



HAL
open science

AGENPERSO : Interface homme-machine à base d'AGENTS Logiciels PERSONNELS d'information aux usagers des TC

Christelle Petit-Rozé, Abdouroihamane Anli, Emmanuelle Grislin-Le
Strugeon, Mourad Abed, Christophe Kolski

► To cite this version:

Christelle Petit-Rozé, Abdouroihamane Anli, Emmanuelle Grislin-Le Strugeon, Mourad Abed, Christophe Kolski. AGENPERSO : Interface homme-machine à base d'AGENTS Logiciels PERSONNELS d'information aux usagers des TC. [Rapport de recherche] Université de valenciennes et du Hainaut-Cambrésis; LAMIH, Valenciennes. 2003. hal-03485062

HAL Id: hal-03485062

<https://uphf.hal.science/hal-03485062v1>

Submitted on 14 Feb 2024

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.



PREDIT 1996-2000
MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT
DIRECTION DES TRANSPORTS TERRESTRES

Dossier DTT 2001-0105 – Décision de subvention du

AGENPERSO
Interfaces Homme-Machine à base d'AGENTS logiciels
PERSONNELS d'information aux usagers des TC

Auteurs :

C. Petit-Rozé, A. Anli, E. Grislin-Le Strugeon, M. Abed, C. Kolski (LAMIH)

En relation avec :

G. Uster (INRETS), O. Walbecq et M. Zidi (ARCHIMED)



Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis
Le Mont Houy, F-59313 Valenciennes cedex 9
Fax : 03.27.51.13.16



Table des Matières

1	Introduction.....	3
1.1	Dates.....	3
1.2	Intervenants.....	3
1.3	Objectif.....	3
2	Problématique de l'information aux usagers.....	5
2.1	L'information multimodale.....	5
2.2	Information lors de la préparation au déplacement.....	6
2.2.1	Les systèmes d'information transport.....	6
2.2.2	Les systèmes d'information monomodale.....	6
2.2.3	Les systèmes d'information multimodale mono-exploitant.....	6
2.2.4	Les systèmes d'information multimodale multi-exploitant.....	6
2.3	Information en cours de déplacement.....	7
2.4	Conclusion.....	7
3	Modèles utiles à la conception d'un système d'information personnalisée.....	8
3.1	Un système d'information basé sur un système multi-agents.....	8
3.1.1	Agent intelligent.....	8
3.1.2	Caractéristiques des agents intelligents.....	9
3.1.3	Rôle des agents du système multi-agents à la base du démonstrateur.....	11
3.1.4	Processus de personnalisation.....	13
3.2	Modélisation de l'utilisateur.....	14
3.2.1	Modélisation des utilisateurs.....	14
3.2.2	Modélisation des tâches, de l'activité cognitive et des actions de l'utilisateur.....	16
3.2.3	Méthodes et modèles orientés données.....	22
3.3	Conclusion sur les modèles étudiés.....	25
4	Conception et réalisation d'un démonstrateur d'IHM à base d'agents logiciels personnels d'information aux usagers des transports terrestres.....	26
4.1	Architecture du système d'information multimodale (SIM).....	26
4.2	Le modèle utilisateur.....	27
4.3	La gestion des modèles par les agents.....	29
4.4	Les interfaces du système d'information personnalisée.....	32
5	Conclusions et perspectives.....	36
6	Bibliographie.....	37
	Annexe 1 : Exemple de modèle utilisateur.....	44
	Annexe 2 : Principaux sigles utilisés.....	48

1 Introduction

Ce rapport présente le travail effectué dans le cadre du projet PREDIT intitulé « Interface Homme-Machine à base d'AGENTS logiciels PERSONNELS d'information aux usagers des TC » (AGENPERSO).

1.1 Dates

Date de notification de l'arrêté par le Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement : 22 Juin 2001, projet prévu sur une durée de 15 mois.

1.2 Intervenants

Les personnes suivantes ont participé à ce projet :

Équipe d'encadrement : Christophe KOLSKI (professeur), Mourad ABED et Emmanuelle GRISLIN-LE STRUGEON (Maîtres de Conférences) ;

Doctorante : Christelle PETIT-ROZÉ ;

Stagiaire : Abdouroïhamane ANLI, étudiant en D.E.A. à Valenciennes de septembre 2001 à juillet 2002 ;

Partenaire : société Archimed (Lille) représentée par Mongi ZIDI et Olivier WALBECQ.

Ces acteurs ont travaillé en relation avec Guillaume USTER (INRETS-ESTAS, Villeneuve d'Ascq).

Nous avons aussi fait travailler sur ce projet plusieurs étudiants de niveau Bac+4 et Bac+5, en projet ou stage en laboratoire de recherche.

1.3 Objectif

Dans le domaine des transports, et comme le soulignait la LOTI (Loi d'Orientation des Transports Intérieurs) dès 1982, l'avenir devra être au « développement harmonieux et complémentaire des divers modes de transport ».

L'information multimodale est vraisemblablement un des outils pour atteindre ce but idéal. Si « éclairer le choix modal » et « faciliter l'usage des réseaux » sont les objectifs assignés à un système d'information multimodale, il n'en demeure pas moins que l'idée principale reste la mise à disposition auprès des usagers, et de manière simple, de « signaux chauds » (selon une étude de Marc Gilles Consultants [Mar97]).

Au travers de ce terme, on entrevoit la réalité d'une aide au déplacement par la pertinence de l'information délivrée. L'utilisateur des transports ne souhaite en effet avoir à disposition que peu d'informations, juste celles qui l'intéressent directement. Un « système d'information », comme son nom l'indique, est destiné à fournir de l'information à un utilisateur. En fait, il devrait, idéalement, permettre à l'utilisateur de récupérer de l'*information* à partir de *données* auxquelles a accès le système.

Or, cette transformation des données en information, à savoir cette plus-value apportée aux données qui sont triées, classées, validées et personnalisées, est bien souvent négligeable : le système laisse à l'utilisateur la charge de retrouver l'information qui l'intéresse dans la masse de données qui lui est fournie.

Nous essayons de remédier à cela dans le contexte de l'information aux usagers. En particulier, notre objectif est, d'une part, d'aider l'utilisateur dans sa démarche de recherche d'informations et, d'autre part, de lui fournir un résultat personnalisé, et non une large diffusion de toutes les informations disponibles. Personnaliser l'information consiste à présenter toute l'information nécessaire et uniquement l'information nécessaire en fonction de son destinataire.

À partir de ces contraintes fortes se dessine le rôle primordial des interfaces homme-machine qu'il convient d'imaginer et de développer pour, à partir de la masse d'informations disparates, ne présenter à un individu unique que celle qui réduira son incertitude et sera adaptée à ses préférences (en terme de coût, de durée, de mobilité, etc.).

L'objectif du projet présenté ici est donc de définir et de réaliser des maquettes d'interfaces homme-machine offrant des services personnalisés d'information multimodale et basés sur des agents logiciels intelligents.

La partie 2 de ce rapport pose la problématique du sujet, c'est-à-dire la définition d'un système d'information multimodale, ses fonctionnalités, son fonctionnement.

La partie 3 consiste en une étude, réalisée dans le domaine des Systèmes Multi-Agents (SMA) et de l'interaction homme-machine, visant à faire ressortir des principes de modélisation des utilisateurs pour la conception d'un système d'information *personnalisée*.

La partie 4 présente l'architecture et le fonctionnement de la première version du système d'information *personnalisée* visé, tout en faisant ressortir les interfaces homme-machine réalisées. Ceci fait office pour nous de démonstrateur de l'approche visée.

Enfin, la dernière partie fournit des conclusions et un ensemble de perspectives.

2 Problématique de l'information aux usagers

D'une manière générale, l'information transport attachée à un déplacement est une demande forte des usagers :

« Comment se rendre d'un point A à un point B ?

Par quel mode de transport ?

En combien de temps ?

A quel coût ?

Quels titres de transport acheter ? » sont quelques-unes des questions récurrentes.

2.1 L'information multimodale

Lorsque cette information se décline autour du chaînage de modes de transports individuels et/ou collectifs, elle est appelée information multimodale. Ses buts sont [Ust98]:

- d'éclairer le choix modal en donnant aux usagers des informations pertinentes sur l'offre globale des transports, leur permettant de choisir le meilleur mode compte tenu de leurs contraintes personnelles (choix modal, temps du déplacement, tarifs ...),
- de faciliter l'usage des réseaux en les accompagnant tout au long de leur déplacement en avertissant en temps réel le client d'une modification du plan de voyage (changement de transport, modification de l'heure de la correspondance ...) due à un événement extérieur au trafic ou à une perturbation du trafic.

De manière très simple, un système d'information multimodale (SIM) peut être vu comme un « guichet unique » pour tout ce qui a trait au transport avec lequel l'utilisateur définit ses préférences en terme de choix modal et qui en retour offre un plan de voyage en fonction des choix donnés.

Le SIM est destiné avant tout à préparer un voyage, c'est-à-dire donner aux voyageurs la suite chronologique des moyens de transport à utiliser ainsi que leurs horaires de manière personnalisée. En effet, ce système peut répondre aux besoins des utilisateurs mais en plus, leur apporter l'information la plus proche de leurs attentes et par conséquent la personnaliser. Le principal intérêt d'un tel système est de l'utiliser comme une passerelle entre un motif de déplacement et un utilisateur.

Actuellement, il existe différents supports pour diffuser des informations multimodales [Inf98] : bornes interactives dans les lieux publics [Ram99], panneaux d'affichage électronique en station, PC ou terminaux reliés à Internet, le Minitel, les terminaux portables (dans cette dernière catégorie, nous avons actuellement principalement les téléphones mobiles et les PDA). Selon le moment où l'utilisateur veut de l'information, il utilisera l'un ou l'autre des supports.

2.2 Information lors de la préparation au déplacement

Avant son déplacement, le voyageur a besoin d'informations accessibles depuis son domicile ou son lieu de travail. Jusqu'à présent, les seuls systèmes d'informations disponibles chez soi sont les serveurs Minitel et les sites Internet.

Les systèmes peuvent être classés selon les types d'information qu'ils fournissent. Quatre types se distinguent à ce sujet : les systèmes d'information transport, les systèmes d'information monomodale, les systèmes d'information multimodale mono-exploitant et les systèmes d'information multimodale multi-exploitant.

2.2.1 Les systèmes d'information transport

Nous entendons par systèmes d'information transport, des systèmes ne fournissant que des informations statiques (horaires, stations...).

De nombreux sites sur les transports publics (français ou étranger) fournissent uniquement les horaires ou les tarifs mais ne proposent pas de calculer un voyage pour l'utilisateur.

Ces systèmes n'offrent aucun service supplémentaire aux utilisateurs.

2.2.2 Les systèmes d'information monomodale

Cette catégorie concerne la majorité des systèmes d'information transport actuels. Il s'agit de systèmes dédiés exclusivement à un seul exploitant ne gérant qu'un seul mode de transport.

Ces systèmes offrent la possibilité de planifier un itinéraire en empruntant uniquement le mode de transport concerné. Notons à titre d'exemple le site de la SNCF.

2.2.3 Les systèmes d'information multimodale mono-exploitant

Cette catégorie rassemble tous les exploitants gérant plusieurs modes de transport. Contrairement au cas précédent, ces systèmes proposent un service de recherche d'itinéraire capable de tenir compte des différents modes de transport proposés.

La RATP, avec son système PIVI permet aux utilisateurs de définir un itinéraire d'adresse à adresse en Ile-de-France. Le site des transports en commun de Lyon offre ce même service.

2.2.4 Les systèmes d'information multimodale multi-exploitant

Enfin, cette catégorie semble la plus complète de toutes ; elle regroupe plusieurs exploitants d'un même secteur. Ceci permet à l'utilisateur d'obtenir un véritable plan de voyage sans devoir vérifier auprès des autres exploitants l'existence d'un autre trajet. Les différentes combinaisons sont calculées par un même système.

Ce type de système fonctionne à Marseille avec le système LePilote. Ce site a été développé dans le cadre du projet européen CONTACT, dont l'objectif était de permettre aux voyageurs urbains de consulter de l'information multimodale de mobilité, à partir de leur domicile, leur bureau ou dans la rue, en utilisant une carte permettant d'obtenir et de payer des produits liés à leur déplacement

A l'étranger, plusieurs sites de ce type commencent à être opérationnels. Citons entre autres le site des transports genevois ou encore le projet national allemand DELPHI.

Il faut savoir que des projets européens sur le thème de l'information multimodale sont en cours d'étude. Par exemple, la SNCF, avec Air France et les Aéroports de Paris, définissent un système d'information aux usagers pour des voyages intermodaux de longue distance.

2.3 Information en cours de déplacement

Tout au long du déplacement, les utilisateurs recherchent le plus possible d'informations (connaître l'arrivée du transport, connaître les retards...). Des systèmes existants permettent d'apporter de telles informations [Inf98] [Inf00].

Des panneaux d'affichage à messages variables informent les voyageurs des conditions de trafic ou des temps d'attente. On trouve essentiellement ces systèmes aux arrêts des bus, aux stations de métro, de RER, etc. À la RATP, par exemple, il existe des systèmes permettant de prévenir les voyageurs de l'arrivée imminente d'un RER ; aux arrêts de bus de la ville de Lille (système VISTA) existe également un système de ce type.

Un autre moyen d'avertir l'utilisateur d'un retard éventuel est celui qui a été expérimenté par la ville de Metz : le boîtier InfoBus. Il s'agit d'un terminal de radio messagerie (un pager) permettant d'informer son possesseur, en temps réel, sur les temps d'attente et les éventuelles perturbations sur le réseau de bus [Gen99].

2.4 Conclusion

L'information multimodale est un thème actuel de recherche. De nombreuses études s'effectuent de manière à mieux concevoir les systèmes ; certaines portent notamment sur les besoins des utilisateurs [Con96] [Lec00]. Cependant, il est actuellement difficile de trouver un système fournissant à la fois la possibilité de planifier son itinéraire en tenant compte de tous les modes de transport possibles et des critères fournis par l'utilisateur, et accompagnant l'utilisateur tout au long de son déplacement.

Nous nous sommes focalisés sur *l'information multimodale et multi-exploitant*, préparatoire au déplacement, en incluant toutefois les modifications éventuelles sur ce parcours et qui seraient dûes aux changements affectant les différents modes de transports (par exemple, une modification d'horaire, une ligne interrompue ou une annonce de grève).

En résumé, le système d'information personnalisée doit permettre de répondre aux besoins suivants :

- l'assistance à l'utilisateur (l'utilisateur) à la fois dans la communication de sa demande d'information et dans la récupération des résultats fournis par le système ;
- la recherche des données répondant à cette requête précise ;
- le filtrage et l'intégration des données en tant que solutions répondant au besoin de cet utilisateur spécifique.

Les modèles utilisés afin de concevoir un système présentant ces fonctionnalités sont proposés en partie suivante.

3 Modèles utiles à la conception d'un système d'information personnalisée

Le but de nos travaux est d'obtenir un système comportant des interfaces adaptées à l'information présentée.

La manière choisie pour obtenir des interfaces dites "intelligentes" (au sens de l'intelligence artificielle ; voir à ce sujet [Skm93] ou [Höö00]) est de baser le système d'information sur un système multi-agents [Roz00].

Dans une première partie, nous énonçons les possibilités offertes par les agents logiciels intelligents et leur organisation au sein du système d'information personnalisée. Puis dans une seconde partie, nous présentons une étude des modèles utilisateur existants, avant de conclure sur les choix effectués dans ce domaine.

3.1 Un système d'information basé sur un système multi-agents

Un système multi-agents est composé d'un ensemble d'agents capables de communiquer et de négocier afin de résoudre une tâche commune [Fer95].

Dans notre cas, les tâches principales sont :

- satisfaire la requête d'un utilisateur : ceci consiste à récupérer les données et les traiter afin de proposer une information pertinente,
- gérer les profils des utilisateurs : en apprenant le plus de connaissances sur les utilisateurs, en les classant et les analysant.

3.1.1 Agent intelligent

On appelle *agent intelligent* un système informatique qui existe dans un environnement complexe et dynamique, perçoit et agit de façon autonome dans cet environnement, et de ce fait réalise un jeu d'objectifs et de tâches pour lequel il est conçu [Mae94].

Les agents intelligents sont issus du croisement des trois domaines suivants : l'intelligence artificielle, le génie logiciel et l'Interaction Homme-Machine. Chacun apportant des compétences particulières aux agents [Gri01]. Deux chercheurs de l'INRIA ont défini, dans [Lab93], le terme *agent intelligent* comme une entité logique capable d'agir sur elle-même, ou sur son environnement, pouvant communiquer avec d'autres agents et se comportant en fonction de ses connaissances, de ses compétences, de ses observations ou de ses interactions avec l'extérieur, en vue de poursuivre un objectif individuel. Il existe toute une palette d'agents suivant leur niveau de qualification fonctionnelle ou leur usage.

3.1.2 Caractéristiques des agents intelligents

Les agents sont des programmes capables de percevoir leur environnement (recevoir des données), d'agir sur leur environnement (envoyer des données) et ce en fonction de leurs objectifs suite à un raisonnement.

Ils montrent ainsi certaines capacités décrites ci-dessous.

Intentionnalité

Un agent intentionnel est guidé par ses buts. L'agent a donc la volonté d'atteindre un but ou d'effectuer une action et cette volonté (intention) est représentée explicitement (voir à ce propos [Coh90] [Erc91]). L'agent intentionnel construit donc des plans pour atteindre des buts explicites. Par exemple : Un agent possède le but B suivant : Connaître T, la tranche d'âge de l'utilisateur U.

La réalisation d'un agent intentionnel supposera donc de représenter ses buts, classés généralement en buts, sous-but... Par exemple : B1 = Connaître l'âge A de l'utilisateur U.

Rationalité

Un agent rationnel suit le principe suivant : « Si un agent sait qu'une de ses actions lui permet d'atteindre un de ses buts, il la sélectionne. » [New82].

L'agent a la volonté d'atteindre un but ; son comportement est cohérent avec cette intention : il y a une raison à chacune de ses actions. Il peut donc justifier ses résultats en fonction de ses méthodes [Lab93]. Par exemple : L'agent X accomplit l'action A parce qu'il veut obtenir l'effet E.

La mise en oeuvre de ce principe au sein d'un agent est généralement réalisée par la planification : l'agent possède un but prioritaire qu'il décompose en sous-but jusqu'à un ensemble de buts "primitifs" pour lesquels il dispose des moyens d'actions nécessaires à leurs réalisations.

Par exemple : l'agent veut classer U dans une tranche d'âge T.

Il sait que "classer U" peut être remplacé par « Connaître l'âge A de U » puis « Trouver Ti tel que A Ti » et « Connaître l'âge A de U » = « Connaître la date de naissance de U » puis « Calculer la différence avec la date actuelle ». D'où l'action : « Demander la date de naissance de U ».

Adaptabilité

Un agent adaptatif est capable de contrôler son comportement, ses communications selon l'agent avec lequel il interagit. Cet agent contrôle ses activités de perception, de communication, d'action et de raisonnement et peut modifier ses connaissances [Lab93] [Fer95].

L'adaptation peut intervenir à différents degrés (faible ou forte adaptation) et ne concerne généralement que certains aspects du comportement.

Autonomie

L'autonomie permet aux agents intelligents de travailler seuls, sans l'aide de l'utilisateur. Il existe différents degrés dans l'autonomie [Cas 95]. Un agent autonome peut opérer, non seulement en parallèle avec l'utilisateur, mais surtout de sa propre initiative (sans demande explicite de l'utilisateur).

Par exemple : L'agent estime que l'utilisateur a besoin d'un certain résultat et effectue les actions nécessaires à l'obtention de ce résultat sans que l'utilisateur intervienne.

Assistance

Le document [Bea94] présente les principales fonctionnalités offertes par les agents en terme d'assistance : filtrage de données, adaptation de l'interface, support à l'exécution de tâches, etc. Ces agents portent parfois des dénominations différentes (agents assistants, agents utilisateur, agents guides, par exemple) mais leur fonction principale s'avère identique : assister l'utilisateur dans la réalisation de sa tâche en offrant des services de manière autonome, c'est-à-dire sans que l'utilisateur doive en formuler la demande.

Sheila B. Banks *et al.* [Ban97] pensent que les agents intelligents permettront de réduire la complexité des interfaces et de rendre plus efficace le travail de l'utilisateur.

Les agents d'interface sont, d'après Charles Rich [Ric96], des agents qui interagissent avec des programmes d'applications partagées à travers une même interface de manière à observer l'utilisateur. Ce sont en quelques sortes des « robots » dont les senseurs et les effecteurs sont les capacités d'entrée et de sortie de l'interface. L'agent peut observer les actions de l'utilisateur sur l'interface et faire des modifications sur les objets de l'interface affichés à l'écran. Il surveille les actions de l'utilisateur sur de longues périodes, repère des schémas et propose de les automatiser. Ils sont donc d'après Yezdi Lashkari *et al.* [Las97] des systèmes semi-intelligents qui assistent l'utilisateur avec des tâches quotidiennes. Avant de pouvoir les utiliser, ces agents ont besoin de suffisamment de temps et sont limités aux situations qu'ils connaissent.

Ces agents sont parfois représentés anthropomorphiquement par un visage sur l'écran. Des études ont été menées sur les effets d'une représentation de l'agent par un humain. L'article [Kol98] insiste sur le fait que l'apparence n'apporte rien en soi pour l'utilisateur mais ce sont les compétences de l'agent qui comptent. La classification de l'article [Lie97] détermine une classe à part entière pour les agents anthropomorphiques. Ce sont des agents qui imitent la forme humaine essentiellement par un visage et des expressions.

En règle générale, on souligne qu'un agent d'interface ne serait pas d'une grande aide s'il fallait toujours que l'utilisateur lui donne des instructions très explicites. Il serait préférable d'avoir un assistant qui pourrait agir de manière indépendante et surtout simultanément par rapport à l'utilisateur.

Communicabilité

La communication donne aux agents de nombreuses possibilités. La communication permet de synchroniser les actions des agents, de résoudre les conflits de ressources et de buts par la négociation, de coopérer. Les agents échangent des connaissances et des savoir-faire. L'envoi d'information peut se faire d'un agent vers un autre agent précis ou par diffusion à des groupes d'agents, en réponse à une requête ou non.

Mobilité

La mobilité est une autre caractéristique possible pour un agent. Les agents mobiles font références à des programmes capables de migrer sur un réseau informatique et d'agir au nom de l'utilisateur ou d'une autre entité [Fug98] [Gra00]. Les tâches pour lesquelles ces agents sont utiles sont des essentiellement

des tâches de veille sur le réseau (l'agent déclenche des actions en fonction des événements et prévient l'utilisateur) et de réalisation d'interactions avec des serveurs (par exemple, de la collecte de données).

De par leurs capacités d'autonomie, de coopération et d'adaptation à leurs environnements, les agents fournissent ainsi des comportements particulièrement adaptés aux systèmes d'information personnalisée. En effet, ils peuvent démontrer des capacités de raisonnement, d'adaptation à la demande, d'assistance, de communication et de mobilité, éléments nécessaires à l'objectif d'adéquation de l'information à chacun des utilisateurs du système. Ces raisons nous ont amené à baser notre système d'information personnalisée sur une architecture multi-agents. Les rôles des principaux types d'agents composant celle-ci sont décrits maintenant. L'architecture sera quant à elle décrite dans la partie 4.

3.1.3 Rôle des agents du système multi-agents à la base du démonstrateur

A partir des fonctionnalités nécessaires au système AgenPerso et ce qu'il est possible de réaliser à l'aide des agents logiciels intelligents, nous avons conçu une répartition des rôles parmi les agents du système.

Chacune des fonctionnalités définies pour le système peut être réalisée à l'aide d'un ensemble précis de compétences et de connaissances appropriées. En conséquence, nous avons distingué quatre catégories d'agents [Pet00], chaque catégorie correspondant à un rôle différent dans le système.

La première catégorie représente **les assistants**. Ces agents restent à l'écoute des utilisateurs et mettent en forme leurs requêtes avant de les soumettre au reste du système. La seconde catégorie représente **les apprenants**. Ces agents sont responsables des profils de chaque utilisateur. La troisième catégorie représente **les chercheurs de données**. Ces agents récupèrent les horaires de transport. Et la dernière catégorie représente **les coordinateurs**. Ces derniers sont responsables du bon fonctionnement de l'ensemble et du choix de la solution à proposer à l'utilisateur.

La figure 1 illustre les quatre rôles ainsi que les interactions entre ces rôles.

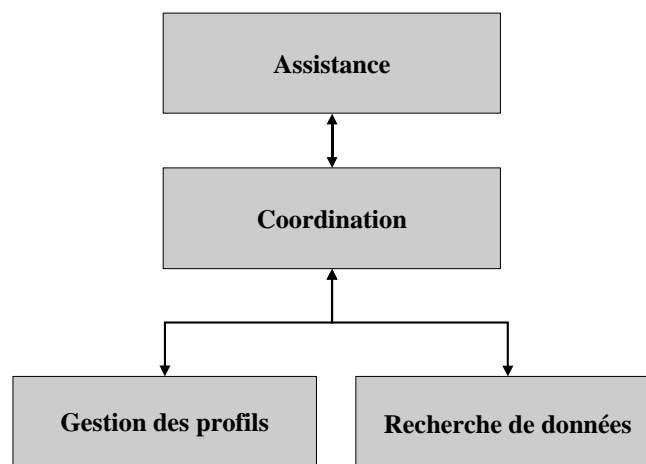


Figure 1 : Vue globale des quatre rôles

La suite de ce paragraphe décrit chaque rôle ; leurs compétences sont résumées par la figure 2.

L'assistance

Un agent de ce rôle est le seul à se trouver confronté à l'utilisateur.

Il récupère la demande de l'utilisateur et la transmet au reste du système. Une fois traitée, la demande est retransmise aux assistants afin de la proposer à l'utilisateur concerné.

Les qualités requises pour satisfaire au mieux ce rôle sont la sociabilité (étant donné que ce rôle sert de médiateur entre l'utilisateur et le reste du système) et l'autonomie (afin de répondre plus rapidement aux utilisateurs). Pour cela, nous avons doté les agents de capacités de communication et d'autonomie. Nous les avons également muni de connaissances adaptées à leur rôle.

Notons que tous les agents du système s'échangent des informations sous la forme de document XML¹.

La recherche de données

Ce rôle est primordial dans tout système d'information. Selon le type de système créé, les données sont centralisées ou distribuées et les bases sont homogènes ou hétérogènes.

En fonction du type de données et de bases, nous dotons les agents de mobilité ou non. Ces agents agissent sur simple demande de l'agent coordinateur (rôle situé au centre de la figure 1).

La gestion des profils

Ce troisième rôle est important dans la conception de systèmes d'information personnalisée. Ce rôle a un double objectif :

- récupérer les connaissances sur les utilisateurs,
- gérer les connaissances sur les utilisateurs.

Le second objectif correspond au moteur d'inférence du modèle utilisateur. Tandis que le premier s'apparente davantage aux agents dits « apprenants ». En effet, ces agents observent le comportement de l'utilisateur, déduisent des informations à partir des différentes connaissances sur l'utilisateur, apprennent les préférences de l'utilisateur en terme d'informations et d'interfaces.

Nous avons donc doté ces agents d'autonomie et de capacités d'apprentissage et de communication.

La coordination

Ce dernier rôle, comme son nom l'indique, permet de coordonner les autres. Il se situe au milieu des autres rôles. Il a pour but de superviser le traitement d'une requête.

Pour satisfaire ce rôle, il faut savoir gérer les conflits et prendre des décisions (choisir les meilleurs données en fonction de la requête et de l'utilisateur). Pour cela, nous avons doté les agents de capacités de coordination et de compétences leur permettant de prendre des décisions plus aisément.

La figure 2 compare les quatre types d'agents en terme de mobilité, d'interaction et de cognition.

¹ eXtensible Markup Language

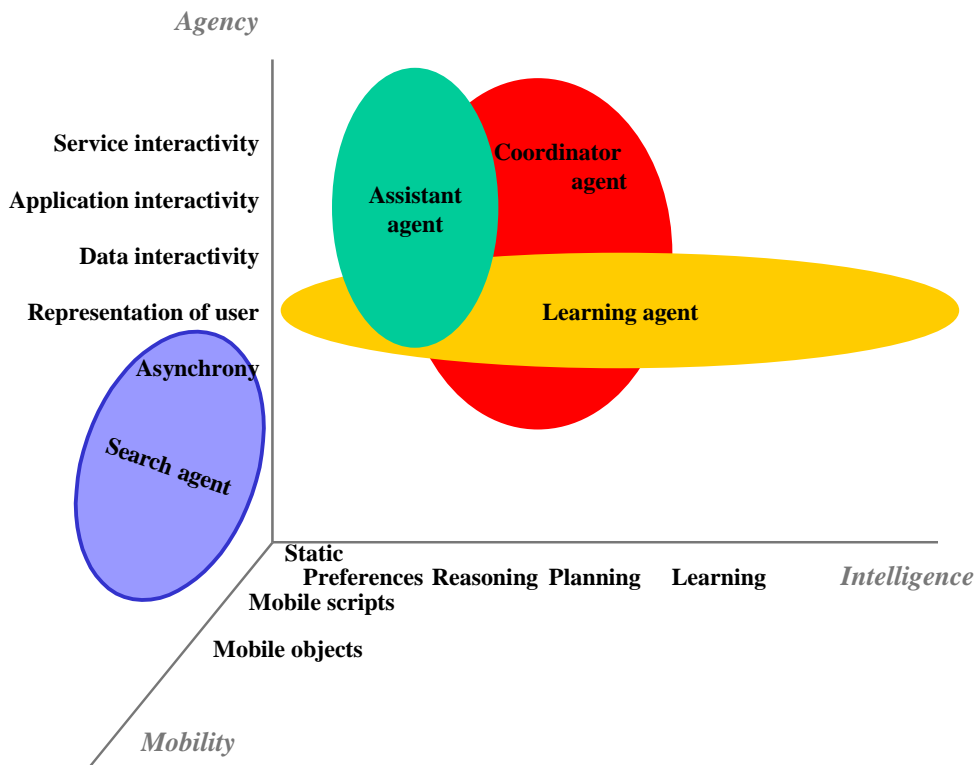


Figure 2 : Caractéristiques des agents selon la typologie de Gilbert et al. adaptée par [Bra97]

3.1.4 Processus de personnalisation

D'une manière très schématique, le fonctionnement attendu du système est le suivant :

- Un client qui désire obtenir un plan de voyage se connecte à un SIM, et par l'intermédiaire de son interface Homme-Machine répond à quelques questions qui permettront à un agent intelligent A (agent assistant) de mieux cerner sa demande. Ensuite, l'agent A dépose la demande pour qu'un agent B (agent coordinateur) puisse la traiter.
- Ce dernier analyse la requête et demande aux deux autres types d'agents les informations nécessaires pour répondre. Les agents de recherche de données fournissent les données transport, et les agents de gestion de profil fournissent un extrait du profil de l'utilisateur.
- Puis, à l'aide d'une heuristique pour le calcul d'itinéraire, l'agent B détermine le trajet le mieux adapté ou un ensemble de propositions de trajets ordonnés selon les attentes du client.
- Le résultat est ensuite proposé au client sous forme d'un tableau récapitulatif, d'une carte et/ou d'un autre média.

Afin de concevoir le système, une partie du travail a concerné la modélisation de l'utilisateur, à savoir comment représenter l'utilisateur dans le système.

3.2 Modélisation de l'utilisateur

Une étude bibliographique a été réalisée afin d'obtenir une vue d'ensemble des modèles et méthodes de modélisation des utilisateurs existants.

3.2.1 Modélisation des utilisateurs

Le modèle utilisateur peut être vu comme « l'image que le système informatique a de l'utilisateur » [All97].

J. Kay [Kay01] définit le modèle utilisateur comme une combinaison du modèle utilisateur construit par l'utilisateur lui-même et celui du programmeur (cf. figure 3). Ces deux modèles sont construits en prenant en compte le contexte par rapport au monde réel et, les connaissances, les préférences et les buts de l'utilisateur et du programmeur. Ces modèles sont souvent appelés modèles mentaux.

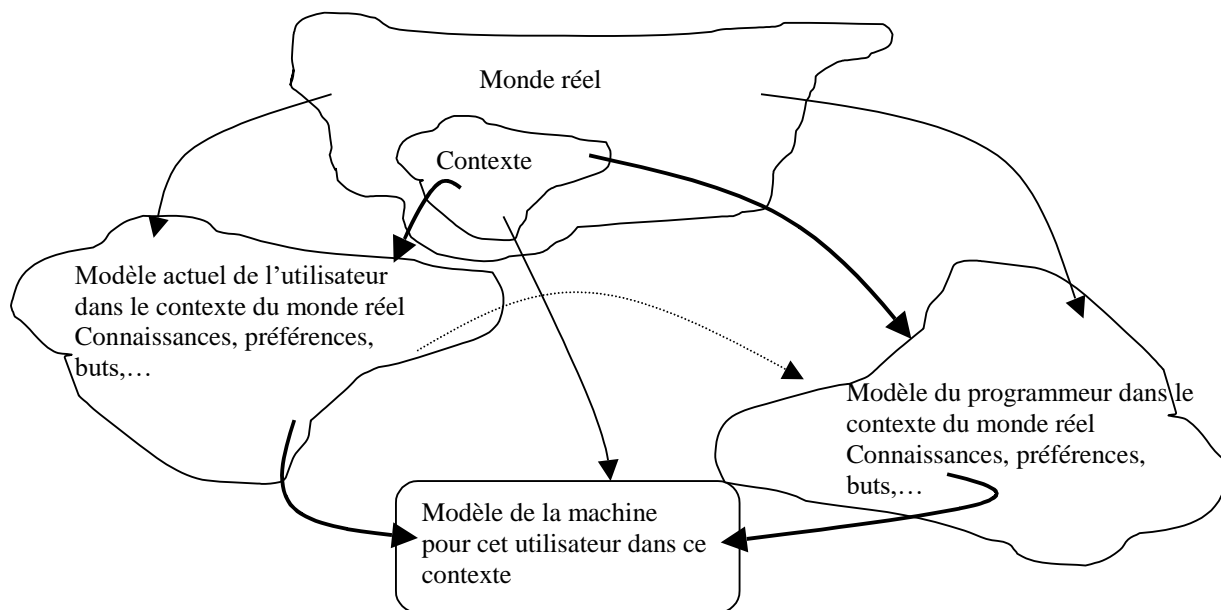


Figure 3 : Modèle utilisateur [Kay01]

La personnalisation prend une place prépondérante dans les systèmes interactifs actuels. Face à l'enjeu que représente l'accès aux informations personnalisées, l'objectif est de faire émerger des méthodes, modèles et outils permettant la conception, la construction et l'évaluation de systèmes interactifs adaptés à leurs utilisateurs et de façon plus général à leurs environnements d'usage.

Les buts suivants ont été identifiés par [Jam97] pour la modélisation de l'utilisateur :

- aider l'utilisateur à trouver l'information,
- personnaliser la présentation de l'information par rapport à l'utilisateur,

- adapter une interface à l'utilisateur,
- choisir les interventions appropriées,
- donner à l'utilisateur un retour d'information par rapport à ses connaissances,
- supporter la collaboration,
- prédire les comportements futurs de l'utilisateur.

À ces buts, nous en ajoutons un dernier : *fournir à l'utilisateur une information pertinente et personnalisée.*

[Kay01] distingue trois axes principaux selon lesquels un modèle utilisateur peut contribuer à la personnalisation. Ils sont illustrés dans la figure 4, où les double-lignes verticales délimitent l'interaction entre l'utilisateur et un système :

- La première flèche horizontale indique une action de l'utilisateur sur l'interface. Cette action peut être réalisée par l'intermédiaire des périphériques disponibles : une action de la souris, une frappe sur le clavier, le discours de l'utilisateur via un système d'entrée audio, etc. Le modèle utilisateur peut apporter une assistance dans l'interprétation des informations. Par exemple, si l'entrée de l'utilisateur est ambiguë, le modèle utilisateur peut rendre le système capable de clarifier cette entrée.
- La deuxième flèche horizontale indique les actions du système sur l'interface. Ces actions peuvent être contrôlées par le modèle utilisateur pour améliorer la qualité de l'interaction. Par exemple, certains systèmes adaptent leurs présentations en fonction de l'utilisateur. Pour un utilisateur malvoyant, l'information sera représentée dans une police de grande taille, etc.
- Enfin, le modèle utilisateur peut diriger les actions internes du système. C'est le principal but des systèmes qui filtrent l'information pour l'utilisateur.

Chacune de ces fonctions fait l'objet d'une modélisation plus ou moins approfondie. Par exemple, le filtrage d'information peut se baser simplement sur les mots composant le titre d'un document ou analyser de façon plus détaillée le contenu de ce document.

Ces fonctions peuvent aussi, bien entendu, être combinées dans le même modèle.

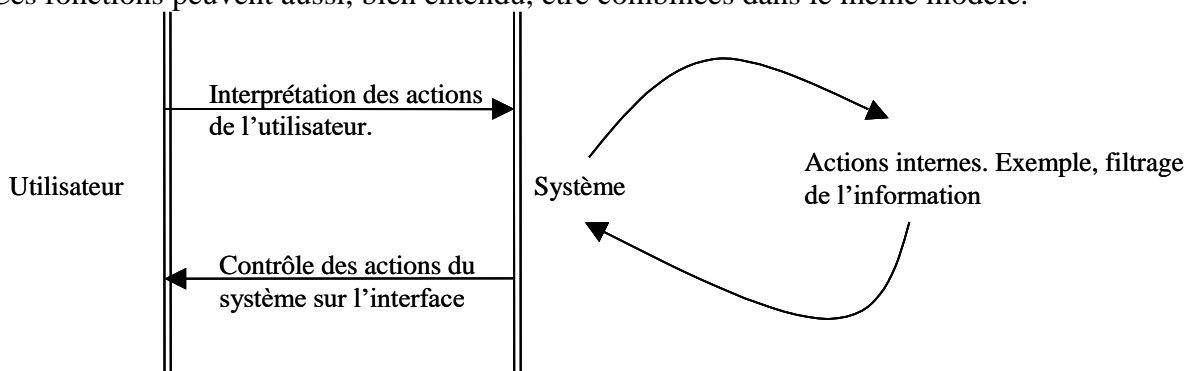


Figure 4 : Rôle du modèle utilisateur pour la personnalisation [Kay01]

Différentes techniques sont utilisées pour la modélisation des utilisateurs. Ainsi, les réseaux sémantiques permettent de structurer des documents et ainsi pouvoir effectuer un filtrage efficace de l'information, comme dans [Amb97] par exemple. Les réseaux bayesiens et la logique floue sont utilisés par [Sol98] et [Cha00] pour la généralisation de modèles à partir d'exemples, leur principal objectif étant de prévoir les centres d'intérêts en analysant les pages web visitées par l'utilisateur. [Lin97] utilise les réseaux de contraintes pour décrire les préférences de l'utilisateur par rapport à un ensemble de solutions. Le système proposé dans [Mog98] représente les pages web visitées par l'utilisateur sous forme de réseaux de neurones.

Parmi les méthodes, modèles et systèmes étudiés, une distinction peut s'opérer entre deux catégories :

- les modèles issus du domaine de l'interaction Humain-Machine sont principalement orientés tâches et activité cognitive de l'utilisateur, dans un but de conception de systèmes interactifs facilitant la tâche de l'utilisateur ;
- les modèles issus du domaine des agents intelligents sont principalement orientés données, dans un but de filtrage de celles-ci en fonction des préférences de l'utilisateur.

Relativement au schéma ci-dessus (figure 4), les premiers concernent principalement les aspects d'interaction avec l'utilisateur représentés par les flèches horizontales, tandis que les seconds sont surtout orientés "actions internes" au système.

Détaillons à présent les modèles étudiés dans ces deux catégories.

3.2.2 Modélisation des tâches, de l'activité cognitive et des actions de l'utilisateur

Ces modèles ont pour objectif général de représenter les connaissances et processus mis en œuvre par l'utilisateur lorsqu'il se sert du système pour réaliser sa tâche. Ces modèles permettent de concevoir des interfaces destinées à faciliter les tâches utilisateurs grâce à la compréhension de leur activité cognitive et éventuellement la simulation de leurs actions.

Parmi les modèles qu'on trouve dans cette catégorie, il y a ceux qui sont orientés connaissance dont l'objectif est d'explicitier la connaissance utilisée dans une tâche à partir de la description de cette dernière. C'est le cas de TKS : Task Knowledge Structure [Joh91], [Joh99] développée à partir de travaux antérieurs sur TAKD (Task Analysis for Knowledge Descriptions) de [Joh85] : TKS a pour objectif la compréhension et l'explication de la structure de l'activité des tâches humaines ; il fournit aux concepteurs des systèmes informatiques une base pour la compréhension de la manière de concevoir des systèmes pour aider les utilisateurs. TAKD génère des descriptions de tâches, à partir de comportements orientés selon un but, qui requièrent l'exécution de certaines actions sur des objets particuliers, puis les traduit en termes de connaissances. TKS permet de décomposer la tâche en composants caractéristiques (buts, sous-buts, sous-tâches, plans, procédures, stratégies, actions et objets) des connaissances nécessaires à l'exécution de la tâche et prend en compte le rôle de l'opérateur. Il va de soi que les connaissances modélisées par ces approches sont intéressantes pour la spécification et la conception de l'interface utilisateur, mais aussi pour la conception des systèmes d'aide à la décision.

Notons que d'autres modèles issus plutôt des travaux en intelligence artificielle accordent plus d'importance à la stratégie de résolution des problèmes, exprimant le "pourquoi" de l'activité de l'acteur humain. C'est le cas, par exemple du modèle de prédiction et de simulation du comportement de l'opérateur COSIMO (COgnitive SIMulation MOdel) (cf. ci-après), des Knowledge Blocks (blocs de connaissance) [Boy89] et de KADS (Knowledge Acquisition and Design Support) [Gus94]. L'intérêt qu'apporte l'approche KADS dans le développement des systèmes interactifs (dans la plupart des cas à base de connaissance) est de considérer la machine comme un acteur coopérant à part entière dans le réalisation de la tâche, capable de participer à la tâche commune de résolution de problème et prenant éventuellement et spontanément certaines tâches de l'utilisateur humain à sa charge (voir à ce sujet [Zac95], cité dans [Bui99]).

COSIMO [Cac92], quant à lui, a pour objet de modéliser et de simuler, par un programme informatique, les caractéristiques cognitives d'un opérateur humain jugées importantes dans la genèse de certaines erreurs humaines, ainsi que des incidents et des accidents. L'architecture (cf. figure 5) comprend deux niveaux cognitifs de raisonnement et de prise de décision :

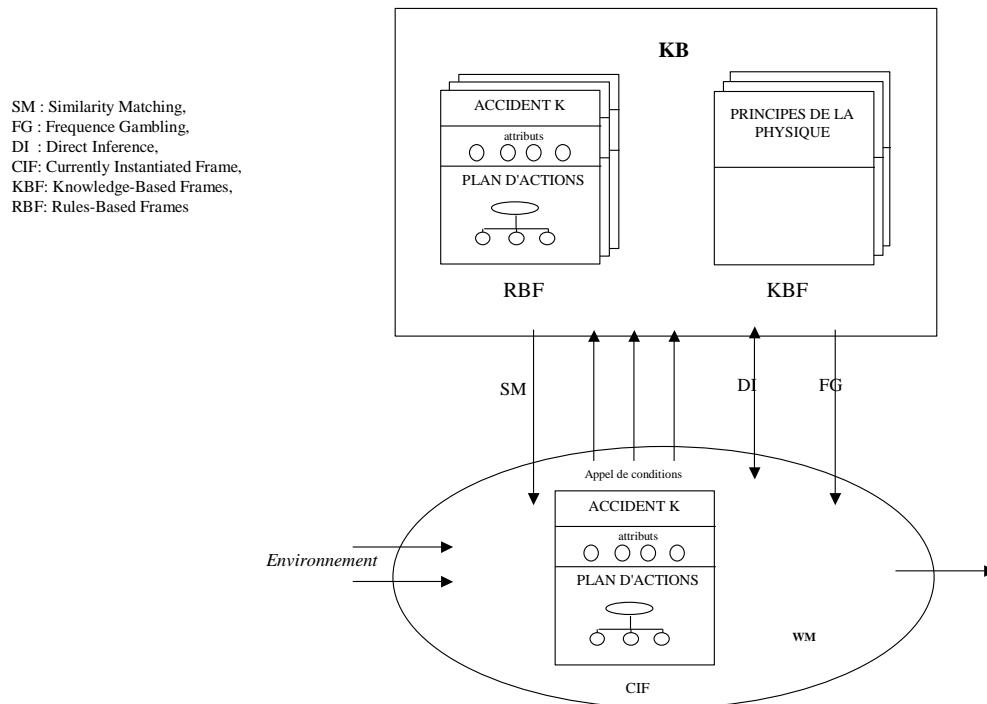


Figure 5 : Architecture COSIMO [Cac90] traduite dans [Tab01]

- le niveau « haut » permet d'exploiter les connaissances humaines en reconnaissant, en continu, les différentes situations (diagnostic) et en construisant des stratégies de supervision (planification),
- le niveau « bas » vise l'accomplissement d'une réponse préprogrammée ou d'une stratégie planifiée dans le but de satisfaire une intention clairement définie. Il s'agit ensuite pour le

modèle d'exécuter et d'optimiser la stratégie sélectionnée. Les concepts sur lesquels repose le modèle sont au niveau perceptif la « salience physique » et « la salience cognitive », et au niveau de la résolution de problèmes les concepts de « sélection par la fréquence » et « d'appariement par similarité ».

Un autre modèle intéressant est ACT-R (Adaptive Control of Thought-Rational) [And97] visant la modélisation d'une large gamme de processus à haut niveau de cognition. ACT-R distingue deux types de connaissances :

- les connaissances déclaratives, qui correspondent aux connaissances qui peuvent décrire usuellement les autres connaissances.
- les connaissances procédurales, celles que nous affichons dans notre comportement mais dont nous ne sommes pas conscients.

Le modèle de Rasmussen [Ras86] (voir aussi [Hoc98]), quant à lui, propose une échelle décisionnelle comprenant plusieurs phases de traitement d'informations. Le modèle de Rasmussen distingue trois types de comportements (cf. figure 6) :

- basé sur l'habileté (skill based behaviour) où l'opérateur exécute de façon quasi-réflexe des actions correctrices en réponse à des informations perçues sous forme de signaux. Il passe alors de l'étape d'activation/détection à l'étape d'exécution d'une procédure.
- basé sur les règles (rule based behaviour) où l'utilisateur, lorsqu'il est face à une situation familière ou préplanifiée, applique un ensemble de règles pour identifier l'état du système et choisir la procédure de reprise appropriée.
- basé sur la connaissance (knowledge based behavior) lorsque l'utilisateur est face à des situations nouvelles ou imprévues. Il suit alors toutes les étapes de la démarche décisionnelle.

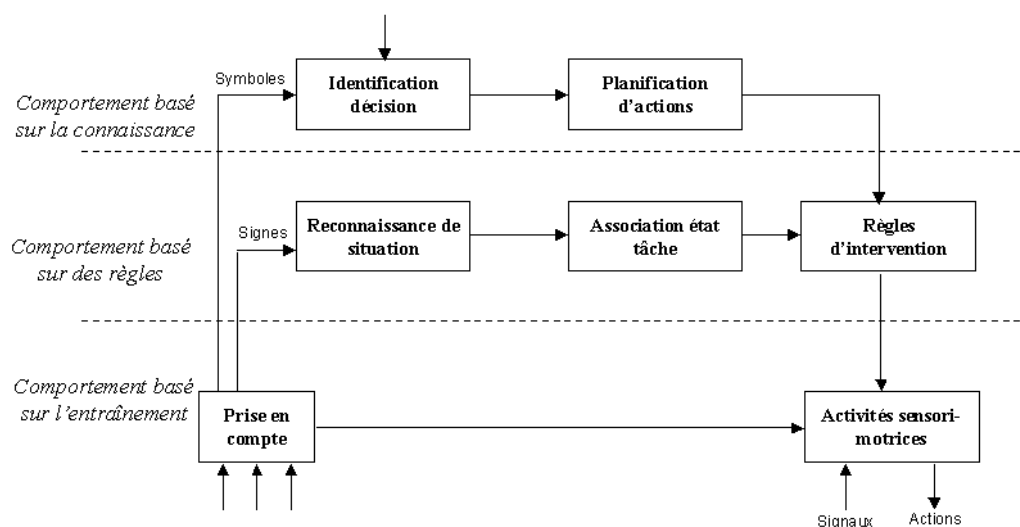


Figure 6 : Types de comportements possibles lors d'une résolution de problème [Ras83]

D'autres modèles sont plus portés sur l'organisation de la tâche et son environnement complexe. Dans cette catégorie de modèles orientés-tâches, nous citons le modèle précurseur HTA [Dun81], [Sta90], [She93], MAD [Sca90] dont le principe consiste à décomposer hiérarchiquement la tâche globale en sous-tâches jusqu'aux tâches élémentaires pour mettre en évidence les opérations (procédures d'actions) et informations nécessaires à l'utilisateur pour réaliser chaque but ou sous-but, en fonction de la structure du système. Il a été utilisé avec succès dans l'industrie pour la formation des utilisateurs. L'intérêt de ce modèle est sa simplicité à décrire les structures de contrôle des actions des utilisateurs et les informations qui les accompagnent. Toutefois, le modèle ignore les notions de constructeur logique et de séquençement permettant d'exprimer une procédure mettant en jeu différentes tâches racines. De plus, les coûts de sa mise en œuvre sont proportionnels à la profondeur dans l'arbre de description. Notons que les nouvelles versions de MAD, en particulier MAD* [Gam98] tendent à faire disparaître ces lacunes et proposent même une extension de la méthode de base vers la spécification et la génération automatique de l'interface utilisateur.

La méthode DIANE propose aussi une planification hiérarchique des tâches, mais son apport tient pour l'essentiel dans la définition de trois procédures différentes : prévue, effective et minimale pour traduire la variabilité et la latitude décisionnelle de l'utilisateur lors de son utilisation du système. Les procédures minimales sont extraites des procédures prévues et effectives et contiennent l'ensemble des opérations et enchaînements minimaux nécessaires pour la réalisation d'un but. Parmi les modèles de tâches actuels, un certain nombre représentent partiellement ou pas du tout les données en liaison avec les tâches. Le but est de représenter les données avec les traitements élémentaires qu'elles autorisent. Pour surmonter cette limite, l'extension DIANE+ à Diane [Tar93] apporte une solution avec les objets OPAC (natural Object PAC, dérivé du modèle PAC) permettant de relier les données de l'application avec les opérations ; c'est le cas aussi pour les travaux de Palanque et Bastide [Pal97] avec les ICO (Interactive Cooperative Objects). Cette modélisation de données manipulées par la tâche est rencontrée aussi dans MAD* et TRIDENT [Bod95].

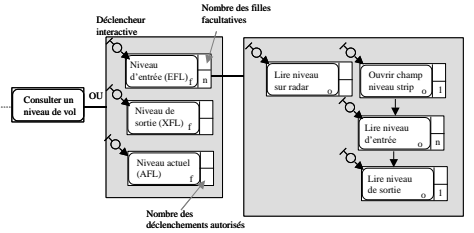
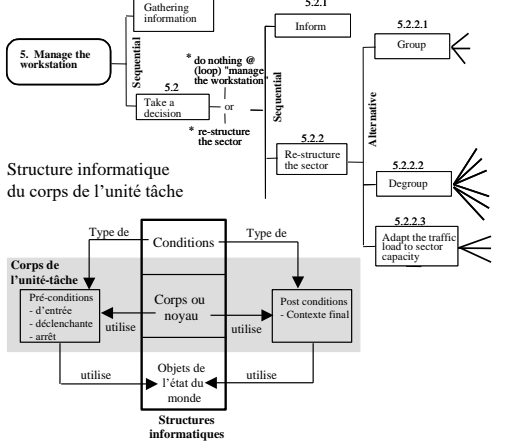
Un autre aspect important, que GLADIS++ [Bui99] introduit par rapport aux autres modèles, est celui d'allocation des tâches (proche de la notion de mode d'opérations dans DIANE+). Cet aspect d'allocation consiste à déterminer l'agent (ressource) ou les agents physique qui auront en charge le rôle défini lors de l'exécution de la tâche considérée : l'homme, la machine ou le couple homme-machine. De ce fait, l'ensemble de tâches interactives identifiées permet d'élaborer une arborescence de services, services que devra rendre le système à ses utilisateurs.

Ces différents modèles sont développés dans l'objectif principal de spécifier des interfaces à utilisateurs uniques. Même lorsqu'ils considèrent la possibilité de différents types d'utilisateurs, ils supposent que ces utilisateurs n'ont pas accès aux mêmes données au même moment.

Dans ce cadre, [Bal99] et [Pat00] proposent un formalisme basé sur la notation "ConcurTaskTree" (CTT) et un outil support pour le développement de modèles de la tâche des applications coopératives. La notation CTT permet de spécifier des modèles de tâches structurés hiérarchiquement avec la possibilité d'indiquer des relations temporelles entre les tâches et les objets qu'elles manipulent, et de voir comment leur exécution est distribuée. De plus, elle permet aussi de spécifier les aspects de coopération à travers des rôles utilisateurs et les relations entre les activités réalisées (ou tâches coopératives) par ces rôles utilisateurs ; par exemple la tâche coopérative "négocier une commande" implique des actions à la fois du vendeur et du client.

Le tableau 1 donne des explications plus détaillées sur plusieurs des modèles cités.

Tableau 1. Exemples de modèles de tâche

Méthode	Principe / Objectif	Aperçu du formalisme et/ou de la représentation graphique
<p>TKS (Task Knowledge Structure)</p>	<p>L'approche TKS est basée sur une décomposition itérative, utilisant les propriétés des frames¹. Le modèle de la tâche définit trois composants : (i) le plan ou la structure des buts et sous-but, (ii) les stratégies ou la structure des procédures, et (iii) la structure des objets et des actions. Une structure TKS est reliée à d'autres structures TKS par deux types de relations : les relations intra-rôles (Within Role), définissent l'association entre les TKS pour un rôle donné et les Relations Inter-Rôles (Between Role), concernent les liens de similarité entre les tâches à travers différents rôles.</p>	<p>Plan "Intégrer Nouveau Vol"</p> <ul style="list-style-type: none"> Intégrer Nouveau Vol (<NS>) Prendre Connaissance Intégrer Vérifier Position au Radar <p>Stratégie "Prendre Connaissance"</p> <ul style="list-style-type: none"> Prendre Connaissance Sélectionner (<NS>) Lire Infos Base (<N>, <I>, <R>) Lire Infos Supplémentaires (<Zoom-I>, <Zoom-R>) <p>Objets</p> <ul style="list-style-type: none"> NS : Nouveau Strip N : champ Niveau de vol I : champ Indicatif R : champ Route Zoom-I : champ Zoom-Indicatif Zoom-R : champ Zoom-Route
<p>DIANE, DIANE+</p>	<p>DIANE+ fait appel à la planification hiérarchique des tâches. Chaque tâche est définie par un but et un ensemble de traitements, procédures et opérations, permettant de réaliser ce but. Le formalisme associé définit pour chaque opération un ensemble de descripteurs : <i>nom</i>, <i>contenu</i>, <i>mode</i> (automatique, interactif et manuel), <i>type</i> (obligatoire et facultatif), <i>déclencheur</i> (utilisateur et manuel), <i>nombre d'opérations filles à déclencher</i> et <i>nombre de déclenchements autorisés pour l'opération</i>. Les relations entre les opérations sont définies par trois types d'opérateurs de synchronisation : ET, OU et OU-EXCLUSIF.</p>	
<p>MAD, MAD* (Méthode Analytique de Description de Tâches)</p>	<p>La méthode MAD utilise la notion d'objet pour formaliser la tâche. L'objet tâche décrit de manière déclarative les niveaux fonctionnels (conditions d'exécution) et opérationnels (procédures d'exécution) de la tâche. Le niveau procédural, appelé corps de la tâche, est défini soit par une action soit par une liste de tâches structurées par des relations logico-temporelles (séquence, parallèle, alternative, boucle).</p> <p>MAD*, d'un point de vue informatique, représente le corps de l'unité tâche par trois structures : le corps, les conditions en entrée et en sortie et l'état du monde utilisé (cf. figure), ainsi que les objets du monde à la base des classes et des instances.</p>	

¹ La notion de frame (schéma ou encore prototype) permet d'organiser d'une façon structurée l'ensemble des connaissances relatives à un objet physique, un concept, une situation.

<p>GLADIS++</p>	<p>L'arborescence de GLADIS++ préconise une décomposition hiérarchique de la tâche en sous-tâches, jusqu'à un niveau élémentaire, liées par des relations temporelles et logiques.</p> <p>Contrairement aux modèles précédents, les relations temporelles de GLADIS++ sont fondées sur le modèle de classification proposé par Allen en 1983. Ce dernier introduit treize relations entre intervalles, avec des notations graphiques, pour appréhender les problèmes d'ambiguïté d'interprétation.</p>	
------------------------	--	--

En lien avec cette catégorie, on retiendra également GOMS (Goals, Operators, Methods, and Selection rules) [Car83] visant à représenter l'activité cognitive d'un individu engagé dans la réalisation d'une tâche de routine. Le modèle GOMS repose sur les concepts suivants : buts organisés en hiérarchie, opérateurs (ou actions élémentaires), méthodes (ou procédures de réalisation d'un but), règles de sélection de méthodes sur un même but. KLM (Keystroke-Level Model) [Car83], lié directement à GOMS, est destiné essentiellement à prédire le temps d'exécution des tâches utilisateurs. Une tâche est analysée au niveau de ses tâches-unités. Le temps d'exécution de chaque tâche-unité est estimé par addition des temps d'exécution des opérateurs primitifs qui la composent (appui sur une touche ou un bouton, pointage avec la souris d'une zone de l'écran, etc.). Pour chacun de ces opérateurs, un temps d'exécution est estimé.

D'autres modèles relevant du niveau dit linguistique sont utilisables pour expliciter la structure de l'interaction homme-machine au moyen de grammaires. Ils décrivent les séquences d'actions que l'opérateur peut effectuer avec l'interface, dans un but principalement d'évaluation du langage de commande et de sa cohérence. Ces grammaires formelles constituent des modèles à base d'items de bas niveau ; c'est-à-dire souvent sans considération des aspects conceptuels (définition de la tâche globale et sous-tâches). [Poi93] les situe comme des formalismes qui mettent en avant les liens existant entre le domaine de l'action et celui du langage.

Par exemple, le modèle linguistique ALG qui est une adaptation du formalisme BNF (Backus-Naur-Form) [Rei84] a pour principe de construire un modèle d'actions mises en jeu par l'utilisateur, sous la forme de règles de production (de type Pour effectuer telle-action Faire telles-opérations). Il s'appuie sur une décomposition puis une hiérarchisation des buts des utilisateurs, et permet de formaliser les entrées-sorties du système. Toutefois, en ne décrivant que les buts utilisateurs, la grammaire ne rend pas compte des relations avec l'affichage à l'écran, ni de la dynamique du dialogue. Par contre, ALG présente l'intérêt d'effectuer a posteriori des comparaisons entre différentes versions d'interfaces et d'expliquer les différences des performances entre utilisateurs novices/expérimentés pour une tâche donnée.

D'autres travaux ont étendu ces idées initiales, notamment dans le modèle linguistique TAG (Task-Action Grammar) [Pay89], en apportant un effort vers les aspects conceptuels. TAG modélise la représentation mentale du langage d'interaction. La tâche est décomposée en sous-tâches simples routinières pouvant être exécutées par l'utilisateur, ne donnant pas lieu à des activités de résolution de problèmes, ou de planification (organisation des tâches en actions sous forme d'un méta-langage). De plus, TAG ne donne aucune explication en ce qui concerne le dispositif utilisé ; par contre son extension ETAG [Tau90] propose un modèle conceptuel du dispositif nommé "User's Virtual Machine" (UVM). L'UVM a pour objectif de représenter le dispositif par l'ensemble des objets qui apparaissent

dans la description des différentes procédures et qui permettent de justifier la faisabilité ou non d'une telle action opérateur. Malheureusement, tout comme les couples attributs-valeurs de TAG, les objets UVM de ETAG n'augmentent pas de façon significative la capacité d'expression de la grammaire d'action, notamment la prise en considération des tâches composées et l'explicitation des propriétés et caractéristiques conceptuelles des objets et leur comportement en regard des tâches de l'opérateur.

Proche de cette catégorie, il faut aussi mentionner le modèle UAN (User Action Notation) [Har92] et son extension XUAN [Gra94] qui permettent de décrire le comportement de l'opérateur et de l'interface durant leur coopération dans l'exécution d'une tâche. Cependant, comme les spécifications résultantes sont orientées vers le niveau physique du système, ceci présente l'inconvénient qu'elles soient reliées à un modèle de construction de l'interface.

3.2.3 Méthodes et modèles orientés données

Ces modèles ont pour point commun avec les précédents la représentation des connaissances et des buts des utilisateurs. Ils s'en distinguent par le fait qu'il s'agit généralement de systèmes utilisés dans le but de reconnaître leurs buts, croyances et connaissances, "à l'usage". En effet, ces éléments sont reconnus, construits au fur et à mesure des interactions entre l'utilisateur et le système. L'objectif général de ces modèles est l'adaptation aux besoins, observés et reconnus, de l'utilisateur.

La modélisation des utilisateurs est également une manière répandue de personnaliser l'information fournie par les systèmes de recherche sur Internet. Ces systèmes permettent de filtrer la masse de données disponible afin de fournir uniquement de l'information pertinente. Le système IfWeb [Asn97], par exemple, possède un modèle utilisateur utilisé par un agent intelligent capable d'aider l'utilisateur dans la navigation web. Il effectue la recherche et le filtrage des documents en prenant en compte les besoins spécifiques de l'utilisateur.

Représentation des connaissances

Un modèle utilisateur est généralement représenté par un ensemble de couples (attribut, valeur), représentant les connaissances, croyances et préférences, et autres caractéristiques de l'utilisateur. La librairie décrite par [Kay95] en constitue un bon exemple.

En règle générale, l'utilisateur n'a généralement pas accès au modèle le représentant et créé par le système. Il serait intéressant que les systèmes permettent aux utilisateurs d'éditer leur propre modèle, tel que cela peut se faire avec Doppelgänger [Orw93] : il s'agit d'un serveur de modélisation de l'utilisateur qui accepte l'information sur l'utilisateur à partir de connections TCP/IP provenant du matériel et du logiciel.

La finesse du modèle utilisateur dépend également de sa représentation. L'utilisation des mots-clés est très fréquente malgré les problèmes provenant de leur polysémie et de la restriction des domaines de recherche que cela peut engendrer. Ainsi, il peut être intéressant d'adjoindre à un mot-clé donné des mots de connotation voisine. C'est ce que réalise le mécanisme d' « expansion » du système WebMate [Kee00] de recherche par Internet : l'adjonction de mots de connotation voisine permet d'en préciser la signification.

Observation des actions et apprentissage

Des programmes peuvent être conçus pour surveiller l'activité de l'utilisateur. Ils permettent de recueillir une grande quantité d'information sur l'utilisateur sans faire aucune demande explicite sur celui-ci. Cette modélisation permet de ne pas obliger l'utilisateur à spécifier ses préférences ou ses centres d'intérêts. Etant donné que l'utilisateur laisse à la charge du système le soin d'apprendre des informations sur lui, il se pourrait que certaines de ses activités ne soient pas prises en compte. C'est le principal inconvénient de cette méthode. Par ailleurs, certaines données sont plus facilement évaluées par le système que par l'utilisateur ; ce dernier n'ayant pas forcément les compétences requises dans cette évaluation. Par exemple, il est très difficile d'évaluer sa propre vitesse de frappe sur le clavier : comment savoir si l'on frappe plus vite ou plus lentement que la moyenne des utilisateurs ? L'observation (l'enregistrement automatique par le système) donnera généralement une meilleure indication que l'estimation subjective fournie par l'utilisateur lui-même.

L'observation des actions est un élément clé, à la base de certains systèmes, tels que BGP-MS et RESCUER. BGP-MS ([Kob95], [Poh97]) est un système shell (c'est-à-dire œuvrant sous forme de tâche de fond au niveau du système d'exploitation) de modélisation de l'utilisateur qui permet de prendre en compte ses buts, croyances et connaissances. Il fonctionne selon différents types d'inférence (il comprend un moteur d'ordre 1) à partir d'hypothèses basées sur un questionnaire initial, les actions observées et des connaissances sur un ensemble de sous-groupes prédéfinis. Ce système peut être utilisé dans un serveur multi-utilisateurs et multi-applications.

RESCUER [Vir99] est un système d'aide aux utilisateurs du système d'exploitation Unix. Il génère des hypothèses concernant les croyances de l'utilisateur à partir de l'observation de ses actions. Le modèle de l'utilisateur consiste en un ensemble de valeurs associées aux objets, états du système Unix : cet ensemble représente les croyances de l'utilisateur quant au système. Le modèle est basé sur l'historique des commandes et donc sur l'état précédent des croyances de l'utilisateur.

L'apprentissage des connaissances à partir de l'observation des actions permet de fournir également une information non demandée explicitement par l'utilisateur, tel que dans Letizia [Lie01], un assistant intelligent pour le parcours du web. Il enregistre les URLs choisies par l'utilisateur, lit les pages et dessine un profil de l'utilisateur au fur et à mesure que celui-ci visite des pages. A partir de là, il recherche d'autres pages susceptibles d'intéresser l'utilisateur et présente ses résultats sur une fenêtre indépendante. A chaque fois que l'utilisateur change de pages, Letizia recentre ses recherches en fonction de la nouvelle page.

Le système WebMate [Kee00], déjà cité précédemment, apprend le profil de l'utilisateur, lui prépare un journal d'actualités personnel et l'aide à améliorer sa recherche d'information. Le profil de l'utilisateur est un ensemble de mots clés trouvés dans les pages que celui-ci a sélectionnées et qui servent en tant qu'exemples positifs pour l'algorithme d'apprentissage. Cet algorithme utilise la fréquence d'apparition des mots dans les pages.

Stéréotypes

Les stéréotypes forment l'un des éléments communs à de nombreux travaux sur la modélisation de l'utilisateur. Un stéréotype est un modèle d'une catégorie d'utilisateurs. Cette représentation permet de classer *a priori* tout nouvel utilisateur. Les stéréotypes fournissent l'information par défaut sur des groupes d'utilisateurs. Et au fur et à mesure que d'autres informations deviennent disponibles, le modèle est affiné et ajusté par la connaissance d'un utilisateur en particulier.

Les éléments essentiels d'un stéréotype sont :

- les déclencheurs (triggers) qui activent le stéréotype. Il s'agit des caractéristiques définissant ces utilisateurs relativement au reste du groupe. Par exemple, le fait que l'utilisateur soit expert dans l'utilisation d'Internet.
- les règles qui vont définir les stéréotypes. Par exemple, les connaissances supposées connues pour un utilisateur classé comme expert.
- une rétractation facilitant la désactivation d'un stéréotype quand ses déclencheurs essentiels sont invalidés. Par exemple, si un stéréotype expert a été activé, alors que l'observation des actions montre que l'utilisateur n'est pas expert.

Les stéréotypes permettent d'établir des croyances par défaut sur l'utilisateur, en attendant que le système collecte de meilleures informations. Ainsi, le système IFM [Vir02], qui est un système d'aide intelligent utilisé pour la manipulation graphique des systèmes de fichiers, se base sur les stéréotypes. Il incorpore un mécanisme de reconnaissance des buts de l'utilisateur. Le système intervient automatiquement et propose des conseils lorsqu'un utilisateur fait des démarches inconsistantes ou commet des erreurs de manipulation. Citons également TAGUS (d'après [Kob01]). Ce système permet la définition de stéréotype hiérarchique et contient un mécanisme d'inférence, un système de maintien de la cohérence, et un sous-système de diagnostic qui contient une bibliothèque des erreurs. Il supporte aussi la simulation de l'utilisateur à travers des mécanismes d'inférence en chaînage-avant sur la base du modèle utilisateur, et le diagnostic des comportements imprévus de l'utilisateur.

Les systèmes de recherche de données par Internet utilisent également la notion de stéréotype. Dans ConCall [Wae98], qui est un service d'information adaptatif basé sur la notion d'agent, les utilisateurs sont classés selon leur profil (chercheur, éditeur, ...). Le modèle utilisateur est basé sur un ensemble de mots clés et est utilisé à la fois comme filtre lors de la recherche d'informations et comme moyen d'ordonner les résultats de la recherche (évaluation de la pertinence du résultat). Le système sert à rassembler, filtrer et diffuser des appels pour des conférences, des workshops, etc., sur Internet. Cette notion de profil commun à plusieurs personnes peut servir à généraliser des goûts supposés partagés... Par exemple, le système Ringo [Sha95] se base sur la connaissance de similarités entre le profil d'intérêt de l'utilisateur et ceux d'autres utilisateurs dans le domaine musical. Le système présente tout d'abord à l'utilisateur une liste de 125 artistes. Charge à celui-ci de donner un jugement sur chacun de ces artistes (note de 1 à 7). Le système peut ensuite suggérer d'autres artistes ou albums ou faire une prédiction concernant un artiste ou album.

En résumé, cette deuxième catégorie de systèmes montre des traits communs, à savoir :

- la représentation de connaissances sur l'utilisateur, telles que ses buts, croyances et propres connaissances. Il semble intéressant d'effectuer une classification des utilisateurs par stéréotypes ;
- l'analyse du comportement de l'utilisateur pour en extraire les connaissances qui viendront affiner le modèle ;

- la recherche et le filtrage de l'information en fonction des connaissances sur l'utilisateur fournies par le modèle.

3.3 Conclusion sur les modèles étudiés

L'étude de l'existant a apporté la connaissance des méthodes et modèles fondamentaux pour la constitution d'un système d'information personnalisée. Les études appartenant à la première catégorie s'intéressent et s'appliquent plus particulièrement à l'interaction avec l'utilisateur. Elles fournissent des méthodes générales de conception et des modèles d'un haut niveau d'abstraction. Les études appartenant à la seconde catégorie trouvent leur intérêt principalement dans le traitement interne effectué. Elles fournissent des solutions techniques et des exemples de réalisation de la personnalisation du contenu de l'information.

Sur cette base bibliographique, une architecture de système multi-agents et une méthode de personnalisation adaptée au contexte de l'information aux usagers des transports terrestres ont été proposées.

4 Conception et réalisation d'un démonstrateur d'IHM à base d'agents logiciels personnels d'information aux usagers des transports terrestres

La personnalisation des interfaces Homme-Machine du système AgenPerso repose sur la gestion des modèles utilisateurs par un système multi-agents. Certaines fonctionnalités ont été implémentées dans le cadre d'un démonstrateur. Celui-ci a pour objectif de présenter des possibilités de mise en œuvre de la personnalisation de l'information. Les développements des interfaces Homme-Machine ont été effectués à l'aide de la plate-forme MASC² par la société Archimed.

Les agents logiciels du système multi-agents (le système d'information multimodale ou SIM) fournissent les contenus, en terme d'information, qui sont utilisés et accédés par l'intermédiaire des interfaces du démonstrateur.

Ce système SIM est présenté en premier lieu, suivi par une description du modèle utilisateur retenu, avant de détailler sa gestion par le système à base d'agents et les interfaces développées.

4.1 Architecture du système d'information multimodale (SIM)

Le système d'information multimodale est composé de quatre ensembles d'agents (figure 7), regroupés selon leurs rôles correspondant aux fonctionnalités principales définies pour ce système et précédemment définis (Cf. §3.1.3) :

Agents assistants. Le premier rôle défini pour les agents est l'interaction du système avec l'utilisateur. Ce rôle peut être vu comme celui d'un médiateur ou d'un assistant entre l'utilisateur et le reste du système.

Agents de coordination. Le deuxième rôle a pour objectif de superviser le traitement de la requête : coordination et planification des tâches des différents agents dans le but de répondre le plus rapidement et de la manière la plus pertinente possible aux requêtes de l'utilisateur.

Agents de recherche. Le troisième rôle concerne la recherche de données. Il peut s'agir de données centralisées ou distribuées sur des bases de données hétérogènes, accessibles par le réseau. Dans le cas de données distribuées, il est fait appel à des agents mobiles, c'est-à-dire capables de migrer sur le réseau.

Agents apprenants. Le quatrième et dernier rôle concerne la gestion des modèles des utilisateurs. Cela consiste à maintenir une base de données contenant les profils des utilisateurs et les données historiques des requêtes qu'ils ont effectuées. Les modèles utilisés sont détaillés en partie suivante.

² MASC est un environnement de développement et de gestion de portails capable d'héberger un ensemble des services accessibles en Intranet, Extranet ou via Internet. Il permet de créer des services personnalisables et de contrôler des profils d'accès, c'est-à-dire l'ensemble des règles qui doivent être respectées pour permettre à une catégorie d'utilisateurs d'utiliser les services du portail.

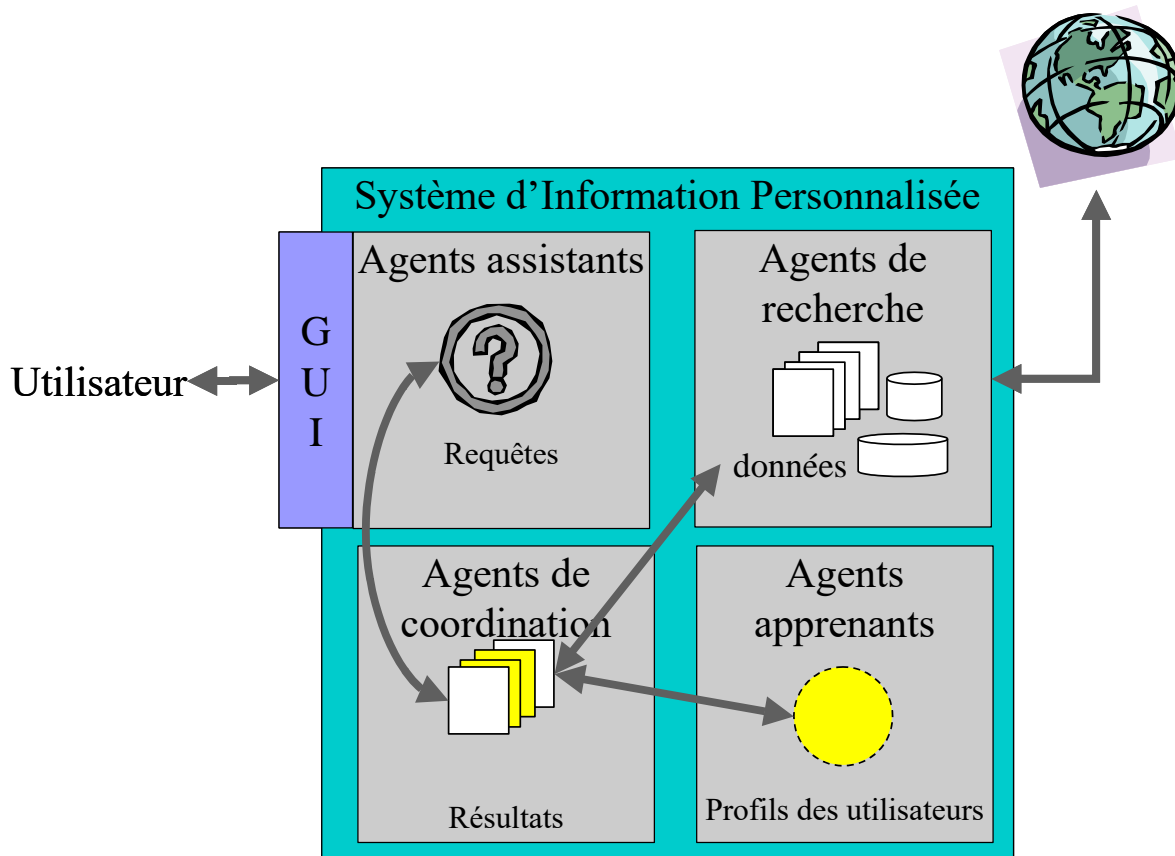


Figure 7 : Architecture du SIM

Les agents appartenant à ces quatre groupes interagissent afin de donner des réponses personnalisées aux demandes formulées par les utilisateurs. La méthode de personnalisation est détaillée un peu plus loin (§4.3).

La personnalisation de l'information repose sur la constitution et l'enrichissement progressif des modèles des utilisateurs.

4.2 Le modèle utilisateur

Le modèle utilisateur comporte des données que nous avons structuré selon trois axes [Pet01].

- **Les données statiques.** Une fois définies, ces données évoluent peu. Cela concerne l'identité de l'utilisateur, les moyens de le contacter, etc., toutes les données fournies par l'utilisateur lui-même lors de la première utilisation du système. Ces données sont certaines car fournies par l'utilisateur et non déduites par le système.
- **Les données pondérées.** Ces données concernent les préférences de l'utilisateur en terme d'information. Les pondérations sont gérées par les agents de gestion des profils à partir des données issues de l'historique et des règles de gestion mises à leur disposition.

- **L'historique des requêtes.** Il s'agit d'une simple accumulation des requêtes et des réponses correspondantes.

Nous avons défini le squelette d'un profil d'un utilisateur permettant de stocker ces différentes informations [Pet02]. Un exemple de modèle est donné en Annexe. Chaque valeur d'attribut est associée à deux types de pondérations :

- un poids représentant l'importance de cette donnée dans le profil,
- et un poids représentant le degré de certitude du système dans cette information à propos de l'utilisateur.

En jouant sur ces deux pondérations, le système peut affiner ses connaissances sur les utilisateurs.

Le modèle utilisateur du système d'information d'AgénPerso comporte les informations représentées en figure 8. Les champs entourés sont pondérés par deux valeurs. La première représente l'importance du critère pour l'utilisateur et la seconde représente la validité (le taux de certitude du système) sur l'importance du critère. Les pondérations sont des valeurs entières comprises entre 0 et 10 ; par défaut, l'importance du critère vaut 5 (importance moyenne) et la validité vaut 0 (importance non validée).

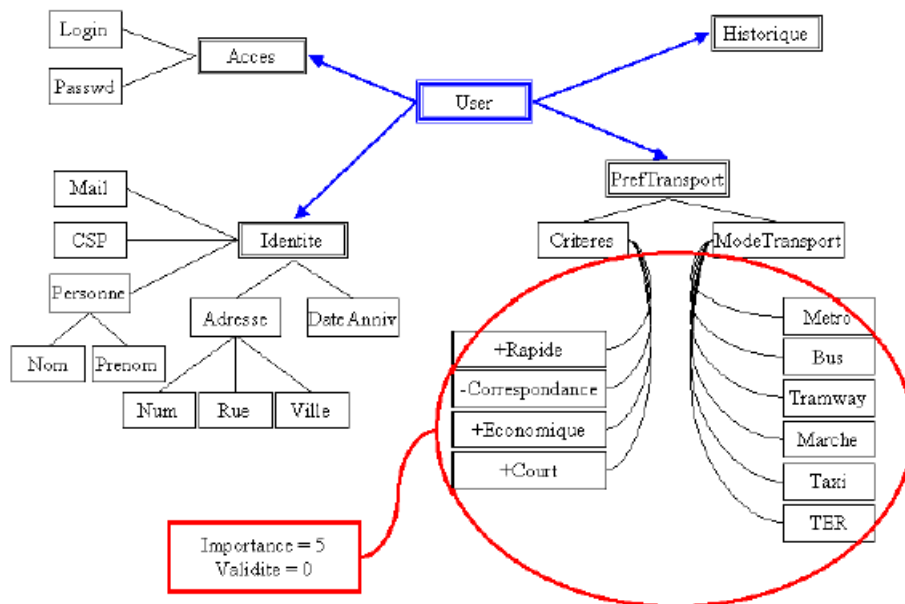


Figure 8 : Représentation du modèle utilisateur

Nous avons défini notre modèle utilisateur à l'aide du langage de description XML³ défini par le W3C⁴. Ce langage propose une série de règles pour définir des balises (tags) ayant une valeur sémantique pour structurer un document en différentes sections et identifier ces sections. C'est un langage de méta-

³ Acronyme de eXtensible Markup Language (langage de description [ou balisage] extensible)

⁴ Acronyme de World Wide Web Consortium

description, car il propose une syntaxe qui lui permet de définir à son tour d'autres langages de description structurés plus spécifiques à certains domaines. XML organise ses données d'une manière hiérarchique. Le fragment de document XML ci dessous est un exemple de données structurées dans lequel une personne est caractérisée par ses nom, prénom et anniversaire, lequel est lui-même décomposé en date et lieu de naissance.

```
<person id="2150" sex="male">
  <firstName>Anli</firstName>
  <lastName>Djimmy</lastName>
  <birthday>
    <date>12/04/1978</date>
    <place>Toronto</place>
  </birthday>
</person>
```

La DTD⁵ fournit la liste des éléments, des attributs, des notations et des entités que contient le document XML ainsi que les règles des relations qui les régissent. Une DTD définit un ensemble de règles correspondant à la structure du document. Une DTD peut ainsi définir l'élément person comme devant avoir deux attributs id et sex, un et un seul sous-élément firstName, un et un seul sous-élément lastName, etc. La DTD ci-dessous est associée au document XML précédent.

```
<!ELEMENT person (firstName, lastName, birthday)>
<!ATTLIST person id ID "0">
<!ATTLIST person sex CDATA "male">
<!ELEMENT firstName(#PCDATA)>
<!ELEMENT lastName(#PCDATA)>
<!ELEMENT birthday(date, place)>
<!ELEMENT date(#PCDATA)>
<!ELEMENT place(#PCDATA)>
```

Un document est dit valide s'il est conforme à ce qui est défini dans la DTD associée. Un document valide possède un contenu utilisable par différentes personnes (ou programmes) car sa signification est sans ambiguïté. Plusieurs applications existent pour la validation automatique d'un document XML par rapport à une DTD.

ELEMENT, ATTLIST, ID, CDATA, \#PCDATA sont des mots clés XML. Pour plus de détails, se référer à [Har00] ou tout autre document décrivant XML.

Une description plus complète du modèle utilisateur en XML est donnée en Annexe 1 et dans le rapport [Anl02].

4.3 La gestion des modèles par les agents

Différentes méthodes ont été utilisées afin d'acquérir puis de maintenir les données contenues dans les modèles utilisateur :

⁵ Acronyme de Document Type Definition

- **La demande explicite.** C'est la méthode la plus directe pour acquérir de l'information sur l'utilisateur. Le système invite l'utilisateur à remplir un bref questionnaire. Celui-ci renseigne le système à propos des données fixes qui ne peuvent pas être acquises autrement par le système. Par exemple, la donnée de la ville de domicile ou l'existence d'un handicap.
- **L'utilisation de stéréotypes prédéfinis.** Un certain nombre de stéréotypes prédéfinis et instanciés en fonction de données explicites fournies par l'utilisateur, permettent de faire du filtrage d'information dès les premières utilisations du système.
- **L'observation de l'utilisateur.** Il s'agit de l'acquisition de connaissances sur les requêtes effectuées et les solutions choisies, par exemple en termes de modes de transport ou durées de correspondance entre différents modes.
- **L'évolution du modèle** par apprentissage au vu des observations effectuées.

Certaines données sont difficiles à apprendre sans les demander directement à la personne concernée. C'est pourquoi nous demandons aux nouveaux utilisateurs de remplir un questionnaire. Ce questionnaire nous permet d'identifier l'utilisateur et de sélectionner le stéréotype le plus approprié (figure 9). Ces deux étapes nous permettent de définir des profils semi-personnalisés.

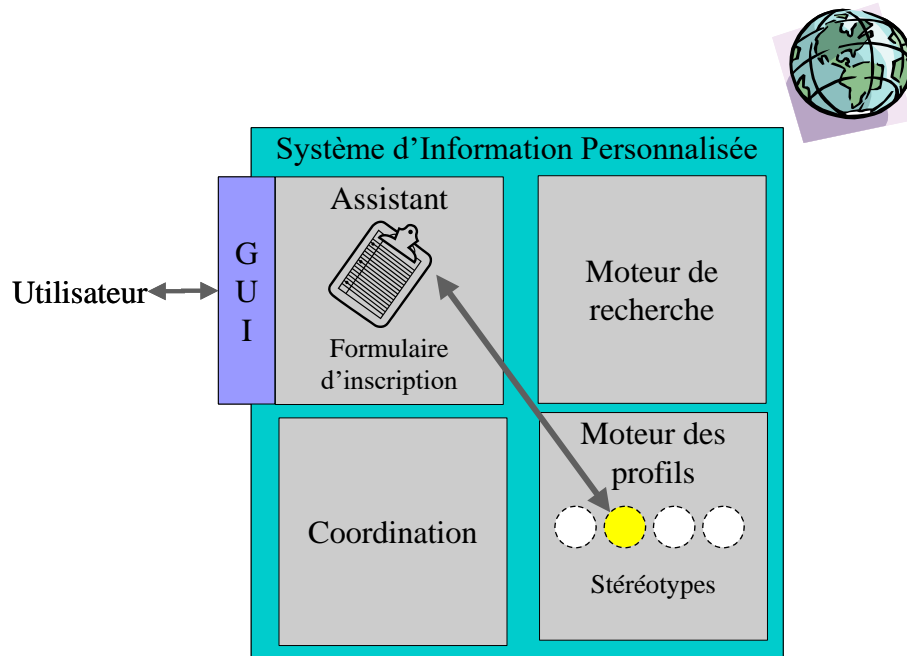


Figure 9 : Illustration de l'attribution d'un profil à un nouvel utilisateur

L'observation de l'utilisateur et le raisonnement sur les connaissances acquises permettent d'enrichir le modèle.

Les différentes étapes de la gestion des modèles des utilisateurs sont illustrées en figure 10 : toute nouvelle requête est stockée et utilisée par les agents. Ceux-ci utilisent l'historique des interactions entre l'utilisateur et le système afin d'ajouter de nouvelles connaissances sur l'utilisateur et d'en modifier d'autres. Les informations sur les utilisateurs sont pondérées par l'évaluation de l'importance et de la validité de chacun des critères constituant le modèle. Le raisonnement des agents permet de mettre à jour ces poids.

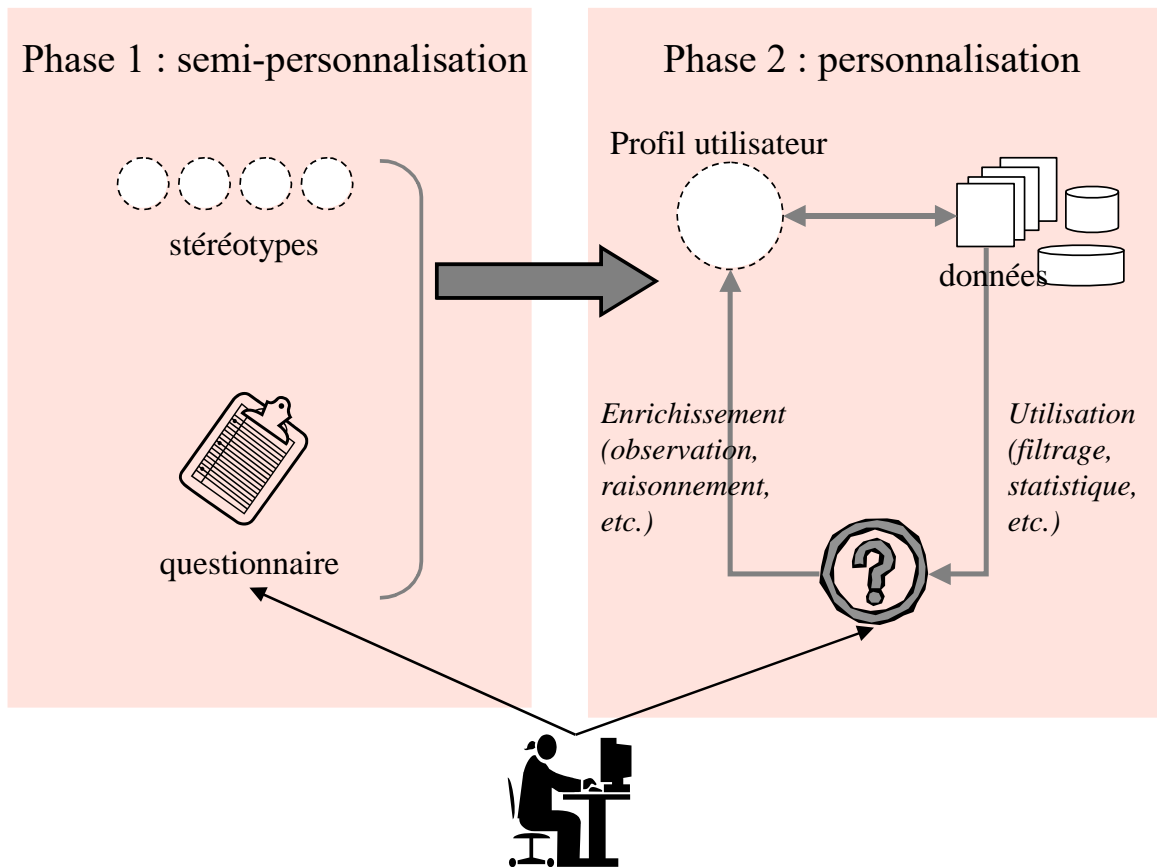


Figure 10 : Illustration de la gestion des modèles des utilisateurs

L'utilisateur remplit un questionnaire qui permet au système de sélectionner un stéréotype et de l'instancier. Le nouveau modèle d'utilisateur est ainsi formé des valeurs définies par défaut dans le stéréotype sélectionné. Par la suite, ce modèle est affiné grâce au raisonnement des agents au fur-et-à-mesure des utilisations du système. Le raisonnement s'effectue à partir des connaissances initiales, des requêtes et des observations des agents. Plus le modèle reflètera fidèlement les préférences de l'utilisateur, plus l'information qui lui sera délivrée sera pertinente.

4.4 Les interfaces du système d'information personnalisée

Illustrons ce fonctionnement à l'aide des interfaces réalisées.

La première interface, présentée en figure 11, est destinée à accueillir les nouveaux utilisateurs du système.

The screenshot shows the homepage of MON-SERVICE-TRANSPORT.COM. At the top, there is a navigation bar with the site logo and the tagline 'Le portail-assistant du transport personnalisé'. Below this, there are links for 'S'inscrire', 'S'authentifier', 'Contactez-nous', 'Plan du site', and 'Aide en ligne'. The date 'mardi 10 Décembre 2002' is displayed in the top right corner. On the left side, there is a vertical navigation menu with categories: 'Infos Transports', 'Mes trajets courant', 'Mes Services courants', 'Mes déplacements', and 'Mes Services portail'. The main content area is divided into several sections: 1. 'Actualité transports' featuring an 'Avis de grèves' (SNCF strike notice) and '« J'accède »' (accessibility guide). 2. 'Travaux / Circulation' with links to weekend work, December work, and winter vacation circulation forecasts, and a partnership with 'BISON FUTÉ'. 3. 'La Météo' section with a map of France, a 'bulletin d'alerte' (weather alert) for heavy precipitation and storms, and links to temperatures, regional weather, world weather, and marine weather. 4. 'Plans et cartes' section with links to the Paris Metro, major cities, and the French road network.

Figure 11 : Page d'accueil d'un nouvel utilisateur

Cette interface d'accueil comporte trois parties principales :

- Une fenêtre centrale comportant l'ensemble des informations directement accessibles par défaut, avant toute personnalisation ;
- Un menu global de navigation (positionné verticalement à gauche de l'écran), permettant d'accéder aux différents services du système ;
- Un menu d'accès à la gestion du site (positionné horizontalement au dessus de la fenêtre centrale).

Ce dernier menu permet, en particulier :

- aux utilisateurs déjà référencés de s'authentifier sur le site, par login et mot de passe par exemple ;
- aux nouveaux utilisateurs de s'inscrire.

A l'inscription, l'utilisateur fournit quelques informations nécessaires à la personnalisation des données qui lui seront fournies. Il s'agit des données nécessaires à la fourniture des informations transport mais qui sont non déductibles par le système, telles que les « demandes explicites » présentées en partie 3. Par exemple, l'adresse de son domicile et celle de son travail, le fait qu'il soit à mobilité réduite, etc. Un modèle utilisateur est instancié avec ces premières données. L'utilisateur reçoit en retour les informations l'autorisant à s'authentifier auprès du système.

En effet, l'authentification sert à la reconnaissance d'un utilisateur en particulier. Chaque utilisateur peut ainsi personnaliser sa page d'accueil de façon à accéder plus rapidement aux informations qui l'intéressent et uniquement à ces informations, sans s'encombrer de données qui lui seraient inutiles.

The screenshot shows the homepage of 'MON-SERVICE-TRANSPORT.COM' for user Eric Ruyffelaere. The page is personalized and includes a navigation menu on the left with categories like 'Infos Transports', 'Mes trajets courants', 'Mes Services courants', 'Mes déplacements', and 'Mes Services portail'. The main content area features a personalized greeting: 'Bienvenue Eric Ruyffelaere - nous sommes le mardi 10 Décembre 2002'. Below this, there are several sections: 'Actualité transports' with a notice about a strike on SNCF services; 'Infos Transpole' with information about a Transpole service; 'Mes SMS' showing received messages and call numbers; 'Mon Agenda' with travel alerts for Bordeaux; 'Mes Alertes' with a strike alert for Marseille; and 'Mes Plans et cartes' with links to various maps and routes.

Figure 12 : Page d'accueil de Monsieur Ruyffelaere

La figure 12 présente ainsi un exemple de personnalisation : l'utilisateur « Eric Ruyffelaere » s'est connecté et identifié sur le système. Grâce à cela, son modèle utilisateur est retrouvé dans la base et le

système se trouve alors en mesure de lui proposer une interface adaptée. A l'aide des informations fournies à l'inscription, le système sait que l'utilisateur habite la ville de Tourcoing. Cette donnée est à l'origine des informations personnalisées concernant la gare la plus proche (celle de Lille) et la location de vélos près de son domicile.

Lors d'une connexion précédente, l'utilisateur a préparé un déplacement à Marseille. Or, des grèves sont annoncées. Un message d'alerte prévient l'utilisateur et des solutions alternatives lui sont proposées.

Il est prévu de donner la possibilité de connecter au système un PDA. Sur l'exemple ci-dessus, cela permet au système de connaître le contenu de l'agenda de l'utilisateur et donc le déplacement imminent de l'utilisateur à Bordeaux. La donnée du lieu de déplacement autorise la présentation de liens vers les cartes et horaires appropriés.

Les messages SMS étant accessibles via Internet, cette possibilité a également été prise en compte dans l'interface proposée.

L'interface présentée en figure 13 montre une fenêtre de préparation d'un déplacement. A côté de la saisie des données usuelles telles que les lieux, dates et horaires, il est prévu de préciser l'objet du déplacement (par exemple, « tourisme » ou « travail »), ce qui apporte une indication utile au système dans le choix des informations pertinentes. Dans un objectif de « tourisme », le système peut présenter les lieux intéressants à visiter dans la ville de destination, par exemple. Ces mêmes compléments d'informations peuvent être directement sélectionnés dans la partie « Options » de la fenêtre. Il s'agit de données annexes au voyage que peut fournir le système, en fonction du lieu de destination, du mode de transport utilisé, de l'objectif du déplacement, etc.

MON-SERVICE-TRANSPORT.COM
Le portail-assistant du transport personnalisé

Se déconnecter Contactez-nous Plan du site Aide en ligne

Nouveau déplacement

► Lieu de votre déplacement :

► Date : Le 2002

► Heure de présence requise : De h à h

► Mode de transport souhaité :

► Objet du déplacement :

► Commentaires ou informations importantes

Ajouter dans l'agenda

Ajouter dans mes trajets courants

Options :

vous souhaitez des renseignements ou documents concernant :

- Louer une voiture
- Hotels, Gites, Locations
- Réserver un hotel
- Lieux de restauration
- Gastronomie
- Les sorties dans la ville de destination
- Activités touristiques
- Equipements sportifs
- Adresses utiles (urgences, commissariat, mairie, office du tourisme..etc)
- Plan de la ville
- Plan transports en commun

Paramétrer les pré-saisies Valider Annuler

Figure 13 : Page d'ajout d'un nouveau déplacement

Tout voyage préparé est enregistré et ses différentes caractéristiques constituent des indicateurs utilisables par les agents du SIM dans le but d'enrichir le modèle de l'utilisateur. Par exemple, si un nouveau voyage à Montpellier est envisagé par ce même utilisateur, les choix effectués (en terme de modes de transport et d'horaires, par exemple) seront proposés en priorité pour ce nouveau déplacement.

Des inférences sont également réalisées de manière à retrouver des éléments similaires entre les voyages préalablement préparés. Par exemple, un mode de transport préféré systématiquement prendra naturellement la tête de liste des possibilités proposées par le système lors de tout nouveau préparatif de voyage.

5 Conclusions et perspectives

Durant ce projet réunissant plusieurs partenaires (le LAMIH, l'INRETS, ARCHIMED), nous avons travaillé en plusieurs étapes.

Il s'agissait dans un premier temps de réfléchir à la notion de système d'information personnalisée aux usagers des TC, susceptibles d'inciter l'utilisation et la combinaison de plusieurs moyens de transport. Il s'avère que les nouvelles Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC) laissent envisager la conception de tels systèmes.

Apporter une personnalisation exige d'étudier, de proposer, de concevoir de nouveaux mécanismes logiciels intégrant de manière explicite ou implicite une modélisation de l'utilisateur (dans notre cas une modélisation de l'usager). Nous avons donc entrepris une recherche bibliographique dans différents domaines, particulièrement autour des modèles d'utilisateur provenant du domaine de l'Interaction Homme-Machine, et de ceux proposés en Intelligence Artificielle Distribuée, prenant la forme d'agents logiciels intégrés dans des systèmes multi-agents. Nous en avons tiré des mécanismes orientés vers la personnalisation de l'information.

Nous avons ensuite travaillé sur un démonstrateur. Celui-ci prend la forme d'une interface homme-machine s'appuyant sur une architecture logicielle composée d'agents de différentes catégories, au service de l'usager des transports collectifs.

Nous considérons ce travail comme une première étape.

En effet, plusieurs perspectives se dégagent de celui-ci :

- A court terme, il s'agirait d'aller plus loin qu'un démonstrateur par le développement de l'ensemble des services envisagés, en assurant des connexions les plus efficaces possibles entre les interfaces homme-machine et les agents logiciels au service des usagers.
- Il serait très intéressant de baser la personnalisation sur un agenda propre à l'usager. Des informations sur les déplacements et objectifs de l'usager seraient fournies automatiquement ou semi-automatiquement au SIM, qui rechercherait les informations les plus pertinentes et les tiendraient à la disposition de l'usager/du PDA de l'usager.
- Un service original à mettre à disposition de l'usager consisterait en une gestion automatisée par le SIM de co-voiturage (par exemple pour les personnes travaillant dans un hôpital, ou des personnes souhaitant à une heure tardive revenir du centre ville à leur quartier.
- Par des moyens de localisation automatique de l'usager, il serait possible d'envisager de nouvelles fonctionnalités d'aide à l'incitation à l'utilisation des moyens de transport, et à l'accès à ceux-ci.

Nous pensons que certaines de ces perspectives pourraient faire l'objet d'une suite à ce projet.

6 Bibliographie

- [All97] R.B. Allen. Mental Models and User Models. In M. Helander, T.K. Landauer, and P. Prabhu (eds), *Handbook of Human-Computer Interaction*. Elsevier Science B.V., 1997.
- [Amb97] L. Ambrosini, V. Cirillo, and A. Micarelli. A Hybrid Architecture for User-Adapted Information Filtering on the World Wide Web. In A. Jameson, C. Paris, and C. Tasso (eds), *User Modeling: Proceedings of the sixth International Conference*, pages 59-61. Springer Wien New York, 1997.
- [And97] J.R. Anderson, M. Matessa, and C. Lebiere. ACT-R: A Theory of Higher Level Cognition and its Relation to Visual Attention. *Human-Computer Interaction*, 12:439-462, 1997.
- [Anl02] A. Anli. *Vers un modèle utilisateur pour la personnalisation de l'information dans les transports terrestres de personnes*. Rapport de D.E.A., AISIH (Automatique et Informatique des Systèmes Industriels et Humains), groupe de recherche RAIHM, LAMIH, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, juillet 2002.
- [Asn97] F.A. Asnicar, C. Tasso. Ifweb: A Prototype Of User Model-Based Intelligent Agent for Document Filtering and Navigation in the World Wide Web. In *Proceedings of the workshop « Adaptive Systems and User Modeling on the World Wide Web »*, Chia Laguna, Sardina, 2-5 June 1997, pp. 3-12.
- [Bal99] G. Ballardini, C. Mancini, F. Paternò. Computer-Aided Analysis of Cooperative Applications. In *Proceedings CADUI'99*, Jean Vanderdonck and Angel Puerta (Eds.), Kluwer Academic Publishers, 1999.
- [Ban97] S.B. Banks, R.A. Harrington, E. Santos, Jr M. Brown, and S.M. Brown. Usability testing of an intelligent interface agent. In *Interfaces 97*, Montpellier, France, May 1997.
- [Bea94] R. Beale and A. Wood. Agent-Based Interaction. In *People and Computers IX: Proceedings of the HCI'94*, pages 239-245, Glasgow, UK, August 1994. Cambridge University Press.
- [Bod95] F. Bodart, A.M. Hennebert, J.M. Leheureux, I. Provot, B. Sacré, J. Vanderdonck. Towards a systematic building of software Architectures : the Trident Methodological Guide. *Eurographics Workshop on Design, Specification, and Verification of Interactive Systems (DSV-IS'95)*, Eds. P. Palanque & R. Bastide, Pub. Springer-Verlag/Wien, Bonas, France, pp. 262-278, 1995.
- [Boy89] G. Boy. The block representation in knowledge acquisition for computer integrated documentation. *Proceedings of the 4th AIAA-sponsored knowledge acquisition for computer integrated documentation for knowledge-based workshop*, Banff, Canada, October 1-6, 1989.

- [Bra97] J.M. Bradshaw. An introduction to software agents. In J.M. Bradshaw (ed.), *Software Agents*, pages 3-46. MIT Press, 1997.
- [Bui99] A. Buisine. *Vers une démarche industrielle pour le développement d'Interfaces Homme-Machine*. Thèse de Doctorat, Université de Rouen, Mai 1999.
- [Cac90] P.C. Cacciabue, G. Mancini, and U. Bersini. A Model of Operator for Man-Machine System Simulation. *Automatica*, 26(6):1025-1034, 1990.
- [Cac92] P.C. Cacciabue, F. Decortis, B. Drozdowicz, M. Masson, J.P. Nordvik. COSIMO : a cognitive simulation model of human decision making and behavior in accident management of complex plants. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 22 (5), pp. 1058-1074, 1992.
- [Car83] S.K. Card, T.P. Moran, A. Newell. *The psychology of Human-computer interaction*, Hillsdale N.J.: Lawrence Erlbaum, 1983.
- [Cas95] C. Castelfranchi. Guarantees for autonomy in cognitive agent architecture. In M. Wooldridge and N.R. Jennings, editors, *Intelligent Agents-Agent Theories, Architectures, and Languages*, volume 890 of Lecture Notes in Computer Science (subseries LNAI), pages 56--70. Springer-Verlag, 1995.
- [Cha00] P.K. Chan. Constructing web user profiles: A non-invasive learning approach. In B. Masand and M. Spiliopoulou (eds), *Web Usage Analysis and User Profiling*. Springer, 2000.
- [Coh90] P.R. Cohen and H.J. Levesque. Intention is choice with commitment. *Artificial intelligence*, 42:213-261, March 1990.
- [Con96] JPF Consultant. *Étude de faisabilité sur la mise en place d'un système d'information sur l'offre de transport collectif de voyageur*. Phase 4 : Préconisation, octobre 1996.
- [Dun81] K.D. Duncan. Training for fault diagnosis in industrial process plant. In *Human detection and diagnosis of system failures*, J.Rasmussen & W.B. Rouse (Eds.), Plenum Press, New York, 1981.
- [Erc91] J. Erceau, J. Ferber. L'Intelligence Artificielle Distribuée, *La Recherche*, n° 233, pp. 750, Juin 1991.
- [Fer95] J. Ferber. *Les systèmes multi-agents*. InterEditions, Paris, 1995.
- [Fug98] A. Fuggetta, G.P. Picco, and G. Vigna. Understanding code mobility. *IEEE Transactions on software engineering*, 24(5):342-361, May 1998.
- [Gam98] F. Gamboa-Rodríguez. *Spécification et implémentation d'ALACIE: Atelier Logiciel d'Aide à la Conception d'Interfaces Ergonomiques*. Thèse en sciences ergonomiques, Octobre, Université Paris XI, 1998.

- [Gen99] P. Gendre. *Systèmes d'information multimodale : une bibliographie commentée*. Technical report, CERTU, mars 1999.
- [Gra94] P. Gray, D. England, S. McGowan. *XUAN : enhancing the UAN to capture temporal relationships among actions*. Research Report, IS-94-06, GIST, University of Glasgow, UK, 1994.
- [Gra00] Robert S. Gray and George Cybenko and David Kotz and Daniela Rus. *Mobile agents: Motivations and State of the Art*. Technical Report TR2000-365, Dept. of Computer Science, Dartmouth College, 2000.
- [Gri01] E. Grislin-Le Strugeon, E. Adam et C. Kolski C. Agents intelligents en interaction Homme-Machine dans les Systèmes d'information. Chapitre 7, dans *Environnements évolué et évaluation de l'I.H.M., Interaction Homme-Machine pour les S.I. 2*, C. Kolski (Ed.), Editions Hermes, Paris, pp. 209-248, 2001.
- [Gus94] H. Gustafsson, J. Menezes. Common KADS Reference Manual, KADS-II/P2/WP/CP/001/1.0, May 1994.
- [Har92] H.R. Hartson, P.D. Gray. Temporal aspects of tasks in the user action notation, *Human Computer Interaction*, 7, pp. 1-45, 1992.
- [Har00] E.R. Harold. *XML, le guide de l'utilisateur*. Collection La référence. OEM, 2000.
- [Hoc98] J.-M. Hoc. Modèles cognitifs de l'opérateur humain. In *Actes des journées Automatique et Homme*, 1998.
- [Hö00] K. Höök. Steps to take before intelligent user interfaces become real. *Interacting with computers*, pp. 409-426, 12, 2000.
- [Inf98] Infopolis2. *Review of current passenger information systems*, August 1998.
- [Inf00] Infopolis2. *Ergonomic Design Guidelines and Recommendations for Standards*, Feb. 2000.
- [Joh85] P. Johnson, D. Diaper, J. Long. Task, Skill and knowledge: Task analysis for knowledge based descriptions. In B. Shaker (ed.) *INTERACT'84*, London North-Holland, 1984.
- [Joh91] H. Johnson, P. Johnson. Task Knowledge Structures : Psychological Basis and Integration into System Design. *Acta Psychologica*, North Holland, pp. 3-26, 1991.
- [Joh99] P. Johnson. Theory Based Design: from Individual User Tasks to Collaborative Systems. In *Computer Aided Design of User Interfaces II*, pages 21-32, 1999.
- [Jam97] A. Jameson, C. Paris, and C. Tasso (eds). *User Modeling: Proceedings of the sixth International Conference*. Springer Wien New York, 1997.

- [Kay95] J. Kay. The um toolkit for cooperative user modelling, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 4(3), Kluwer, 149-196, 1995.
- [Kay01] Kay J. User Modeling for Adaptation. In Stephanidis C. (ed.), *User Interface for All*. LEA, publishers London, 2001, pp. 271-294.
- [Kee00] R.J. Keeble, R.D. Macredie. Assistant Agents For The World Wide Web Intelligent interface design challenges. *Interacting with computers*, Vol. 12 No. 4, pp. 357-381, 2000.
- [Kob01] A. Kobsa. Generic User Modeling Systems. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11:49-63, 2001.
- [Kob95] A. Kobsa and Wolfgang Pohl. The User Modeling Shell System BGP-MS. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 4(2):59-106, 1995.
- [Kol98] C. Kolski et E. Grislin-Le Strugeon. A review of intelligent human-machine interfaces in the light of the ARCH model. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 10 (3), pp. 193-231, 1998.
- [Lab93] S. Labidi and Wided Lejouad. *De l'intelligence artificielle distribuée aux systèmes multi-agents*. Rapport de recherche 2004, INRIA, Sophia-Antipolis, France, août 1993.
- [Lec00] N. Lecomte, R. Patesson. Le panel des voyageurs : une étude des activités et des besoins d'information des utilisateurs des transports publics. In *Actes de la conférence ERGO-IHM*, D.L. Scapin and E. Vergison (eds.), pp. 129-135, Biarritz, France, 3-6 oct. 2000.
- [Lie97] H. Lieberman. Autonomous interface agents. In *Proceedings of CHI'97 (Human factors in computing systems)*, pages 67-74, Atlanta, GA USA, March 22-27 1997, ACM Press.
- [Lie01] H. Lieberman, C. Fry, L. Weitzman. Exploring the Web with Reconnaissance Agents. In *ACM Conference on Human-Computer Interface*. ACM Press, August 2001, pp. 69-75.
- [Lin97] G. Linden, S. Hanks, and N. Lesh. Interactive Assessment of User Preference Models: The Automated Travel Assistant. In A. Jameson, C. Paris, and C. Tasso (eds), *User Modeling: Proceedings of the sixth International Conference*, New York, USA, Springer Wien New York, 1997.
- [Man02] R. Mandiau, E. Grislin-Le Strugeon et A. Péninou. *Organisation et applications des SMA*, pp. 41-75, Paris: Hermes, 2002.
- [Las97] Y. Lashkari, M. Metral, and P. Maes. Collaborative interface agents. In M.N. Huhns and M.P. Singh (eds), *Readings in Agents*. Morgan Kaufmann, 1997.
- [Mae94] P. Maes. Agents that reduce work and information overload. *Communications of the ACM*, 37(7):30-40, July 1994.

- [Mar97] Marc Gilles et Consultants. *Les attentes des usagers*. Rapport du FIER, UTP, n°22, 1997.
- [Mog98] C. Moghrabi and M.S. Eid. Modeling users through an expert system and a neural network. *Computers ind. Engineering*, 35(3-4):583-586, 1998.
- [New82] A. Newell. The knowledge level. *Artificial intelligence*, 18:87-127, January 1982.
- [Orw93] Orwant, J., *Doppelgänger Goes To School: Machine Learning for User Modeling*, SM Thesis, Department of Media Art and Sciences, Massachusetts Institute of Technology, Sept 1993.
- [Pal97] P. Palanque. *Spécification formelles et Systèmes Interactifs : vers des systèmes fiables et utilisables*. H.D.R de l'Université de Toulouse I, Novembre, 1997.
- [Pat00] F. Paternò. *Model based design and evaluation of interactive applications*. Springer-Verlag, London, 2000.
- [Pet00] C. Petit-Rozé, E. Grislin-Le Strugeon, M. Abed, G. Uster, C. Kolski. Recherche d'informations personnalisées. Communication présentée à la *Conférence Internationale NîmesTIC 2000 Ingénierie des Systèmes et NTIC*. Nîmes, France, Septembre 2000.
- [Pet01] C. Petit-Rozé and E. Grislin-Le Strugeon. Interaction with agent systems for intermodality in transport systems. In M.J. Smith, G. Salvendy, D. Harris, and R.J. Koubek (eds), *Proceedings of HCI International 2001: Usability Evaluation and Interface Design*, volume 1, pages 494-498, New-Orleans, USA, 5-10 August 2001. Lawrence Erlbaum Associates.
- [Pet02] C. Petit-Rozé, E. Grislin-Le Strugeon. Systèmes d'information à base d'agents. In R. Mandiau, E. Grislin-Le Strugeon, A. Péninou (Eds.), *Organisation et applications des SMA*, pp. 307-319, Paris: Hermes, 2002.
- [Pay89] S.J. Payne, T.R.G. Green. Task-Action Grammar : the model and developments. In *Task analysis for Human-Computer Interaction*, D. Diaper (Ed.), John Wiley and Sons, pp. 75-107, 1989.
- [Poh97] W. Pohl and J. Höle. Mechanisms for flexible representation and use of knowledge in user modeling shell systems. In A. Jameson, C. Paris, and C. Tasso (eds), *User Modeling: Proceedings of the Sixth International Conference*, pages 403-414, 1997.
- [Poi93] S. Poiternaud. *Le réseau sémantique : une alternative aux grammaires d'action*. Rapport de recherche, Laboratoire de Psychologie cognitive du traitement de l'information symbolique, CNRS – Université de Paris VIII, 1993.

- [Ram99] F. Rambaud. *La borne publique interactive d'information multimodale*. Rapport d'étude, Certu-CETE Méditerranée, mars 1999.
- [Ras83] J. Rasmussen. Skills, Rules and Knowledge: signals, signs and symbol. *IEEE transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 13:257-266, 1983.
- [Ras86] J. Rasmussen. *Information processing and human-machine interaction, an approach to cognitive engineering*, Elsevier Science Publishing, 1986.
- [Rei81] P. Reisner. Formal grammar and human factors design of an interactive graphics system. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 7 (2), March 1981.
- [Ric96] C. Rich. Window sharing with collaborative interface agents. *SIGCHI Bulletin*, 28(1):70-78, January 1996.
- [Roz00] C. Rozé, E. Grislin-Le Strugeon, M. Abed, G. Uster, C. Kolski. Recherche d'informations personnalisées. *Proceedings NîmesTIC'2000 International Conference Systems Engineering and Information and Communication Technology*, 11-13 septembre 2000, Nîmes.
- [Sch93] M. Schneider-Hufschmidt, T. Kühme, & U. Malinkowski. (Eds.). *Adaptive User Interfaces*. North Holland, 1993.
- [Sha95] U. Shardanand, P. Maes. Social Information Filtering: Algorithms For automating "word of mouth". In *Proceedings of CHI'95*, ACM Press, 1995.
- [Sha93] A. Shepherd. An approach to information requirements specifications for process control tasks. *Ergonomics*, vol. 36, n° 11, pp. 1425-1437, 1993.
- [Sol98] S.J. Soltysiak and I.B. Crabtree. Automatic learning of user profiles towards the personalization of agent services. *BT Technologie*, 1998.
- [Sca90] D.L. Scapin, C. Pierret-Golbreich. Towards a method for task description: MAD. In *Work with Display Units 89*, L. Berlinguet and D. Berthelette (Eds.), Elsevier Science Publishers B.V. (North-Holland), pp. 371-380, 1990.
- [Sta90] R.B. Stammer, S.C. Michael, J.A. Astey. Task analysis. In *Evaluation of human works : a practical ergonomics methodology*. J.R. Wilson and E.N. Corlett (Eds.), Taylor and Francis, pp. 134-160, 1990.
- [Tab01] D. Tabary. *Contribution à TOOD, une méthode à base de modèles pour la spécification et la conception des systèmes interactifs*. PhD thesis, Université de Valenciennes, 2001.
- [Tar93] J.C. Tarby. *Gestion automatique du dialogue homme-machine à partir de spécifications conceptuelles*. Thèse de Doctorat en Informatique, Septembre, Université de Toulouse I, 1993.

- [Tau90] M. Tauber. ETAG : Extended Task Action Grammar – A language for the description of the user's task language. In *Human-Computer Interaction, INTERACT'90*, D. Diaper et al. (Eds.), North Holland, pp. 163-168, 1990.
- [Ust98] G. Uster. *Information multimodale*, rapport INRETS-ESTAS, Villeneuve d'Ascq, Mars 1998.
- [Vir99] M. Virvou and B. Du Boulay. Human plausible reasoning for intelligent help. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 9(4):321-375, 1999.
- [Vir02] M. Virvou and K. Kabassi. IFM: An Intelligent Graphical User Interface Offering Advice. In *2nd Hellenic Conference on Artificial Intelligence*, pages 155-164, Thessaloniki, Greece, April 11-12 2002.
- [Wae98] A. Waern, C. Averman, M. Tierney, A. Rudström, J. Laaksolahti. *ConCall: an information service for researchers based on EdInfo*. Research report T98:04, Swedish Institute of Computer Science, October 1998.
- [Wah86] W. Wahlster, A. Kobsa. Dialog-Based User Models. *Proceedings of the IEEE, Special Issue on Natural Language Processing*, 74(7), 948-960, 1986.
- [Zac95] M. Zacklad, F. Rousseaux. Modeling Co-operation in the Design of Knowledge Production Systems : the MadeIn'Coop Method-An example. *Proceedings COOP'95*, Antibes-Juan-les-Pins, 1995.

Annexe 1 : Exemple de modèle utilisateur

Le modèle utilisateur développé pour le système est décrit à l'aide d'une structure XML. Une instance de ce modèle est présentée ci-dessous.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO88591"?>
<user>
  <access>
    <id>anli</id>
    <psswd>mldoe;325eSd</psswd>
  </access>
  <generalBackGround>
    <person>
      <firstName>Anli</firstName>
      <lastName>Djimmy</lastName>
      <sex>male</sex>
      <birthday>
        <date>12/04/1978</date>
        <place>toronto</place>
      </birthday>
    </person>
    <profession>
      <status>etudiant</status>
    </profession>
    <address>
      <number />
      <street />
      <city>Aulnoy</city>
      <zip>59300</zip>
      <mail>anli@mail.com</mail>
      <portablePhone>0616945407</portablePhone>
    </address>
  </generalBackGround>
  <address>
    <number>1</number>
    <street>Chemin Vert</street>
    <city>Aulnoy</city>
    <zip>59300</zip>
  </address>
  <individualTransport>
    <car value="yes" />
    <motorbike value="no" />
  </individualTransport>
</user>
```

```

<transportCards>
  <card>
    <transportSociety>sncf</transportSociety>
    <validityDate>15/09/2002</validityDate>
  </card>
  <card>
    <transportSociety>semurval</transportSociety>
    <validityDate>15/09/2002</validityDate>
  </card>
</transportCards>
<transportGroup>
  <group>etudiant</group>
  <group>aulnoy</group>
</transportGroup>
</generalBackGround>
<transportPreferences>
  <lessCost weight="9" certitude="5" />
  <lessTime weight="8" certitude="5" />
  <lessChange weight="8" certitude="5" />
<transports>
  <walk weight="5" certitude="5" />
  <taxi weight="5" certitude="5" />
  <commonTransports>
    <bus weight="5" certitude="5" />
    <tramway weight="5" certitude="5" />
    <metro weight="5" certitude="5" />
    <rer weight="5" certitude="5" />
    <tgv weight="5" certitude="5" />
    <train weight="5" certitude="5" />
  </commonTransports>
  <individualTransports>
    <car weight="5" certitude="5" />
    <motorbike weight="5" certitude="5" />
  </individualTransports>
</transports>
</transportPreferences>
<transportHistoric>
  <request number="7">
    <lastDate>22/12/2001</lastDate>
    <departure>Aulnoy</departure>
    <destination>Paris</destination>
    <hour>17:44</hour>
  </request>
</transportHistoric>

```

```

<goal>conge noel</goal>
<response number="6">
  <reason>lessCost</reason>
  <transport>
    <hour>16:15</hour>
    <transportMeans>bus</transportMeans>
    <departure>Aulnoy Universite</departure>
    <destination>Gare sncf</destination>
  </transport>
  <transport>
    <hour>17:40</hour>
    <transportMeans>tgv</transportMeans>
    <departure>Gare sncf</departure>
    <destination>Gare Paris Nord</destination>
  </transport>
</response>
<response number="1">
  <reason>lessCost</reason>
  <transport>
    <hour>16:20</hour>
    <transportMeans>taxi</transportMeans>
    <departure>Aulnoy</departure>
    <destination>Gare sncf</destination>
  </transport>
  <transport>
    <hour>17:40</hour>
    <transportMeans>tgv</transportMeans>
    <departure>Gare sncf</departure>
    <destination>Gare Paris Nord</destination>
  </transport>
</response>
</request>
<request number="6">
  <lastDate>28/05/2002</lastDate>
  <departure>Aulnoy</departure>
  <destination>Lille</destination>
  <hour>8:30</hour>
  <goal>seminaire</goal>
  <response number="6">
    <reason>lessCost</reason>
    <transport>
      <hour>8:30</hour>

```

```
<transportMeans>car</transportMeans>
<departure>Aulnoy</departure>
<destination>lille</destination>
</transport>
</response>
</request>
</transportHistoric>
</user>
```


Annexe 2 : Principaux sigles utilisés

AGENPERSONO : Interface Homme-Machine à base d'AGENTS logiciels PERSONNELS d'information aux usagers des TC

DTD : Document Type Definition

LOTI : Loi d'Orientation des Transports Intérieurs

PDA : Personal Digital Assistant

URL : Uniform Resource Location

SIM : Système d'Information Multimodale

TC : Transports Collectifs (ou transports en commun)

XML : eXtensible Markup Language