi de la manifestation par agent terrain 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Information BIV : perturbation prévue (sans motif) ▪ Afficheur embarqué message idem BIV 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prévission vitesse de progression du défilé
14/11/2004	Coupure de ligne (bus bloqué) 2h	Manifestation festive prévue	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agents terrain 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agents terrain ▪ Appel conducteurs 3 lignes bus 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mauvaises données de prévission de l'évènement

Date d'occurrence de l'incident	Evènement	Contexte	Media de transmission	Ressources mobilisées pour la recherche de solution	Problème soulevé
13/11/2004	Manifestation revendicative	Manifestation revendicative 100 personnes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Information police : manifestation prévisible 3h avant la manifestation (pas d'information sur le nombre de manifestant ni itinéraire) ▪ 2 agents pour le suivi de manifestation (tête et queue de manifestation) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agents terrain (les mêmes que pour le suivi manifestation) ▪ Information vocale ▪ BIV ▪ Appel aux conducteurs ▪ Afficheurs embarqués : « réseau perturbé » puis information adaptées par ligne 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manque de personnel pour l'information voyageurs
09/11/2004	2 lignes déviées	Manifestation sportive prévue	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Déviations prévues d'après les informations de l'arrêté préfectoral ▪ Réaménagement des déviations prévues en raison de difficultés de circulation 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Appel aux conducteurs de 2 lignes ▪ Mise en place d'adhésifs aux arrêts non desservis 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modification des déviations prévues au regard des développements de la situation

Date d'occurrence de l'incident	Evènement	Contexte	Media de transmission	Ressources mobilisées pour la recherche de solution	Problème soulevé
07/11/2004	1 ligne de bus coupée	Manifestation festive non signalée au PCI		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Appel aux conducteurs de 2 lignes ▪ Mise en place d'adhésifs aux arrêts non desservis 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perturbations ponctuelles : stationnements gênants, fortes densités de piétons gênant la circulation des véhicules
21/10/2004	Coupure de 9 lignes de bus et tramway 2 lignes de bus déviées	Manifestation revendicative prévue mais aucune donnée parvenue au PCI jusqu'au matin de la manifestation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 agent pour le suivi manifestation 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 20 agents sur le terrain ▪ IV : message sur les coupures des lignes tramway ▪ BIV : message actualisé en fonction de la situation des coupures 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Données sur la manifestation reçues trop tard ▪ Paramètres de perturbation fluctuants (nombre de personnes, parcours, gêne occasionnée,...) ▪ Temps de présence des agents sur le terrain pour l'information voyageur ▪ Temps de diffusion et d'actualisation des messages sur Information Vocale ou BIV ▪ Nécessité d'une base de données sur les événements incidentels afin d'anticiper en cas de manque d'information

