

PerSyst : Un Système de Personnalisation de l'information transport multimodale

ABDOUROIHAMANE ANLI, MOURAD ABED

Laboratoire d'Automatique, de Mécanique et d'Informatique industrielles et Humaines
UVHC, Le Mont Houy, F-59300 Valenciennes Cedex 9, France

aanli@univ-valenciennes.fr, mabed@univ-valenciennes.fr

<http://www.univ-valenciennes.fr/LAMIH>

Résumé — La personnalisation de l'information consiste à fournir à un utilisateur une information pertinente correspondant à ses préférences et à ses besoins. Ce domaine étant en constante évolution, les systèmes délivrant une information personnalisée ne peuvent être figés. Nous proposons PerSyst, une plate-forme à base d'agents logiciels, pouvant servir de support pour la conception de Système de Personnalisation. PerSyst facilite la gestion et la transmission des résultats ou des recommandations dans un système distribué et évolutif. PerSyst a été appliqué pour la personnalisation de l'information transport. Il s'agit ici de recommander un itinéraire par rapport au profil de l'utilisateur. Ce service de personnalisation a été utilisé par plusieurs applications différentes, notamment, la recherche d'itinéraire et l'agenda transport.

Mots clés — Personnalisation, Système Multi-Agents, Informations multimodales, Transport, Système Homme-Machine.

I. INTRODUCTION

Les nouvelles technologies de l'information et de la communication offrent la possibilité d'accéder à des masses d'information de plus en plus grandes sur des supports de plus en plus variés et supportant des modes d'interaction de plus en plus différents. Un utilisateur peut rechercher et/ou recevoir de l'information sur son ordinateur de bureau, son PDA, son téléphone portable, etc. La plupart de ces plate-formes d'accueil permettent une interaction multi-modale combinant le son, l'image et le texte.

Pour répondre au critère d'utilisabilité et permettre à l'utilisateur de retrouver facilement l'information qui l'intéresse, la personnalisation se présente comme une solution appropriée. Outre la personnalisation des informations délivrées, d'autres aspects de l'interaction peuvent faire l'objet de personnalisation dans ce cadre, tels que la prise en compte des différents modes d'interaction (vocal, textuel, ...), la prise en compte des différentes plates-formes d'interaction (PC, PDA, téléphone portable, ...), et l'assistance à l'utilisateur. Notre objectif est de fournir un support à la conception de systèmes de personnalisation (SP) qui couvre ces différents aspects.

La prise en compte des modes d'interaction et des plates-formes utilisées signifie, pour nous, que le système de personnalisation doit les intégrer dans ses raisonnements par rapport aux préférences de l'utilisateur. Le système de personnalisation doit être capable de dire, par exemple, que pour telle information, l'utilisateur préférera l'écouter à partir de son téléphone portable, plutôt que de la lire sur son PDA. Pour cela, le système de personnalisation visé doit présenter les caractéristiques suivantes :

– *multi-applications* : le SP doit pouvoir communiquer avec plusieurs applications pour assurer la prise en compte des différents modes d'interaction et des différentes plates-formes accueillant l'interaction.

– *autonomie et pro-activité* : l'assistance de l'utilisateur, la recherche d'information, la gestion de profils utilisateurs exigent des capacités d'autonomie et de pro-activité.

– *support de la mobilité* : la mobilité consiste à faire migrer un code informatique d'une plate-forme vers une autre pour s'y exécuter. Les différents éléments du SP peuvent ne pas tous se situer sur une même machine.

– *évolutivité* : l'administrateur du SP doit pouvoir ajouter des éléments, en enlever, faire évoluer leur comportement. Par exemple, permettre à un module de recherche d'information transport de faire aussi de la recherche d'information culturelle.

Or, les agents présentent certaines caractéristiques susceptibles d'offrir une réponse à ces objectifs. Sans revenir sur les nombreuses définitions d'agents fournies par la littérature (voir [5], par exemple), nous nous intéresserons particulièrement aux caractéristiques suivantes :

– *la communication* : l'agent est muni d'un protocole de communication lui permettant de communiquer avec d'autres agents ou avec l'utilisateur.

– *l'autonomie et la pro-activité* : l'agent agit sans intervention humaine ; il contrôle ses actions et ses états internes. Son comportement est dirigé par des buts ; il prend des initiatives.

– *la mobilité* : l'agent peut migrer d'un site à un autre.

– *la reproduction* : l'agent est capable de se reproduire.

– *l'apprentissage* : l'agent est capable d'acquérir dynamiquement (en cours d'exécution) des connaissances et des compétences qui peuvent influencer sur son comportement.

Après une revue, non exhaustive, des systèmes de personnalisation existants, nous présenterons notre plate-forme de personnalisation qui se distingue surtout des autres par son aspect distribué et évolutif. Nous décrirons ensuite l'utilisation de la plate-forme pour la recommandation d'itinéraires dans le cadre d'une recherche d'itinéraire et dans le cadre de la planification d'itinéraire à partir de l'agenda de l'utilisateur.

II. ETUDE DE L'EXISTANT

De nombreux systèmes permettent la personnalisation de l'interaction. La plupart de ces systèmes sont destinés pour l'aide à la navigation sur le web. Ils assurent les fonctions d'observation du comportement utilisateur, de recherche, de filtrage et de présentation de ces informations. Nous citerons IFWeb [3] qui effectue la recherche et le filtrage des documents en prenant en compte les besoins spécifiques de l'utilisateur. Lorsqu'un document est pointé par l'utilisateur, le

système recherche dans le web les documents similaires et les montre à l'utilisateur en les classant par ordre d'intérêt. Letizia [8] 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 dans une fenêtre indépendante. MAPIS [11] est une application web qui aide les usagers des transports public de personnes dans leur choix d'itinéraire. Le profil de l'utilisateur correspond aux poids associés par rapport aux différents modes (bus, train, metro, marche, ...), la durée du voyage, le nombre de changement et le coût (prix) du voyage. MAPIS utilise un mécanisme d'apprentissage par renforcement pour la gestion du profil utilisateur.

D'autres systèmes ont pour objectif de faciliter la conception des systèmes d'information personnalisée. Ils se présentent, généralement, sous forme d'application assurant la représentation du profil utilisateur et les mécanismes d'inférence pour le choix de la solution à proposer. BroadWay [13] est un système qui se base sur la navigation des utilisateurs pour recommander des liens à un utilisateur particulier. Broadway est indépendant du navigateur. La recommandation est effectuée à partir d'un moteur de raisonnement à base de cas. BGP-MS [7] est un système de modélisation de l'utilisateur qui permet de prendre en compte les buts, croyances et connaissances de l'utilisateur. Il fonctionne selon différents types d'inférence 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 avec multi-utilisateurs et multi-applications. Passeport.Net [10] est un serveur de profil utilisateur. L'utilisateur s'inscrit au service en donnant ses données personnelles. Ces données sont exploitées par les entreprises abonnées à Passeport.NET pour fournir à l'utilisateur des services personnalisés correspondant à son profil.

les différentes plate-formes d'interaction et les différents modes d'interaction

Recherche d'information : capacité du système à effectuer une recherche d'information sur Internet ou sur des bases de données hétérogènes

Assistance à l'utilisateur : capacité du système à fournir une recommandation à partir d'un raisonnement automatique

Gestion de profil : les méthodes utilisées par le système pour exploiter le profil de l'utilisateur.

Plusieurs systèmes existent pour la recherche d'information personnalisée, la prise en compte des différentes plate-formes d'interaction, l'assistance à l'utilisateur, etc. Cependant, pas ou peu d'outils permettent la conception des systèmes d'information prenant en compte ces différents aspects de personnalisation. Chaque système utilise une méthode particulière pour la gestion des profils utilisateur et il est difficile de les améliorer ou de les changer.

III. UN SYSTEME DE PERSONNALISATION GENERIQUE

Pour prendre en compte les différents aspects de personnalisation et permettre une meilleure flexibilité du système, nous proposons PerSyst. PerSyst est un Système de Personnalisation basé sur des agents magique (Multi-AGENT hiérarchIQUE) [12]. Nous allons présenter, dans cette section, l'architecture de PerSyst, ses interfaces de communication et son fonctionnement général.

A. Architecture générale

PerSyst se décompose en six parties (voir Figure 1) qui correspondent à des modèles d'agents logiciels : coordination, gestion de profils, recherche d'information, assistance de l'utilisateur, administration et communication. Chaque partie est assurée par un ou plusieurs agents aux rôles différents et aux comportements correspondants.

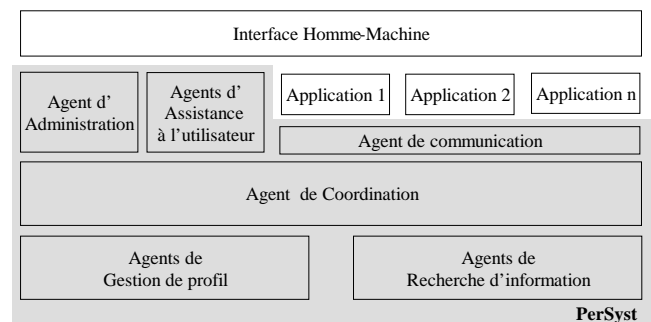


Figure 1. Architecture générale de PerSyst

L'agent de communication assure la transmission des requêtes envoyées par les applications externes à l'agent de coordination. L'agent d'administration permet la gestion et l'administration de PerSyst. Il traduit les requêtes de l'administrateur de PerSyst au travers d'une interface graphique (voir [2]) à des requêtes compréhensibles par l'agent de coordination et inversement. L'assistance de l'utilisateur est assurée par un agent s'exécutant sur chaque plate-forme d'interaction de l'utilisateur. L'assistant permet à l'utilisateur de rester connecté à PerSyst. PerSyst se sert de l'assistant pour reconnaître la plate-forme d'interaction à laquelle est connectée l'utilisateur et/ou pour choisir la plate-forme sur laquelle l'information doit être acheminée. La coordination est assurée par un agent logiciel. Toutes les interactions passent par l'intermédiaire de cet agent. La gestion de profil et la recherche d'information sont assurées par un ou plusieurs

Systemes	Multi application	Recherche	Assistance	Gestion de Profil
IFWeb	-	√	√	Réseaux sémantiques
Letizia	-	√	√	TF-IDF ¹
MAPIS	-	√	√	Apprentissage par renforcement
BroadWay	√	-	√	Raisonnement à base de cas
BGP-MS	√	-	√	Logique modale
Passeport .Net	√	-	-	-

Tableau 1. Synthèse des Systèmes de Personnalisation

Le tableau 1 présente les systèmes cités ci-dessus suivant cinq critères :

Multi-application : le système peut être accessible par plusieurs applications. Cela permet à l'utilisateur d'éviter de rentrer ses préférences chaque fois qu'il accède à une nouvelle application. Cela permet aussi de pouvoir prendre en compte

¹ TF-IDF : Terme Frequency - Inverse Document Frequency

agents logiciels situés sur des serveurs d'application et/ou sur des serveurs d'information.

B. Communication entre PerSys et un SI

PerSys est indépendant des SI (voir Figure 2). Pour recevoir des recommandations personnalisées par rapport à l'utilisateur, les applications externes communiquent avec PerSys au travers de service web [6] suivant deux modes de communication :

- *Communication synchrone* : l'application appelante attend une réponse de la part de PerSys pour poursuivre son exécution. Les interfaces fournies sont :

- public String ask(String questionName)
- public String request(String serviceName, String param)

- *Communication asynchrone* : L'application appelante n'attend pas de réponse de la part de PerSys. Elle envoie l'information et poursuit son exécution. Les interfaces fournies sont :

- public void perform(String eventName)
- public void send(String msgName, String msg)

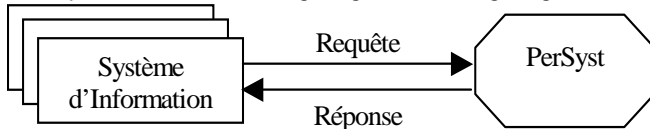


Figure 2. Vue de PerSys par rapport aux SI

C. Fonctionnement général

Cette section décrit le fonctionnement général de PerSys et ses interactions avec une application existante pour la personnalisation.

Prenons l'exemple d'un utilisateur se connectant à un Système d'Information Personnalisée (SIP) pour rechercher une information (Figure 3). Après avoir identifié l'utilisateur et pris connaissance de la requête de l'utilisateur, le SIP lance une requête à PerSys (en passant par l'agent de communication). PerSys recherche l'information en se basant sur le profil de l'utilisateur. Le SIP affiche à l'utilisateur la réponse fournie par PerSys et informe à PerSys si cette information a satisfait l'utilisateur ou non. Ainsi, PerSys peut mettre à jour les connaissances qu'il a de cet utilisateur.

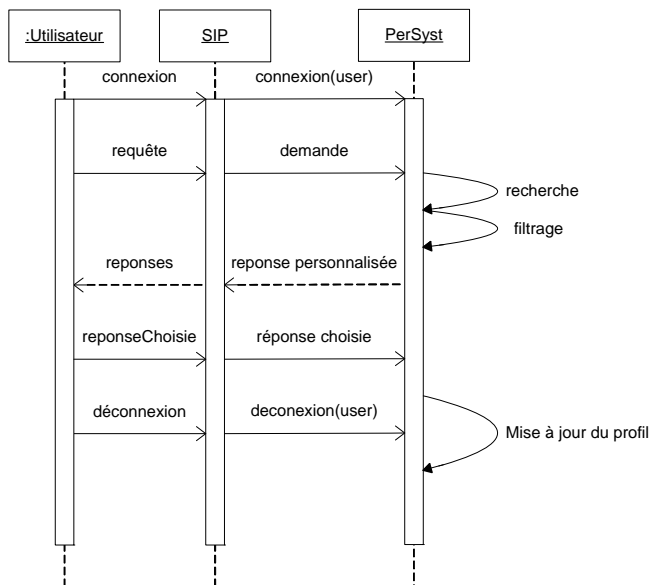


Figure 3. Fonctionnement général

PerSys permet aussi de personnaliser l'interaction en prenant en compte les données, l'utilisateur et les plate-formes d'interaction. Prenons l'exemple d'un utilisateur disposant d'un téléphone portable, d'un PDA et d'un ordinateur de bureau. Lorsqu'une information est trouvée par PerSys (par l'agent de recherche d'information), elle est mise à disposition de l'utilisateur concerné au travers du téléphone portable (SMS, par exemple, envoyé par l'agent de gestion de profil), du PDA ou de l'ordinateur de bureau (au travers des agents assistants).

D. Des modèles de personnalisation

PerSys n'impose pas de méthodes spécifiques pour la personnalisation de l'interaction homme-machine. Suivant le type de personnalisation (recommandation d'information, push personnalisé, filtrage d'information, etc.) à mettre en œuvre, le développeur peut choisir les méthodes les plus adéquates à intégrer à PerSys (généralement, ces méthodes sont intégrées au niveau des agents de recherche d'information et au niveau des agents de gestion de profil utilisateur).

La Figure 4 décrit un modèle d'activités pouvant être suivi par les agents de gestion de profil pour le push personnalisé. Lorsque l'agent de gestion de profil reçoit une information (provenant de l'agent de recherche), il effectue un premier filtrage (des utilisateurs) pour n'avoir que les utilisateurs concernés par cette information. Ensuite, il isole les plate-formes d'interaction les plus adéquates à l'information, parmi les plate-formes dont dispose l'utilisateur, pour l'envoi de l'information. Si l'utilisateur dispose de plusieurs plate-formes d'interaction qui peuvent recevoir cette information, l'agent choisit la plate-forme par rapport aux préférences de l'utilisateur.

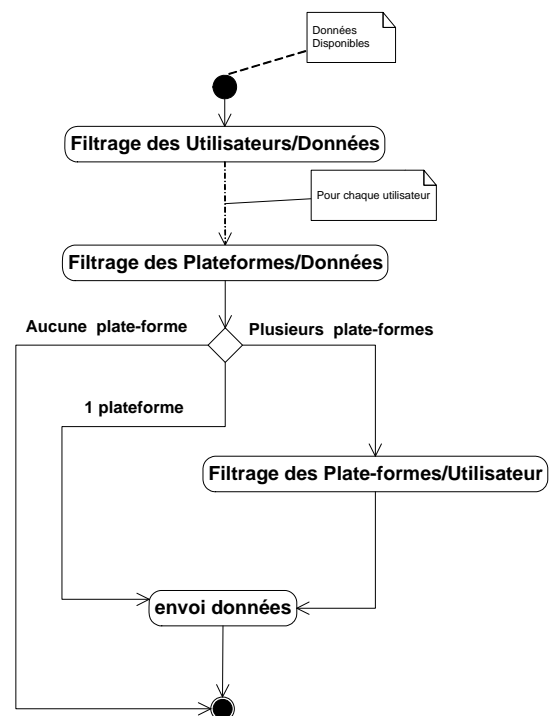


Figure 4. Modèle d'activités pour le push personnalisé

La Figure 5 décrit un autre modèle d'activités pouvant être suivi par les agents de gestion de profil pour la recommandation d'information. Ce modèle d'activités est déclenché par l'agent de gestion de profil dans le cas où l'utilisateur a demandé une information et que l'agent de recherche a trouvé plusieurs réponses. Lorsque l'utilisateur ne

dispose pas de profil au niveau du système, l'information à recommander à l'utilisateur est sélectionnée suivant un vote majoritaire (l'agent recommande l'information préférée de l'ensemble des utilisateurs). Sinon, si l'utilisateur avait déjà demandé cette information, le système lui propose l'information qu'il a préféré auparavant. Si l'utilisateur dispose d'un profil mais qu'il n'a jamais demandé cette information, l'agent de gestion de profil effectue un filtrage social [9] pour choisir l'information susceptible d'intéresser l'utilisateur.

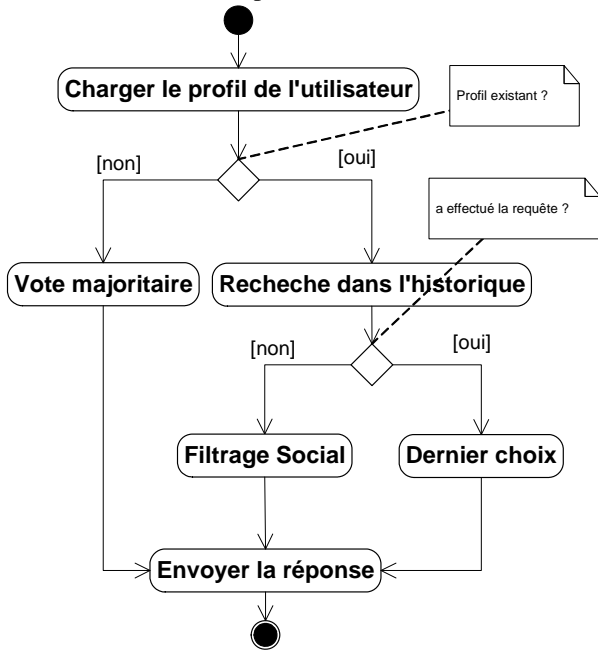


Figure 5. Modèle d'activités pour la recommandation d'information

IV. METHODOLOGIE DE DEVELOPPEMENT D'UN SIP

Afin de fournir une démarche systématique utile au développement des Systèmes d'Information Personnalisée (SIP), nous fournissons une méthode de développement d'un SIP. Notre méthode de développement d'un SIP distingue le SI de la personnalisation elle-même (Voir Figure 6). Ceci afin de pouvoir personnaliser un SI existant et aussi de pouvoir réutiliser les acquis lors de la personnalisation des SI.

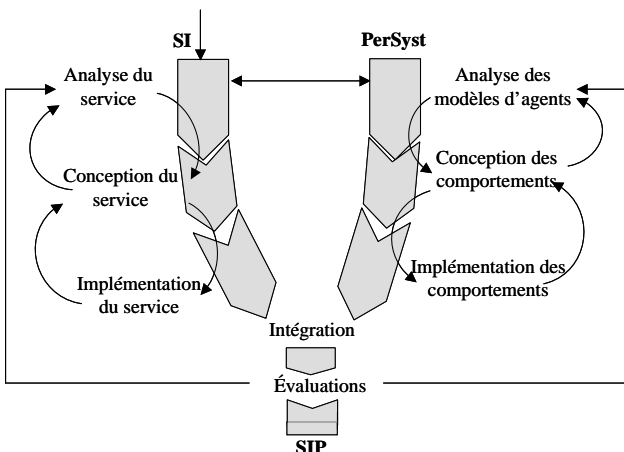


Figure 6. Méthodologie de développement d'un SIP

Les deux phases (SI et PerSyst) suivent un modèle en cascade [4] pouvant se dérouler en parallèle et se rejoignent pour aboutir au SIP. Lors d'un projet, il n'est pas toujours nécessaire de suivre toutes les étapes du modèle. La réutilisation de l'existant est fortement recommandée. Ainsi,

deux SI différents utilisant un même type de personnalisation ne nécessiteront qu'un seul processus au niveau de la phase de personnalisation (PerSyst) alors que chaque SI nécessiterait une analyse, une conception et une implémentation spécifique.

Analyse du service: C'est le point d'entrée de la méthode. Il s'agit ici d'effectuer une analyse fonctionnelle pour prendre en compte les besoins spécifiques des utilisateurs en terme de services personnalisés. Cette analyse va piloter l'étape d'analyse des modèles d'agents dans la phase PerSyst. C'est aussi dans cette étape que les schémas XML sont spécifiés pour l'échange de données entre le SI et PerSyst (la Figure 7 donne un exemple de données XML échangées entre PerSyst et le SI).

```

<ENTRY>
  <DN>...</DN>
  +<Request>
    <Response>
      +<Result>
      +<Result>
      +<Result>
      <Result>
      <Trajet>
        <Depart>Lille_Flandres</Depart>
        <Arrivee>Lille_Europe</Arrivee>
        <TC>Marche</TC>
        <Heure_Depart>08:00</Heure_Depart>
        <Heure_Arrivee>08:10</Heure_Arrivee>
        <Prix>0</Prix>
        <Duree>10</Duree>
        <Plan>http://...</Plan>
      </Trajet>
    </Response>
  </Request>
  <Critere>
  </Result>
</Response>
<Choice>
  <Result>4</Result>
  <Reason>LAST</Reason>
  <Value></Value>
</Choice>
</ENTRY>

```

Figure 7. Exemple de données XML renvoyées par PerSyst

Conception du service : Il s'agit ici de la conception du service à personnaliser (application externe). L'architecture, les choix techniques, la conception de l'interface utilisateur, etc. sont effectués à ce niveau. Dans le cadre d'une personnalisation d'un service déjà existant, il s'agira essentiellement de la conception de l'interface utilisateur. Ceci suppose que le service existant a été conçu suivant une démarche séparant les données à présenter de l'interface utilisateur.

Implémentation du service : C'est l'étape de la réalisation effective du service. Le service est développé conformément aux modèles conceptuels définis lors de la phase de conception du service. Des tests du service peuvent s'effectuer par simulation des données à fournir au service.

Analyse des modèles d'agents : Il s'agit ici de la spécification des différents modèles d'agents utiles pour les besoins de personnalisation exprimés dans l'étape de l'analyse du service. C'est essentiellement une description des services (fonctionnalités) que doivent fournir les différents modèles d'agents.

Conception des comportements : C'est l'étape de conception des comportements nécessaires pour chaque modèle d'agent décrit dans l'étape précédente.

Implémentation des comportements : Il s'agit de la réalisation effective des comportements. Pour chaque comportement des tests unitaires sont effectués. La création et

le déploiement des modèles d'agents, et l'ajout de leurs comportements s'effectuent grâce à l'interface graphique fournie par l'agent d'administration [1].

Intégration : C'est l'étape d'intégration de SI et PerSyst pour former le SIP. Concrètement, il s'agit d'utiliser les recommandations (données) fournies par PerSyst dans l'adaptation du SI.

Evaluations : Après la réalisation du SIP, des évaluations sont effectuées. Ces évaluations peuvent être de nature qualitative (la qualité de la personnalisation réalisée), quantitative (la performance globale du SIP, les montées en charge), ergonomique ou autres. Ces évaluations peuvent emmener à des révisions au niveau de l'analyse du service et/ou au niveau de l'analyse des modèles d'agents.

The screenshot shows the 'Résultat de la recherche' page on the Mon-Service-Transport.com website. The search parameters are: Lieu de départ: LAMIH à partir de 06:44, Lieu d'arrivée: Archimed. The results table lists four possible choices with their respective modes, durations, and prices.

Choix	Mode	Nbre Mode	Durée	Prix
Choix 1	ter	3	01h29	8.9 euros
Choix 2	ter Bus	3	01h34	8.9 euros
Choix 3	ter Bus	3	01h29	9.9 euros
Choix 4	ter	3	01h29	9.9 euros

Summary statistics:
 Nombre de correspondance : 3
 Durée totale : 01h29
 Coût total : 9.9 euros
 Cette solution est la plus préférée : 53,33% (8/15)

Figure 8. Recherche d'itinéraire personnalisé

The screenshot shows the 'Mon agenda' page on the Mon-Service-Transport.com website. It displays a detailed view of a transport itinerary for Thursday, 24/11/2005, and a calendar overview for the month of November 2005.

Détail du déplacement du : 25/11/2005
 Départ : LAMIH à 06:44
 Arrivée : Archimed à 08:15
 Commentaire : Ceci est un test

Heure	Mode	Durée	Prix	Exploitant
Aulnoy Universite 06:46	Bus	14 min	1.30 euros	semurval
Gare de Valenciennes 07:00	ter	31 min	7.30 euros	SNCF
Gare Lille Flandres 08:05	ter	10 min	1.30 euros	Transpote

Summary statistics:
 Nombre de correspondance : 3
 Durée totale : 89.0
 Coût total : 9.9 euros
 Cet itinéraire est susceptible de vous intéresser : 53,88% (125/232)

Agenda Overview:
 Lundi 21/11/2005: Conférence (Début à 08:30)
 Mardi 22/11/2005: Réunion MOUVER (Début à 14:30)
 Mercredi 23/11/2005: Réunion (Début à 08:30)
 Jeudi 24/11/2005: Réunion (Début à 08:30)
 Vendredi 25/11/2005: Présentation (Début à 08:00)
 Samedi 26/11/2005: Réunion (Début à 14:30)
 Dimanche 27/11/2005: Réunion (Début à 14:30)

Figure 9. Agenda transport

V. PERSONNALISATION DE L'INFORMATION MULTIMODALE

Parmi les applications de la personnalisation de l'information, nous nous sommes intéressés au domaine du transport terrestre de personnes et plus particulièrement à l'information transport public combinant différents modes de transport (itinéraires multi-modaux) et différents exploitants. La personnalisation consiste à recommander un itinéraire par rapport à un ensemble d'itinéraires possibles. Nous allons décrire deux applications différentes (recherche d'itinéraire et agenda transport) utilisant le même service de personnalisation. Ainsi, par rapport à notre méthode de développement proposée ci-dessus, le processus de la phase de personnalisation n'a été effectué qu'une seule fois.

Le SI est un portail web développé à partir de la plate-forme MASC d'Archimed². L'inscription et l'authentification des utilisateurs sont gérées par MASC. L'historique et les données apprises par PerSyst pour un utilisateur sont stockés au niveau des agents de gestion de profil sous forme de document XML.

A. Recherche d'itinéraire

Il s'agit du service de recherche d'itinéraire classique. La différence avec l'existant se situe au niveau de la fourniture des résultats qui sont personnalisés par rapport à l'utilisateur. Dans l'interface de recherche, l'utilisateur fournit le lieu de départ, le lieu d'arrivée et l'heure de départ ou d'arrivée. La Figure 8 présente l'interface web d'affichage des résultats après une requête. Dans cet exemple, l'utilisateur a le choix entre quatre itinéraires possibles. Le système lui recommande un itinéraire suivant la méthode de gestion de profil définie par l'administrateur de PerSyst. Dans cet exemple, PerSyst effectue une personnalisation de l'information suivant le modèle de personnalisation de la Figure 5. D'autres méthodes de filtrage ont également été testées [2]. L'utilisateur a la possibilité de valider cette proposition ou de choisir un autre itinéraire.

B. Agenda transport

Le principe du service consiste à fournir automatiquement l'itinéraire à un utilisateur suivant son planning par rapport à un agenda standard. Nous nous sommes basés par rapport à l'agenda fourni par la plate-forme MASC.

L'utilisateur remplit normalement son planning sans se soucier du transport. L'application détecte si par rapport à ce planning, l'utilisateur est emmené à se déplacer en comparant l'endroit où se trouverait l'utilisateur et le lieu où il a planifié la tâche. Si c'est le cas, le système envoie une requête à PerSyst pour recevoir un itinéraire personnalisé. La figure 9 présente l'interface web de l'agenda transport.

VI. CONCLUSION

Devant le caractère multiple et dynamique de la personnalisation de l'information, les systèmes de personnalisation se doivent de supporter à la fois la modularité et l'évolutivité. C'est dans cette optique que nous proposons un système de personnalisation (PerSyst) à base d'agents logiciels. PerSyst comprend une administration explicite et facilite la gestion, le déploiement et l'intégration des compétences (savoir-faire) des différents agents logiciels. PerSyst a été utilisé dans différentes applications concrètes pour la personnalisation de l'information transport terrestre de

personnes. Les perspectives de ces travaux consistent à évaluer PerSyst avec d'autres types d'applications (informations culturelles, sportives, ...).

VII. REFERENCES

- [1] Anli, A., Grislin-Le Strugeon, E. & Abed, M. Une plateforme de personnalisation basée sur une architecture multi-agents. *Revue des Nouvelles Technologies de l'Information (RNTI-E)*, 5, 2005, pp. 95-100.
- [2] Anli, A., Petit-Rozé, C. & Grislin-Le Strugeon, E. Plateforme d'intégration de services personnalisés à base d'agents logiciels. *Génie Logiciel*, 71, 2004, pp. 34-39.
- [3] Asnicar, F.A. and Tasso, C. 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.
- [4] Boehm, B. W. *Software Engineering Economics*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1981.
- [5] Ferber, J. *Les systèmes multi-agents : Vers une intelligence collective*, InterEditions, Paris, 1995.
- [6] Kadima, H. and Monfort, V. *Les web services : Techniques et outils XML, WSDL, SOAP, UDDI, Rosetta, UML*. Dunod, Paris, 2003.
- [7] Kobsa, A. and Pohl, W. *The User Modeling Shell System BGP-MS. User Modeling and User-Adapted Interaction*, Vol. 4, 1995, pp. 59-106.
- [8] Lieberman, H., Fry, C. and Weitzman, L. Exploring the Web with Reconnaissance Agents. In *ACM Conference on Human-Computer Interface*. ACM Press, August 2001, pp. 69-75.
- [9] Lumineau, N. *Un tour d'horizon du filtrage collaboratif*, document accessible à <http://www.prism.uvsq.fr/recherche/theses/sial/cnrs/Fichiers/Rapport/TourDHorizonDuFiltrageCollaboratif-LIP6.pdf>, 2003.
- [10] Oppliger, R. *Microsoft .NET Passport and identity management*. Information Security Technical Report, Vol 9, Issue 1, 2004, pp 26-34.
- [11] Petit-Rozé, C. *Organisation Multi-Agent au service de la personnalisation de l'information : Application à un système d'information multimodale pour le transport terrestre de personnes*. Thèse de doctorat, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, Décembre 2003.
- [12] Routier, J.C., Mathieu, P. & Secq, Y. Dynamic skill learning : A support to agent evolution, In *Proceedings of the AISB'01 Symposium on Adaptive Agents and Multi-Agent Systems*, Helsington, March 2001, pp. 25-32.
- [13] Trousse, B., Jaczynski, M. & Kanawati, R. Using user behavior similarity for recommendation computation : The Broadway approach, In *Proceedings of the 8th international conference on human computer interaction (HCI'99)*, Munich, August 1999.

VIII. REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la Région Nord-Pas de Calais, la société Archimed, le PREDIT, la PREDIM et le FEDER pour le support apporté dans le cadre de cette recherche. Ce travail bénéficie aussi d'idées provenant du projet TACT MIAOU.

² <http://www.archimed.fr>