

# Systeme d'information transport personnalisée à base d'agents logiciels

Christelle PETIT-ROZE (1), Abdouroihamane ANLI (1, 2), Emmanuelle  
GRISLIN-LE STRUGEON (1), Mourad ABED (1), Guillaume USTER (3),  
Christophe KOLSKI (1)

(1) LAMIH UMR CNRS 8530  
Le Mont Houy  
59313 Valenciennes cedex 9, France  
{christelle.roze, christophe.kolski,  
mourad.abed}@univ-valenciennes.fr

(2) ARCHIMED  
49, Boulevard de Strasbourg  
59042 Lille cedex  
[aanli@univ-valenciennes.fr](mailto:aanli@univ-valenciennes.fr)

(3) INRETS-ESTAS  
20, rue Elisée Reclus  
59650 Villeneuve d'Ascq, France  
guillaume.uster@inrets.fr

**Résumé** : Cet article présente une contribution à la personnalisation des systèmes d'information transport basée sur une organisation multi-agents. Face à la demande croissante d'informations pertinentes de la part des usagers des transports collectifs, face au foisonnement des informations, il est nécessaire de trier, sélectionner et adapter les informations obtenues aux besoins des utilisateurs c'est-à-dire de les personnaliser. La notion de contexte permet d'appréhender la personnalisation des informations en fonction du profil de l'utilisateur. Le système est modélisé sur la base d'une distinction des rôles principaux que jouent les agents, et des interactions parmi ceux-ci.

**Mots-clés** : Système d'information, personnalisation, système multi-agents, transport

## 1 Introduction

Suite au large développement des sources d'informations distribuées et en réseau, plus spécialement sur Internet, est apparu l'intérêt de bénéficier de points de références, tels que des sites « portails » proposant un accès facilité, voire personnalisé, vers l'ensemble des ressources disponibles. L'information relative au transport est elle aussi concernée par la distribution des données, leur facilité d'accès et leur fiabilité. Une étude menée dans le cadre du projet européen Infopolis2 a ainsi montré quelles sont les attentes des voyageurs [17] et conclut sur les services à développer en terme d'information :

- fournir de l'information en « temps réel » à l'utilisateur ;
- proposer des solutions multimodales (utilisant plusieurs modes de transport) ;
- rendre l'information accessible par différents supports ;
- offrir des informations « personnalisées » au travers de systèmes interactifs.

En particulier, et dans le cadre du développement durable, il apparaît que la proposition d'informations aux voyageurs via un portail unique et personnalisé serait susceptible de favoriser l'utilisation des transports en commun, et ainsi tenter de réduire la part modale de l'automobile dans les déplacements. Ceci correspond également aux résultats (voir tableau 1) d'une étude sur les besoins d'information des voyageurs [7]. Ce tableau met en avant l'importance de la prise en compte de la catégorie du voyageur dans la définition du rôle des informations à présenter :

- informer les utilisateurs des possibilités qui leur sont offertes ;
- inciter les utilisateurs à utiliser les transports collectifs ;
- aider les utilisateurs à choisir le meilleur itinéraire ;
- aider les utilisateurs pendant leurs déplacements.

**Tableau 1 : Rôle de l'information selon la catégorie de l'utilisateur**

Catégorie de voyageurs	Rôle de l'information
Voyageurs potentiels, sans intention de déplacement	Il faut leur suggérer des destinations ou des motifs de déplacement, associés à des dessertes TC (Transports Collectifs).
Voyageurs « intentionnés concurrence » (voiture, deux roues...)	Il faut inclure les TC dans leur univers de choix, à côté ou à la place des autres moyens de transport.
Voyageurs en situation de choix modal	Il faut accroître les chances des TC d'être choisis par rapport aux modes concurrents. Il faut donc leur présenter les avantages comparatifs des TC.
Voyageurs « intentionnés transports en commun »	Il faut les aider à programmer et à planifier leur déplacement en TC.
Voyageurs en cours de déplacement	Il faut les aider à réaliser leur déplacement, en les guidant, en leur donnant des repères et en les rassurant au cours du transport.

Dans le domaine des transports collectifs, l'information aux voyageurs se développe depuis une dizaine d'années en France [6]. Les détenteurs d'information, à savoir les exploitants des réseaux de transport, essaient de mettre leurs informations à disposition des usagers au moyen de différents supports (papier, minitel, Internet, borne, etc.). Il s'agit, le plus souvent, de systèmes mono-modaux (concernant un seul mode de transport) tels que Phebus de la société Versaillaise des transports collectifs (<http://www.phebus.tm.fr>) ou Solea des transports de l'agglomération mulhousienne (<http://www.solea.info>) ou encore mono-exploitant tel que celui de la SNCF. Cependant, en France, il reste difficile de mettre en commun les informations de plusieurs exploitants afin de créer des systèmes d'information multimodale proposant l'ensemble de l'offre de mobilité sur un territoire donné ; ceci pour des raisons liées essentiellement aux particularités organisationnelles et institutionnelles [32].

Un Système d'Information Multimodale (SIM), est ainsi destiné à répondre à une demande de déplacement par le recueil et le traitement de données relatives aux différents modes de transport disponibles et à leur enchaînement. Des études ont décrit les besoins des usagers en terme d'information ainsi que l'intérêt des SIM d'un point de vue économique [20]. Ces travaux mettent en évidence l'apport des SIM aussi bien dans le cas de déplacements contraints (travail, école) pour lesquels les usagers sont dépendants de l'heure d'arrivée que dans le cas de déplacements occasionnels. Dans le premier cas, les SIM pourraient apporter une information précise et fiable sur les temps de parcours et les perturbations éventuelles sur les réseaux. Lorsque ces déplacements sont de plus conséquents tant en terme de distance que de temps, il est important que le trajet se passe dans les meilleures conditions de confort. Dans ce contexte, les SIM faciliteraient le bon choix en terme de mode de transport, d'itinéraire, etc., en fonction des capacités et préférences de chaque usager. Dans le second cas, les SIM pourraient, d'une part, éclairer les usagers sur les offres de transport pour se rendre à la nouvelle destination, et d'autre part, les aider à organiser leurs déplacements.

Les SIM existants couvrent généralement des périmètres, comme celui d'une agglomération. Un projet provincial représentatif est le système développé sur le territoire de la Communauté Urbaine de Lille (<http://www.transpole.fr>). Ce système permet aux usagers de connaître, entre autres, les horaires des transports en commun, d'établir un itinéraire multimodal combinant métro, tramway, bus, et aussi tous les trains et les autocars desservant la métropole lilloise avec la possibilité de saisir un arrêt sur une carte interactive, le nom d'une station et prochainement une adresse.

Toutefois les projets de système d'information multimodale peinent à être mis en œuvre surtout lorsqu'ils ont pour objectif de couvrir un territoire plus large dépassant certaines limites administratives [8]. Pour pallier cette lacune, et au niveau national, la PREDIM (Plate-forme de Recherche et d'Expérimentation pour le Développement de l'Information Multimodale) est chargée de fédérer les différents projets (<http://www.predim.org>). La PREDIM a pour objectif de capitaliser et échanger des informations sur les différents SIM en France et à l'étranger et d'expérimenter de nouveaux services aux usagers.

Au niveau européen, des projets visent également à améliorer la qualité de l'information délivrée aux voyageurs. Au delà d'Infopolis, aujourd'hui achevé, Iscom est un projet de recherche de la Commission Européenne qui traite différents problèmes liés à la mobilité des usagers des transports publics. Ses principaux objectifs concernent le développement et la démonstration de services de transports publics intermodaux ainsi que d'autres services de transport sur un réseau numérique comme la réservation et le paiement des transports par le téléphone mobile. Les informations peuvent être transmises à une adresse e-mail, téléchargées sur un agenda personnel (PDA) ou encore envoyées sous forme de mini-messages (SMS) vers un téléphone mobile.

Plusieurs grandes villes du monde ont adopté une approche pour implémenter de nouveaux systèmes d'information aux passagers en utilisant les systèmes e-media AGATE [29]. Ces systèmes ont été développés par la société Alstom (<http://www.transport.alstom.com>) ; il s'agit de systèmes d'information en temps réel complétés par des systèmes de loisirs multimédia pour les passagers. Ces systèmes ont pour objectif d'informer les voyageurs en annonçant systématiquement le nom de chaque station et les correspondances, via des messages en couleur, des messages vocaux, des écrans animés et des plans dynamiques du trajet. Il diffuse instantanément les messages prioritaires en temps réel directement aux passagers en cas de perturbation du service ou d'urgence. Il affiche également des publicités et des actualités. Il s'agit de systèmes précurseurs qui permettent non seulement d'accompagner le citoyen dans sa mobilité (information sur les transports), mais également de valoriser son temps de parcours en l'informant et en le divertissant (informations urbaines, actualités, etc.).

Même si ces systèmes informent les voyageurs en temps réel, ils ne permettent pas la personnalisation des informations fournies. Cette remarque peut également être faite à d'autres systèmes implémentés en prenant en compte les informations issues des systèmes de transport, les informations en temps réel concernant les retards des bus et des trains mais n'incluant pas les activités quotidiennes de l'utilisateur dans la planification des déplacements [33]. Pourtant, il convient de rappeler que des services personnalisés favoriseraient davantage l'utilisation des transports en commun aux dépens de la voiture individuelle, en simplifiant l'accès à une information pertinente. Ceci est l'objectif visé par le gouvernement allemand en lançant le projet MOTIV (Mobility and Transport in Intermodal Traffic) [18]. Le but de ce programme de recherche national est de maintenir la mobilité tout en réduisant les conséquences indésirables du trafic sur l'homme et l'environnement. Parmi ce programme, le projet PTA (Personal Travel Assistant) consiste à créer un nouveau type d'informations automatisées et de communication en donnant aux voyageurs un plan de voyage complet, indiquant les changements d'itinéraires, tout en l'adaptant au mieux à la situation actuelle (embouteillage, retards). Le support (boîtier) personnel contacte les fournisseurs de services via une plate-forme de communication et fournit au voyageur les offres selon ses préférences. Le voyageur fait son choix et prévient l'assistant pour effectuer d'éventuelles réservations automatiquement.

Les systèmes existants répondent donc à un ou plusieurs des objectifs en termes de systèmes d'information évoqués ci-dessus : temps réel, multimodalité, accessibilité sur différents supports. Peu d'entre eux cependant offrent des possibilités de personnalisation de l'information fournie. Or, pour constituer une aide réellement efficace, il importe de présenter à l'utilisateur uniquement de l'information pertinente relativement à ses besoins et préférences : l'utilisateur des transports ne souhaite en effet avoir à disposition que peu d'informations, juste celles qui l'intéressent directement [24]. La personnalisation de l'information représente ainsi une « valeur ajoutée » non négligeable [11].

Notre objectif est donc de créer un service personnalisé d'aide à la mobilité incluant différents modes de transport. L'idée est de fournir de l'aide à la décision par la planification de déplacements en prenant en compte les besoins spécifiques de l'utilisateur qui effectue la demande d'information. Nous supposons qu'il est possible d'accéder aux données des exploitants et/ou des autorités organisatrices dans le but de les intégrer afin d'établir des itinéraires multimodaux en proposant le meilleur itinéraire possible compte tenu de l'utilisateur.

Dans la suite de cet article, nous définirons le cadre général de nos travaux, à savoir la personnalisation de l'information et plus spécifiquement l'information multimodale, puis notre contribution à la personnalisation des systèmes d'information basée sur une organisation multi-agents appelée MAPIS. L'application de MAPIS à l'information multimodale est présentée dans la dernière partie.

## **2 Personnalisation de l'information**

L'objectif primaire d'un système d'information multimodale consiste à établir un itinéraire. Cependant, comme il a été dit dans l'introduction, un SIM a d'autres rôles spécifiques à jouer en fonction de la problématique du voyageur. Personnaliser les informations, c'est-à-dire présenter certaines informations à bon escient, au bon moment, de façon ciblée pour l'utilisateur, présente un avantage pour le système d'information. Nous utiliserons la notion de contexte [19] [25] afin d'appréhender de manière plus précise les facteurs susceptibles d'influer sur la réponse du système. Parmi les contextes potentiels, seuls quelques-uns peuvent s'appliquer directement aux interactions homme-machine. Les contextes identitaire (ou individuel), spatial et temporel ont ainsi été retenus. Pour chacun de ces contextes, la prise en compte du contexte sera différenciée selon qu'elle est relative au système d'information, ou qu'elle s'applique à l'information transport.

## 2.1 Le contexte identitaire

Le contexte identitaire correspond à l'ensemble des spécificités liées à « l'identité », au sens large, de l'utilisateur du système. Prendre en compte le contexte identitaire revient alors à personnaliser les réponses du système, selon les buts, préférences, etc., de l'utilisateur : le système s'adapte en fonction des connaissances qu'il possède à propos de l'utilisateur. Nous parlerons de « modèle utilisateur » pour nous référer à l'ensemble de ces connaissances, qui n'est autre que l'image qu'a le système de l'utilisateur [1]. Cette image est conçue à partir de données acquises, stockées et analysées par le système. Pour ce faire, le système dispose de trois types d'interaction avec l'utilisateur :

- Interaction manuelle. Ce type d'interaction consiste à laisser le soin à l'utilisateur de juger de ce qui l'intéresse ou non. Le système propose par exemple la liste de tous les documents qu'il a pu recenser en réponse à une demande de recherche, charge à l'utilisateur de valider ensuite ceux qui correspondent à ses besoins [4] [31].
- Interaction semi-automatique. Le système effectue un filtrage des informations : il propose uniquement celles qui lui semblent répondre aux besoins de l'utilisateur, lequel confirme ou infirme ensuite explicitement, en fonction de ce qui lui convient effectivement.
- Interaction automatique. Le système utilise l'historique des actions de l'utilisateur (sites fréquemment visités, liens suivis...) pour enrichir le modèle par inférence [9] [12]. L'utilisateur n'intervient pas explicitement dans la construction du modèle.

De plus, le système dispose de connaissances sur les autres utilisateurs à partir desquelles il peut émettre des hypothèses quant au contexte identitaire d'un nouvel utilisateur sur la base de quelques données initiales. Nous pouvons ainsi rapprocher la notion de contexte partagé [25] et celle de stéréotype, ensemble de caractéristiques communes à un groupe (ou classe) d'utilisateurs. Les stéréotypes sont largement utilisés pour la modélisation des utilisateurs, que ce soit pour les guider à partir d'une reconnaissance de leurs buts [34] [15] ou pour inférer sur leurs centres d'intérêt [35] [31].

Dans le cadre de nos travaux, nous avons associé au contexte identitaire, des contextes relatifs à l'information transport. Ces contextes (ou ensembles de données relatifs à une situation donnée) permettent d'affiner le modèle utilisateur initial. Par exemple, au sein d'un même contexte identitaire, il est possible de distinguer un sous-contexte pour les déplacements professionnels, un autre sous-contexte pour les déplacements personnels, etc., correspondant éventuellement à des préférences différentes.

Le contexte identitaire peut alors être défini de la manière suivante :

- des données indépendantes des sous-contextes mais propres à l'utilisateur et
- un ensemble de sous-contextes composés de critères et de préférences liés au sous-contexte.

Afin de rendre possible la personnalisation des informations dès les premières connexions, certaines des données identitaires sont utilisées afin de classer l'utilisateur *a priori*. Le nouvel utilisateur est ainsi supposé avoir les mêmes préférences que les utilisateurs partageant des données identitaires similaires (cette similarité étant à définir selon l'application visée).

Cependant, ce contexte n'est pas suffisant pour personnaliser complètement les informations fournies aux utilisateurs dans le cadre d'un système transport. En effet, afin de déterminer un itinéraire, d'autres paramètres entrent en ligne de compte, relativement à d'autres types de contextes.

## 2.2 Le contexte spatial

Le contexte spatial consiste à prendre en compte le lieu où se situe l'utilisateur au moment de son interaction avec le système d'information ; ceci présente un double intérêt.

Le premier concerne la « plasticité » des interfaces (au sens de [2]). En effet, le lieu de l'utilisateur est dépendant du support avec lequel l'utilisateur communique avec le système. Or le changement de support implique un changement de présentation des informations. Le contenu reste fondamentalement le même, c'est la forme qui varie principalement. Dans le cadre d'un système personnalisé, il est important de prendre également en compte les capacités des matériels et logiciels utilisés.

Le second avantage concerne le contenu des informations. Grâce à la localisation de l'utilisateur, un système d'information transport devra prendre en compte la connaissance du lieu dans la réponse à sa requête. En effet, cette connaissance peut s'avérer d'autant plus intéressante que le déplacement a été planifié par le même système. Il est ainsi possible d'envisager une aide en suivi de déplacement<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Notons toutefois que la prise en compte de ce contexte engendre des problèmes techniques et juridiques liés à la localisation physique de l'utilisateur ne relevant pas de notre problématique initiale.

### 2.3 Le contexte temporel

Le contexte temporel consiste à prendre en compte le temps dans les communications homme-machine. Lors de l'interaction avec un système d'information, différents facteurs temporels peuvent être considérés. Il est possible de s'intéresser d'une part au temps de l'interaction et d'autre part au temps du déplacement dans le cas de l'information pour les transports.

Le temps de l'interaction inclut le moment auquel s'effectue la demande d'information et sa durée. En particulier, le délai de réponse acceptable par l'utilisateur peut varier : il est concevable par exemple, de différencier des modes de réponses rapides mais peu personnalisés à des demandes simples, de modes de réponses plus lents (éventuellement asynchrones) mais plus personnalisés appliqués à des demandes complexes. Un même système pourrait, selon le contexte, servir à la fois de borne d'interrogation simple en station et de service de préparation d'informations (tel qu'un itinéraire complet) capable d'envoyer ensuite une réponse en différé via une messagerie électronique ou un téléphone mobile.

Le temps du déplacement est à replacer dans le contexte de l'agenda personnel de l'utilisateur. La prise en compte de l'emploi du temps de l'utilisateur permet d'intégrer des paramètres tels que des contraintes de lieux et d'horaires précédant et suivant le déplacement.

Enfin, la combinaison de ces deux types de contextes peut conduire à prendre en considération « l'urgence » de la réponse : le départ est-il prévu dans un mois ou dans quelques instants ? L'intégration de ces informations est également cruciale dans un objectif de suivi de déplacement, l'information sur le retard affectant un mode de transport pouvant servir de base à une réévaluation du chaînage des différentes parties de l'itinéraire.

La prise en compte de certains aspects de ces contextes ont été repris dans notre proposition de système d'information multimodale et personnalisée.

## 3 Un système délivrant une information multimodale et personnalisée

En se basant sur la définition des systèmes d'information donnée dans [27], nous pouvons distinguer quatre contraintes liées aux systèmes d'information :

- acquérir des données distribuées et hétérogènes,
- stocker des données consistantes,
- traiter des données,
- communiquer.

Dans le cadre de systèmes d'information personnalisée, nous ajoutons une contrainte :

- adapter les données aux utilisateurs.

Afin de concevoir des systèmes d'information personnalisée, notamment des systèmes d'information multimodale, nous avons proposé une organisation multi-agents. Les systèmes multi-agents sont des ensembles d'entités autonomes nommées agents qui ont un comportement collectif qui permet d'atteindre une fonction désirée [5]. De tels systèmes sont susceptibles d'apporter des réponses en termes de modélisation et d'implémentation de systèmes d'information personnalisée (voir les synthèses concernant les agents informationnels proposées dans [14] et [16]). Face aux cinq contraintes définies précédemment, les agents apportent des solutions [22]:

- la récupération de données hétérogènes et physiquement distribuées peut se faire grâce à des agents d'information mobiles ;
- le maintien de systèmes d'information consistants est une tâche réalisable par des agents rationnels, agents capables de raisonner sur des données ;
- l'échange de connaissances au sein du système est la caractéristique principale des agents communicants ;
- l'adaptation des données aux utilisateurs, il faut tout d'abord (re)connaître leurs besoins ; cette acquisition peut être réalisée par des agents apprenants.

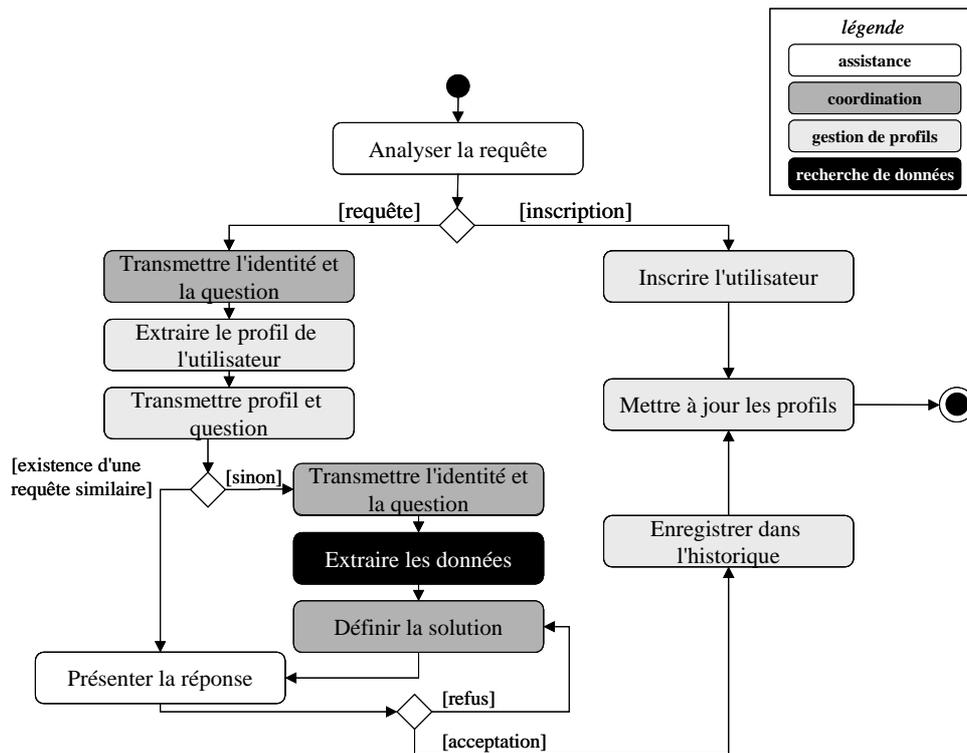
Nos travaux se situent dans le cadre des SI orientés agents, et même plus précisément dans le cadre des SI dont le « cœur » est formé par un système multi-agents. Parmi les systèmes d'information basés sur des agents organisés, nous pouvons citer MAPWEB [3], un système composé d'agents coopérants et destiné à résoudre les problèmes de planification des utilisateurs à partir des informations stockées sur Internet. Son objectif est similaire au nôtre quant à l'utilisation d'un système multi-agents pour récupérer des données et leur appliquer un traitement plus ou moins complexe, qui différencie ce SI d'une simple application de collecte de données.

La personnalisation consiste à fournir uniquement de l'information pertinente. Le système proposé dans le cadre du projet InfoSleuth [10] réalise une forme de personnalisation par la mise en relation des requêtes des utilisateurs et des fournisseurs de services correspondants. Le travail des agents d'InfoSleuth repose sur l'utilisation d'ontologies, qui leur permettent de préciser les requêtes, de les décomposer, puis d'intégrer des informations collectées à partir de sources hétérogènes et distribuées. L'architecture décrite dans [30] est un

autre exemple de système de ce type, destiné à remplir un rôle similaire, sur la base d'agents représentant les utilisateurs d'un côté, les sources d'information, et des agents de courtage effectuant la liaison entre eux.

L'organisation que nous proposons est composée de quatre modèles d'agents ayant chacun les connaissances et les compétences appropriées en fonction du rôle qui lui est attribué au sein du système. La figure 1 décrit l'activité générale du système, qui peut être décomposée en quatre sous-ensembles :

- la gestion des interactions homme-machine ou « assistance » ;
- la gestion des données et leur recherche ;
- la gestion des profils d'utilisateurs;
- et la gestion des flux et le traitement des données : la « coordination ».



**Figure 1 : Diagramme d'activité UML décrivant le comportement général d'un SIP**

Chacune de ces activités nécessite des compétences qui lui sont spécifiques et détermine donc la conception du comportement des agents. Les quatre ensembles d'activités ont ainsi conduit à la définition de quatre modèles d'agents distincts.

### 3.1 Les modèles d'agents

Les modèles d'agents proposés correspondent directement aux activités décrites ci-dessus : l'assistance aux utilisateurs, la recherche de données, la gestion des profils d'utilisateurs et la coordination. Sur la base de ces modèles, quatre groupes d'agents aux compétences spécifiques sont définis. La mise en œuvre du processus de recherche et de personnalisation des informations est produite par leur interaction. L'organisation générale, appelée MAPIS (Multi-Agent Personalized Information System), est décrite en figure 2.

Le premier modèle concerne les agents en interaction avec l'utilisateur dans le but de définir plus précisément ses requêtes. Nous avons nommé ce modèle « assistance » en référence aux agents assistants dont le but est d'identifier les utilisateurs, comprendre leurs besoins, les assister dans leurs activités (défini dans [26]). Les objectifs des agents de ce modèle sont centrés utilisateurs. L'idée est de concevoir des agents capables de comprendre les requêtes de chaque utilisateur et de les aider à exprimer leurs demandes, leurs besoins. Ils sont réactifs à toute demande provenant d'un utilisateur. De plus, ce modèle facilite la prise en compte du contexte temporel. En effet, les agents assistants sont capables d'interagir avec les agents personnels des utilisateurs en charge de gérer leurs agendas personnels. Les informations recueillies pourront ensuite être intégrées dans la résolution de la requête. Ces agents ont des compétences totalement indépendantes du domaine d'application du SI. Ils sont activés par les utilisateurs. Ce modèle est ainsi réutilisable pour d'autres systèmes d'information.

Le deuxième modèle concerne la « recherche de données ». Il s'agit de récupérer les données qui sont soit centralisées, soit distribuées. Les agents de ce modèle sont des agents d'information. Selon les informations à rechercher, ils doivent être capables de déterminer la (ou les) source(s) de données pertinentes. Les agents de ce modèle ont la particularité d'être mobiles. Un agent mobile est un agent capable de migrer sur un réseau informatique et d'agir au nom de l'utilisateur ou d'une autre entité [36]. La mobilité permet à ces agents de se déplacer vers d'autres systèmes d'information ou pour récupérer des données stockées en des endroits différents. Les compétences associées à ces agents sont valables quelles que soient les informations à récupérer. Par contre, afin d'implémenter MAPIS pour un autre système d'information personnalisée, il est nécessaire de doter ces agents de connaissances liées aux sources de données (leur adresse, comment les interroger, etc.).

Le troisième modèle concerne la gestion des utilisateurs, et plus précisément des profils utilisateurs. Cela consiste à maintenir une base de données contenant les connaissances que le système dispose sur les utilisateurs. Les agents de ce rôle doivent être capables de mettre à jour les profils des utilisateurs au moyen d'une ou plusieurs méthodes d'acquisition et de gestion, par communication avec l'utilisateur, par traitement sur les données connues et par l'observation du comportement de l'utilisateur.

Ce modèle est important dans le cadre de SIP afin de prendre en compte le contexte identitaire des requêtes.

Enfin le rôle de « coordination », dévolu aux agents du quatrième modèle, consiste à superviser le traitement de la requête. Pour cela, les agents responsables de ce rôle doivent coordonner et planifier l'ensemble des sous-tâches permettant de répondre le plus rapidement possible aux requêtes de chaque utilisateur. Ces agents doivent aussi déterminer la meilleure solution parmi l'ensemble des solutions possibles prenant en compte le profil de l'utilisateur et les contextes liés à la demande. Afin de réutiliser ce modèle, il est nécessaire de doter ces agents de l'heuristique appropriée pour le calcul de la solution en fonction de critères liés au problème à résoudre.

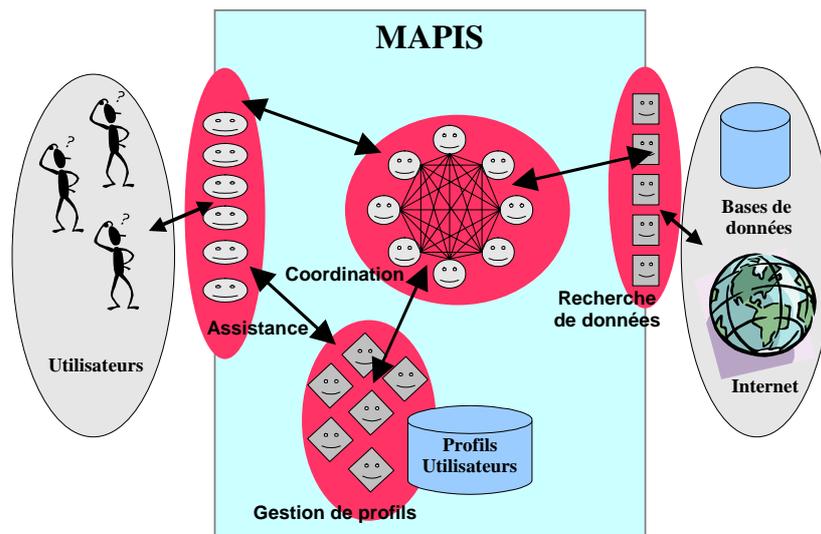


Figure 2 : Organisation MAPIS [21]

### 3.2 Modélisation de l'utilisateur

Comme cela a été dit dans la partie 2, le contexte identitaire est modélisé par le profil de l'utilisateur. Dans le cadre d'un système d'information transport, nous avons modélisé les profils des utilisateurs en trois ensembles distincts :

- l'ensemble des données statiques permettant d'identifier l'utilisateur ;
- l'ensemble des données pondérées permettant de définir la meilleure solution : cet ensemble est constitué d'un ensemble de critères relatifs à l'information multimodale pondérés en fonction des préférences de l'utilisateur ;
- et un historique de requêtes effectuées servant de bases d'exemples positifs pour la mise à jour de l'ensemble des données pondérées.

L'ensemble des données statiques est initialisé à partir d'un bref questionnaire, de manière « manuelle ». Sur cette base, un stéréotype est sélectionné afin d'initialiser les poids associés aux données du deuxième ensemble. Les poids sont ensuite mis à jour régulièrement, de manière automatique, en se basant sur l'historique des requêtes effectuées. Ces données pondérées constituent des critères permettant de choisir des réponses adaptées à l'utilisateur. Dans le domaine de l'information aux voyageurs par exemple, entre ces deux itinéraires possibles, celui-ci comporte moins de correspondances malgré une durée totale de trajet plus importante. La pondération relative des critères d'attente et de durée conduisent alors à choisir cet itinéraire qui conviendra mieux à telle personne âgée ayant des difficultés à marcher.

Les contextes de type spatial et temporel sont également à considérer dans une approche complète de personnalisation. Concernant l'information multimodale, l'emploi du temps de l'utilisateur a fait l'objet d'une première intégration par la distinction des contextes de voyages professionnels et de loisirs, qui nous semblent nécessiter des pondérations différentes des critères de sélection d'un itinéraire.

La prise en compte du caractère contextuel des requêtes conduit ainsi à former des sous-ensembles de critères pondérés adaptés à chaque contexte, de façon à différencier les réponses du système. En conséquence, l'intégration d'une requête passée en vue d'apprendre des préférences s'applique à un utilisateur défini mais également en fonction du contexte de cette requête.

#### **4 Application à AgenPerso, un système d'information « transport » personnalisée**

Après une étude de faisabilité sur l'apport des agents aux SIM [28], nous avons appliqué MAPIS au domaine du transport de personnes. Au vu des besoins et de l'intérêt des systèmes de personnalisation de l'information dans le cadre des projets PREDIT2, une application, AgenPerso [23], a été développée, sous la forme d'un démonstrateur. Son objectif est de fournir une aide personnalisée dans la préparation d'itinéraires combinant, si cela s'avère nécessaire, un ensemble de modes de transport tels que le bus, le tramway, le taxi, la marche, etc., de manière à satisfaire au mieux les besoins, capacités et préférences de chaque utilisateur. Cette application en est au stade du prototype mais permet toutefois de mettre en évidence les types de réponses personnalisées que peuvent élaborer les agents logiciels du système. Le système multi-agents a été développé sur la base de la plateforme Madkit [13] qui permet en particulier de caractériser des agents en utilisant la notion de rôle.

Voici les adaptations qui ont été effectuées dans le cadre d'AgenPerso :

La classe *Assistance* a été instanciée après avoir complété la base de connaissances des agents de ce modèle par des informations relatives aux « raisons des déplacements ». En effet, nous proposons aux usagers d'indiquer l'événement pour lequel il se déplace (par exemple « assister à la représentation du Cid ») (cf. figure 5).

La classe *Coordination* a été implémentée après avoir surchargé la méthode de sélection des solutions. Dans le cadre de ce système d'information transport, la meilleure solution correspond à la solution satisfaisant le plus de critères autorisés par l'utilisateur.

La classe *Recherche de données* a été implémentée dès que nous avons fourni les informations relatives aux sources de données ; en l'occurrence l'accès aux bases de données réseaux et horaires.

L'instanciation de la classe *Gestion des profils* nécessite un travail préliminaire. AgenPerso a requis la définition de deux modules :

- un module d'accumulation des connaissances qui trie et stocke les réponses du système qui ont été acceptées par les utilisateurs,
- et un module de raisonnement à base de connaissances qui modifie les poids en se basant sur des statistiques de réponses par contexte et par utilisateur.

Nous avons ensuite surchargé la méthode de manière à préciser qu'après chaque requête, le système doit stocker les requêtes dans l'historique du profil de l'utilisateur et doit mettre à jour les profils en se basant sur l'historique par le module de raisonnement.

Les interfaces ont été réalisées par la société ARCHIMED ; deux pages écrans sont présentées à titre d'exemples. A l'inscription, l'utilisateur fournit trois types d'information :

- des informations permettant de l'identifier ou de le contacter si cela est nécessaire,
- des informations permettant de lui attribuer un profil par défaut,
- et des informations plus précises sur ses goûts en terme de transport.

La figure 4 représente l'interface permettant aux utilisateurs d'effectuer leurs requêtes. Pour cela, s'ils ne sont pas encore identifiés, ils doivent remplir les champs à cet effet, puis définir leurs besoins :

- soit en effectuant une requête traditionnelle : lieu de départ, lieu d'arrivée, date et heure désirée de départ,

- soit en indiquant la raison de leur déplacement en sélectionnant un événement parmi ceux connus du système, tels que « le match de basket féminin USVO-Bourges », ou « le concert de printemps de l'orchestre national de Lille ».

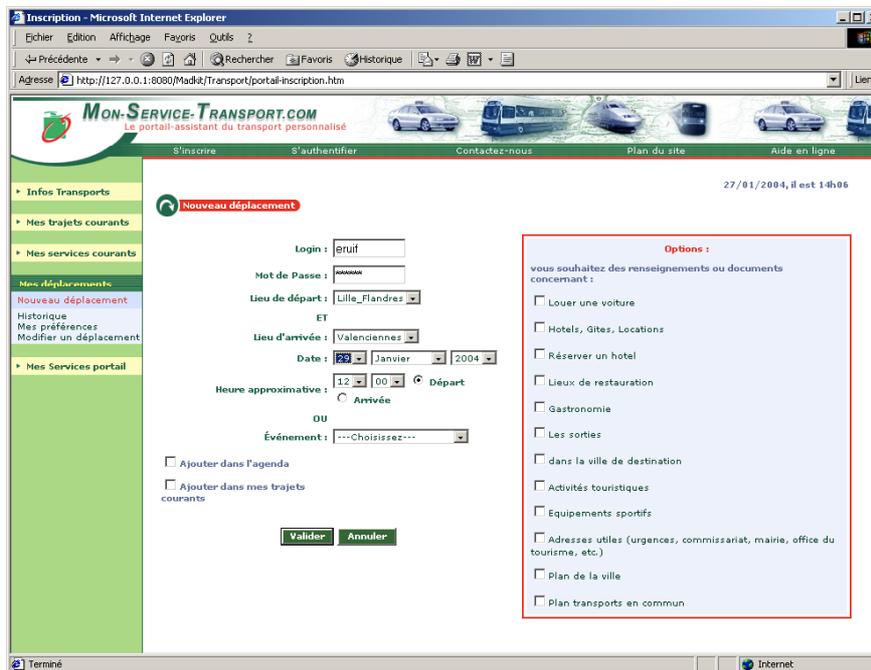


Figure 4 : Page écran représentant la demande d'un itinéraire personnalisé

Enfin la figure 5 est une capture d'écran d'un résultat proposé à un utilisateur, suite à une demande de planification de déplacement. Le système propose la solution qu'il juge la plus pertinente parmi l'ensemble des solutions possibles. L'utilisateur peut accepter ou non cette solution. En cas de refus, le système propose la solution suivante, si elle existe, dans l'ordre de « pertinence » supposée des solutions.

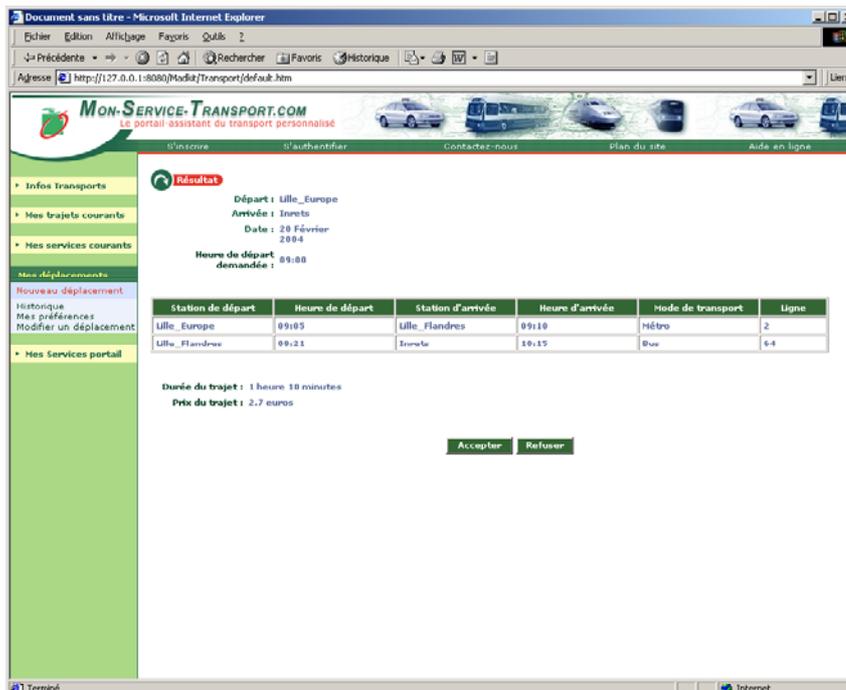


Figure 5 : Interface présentant un itinéraire personnalisé

## 5 Conclusion

Accompagner le citoyen dans ses déplacements quotidiens comme pour la découverte de territoires urbains inconnus est sans aucun doute un des leviers potentiels d'action pour aller vers une mobilité durable, garant d'un meilleur équilibre entre l'automobile et les transports collectifs. Aujourd'hui, les systèmes d'information liée aux transports, quand ils existent, ne présentent qu'une vue parcellaire, et parfois trop complexe, des offres de déplacements sur un territoire donné. La profusion, comme l'absence d'informations, ne permettent pas de proposer un système efficace d'aide à la décision. Comme nous l'avons montré dans cet article, seule une approche plus contextualisée, plus personnalisée peut relever ce défi.

Les systèmes délivrant une information personnalisée peuvent ainsi être modélisés et implémentés sur la base d'un système multi-agents. Notre approche distingue quatre rôles principaux tenus par les agents dans ce cadre : l'assistance aux utilisateurs, la recherche d'information, la gestion de profils et la coordination des tâches. Ces rôles correspondent à des compétences et comportements spécifiques des agents. Leurs actions coordonnées permettent d'interagir avec l'utilisateur d'une part, les sources d'informations d'autre part, et d'adapter les réponses aux besoins et préférences des utilisateurs.

MAPIS, le modèle de système multi-agents proposé pour la personnalisation d'informations, a fait l'objet d'un premier démonstrateur dans le domaine de l'information aux voyageurs, dans le cadre d'un projet PREDIT. Le système réalisé met l'accent sur la préparation d'itinéraires multimodaux ; la personnalisation prend en compte essentiellement le contexte identitaire de la demande d'information. Il reste à étendre la prise en compte du caractère contextuel des requêtes à d'autres catégories de contextes, tels que le support matériel utilisé ou l'urgence de la requête. La validation de notre démarche pourrait s'appuyer sur le développement et l'évaluation, sur site, de services d'aide à la mobilité dédié à une cible de population bien déterminée : les étudiants.

## 6 Remerciements

Les auteurs remercient la Région Nord-Pas de Calais, l'INRETS, le FEDER (Projet TACT NIPO) et le PREDIT (projet AgenPerso) pour le support apporté dans le cadre de cette recherche. La thèse de C. Petit-Rozé a été co-financée par la Région Nord-Pas de Calais et l'INRETS. Celle de A. Anli est co-financée par la Région Nord-Pas de Calais et la société ARCHIMED.

## 7 Bibliographie

- [1] R.B. Allen : *Mental Models and User Models*. In M. Helander, T. Landauer and P. Prabhu (Eds.), *Handbook of Human-Computer Interaction*, pp. 49-63 ; Elsevier Science B.V., 1997.
- [2] G. Calvary et J. Coutaz : *Plasticité des Interfaces : une nécessité !* ; In *Information-Interaction-Intelligence*, Actes des deuxièmes Assises nationales du GDR I3, J. Le Maître (Ed.), Cépaduès Editions, pp 247-261, 2002.
- [3] D. Camacho, J. M. Molina, D. Borrajo et R. Aler : *MAPWEB: Cooperation between Planning Agents and Web Agents* ; *Information & Security: an international journal*, vol. 8, n° 2, pp. 209-238, 2002.
- [4] L. Chen et K. Sycara : *WebMate: A Personal Agent for Browsing and Searching* ; In *Proceedings of the 2nd International Conference on Autonomous Agents and Multi Agent Systems (AGENTS'98 -- Minneapolis, USA, May 10-13)*, pp. 132-139. ACM Press, 1998.
- [5] Collège Systèmes Multi-Agents de l'AFIA, Groupe de Travail « Collectif, Interaction, Emergence » (COLLINE) : *Glossaire 2003* ; Document disponible à l'adresse suivante : <http://www.irit.fr/COLLINE/DOCUMENTS/GlossaireColline.rtf>
- [6] P. Gendre : *Systèmes d'information multimodale : une bibliographie commentée* ; Rapport technique, CERTU, mars 1999.
- [7] M. Gilles : *Les attentes des usagers* ; Rapport du FIER n°22, UTP, 1997.
- [8] JPF Consultant : *Etude de faisabilité sur la mise en place d'un système d'information sur l'offre de transport collectif de voyageur - Phase 4 : Préconisation* ; Rapport technique, octobre 1996.
- [9] D. D'Aloisi et V. Giannini : *The Info Agent: an Interface for Supporting Users in Intelligent Retrieval* ; In C. Stephanidis (Ed.), *Proceedings of the ERCIM Workshop « Towards Interfaces for all: Current Trend and Future Efforts » (UI4ALL - Crete, October 30-31)*, pp. 143-155, 1995.

- [10] L. Deschaine, R. Brice et M. Nodine : *Use of InfoSleuth to Coordinate Information Acquisition, Tracking and Analysis in Complex Applications* ; In Proceedings of Advanced Simulation Technologies Conference, April, 2000.
- [11] G. Gavray : *Personnalisation des sites Web : élaboration d'une méthodologie de mise en oeuvre et application au cas DGTRE* ; Mémoire de l'Université Catholique de Louvain. 2002.
- [12] J. Goecks et J. Shavlik : *Learning Users' Interests by Unobtrusively Observing Their Normal Behavior* ; 2000 International Conference on Intelligent User Interfaces, pp. 129-132, ACM, 2000.
- [13] O. Gutknecht, J.Ferber et F. Michel : *MadKit: une plate-forme multi-agent générique* ; Rapport de Recherche LIRMM 00061, Mai 2000.
- [14] D. Hérin, B. Espinasse, E. Andonoff et C. Hanachi : Des systèmes d'informations coopératifs aux agents informationnels ; In Ingénierie des systèmes d'information, C. Cauvet et C. Rosenthal-Sabroux (eds.), Hermès, pp. 209-244, 2001.
- [15] A. Kobsa : *Generic User Modeling Systems* ; User Modeling and User-Adapted Interaction, 11, pp. 49–63, 2001.
- [16] M. Klusch : *Information agent technology for the Internet: A survey* ; Data & Knowledge Engineering, 36, pp. 337-372, 2001.
- [17] N. Lecomte et 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 (ERGO-IHM'00 - Biarritz, France, 3-6 octobre), D. Scapin and E. Vergison (Eds.), pp. 129-135. 2000.
- [18] W. Mehr et W. Stoll : *MOTIV PTA System Architecture* ; in ITS'98 World Congress (Seoul, Korea). October 1998.
- [19] A. Mucchielli : *La nouvelle communication* ; Armand Colin, Paris, France, 2000.
- [20] C. Perreau : *Les systèmes d'information multimodale : apports et potentialités dans l'optimisation des déplacements urbains* ; Paris, Thèse de doctorat, Institut d'Etudes Politiques, Paris, juillet 2002.
- [21] C. Petit-Rozé : *Organisation multi-agents au service de la personnalisation des informations. Application à un système d'information multimodale pour le transport terrestre des personnes*. Thèse de l'université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, 11 déc. 2003.
- [22] C. Petit-Rozé et E. Grislin-Le Strugeon : *Systèmes d'information à base d'agents* ; In R. Mandiau, E. Grislin-Le Strugeon, A. Péninou (Ed.), Organisation et applications des SMA., pp. 307-319. Paris: Hermes, 2002.
- [23] C. Petit-Rozé, A. Anli, E. Grislin-Le Strugeon, M. Abed et C. Kolski : *AGENPERSO - Interfaces Homme-Machine à base d'AGENTS logiciels PERSONNELS d'information aux usagers des TC* ; Rapport final du projet PREDIT, Valenciennes, France, LAMIH, 2003.
- [24] C. Petit-Rozé, E. Grislin-Le Strugeon, G. Uster, C. Kolski et M. Abed : *Vers une personnalisation de l'information dans les transports* ; in Colloque international "Innovation Technologique pour les Transports Terrestres (TILT'03 - Lille, France, 2-4 décembre), 2003.
- [25] J.C. Pomerol et P. Brézillon : *About some relationships between Knowledge and Context* ; Modeling and Using Context (CONTEXT-01), Lecture Notes in Computer Science, Springer Verlag, pp. 461-464.
- [26] M.P. Ramos : *Structuration et évolution conceptuelles d'un agent assistant personnel dans les domaines techniques* ; Compiègne, France, Thèse de doctorat, UTC, 2000.
- [27] R. Reix : *Dictionnaire des systèmes d'information*. Vuibert, Paris, France, 1999.
- [28] C. Rozé, E. Grislin-Le Strugeon, M. Abed, G. Uster et C. Kolski : *Agents intelligents au service de l'information multimodale dans les transports de personnes* ; Rapport final de projet prospectif GRRT, Valenciennes, France, LAMIH, 2000.

- [29] V. Scinteie : *The Future of Passenger Information Systems* ; in 9th World Congress on Intelligent Transport Systems (ITS'02 - Chicago, USA, October 14-17). 2002.
- [30] E. Shakshuki, H. Ghenniwa et M. Kamel : *An architecture for cooperative information systems* ; Knowledge-Based Systems, 16, pp. 17-27, 2003.
- [31] U. Shardanand and P. Maes : *Social Information Filtering : Algorithms for Automating 'Word of Mouth'* ; In Proceedings of the CHI-95 Conference. Denver, CO, USA, ACM Press, May 1995.
- [32] G. Uster : *Développement de l'information multimodale en France : quels leviers actionner ?* In Annales des Ponts et Chaussées N°98, avril-juin 2001, pp 22-26.
- [33] K. Vaughn, M. Abdel-Aty et R. Kitamura : *A framework for developing a daily activity and multimodal travel planner* ; International Transactions in Operational Research, pp. 107-121, 6, 1999.
- [34] M. Virvou and K. Kabassi. IFM : *An Intelligent Graphical User Interface Offering Advice* ; In 2nd Hellenic Conference on Artificial Intelligence (Thessaloniki, Greece, April 11-12), pp. 155-164. 2002.
- [35] A. Waern, M. Tierney, Å. Rudström, and J. Laakolahti : *ConCall : Edited and Adaptive Information Filtering* ; In 1999 International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI'99 – Los Angeles, USA, January 5-8), 185. ACM, 1999.
- [36] J. White : *Mobile agents* ; In J. Bradshaw (Ed.), *Software Agents*, pp. 437-472. Cambridge, USA, MIT Press, 1997.