



**HAL**  
open science

# Techniques d'interaction centrées usagers en vue de nouveaux systèmes auto-organisés constitués de cybercars

Oscar Serrate, Dimitri Tabary, Thierry Berger, Christophe Kolski

## ► To cite this version:

Oscar Serrate, Dimitri Tabary, Thierry Berger, Christophe Kolski. Techniques d'interaction centrées usagers en vue de nouveaux systèmes auto-organisés constitués de cybercars. CIFA'2008, 5ème Conférence Internationale Francophone d'Automatique, Sep 2008, Bucarest, Roumanie. hal-03450481

**HAL Id: hal-03450481**

**<https://uphf.hal.science/hal-03450481v1>**

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.

# Techniques d'interaction centrées usagers en vue de nouveaux systèmes auto-organisés constitués de cybercars

Oscar SERRATE, Dimitri TABARY, Thierry BERGER, Christophe KOLSKI

LAMIH

Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis

Le Mont Houy, F-59313 Valenciennes Cedex 9, France

Téléphone : +33 (0)3 27 51 13 50

E-mail : oscar.serrate@meletu.univ-valenciennes.fr

{dimitri.tabary, thierry.berger, christophe.kolski}@univ-valenciennes.fr

**Résumé**— Le nombre croissant de véhicules en milieu urbain induit de nombreux problèmes et nuisances de pollution, sécurité, bruit, saturation du trafic... Pour contribuer à la résolution des inconvénients précédents, plus particulièrement durant la dernière décennie, de nombreux laboratoires de recherche et industriels ont développé conjointement un nouveau concept de véhicule automatisé pouvant transporter de quelques à plusieurs personnes : le cybercar. L'idée de base est d'intégrer le cybercar au « transport public » urbain et de l'utiliser comme moyen de « transport en commun individuel ». Dans ce contexte le cybercar est engagé à la demande, à tout moment et plus particulièrement en centre ville. Notre recherche fait partie du projet PPF (Plan Pluri-Formation) : « Cœur de Ville ». Dans ce projet sont traités divers problèmes tels : la gestion des demandes, l'allocation d'un véhicule pour servir un usager, la réallocation du véhicule après sa course, le routage, l'interaction entre le système constitué des cybercars et les autres moyens de transport, la robustesse aux perturbations... Le système « cybercars », ou collectif de cybercars en cœur de ville, se doit d'être flexible, robuste, décentralisé. Il est alors basé sur des principes d'auto-organisation. De plus, à des fins d'interactions homme-machine aisées, pour une gamme très variée d'utilisateurs, le système doit être sensible au contexte. Le système prend alors en compte les choix et préférences de chaque utilisateur, le dispositif d'interaction utilisé, ainsi que l'environnement de l'interaction. Cet aspect est plus particulièrement traité dans ce papier.

**Mots clés**— Interface Homme Machine, Sensibilité au contexte, UsiXML, Auto-organisation.

## I. INTRODUCTION

Beaucoup de villes dans le monde rencontrent des problèmes avec les véhicules privés. Il y a des embouteillages, de la pollution, des problèmes de sécurité et de bruit. Le cybercar s'impose alors comme une solution potentielle contribuant à la résolution de ces problèmes. Les cybercars contribuent également à améliorer la qualité de vie en permettant de réduire l'utilisation des voitures traditionnelles et donc l'occupation de l'espace par ces dernières. Le cybercar est un moyen de transport sûr et pour tous [1]. Aussi, avec ces véhicules, on s'attend à une meilleure maîtrise du coût

d'exploitation, parce qu'il n'a pas de conducteurs, ainsi que des coûts de maintenance.

Les cybercars doivent être intégrés au transport en commun. Ils doivent compléter le système de transport généralement déjà en place en ville. Cet aspect est abordé dans la section suivante. L'utilisateur/usager est un élément majeur du système « cybercars ». Ceci induit de prendre en compte qui est cet utilisateur, quel est son environnement et quel dispositif il utilise pour par exemple « demander » un cybercar. Compte tenu de ceci l'affichage d'informations sur le dispositif, utilisé par l'usager/voyageur, doit alors être sensible au contexte (Context-awareness).

L'article débute par une description des cybercars. Le positionnement des cybercars par rapport aux STI (Systèmes de Transport Intelligents) est ensuite examiné. Après avoir rappelé les principes rattachés à l'auto-organisation et de quelle façon ils contribuent à obtenir un système flexible, robuste et décentralisé, on enchaîne sur « la sensibilité au contexte » et comment il est possible d'être sensible au contexte. Un modèle unifiant le système cybercars, la sensibilité au contexte, l'auto-organisation et l'interface de l'utilisateur est proposé. Sont proposés ensuite des scénarios où l'utilisateur se trouve dans ou hors du système cybercars en « cœur de ville », et où il demande un cybercar pour se déplacer. Finalement, la modélisation et l'application à la tâche « demander un cybercar » prise en exemple est présentée en utilisant UsiXML.

## II. ETAT DE L'ART

### A. CYBERCARS

Les cybercars sont des véhicules routiers avec des capacités de conduite entièrement automatisées. Une flotte de tels véhicules forme un système de transport, pour des passagers ou des marchandises, sur un réseau de routes avec la capacité d'offrir des services à la demande. Les cybercars offrent l'avantage de fonctionner sur n'importe quelle infrastructure ce qui signifie qu'ils sont meilleur marché et plus flexibles [2].

Diverses sociétés privées et laboratoires/instituts de recherche étudient les aspects technologiques des cybercars et leurs impacts lors d'une utilisation en centre villes. Ces projets incluent :

CyberCars [20] – est un projet qui a comme objectif, en améliorant les performances et en réduisant les coûts, d'accélérer le développement et la diffusion de ce nouveau type de transport. Divers projets européens sont intégrés pour évaluer et comparer différentes technologies.

CyberMove [1] – fait partie d'un groupe de projets qui visent à évaluer comment les cybercars vont permettre d'améliorer le cadre de vie dans les villes européennes.

EDICT [3] – est un projet qui s'intéresse aux opportunités du PRT (Personal Rapid Transport) en Europe. Des études dans lesquelles le PRT serait une solution viable y sont traitées.

NetMobil [4] – est un projet qui regroupe des activités de recherche dans les champs des véhicules automatisés, des PRT, des systèmes avancés pour l'assistance au conducteur, des systèmes pour le guidage des véhicules automatisés et leurs technologies.

CyberC3 [5] – est un projet sur les cybercars en Chine et est associé au projet européen CyberCars. Des transferts de technologies s'effectuent alors entre l'Europe et l'Asie.

CityMobil [6] – est un projet qui a pour objectif l'amélioration des systèmes avancés de transport urbain. CityMobil contribue à une rationalisation du trafic, avec moins de congestion et de pollution, tout en recherchant une amélioration de la qualité de vie et une meilleure intégration dans l'espace urbain.

### B. Positionnement par rapport au modèle ACTIF et aux STI

Pour les cybercars, comme pour tous moyens de transport, il faut tenir compte de divers aspects classiques, comme la monétique, la sécurité, la maintenance, les demandes des voyageurs... Pour intégrer tous ces aspects, les unifier, et ne pas redécouvrir des solutions à des besoins usuels, nous nous basons sur le modèle ACTIF [8] (Aide à la conception des systèmes de transports interopérables en France). ACTIF est utilisé ici comme modèle générique d'une infrastructure de moyens de transports variés ; suffisamment complet pour permettre de positionner le système cybercars par rapport aux aspects ci-dessus. A ACTIF sont également associés une méthode et un outil logiciel [7].

Dans le modèle ACTIF [8] il y a 9 domaines fonctionnels :

- DF1. Fournir des moyens de paiement électronique
- DF2. Gérer les services d'urgence et de sécurité
- DF3. Gérer les infrastructures de transport et leurs trafics
- DF4. Exploiter les transports publics
- DF5. Fournir des systèmes avancés d'assistance aux conducteurs
- DF6. Coordonner l'offre de transport et informer sur les déplacements
- DF7. Faire appliquer la réglementation
- DF8. Exploiter les marchandises et les flottes
- DF9. Gérer les données partagées

Le domaine fonctionnel « Exploiter les transports publics » est particulièrement adapté pour accueillir le système cybercars. La figure 1 est une vue simplifiée d'ACTIF qui met en évidence les interactions entre les différents domaines

rattachés à DF4 : « Exploiter les transports publics ». Ce domaine est lui-même divisé en cinq sous-domaines qui sont :

- DF4.1, Organiser et planifier les Transports Publics
- DF4.2, Superviser, réguler et informer les voyageurs
- DF4.3, Gérer les ressources humaines et matérielles
- DF4.4, Organiser les services partagés
- DF4.5, Gérer les données partagées

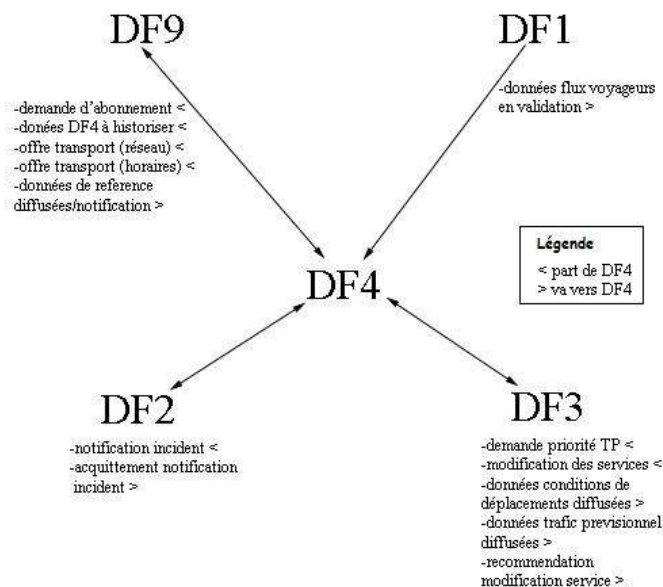


Figure 1. Modèle Simplifié d'ACTIF

Sans rentrer dans le détail le système cybercars est alors inclus dans le sous domaine DF4.1. Ce positionnement succinct par rapport au STI, ici via le modèle ACTIF, permet de cerner les contours du système cybercars et ses liens avec les autres systèmes/domaines environnants

### C. Auto-Organisation

L'auto-organisation est : « un processus dans lequel un modèle de niveau global émerge uniquement d'un grand nombre d'interactions entre les composants de bas niveau du système. De plus, les règles spécifiant les interactions entre composants du système sont suivies en utilisant uniquement des informations locales, sans référence au modèle global » [9]. L'auto-organisation est à l'origine basée sur l'étude des systèmes biologiques. L'idée est de ne plus avoir un système centralisé, mais d'avoir des « individus » qui travaillent ensemble pour atteindre un but global commun. Les caractéristiques des systèmes auto-organisés sont la robustesse, la flexibilité et la décentralisation. Bonabeau et al. [10] suggèrent qu'en utilisant l'auto-organisation dans les systèmes artificielles, on les rend plus simples et meilleur marché. L'auto-organisation est la principale base d'inspiration pour envisager et concevoir le système cybercars comme un collectif autonome capable « naturellement » de s'adapter et de faire face aux perturbations du réseau routier (ex : ralentissement, congestion) sans reconfiguration explicite. Ceci est rendu possible grâce aux capacités des cybercars qui peuvent communiquer/interagir localement avec les autres cybercars, les usagers et avec l'environnement immédiat.

#### D. Sensibilité au Contexte

L'utilisateur du système de transport pour les cybercars doit pouvoir appeler ou réserver un cybercar en fonction de son profil, de l'environnement dans lequel il évolue et des dispositifs d'interaction à sa disposition. Le système doit être sensible au contexte (Utilisateur, Environnement, Plateforme d'interaction). Une définition de contexte est donnée par A.K. Dey [11, 12] :

« Le contexte comprend toute information qui peut être utilisée pour caractériser la situation d'une entité. Une entité est une personne ou un objet qui est considéré comme important vis-à-vis de l'interaction entre un utilisateur et une application, y compris l'utilisateur et l'application eux-mêmes. »

Thévenin [13] décrit le contexte par un triplet {utilisateur,plate-forme, environnement} :

- Utilisateur (Classe d'utilisateurs ou profil)
  - Age
  - Touriste/ Professionnel...
  - Handicap
  - ...
- Plate-forme (support matériel et logiciel qui sous-tend l'interaction)
  - PDA
  - Téléphone Mobile
  - PC
  - ...
- Environnement (milieu dans lequel s'exerce l'interaction homme-machine)
  - Lieu géographique (à domicile, dans la rue...)
  - Jour/Nuit
  - Ambiance (fréquenté, bruyant...)
  - ...

L'objectif de notre système d'Interaction Homme-Machine (IHM) en lien avec les cybercars est de prendre en compte toutes ces informations concernant l'utilisateur, l'environnement physique, les propriétés de la plate-forme, le niveau de bruit, la localisation de l'utilisateur, etc. Une définition des IHM est [21]:

« Une IHM étudie la façon dont les humains interagissent avec les ordinateurs ou entre eux à l'aide d'ordinateurs, ainsi que la façon de concevoir des systèmes informatiques qui soient efficaces, faciles à utiliser ou plus généralement adaptés à leur contexte d'utilisation ».

On considère aussi que les interfaces du système doivent pouvoir migrer d'un dispositif d'interaction à l'autre en préservant l'utilisabilité [14, 15].

### III. PROPOSITION D'UN MODELE GENERAL DU SYSTEME USAGERS-CYBERCARS

Notre système est composé d'une part d'une flotte cybercar auto-organisée et d'autre part d'un système de transport. Ces deux éléments définissent le domaine d'application.

L'utilisateur doit pouvoir en fonction du contexte interagir avec le système de manière naturelle ou médiatisée (via une plate-forme d'interaction homme-machine).

Notre modèle, qui est adapté de [16], est composé d'un modèle du domaine, d'un modèle du contexte et d'un modèle de l'interface utilisateur (Figure 2). Le **domaine** décrit les objets métier ayant un sens dans l'application quelque soit le contexte. Le modèle « Cybercar » correspond à tous les cybercars qui sont dans le cœur de ville. Cette modélisation utilise la notion d'auto-organisation. Ainsi chaque cybercar utilise des informations locales pour accomplir une tâche particulière. Les cybercars sont capables de communiquer entre eux, avec le système de transport, avec l'environnement et avec l'utilisateur. Le système de transport est un modèle qui décrit comment les cybercars vont être distribués et comment ils vont arriver à destination selon un protocole de routage. Dans cet article nous ne rentrerons pas dans le détail de ce modèle. La gestion des transports publics et cybercars ainsi que les protocoles de routage sont illustrés dans [17].

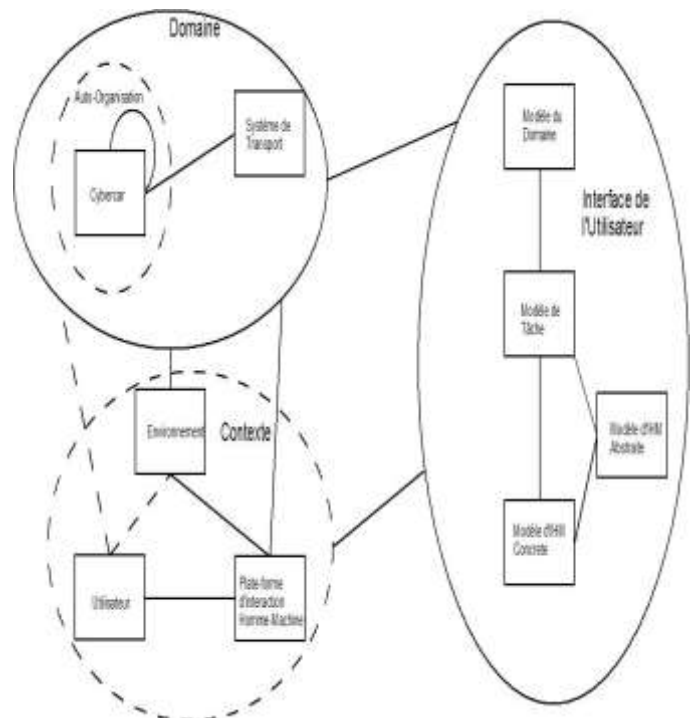


Figure 2. Modèle Général.

Le modèle de l'**interface de l'utilisateur** vise à définir les IHM qui seront distribuées sur les plates-formes d'interactions à disposition de l'utilisateur.

Le modèle de Tâche est une transcription formelle ou semi-formelle de l'activité prescrite de l'utilisateur. Le modèle abstrait définit les espaces d'interaction (distribution des tâches entre fenêtres, pages...) et le modèle concret décrit la présentation (widget, layout...). Ce modèle concret devra être distribué, en principe automatiquement, sur la plate-forme cible concernée par le contexte.

Le **contexte** comprend le triplet {utilisateur, plate-forme et environnement}. Le modèle utilisateur définit les différents profils pris en charge comme mentionné dans la section précédente. Le modèle de plate-forme d'interaction homme-machine précise les dispositifs à disposition pour demander un cybercar. L'environnement est important pour les cybercars

parce qu'ils doivent prendre en compte s'il pleut, s'il y a beaucoup de bruit...

Ce modèle général permet de prendre en compte l'utilisateur dans son environnement pour adapter l'IHM du cybercar.

Si l'utilisateur est dans le cœur de ville, il peut demander un cybercar en utilisant son PDA ; il peut alors communiquer directement avec le véhicule le plus proche. Si ce cybercar est occupé, le véhicule doit en informer l'utilisateur et demander à un autre cybercar de prendre en charge l'utilisateur. Les cybercars communiquent avec le « Système de Transport ».

Dans le cas d'une réservation préalable faite d'avance par un utilisateur hors de la ville, le système de transport disposant de toutes les informations concernant l'utilisateur passe ces informations au cybercar devant prendre en charge le passager à un endroit et un moment précis.

Dans la section suivante, nous définissons deux scénarios : l'un où l'utilisateur se trouve dans le cœur de ville et l'autre où il est hors de la ville.

#### IV. SCENARIOS

Notre recherche fait partie d'un projet appelé PPF « Cœur de Ville » associant les laboratoires LAMIH – UVHC, LAGIS – ECL et LGI2A. Le projet vise à traiter des problèmes de transport urbain incluant des cybercars distribués dans un cœur de ville. Il vise à prendre en compte les problèmes de gestion de demandes, d'allocation des cybercars, de réallocation d'un cybercar, des prix, des contraintes entre le système cybercar et les autres moyens de transport, les perturbations.

Comme le montre la figure 3, l'utilisateur interagit avec les cybercars selon deux modes d'utilisation.

Dans le premier cas, l'utilisateur qui est dans le cœur de ville (où les cybercars sont proches), peut appeler un cybercar pour faire une course. L'utilisateur peut demander ce cybercar en utilisant un dispositif mobile (PDA, Téléphone, ...) ou une borne. Quand l'utilisateur utilise ce dispositif, l'utilisateur s'identifie et est localisé. L'identification permet au système de récupérer le profil de l'utilisateur. La location assure, via le système cybercar, l'arrivée rapide du cybercar disponible le plus proche. Dans le véhicule, l'écran (plate forme particulière) sera configuré en fonction du profil de l'utilisateur et de l'environnement. L'utilisateur pourra par exemple visualiser les musées, les restaurants, les gares à proximité sur un plan de ville.

Dans le second cas, l'utilisateur n'est pas dans le cœur de ville et souhaite faire la réservation d'un cybercar à un endroit précis du cœur de ville et à une date et une heure précises. Dans ce cas, l'utilisateur accède au système de transport en utilisant le site web. Il doit s'enregistrer s'il n'est pas déjà inscrit. Le profil de l'utilisateur permet de personnaliser l'interface.

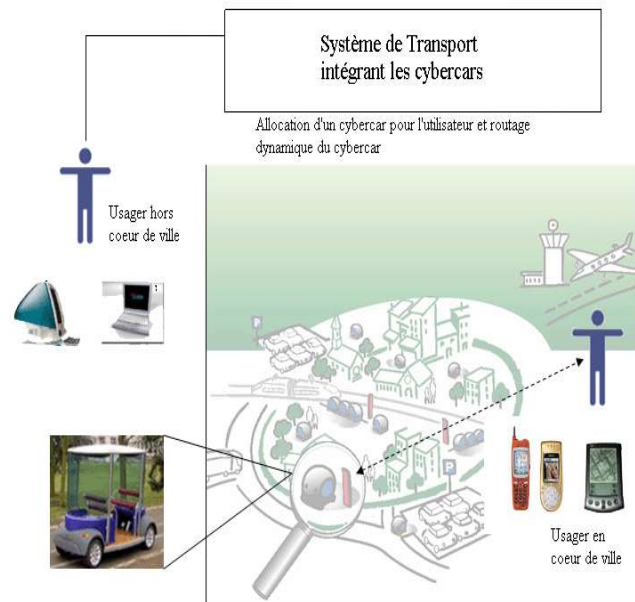


Figure 3. Les types principaux d'interactions

#### V. APPLICATION

Des interactions entre cybercars et usagers impliquent potentiellement de nombreuses tâches. On va se contenter ici d'en fournir un exemple représentatif, débouchant sur un extrait de modélisation d'IHM dite sensible au contexte.

##### A. Contexte et modélisation de la tâche

Le cas d'étude concerne la tâche « demander un cybercar » depuis un dispositif mobile. On suppose que l'utilisateur ne parle pas français et qu'il est dans la ville ; il utilise son PDA pour demander un cybercar. On va dans un premier temps exploiter CTTE [19] qui est un environnement de modélisation de tâches interactives basé sur CTT (ConcurTaskTrees) [22]. Le modèle de tâches joue un rôle très important parce qu'il indique la logique des activités que l'application doit supporter ; chaque tâche représente une activité qui doit être effectuée pour réaliser un but. La Figure 4 montre comment la tâche de demande de cybercar se décompose. Selon ce modèle, pour demander un cybercar, il s'agit de communiquer avec le cybercar (on suppose que plusieurs possibilités existent à ce sujet : via un dispositif mobile ou une borne : l'utilisateur doit s'identifier, se localiser et aussi choisir quel type de service il souhaite. On suppose que le système permet deux types de service :

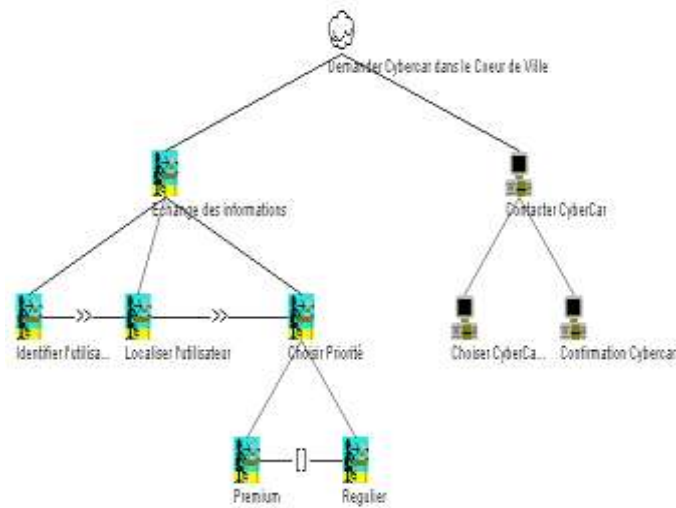
- *Régulier* : Ce service est le plus classique et le moins cher. L'utilisateur ici doit préciser sa destination. S'il y a d'autres usagers qui sont à proximité et qui vont dans la même direction, le cybercar s'arrêtera pour prendre ceux-ci.
- *Premium* : L'utilisateur aura son propre cybercar et le véhicule l'amènera à sa destination en utilisant (en principe) le chemin le plus court.

A partir des informations concernant l'utilisateur, on suppose que le cybercar le plus proche reçoit la demande ; s'il n'est pas disponible, il passe la demande à un autre cybercar. On voit sur la figure que le cybercar disponible le plus proche sera automatiquement sélectionné pour aller vers l'endroit où l'utilisateur se trouve.

##### B. Modélisation d'IHM sensibles au contexte à l'aide d'UsiXML

Pour développer un prototype d'une telle IHM sensible au contexte, le choix se porte sur UsiXML (User Interface Extensible Markup Language) [18] ; en effet ce langage basé sur XML permet de décrire des IHM capables de considérer différents contextes à travers des différents niveaux des détails et d'abstraction. UsiXML consiste en un langage déclaratif qui capture l'essence d'une interface indépendamment des caractéristiques physiques de la plate-forme. Ceci se fait à travers une description abstraite des éléments qui constituent l'interface en question. Ces éléments sont regroupés dans différents modèles (de l'utilisateur, de transformation, de tâches, de concepts, entre autres ; pour plus de détails, cf. [18]).

Il est très important que l'utilisateur s'identifie pour que puisse être générée une IHM adaptée, selon le contexte correspondant. En utilisant UsiXML, un premier prototype très simplifié a été réalisé ; par manque de place dans l'article, on ne va décrire que la partie correspondant à la demande de cybercar dans le cœur de ville. La figure 5 montre comment l'interface simplifiée a été modélisée. Deux langues ont été choisies pour l'instant pour les interfaces (français et anglais).



**Légende**

Tâche Abstraite

Tâche d'interaction (action de l'utilisateur sur le système)

Tâches de l'application

[ ] : (Choice) les deux tâches sont alternatives.

>> : (Enabling) lorsque la tâche T1 est terminée, la tâche T2 commence à s'exécuter.

[ ]>> : (Enabling with info exchange) lorsque la tâche T1 est terminée, elle transmet des informations à la tâche T2 pour qu'elle commence à s'exécuter.

Figure 4. Tâche « Demander un cybercar dans le cœur de ville »

En étudiant le code en figure 5, on voit que la même interface est créée aisément pour les deux différentes langues (par exemple, on retrouve le même bouton appelé « annuler » en

français et « cancel » en anglais). De cette même manière, le reste de l'IHM a été créé.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<uiModel xmlns="http://www.usixml.org"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.usixml.org/ http://www.usixml.org/spec/UsiXML-ui_model.xsd"
  id="CyberVal3_29" name="CyberVal3"
  ....
<guiModel id="CyberVal3-gui_29" name="CyberVal3-gui"/>
<uiModel id="CyberVal3-ui_29" name="CyberVal3-ui">
  <window id="window_component_0" name="window_component_0"
    width="474" height="515">
    <gridBagBox id="grid_bag_box_1" name="grid_bag_box_1"
      gridHeight="25" gridWidth="23">
      <constraint gridx="7" gridy="2" gridwidth="6"
        gridheight="4" weightx="1.0" weighty="1.0"
        fill="both" insets="0,0,0,0">
        <imageComponent id="image_component_2"
          name="image_component_2" isVisible="true"
          isEnabled="true" textColor="#000000">
        </constraint>
      <constraint gridx="3" gridy="8" gridwidth="6"
        gridheight="1" weightx="1.0" weighty="1.0"
        fill="both" insets="0,0,0,0">
        <inputText id="input_text_component_3"
          name="input_text_component_3"
          ....
content="uiModel/resourceModel/cioRef[@cioId='button_component_10']/resource/@content"
  defaultContent="Annuler" isVisible="true"
  isEnabled="true" textColor="#000000">
  </constraint>
  <constraint gridx="13" gridy="8" gridwidth="6"
    gridheight="1" weightx="1.0" weighty="1.0"
    fill="both" insets="0,0,0,0">
  <comboBox id="combobox_component_11"
    name="combobox_component_11" isVisible="true"
    isEnabled="true" textColor="#000000">
  <item id="item_19"
  ....
  <cioRef cioId="button_component_10">
    <resource content="Annuler" contextId="CyberVal3-context-fr_FR_29"/>
    <resource content="Cancel" contextId="CyberVal3-context-en_US_29"/>
  </cioRef>
  </resourceModel>
</uiModel>

```

Création de la fenêtre principale

Création du bouton « annuler »

Deux langues pour le bouton « annuler »

Figure 5. Code UsiXML de la partie de l'IHM de demande de cybercar (avec possibilité de choix de langue par l'utilisateur)

Dans la figure 6, on distingue le résultat de l'interface simplifiée. L'utilisateur choisit sa langue de préférence. Il indique son nom, son âge (par exemple, moins que 13 ans, entre 13-25, plus que 25). Il choisit entre différentes occupations (touriste, professionnel...). Il choisit aussi quel type de service il veut utiliser et l'endroit où il souhaite être récupéré par le cybercar. Ce sont les informations que l'utilisateur doit remplir pour demander un cybercar (ex : Tâche « demander un cybercar dans le cœur de ville »). Le nom, l'âge, la langue et l'occupation sont quelques aspects qui détermineront l'affichage correspondant dans le dispositif utilisé par l'utilisateur. La localisation et la priorité sont des informations qui détermineront quel cybercar se déplacera à

destination de l'utilisateur. On a choisi le nom CyberVal pour notre première prototype parce que c'est un système créé par l'Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis et qu'on souhaite tester (simuler) notre système final au cœur de la ville de Valenciennes.

L'IHM visible en figure 6 a été généré à l'aide de GrafiXML (basé en UsiXML) qui est un outil pour développer des IHM pour différents plates-formes d'interaction. Notons que l'environnement de développement exploitant UsiXML offre aussi des plugins pour exporter le code UsiXML en XHTML, Java et XUL. En utilisant ces plugins on va pouvoir tester différentes versions de cette IHM sur des PDA, téléphones mobiles, PC, etc.

## VI. CONCLUSION

Les cybercars sont des véhicules automatisés qui visent à améliorer la qualité de vie (plus de flexibilité dans les transports, moins de pollution, moins de bruit, etc.). Ces cybercars peuvent être intégrés aux systèmes de transports en commun en se référant au modèle ACTIF. La conception d'un système de transport composé de cybercars peut inspirer des principes d'auto-organisation afin de donner au système robustesse, flexibilité et décentralisation (concepts traités dans le cadre du projet PPF « Cœur de ville » dans lequel nos intervenons).

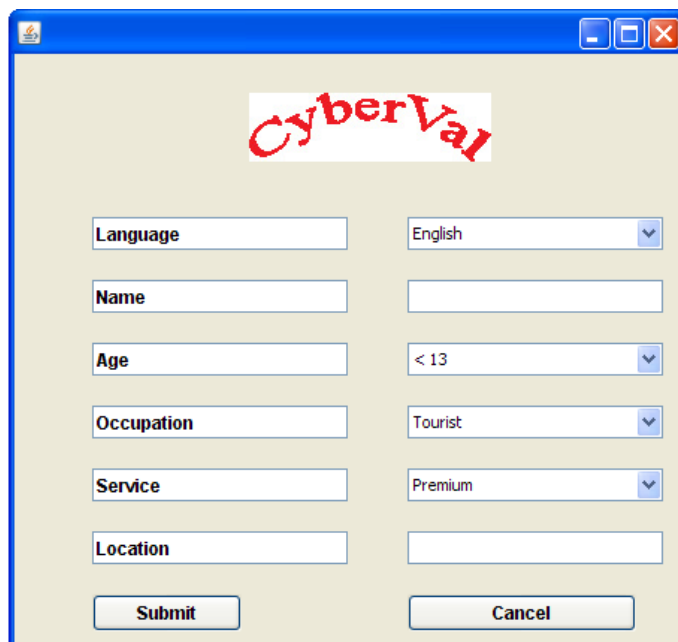


Figure 6. Extrait du Prototype d'IHM

L'aspect nous intéressant plus particulièrement concerne les interactions entre cybercars et usagers, à l'aide d'IHM sensibles au contexte ; il s'agit en effet de prendre en compte les utilisateurs, l'environnement et les dispositifs utilisés lors des interactions avec ces véhicules (même si en fait, ces interactions incluent celles entre usagers et cybercars, mais aussi entre cybercars d'une part, entre cybercars et le système de transport au sens large d'autre part). Sous l'angle de l'utilisateur, le système envisagé vise à intégrer différents types d'utilisateur (enfants, adultes, personnes possédant des handicaps sensoriels...), aussi bien en dehors qu'à l'intérieur

de la ville. Un premier prototype simplifié, écrit en UsiXML, a été développé.

En termes de perspectives de recherche, outre le fait d'aller plus en profondeur dans le développement et le test du prototype, il s'agit d'envisager d'autres types d'interactions homme-machine (ex/ vocaux et sonores) restant sensibles au contexte de l'utilisateur. Des liens avec les autres moyens de transports publics devront aussi être envisagés (ex : informations liées aux autres transports considérées et/ou fournies par le cybercar à l'utilisateur).

## VII. REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Ministère de l'Éducation Nationale, de la Recherche et de la Technologie, pour le support apporté au projet PPF « Cœur de Ville », de même que l'ensemble des participants à ce projet.

## VIII. REFERENCES

- [1] <http://www.cybermove.org/>
- [2] Parent M., Gallais G., Alessandrini A., Channard T. : Cybercars : Review of First Projects. *Ninth International Conference on Automated People Movers*. Singapore, Sept. 2003
- [3] [http://ec.europa.eu/research/environment/newsanddoc/article\\_2650\\_en.htm](http://ec.europa.eu/research/environment/newsanddoc/article_2650_en.htm)
- [4] <http://www.netmobil.org/>
- [5] <http://cyberc3.sjtu.edu.cn/>
- [6] <http://www.citymobil-project.eu/>
- [7] <http://www.its-actif.org/>
- [8] <http://www.its-actif.org/INTRANET/Fr/index.htm>
- [9] Camazine, S., Deneubourg, J. L., Franks, N. R., Sneyd, J., Theraulaz, G., and Bonabeau, B. (2003): *Self-Organization in Biological Systems*. Princeton University Press.
- [10] Bonabeau, E., Dorigo, M., Theraulaz, G. (1999): *Swarm Intelligence. From Natural to Artificial Systems*. Oxford University Press.
- [11] Dey, A. K., Abowd, G. D. *Providing architectural support for building context-aware applications*. Thèse de doctorat, Georgia Institute of Technology, 2000
- [12] Dey, A. K., Salber D., Abowd G. D. A conceptual framework and a toolkit for supporting the rapid prototyping of context-aware applications. *Human Computer Interaction*, vol. 16, no. 2-4, pages 97-166, 2001
- [13] Thevenin D. *Adaptation en Interaction Homme-Machine : le cas de la plasticité*. Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, 2001
- [14] Calvary, G., Coutaz, J., Thevenin, D., Limbourg, Q., Souchon, N., Bouillon, L., Vanderdonck, J. (2002): Plasticity of User Interfaces : A revised Reference Framework. In *Proceedings of TAMODIA 2002*, Bucharest, Roumanie.
- [15] Thevenin D. and Coutaz J. (1999): Plasticity of User Interfaces: Framework and Research Agenda. In *Proceedings of IFIP 13<sup>th</sup> International Conference on Human-Computer Interaction, Interact'99*, Edinburgh, United Kingdom, 110-117.

[16] Coutaz, J., Balme, L., Alvaro, X., Calvary, G., Demeure, A., Sottet, J.-S. (2007): An MDE-SOA Approach to Support Plastic User Interfaces in Ambient Spaces. In *Proceedings HCI International Volume 6*, 63-72

[17] Melki A., Dumitrescu F., Berger T., Saliez Y. and Hammadi S.(2007): Interactions des transports publics et des cybercars dans un contexte urbain. In *Proceedings of Workshop International : Logistique & Transport 2007*, Sousse, Tunisia.

[18] <http://www.usixml.org/>

[19] Mori, G., Paterno, F., Santoro C (2002): CTTE : Support for Developing and Analyzing Task Models for Interactive System Design. *IEEE Trans. Softw. Eng.* 28, 8 (Aug. 2002), 797-813.

[20] <http://www.cybercars.org/>

[21] [http://fr.wikipedia.org/wiki/Interface\\_homme-machine](http://fr.wikipedia.org/wiki/Interface_homme-machine)

[22] Paterno, F., *Model based design and evaluation of interactive applications*. Springer-Verlag. London, 200.