



**HAL**  
open science

# Un mouchard électronique orienté agent pour l'évaluation de systèmes interactifs de supervision

Abdelwaheb Trabelsi, Houcine Ezzedine, Christophe Kolski

## ► To cite this version:

Abdelwaheb Trabelsi, Houcine Ezzedine, Christophe Kolski. Un mouchard électronique orienté agent pour l'évaluation de systèmes interactifs de supervision. CIFA'2006, Conférence Internationale Francophone d'Automatique, Institute of electrical and electronics engineers (IEEE), du Groupe de Recherche "Modélisation, Analyse et Conduite des Systèmes dynamiques (GdR MACS) et du CNRS, May 2006, Bordeaux, France. hal-03474153

**HAL Id: hal-03474153**

**<https://uphf.hal.science/hal-03474153v1>**

Submitted on 19 Nov 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.

# Un mouchard électronique orienté agent pour l'évaluation de systèmes interactifs de supervision

ABDELWAHEB TRABELSI, HOUCINE EZZEDINE, CHRISTOPHE KOLSKI

LAMIH-UMR CNRS 8530

Laboratoire d'Automatique, de Mécanique et d'Informatique industrielles et Humaines  
Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis, Le Mont Houy 59313 VALENCIENNES Cedex 9 - France

{ Abdelwaheb.Trabelsi, Houcine.Ezzedine, Christophe.Kolski } @univ-valenciennes.fr

[HTTP://WWW.UNIV-VALENCIENNES.FR/LAMIH/](http://www.univ-valenciennes.fr/lamih/)

**Résumé** — Nous présentons dans cet article un outil contribuant à l'évaluation de systèmes interactifs de supervision de processus industriels. Il prend la forme d'un mouchard électronique. Nous présentons l'architecture orientée agent de ce mouchard électronique qui permet l'acquisition et l'analyse des interactions homme-machine entre un système interactif orienté agent et l'utilisateur. Des résultats obtenus par ce mouchard lors de l'évaluation d'une interface homme-machines sont présentés.

**Mots clés** — Systèmes homme-machine, Systèmes interactifs, évaluation, mouchard électronique, agent d'interface, supervision.

## I. INTRODUCTION

Le regroupement des Interfaces Homme-Machine dans la même salle de supervision d'un processus industriel est devenu aujourd'hui omniprésent dans de nombreux domaines industriels tels que ceux de l'énergie, la chimie, la sidérurgie, les secteurs pétroliers ou les transports. Ce regroupement caractérise largement l'évolution de l'automatique, des systèmes de communication et de l'informatique et a considérablement modifié le rôle des opérateurs.

Ces derniers sont tenus d'effectuer de plus en plus des tâches cognitives que les automatismes ne peuvent pas effectuer [1], [2]. En effet, l'automatisation du procédé permet au calculateur d'avoir une autonomie complète pendant le fonctionnement normal (c'est-à-dire, lorsque le régime de fonctionnement est stable). Les opérateurs effectuent alors des tâches telles que surveiller l'évolution des variables issues des capteurs et centralisées sur les postes de travail, vérifier le rendement, la qualité et la sécurité de la production [3]. En revanche, dès l'apparition d'une situation incidentelle, les opérateurs sont amenés à intervenir pour corriger, compenser ou reprendre l'ensemble des défaillances sur la base de leurs expériences individuelles. Les raisons à l'origine des dysfonctionnements sont parfois extrêmement difficiles à identifier, et dans de nombreux cas, le travail des opérateurs est réalisé sous contraintes temporelles générant du stress et des risques d'erreurs élevés. Afin de diminuer ces erreurs et améliorer la qualité des interactions entre l'homme et la machine, des études [4][5][6][7][8][9] sont orientées vers l'évaluation des systèmes interactifs sous plusieurs angles et points de vue, aussi bien en amont qu'en aval de la phase de réalisation effective (codage ou génération de l'application

interactive), que l'évaluation soit centrée sur l'utilisateur ou basée sur des critères purement techniques

Nous nous intéressons plus particulièrement à l'automatisation de l'évaluation des systèmes interactifs. Nous proposons, dans ce cadre, un mouchard électronique permettant l'acquisition et l'analyse des interactions homme-machine dans des environnements orientés agents [10][11]. En effet, les approches agents offrent des possibilités de liens entre agents potentiellement riches : liens de coordination, de coopération, de communication, autonomie (dans notre cas, nous exploitons essentiellement les avantages en terme de communication et autonomie). Nous proposons donc d'utiliser cette richesse pour proposer des architectures de systèmes interactifs adaptées au contexte visé (systèmes industriels complexes). Nous avons utilisé ce mouchard pour l'évaluation d'un système interactif dont l'architecture interne est orientée agents ; celle-ci est présentée maintenant.

## II. UNE ARCHITECTURE ORIENTEE AGENTS POUR LES SYSTEMES INTERACTIFS

Les recherches menées actuellement sur les architectures possibles pour les systèmes interactifs sont actives au niveau international. Les tendances sont de deux ordres, ces architectures sont soit centralisées, soit réparties [12]. Nous essayons de combiner ces deux approches en proposant d'utiliser dans notre architecture pour les systèmes interactifs, la séparation en trois composants fonctionnels, que nous avons appelés respectivement : interface avec l'application (connecté à l'application), contrôleur de dialogue, présentation (ce composant étant en lien direct avec l'utilisateur), figure 1; en nous inspirant de la terminologie citée dans ce domaine (cf. modèle de Seeheim [13]). Ces trois composants regroupent des agents :

- les agents d'application qui manipulent les concepts du domaine et ne sont pas accessibles directement par l'utilisateur. Ils assurent entre autre le bon fonctionnement de l'application et l'émission en temps réel d'informations nécessaires au déroulement du travail des autres agents,
- les agents contrôleurs de dialogue appelés aussi agents mixtes, qui offrent à la fois des services à l'application et à l'utilisateur. Ils visent à gérer la cohérence dans les échanges entre l'application et l'utilisateur,

- les agents interactifs (ou agents d'interface), sont en contact direct avec l'utilisateur (visibles pour l'utilisateur). Ces agents se coordonnent les uns les autres pour intercepter les commandes de l'utilisateur

et composer pour lui une présentation lui permettant une compréhension globale de la situation courante de l'application.

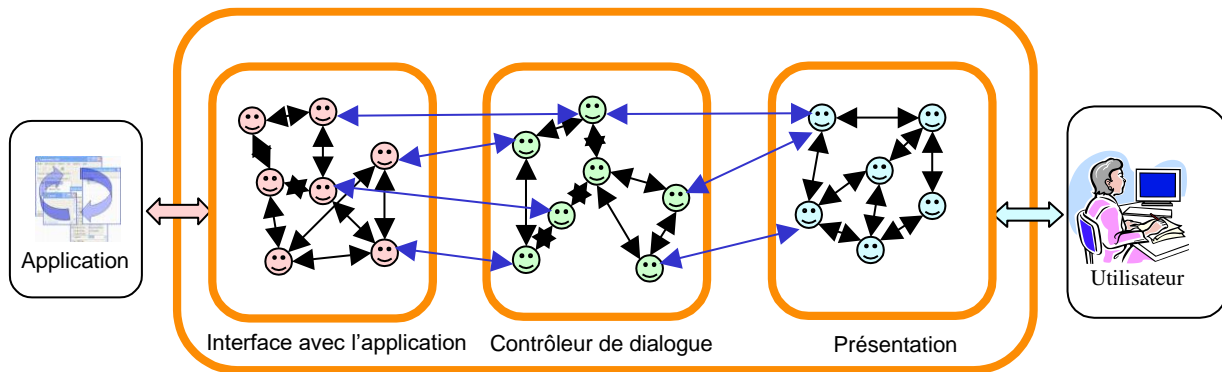


Figure 1 : Architecture orientée agents du système interactif [14] [15]

Tous ces agents communiquent entre eux pour répondre aux actions de l'utilisateur. Cette communication peut être considérée comme des services entre agents et modélisée par les réseaux de Petri de haut niveau [16].

Les spécificités liées aux agents nécessitent pour des tels systèmes des méthodes et outils d'évaluation adaptés. C'est pourquoi nous présentons maintenant un système d'aide à l'évaluation de système interactif orienté agent.

### III. SYSTEME D'AIDE A L'EVALUATION

Le système d'aide à l'évaluation est composé de deux principaux modules (Figure 2) : le module *mouchard électronique* et le module *Simulateur RdP agent*.

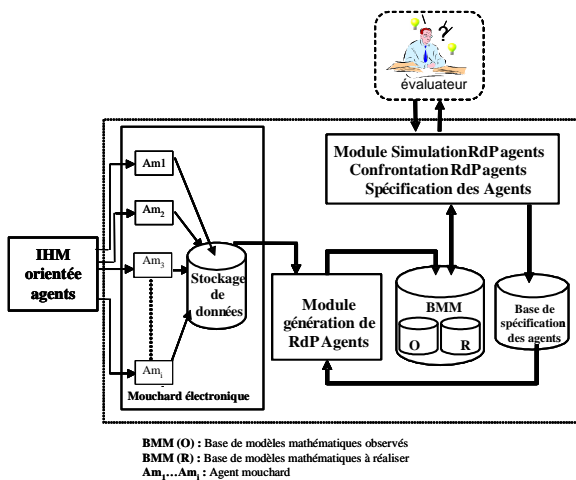


Figure 2: Architecture du système d'aide à l'évaluation [17]

#### A. Module mouchard électronique

Ce module utilise le principe du mouchard électronique (détaillé dans la quatrième partie) tout en exploitant à la fois le modèle orienté agent de celui-ci [18] qui propose l'association d'un agent mouchard à chaque agent de l'interface.

Cette architecture a été proposée pour prendre en charge l'aspect multi-agent de l'IHM suite au choix du modèle d'architecture orienté agent [19]. En effet, le système multi-agents mouchard électronique est constitué de plusieurs agents mouchard déduits à partir de l'architecture du

système à évaluer et plus particulièrement à partir du système multi-agent de présentation.

#### B. Module Simulateur RdP agent

Une fois les données recueillies elles sont exploitées par le module de génération de RdP agent. Ce dernier est lui-même composé de deux modules générateurs de RdP agent de la tâche à réaliser (modèle de tâche) et celle observée (modèle de l'activité) et deux bases de modèles mathématiques ; ces dernières sont successivement décrites ci-dessous.

##### 1) Base de Spécifications des Agents : BSA

La première base permet le stockage des spécifications des agents. Elle contient la définition (pour chaque agent) des ensembles E (ensemble des évènements), C (ensemble des conditions), R (ensemble des ressources), Acv (ensemble des actions visibles telles que l'action de l'opérateur humain utilisant la souris ou le clavier et la réaction de l'interface par affichage des nouvelles fenêtres et/ou changement de leurs contenus), AcN (ensemble des actions non visibles concernant les interactions entre agents internes de l'interface) ce qui permet et facilite leurs exploitation par le module de génération de RdP agents.

##### 2) Base des Modèles Mathématiques des tâches : BMM

Cette base se compose de deux sous-bases appelées BMM (O) et BMM (R) :

- BMM (O) : Base des Modèles Mathématiques des tâches humaines observées. Cette base contient les modèles des tâches humaines observées qui sont générées par le module de génération de RdP agents (décrit ci-dessous).
- BMM (R) : Base des Modèles Mathématiques de référence des tâches humaines à réaliser. Cette base contient les modèles de référence des tâches à réaliser par les opérateurs humains, introduits par les concepteurs/évaluateurs via le module Simulation/Confrontation/Spécification de RdP agents (cf. ci-dessous).

### 3) Module de génération de RdP agents

Ce module exploite les données recueillies par le mouchard électronique pour les comparer aux spécifications existantes dans la base de spécifications des agents. Il fournit un RdP agents qui représente le modèle de la tâche observée selon les principes décrits dans [20]. Ce modèle sera stocké dans la base des modèles mathématiques des tâches.

### 4) Module de Simulation/Confrontation/Spécification de RdP agent

Ce module offre aux évaluateurs/concepteurs les trois fonctionnalités suivantes : la Simulation de RdP agents, la confrontation de RdP agents, la spécification de RdP agents.

- Simulation de RdP agents : cette fonction permet la visualisation de la dynamique du RdP agents et en conséquence la dynamique de l'IHM, ceci par l'exploitation des modèles de tâches ainsi que la formulation mathématique qui assure l'évolution dans le RdP agents.
- Confrontation de RdP agents : cette fonction exploite les modèles de tâches (Observée, Référence) pour la confrontation. Cette dernière a pour objectif de faciliter aux évaluateurs l'identification de problèmes ergonomiques éventuels liés à l'utilisabilité du système interactif; par exemple s'apercevoir que le RdP agents du modèle de la tâche observée contient des états en plus c'est à dire que l'utilisateur passe par des étapes inutiles, ou alors que le temps pris pour réaliser une tâche est bien supérieur à celui prévu au départ par les évaluateurs/concepteurs.
- Spécification de RdP agents : cette fonction consiste en la mise à la disposition des évaluateurs/concepteurs de

moyens (fenêtres) permettant la gestion (saisie, modification,...) de spécification des agents, autrement dit la définition des ensembles E, C, R, ACv, ACN, et leur stockage dans la base de spécifications des agents.

## IV. LE MOUCHARD ELECTRONIQUE

C'est un outil de recueil de données objectives. Il consiste en un programme invisible pour l'opérateur (utilisateur de l'IHM à évaluer) qui transmet et enregistre toutes les interactions (actions de l'opérateur et réactions de l'interface) dans une base de données. L'exploitation de cette base de données a pour objet de fournir ensuite à l'évaluateur des statistiques afin de tirer des conclusions en ce qui concerne la performance, les temps de réponse,... bien qu'il soit parfois difficile de déterminer les variables pertinentes pour évaluer la performance [21]. En effet, face à une IHM hautement interactive, on peut se trouver face à un grand nombre de variables d'interaction.

Le mouchard électronique a donc été conçu dans le but de faciliter l'évaluation des systèmes interactifs orientés agents. Afin de valider celui-ci, notre cadre d'application est le SAI (Système d'Aide à l'Information voyageurs) qui devrait être utilisé à terme dans la future salle de régulation du réseau de bus et tramway de Valenciennes ; ce travail est réalisé en collaboration avec un partenaire industriel (Semurval) et différents laboratoires (LAGIS, INRETS, LAMIH). Cette évaluation permet d'évaluer l'utilisabilité ainsi que l'utilité [22] du SAI.

Ce mouchard est un outil d'inspection objectif permettant l'enregistrement des actions du régulateur du trafic (utilisateur du SAI) ainsi que les réactions du système. L'idée de base est d'associer un agent mouchard à chaque agent de l'interface du système à évaluer (figure 3).

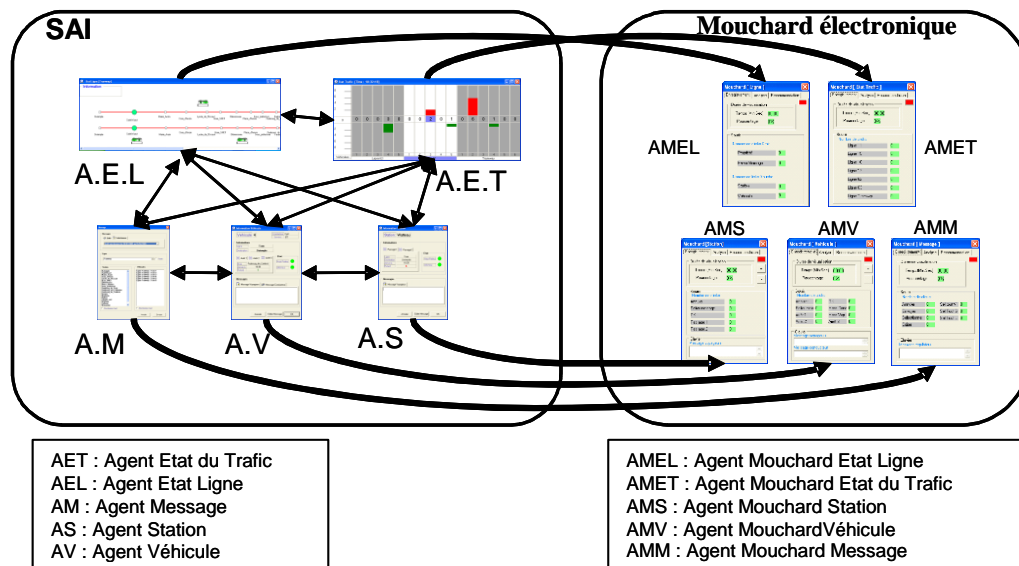


Figure 3 : Association d'un agent mouchard à chaque agent d'interface

Le SAI est constitué de cinq agents d'interface. A chacun de ces agents on associe un agent mouchard qui permettra l'enregistrement de toutes les actions du régulateur (click souris, saisie de message...) ainsi que les réactions de

l'interface (affichage d'un message d'alerte, changement de vue...).

Le SMA Mouchard est constitué de :

- Cinq agents mouchards connectés aux agents d'interface du SAI.
  - 1) Agent Mouchard Etat Trafic
  - 2) Agent Mouchard Etat Ligne
  - 3) Agent Mouchard Message
  - 4) Agent Mouchard Station
  - 5) Agent Mouchard Véhicule (tramway ou bus)
- Un mouchard superviseur assurant la communication avec le SAI (établissement de la connexion, traitement des erreurs de transmission, fin de connexion...).
- Deux mouchards particuliers :
  - Mouchard Souris : assure l'enregistrement des mouvements et des clics sur la souris.

- Mouchard clavier : assure l'enregistrement des messages saisis par le clavier (en particulier l'utilisation des touches : Entrée, Echap).

Nous présentons dans ce qui suit plusieurs agents mouchards, en visant la représentativité plutôt que l'exhaustivité.

#### A. description de plusieurs agents mouchard représentatifs

La figure 4 présente une vue globale du SMA Mouchard dont les agents seront présentés ci-après. Chaque agent Mouchard dispose de trois « onglets » :

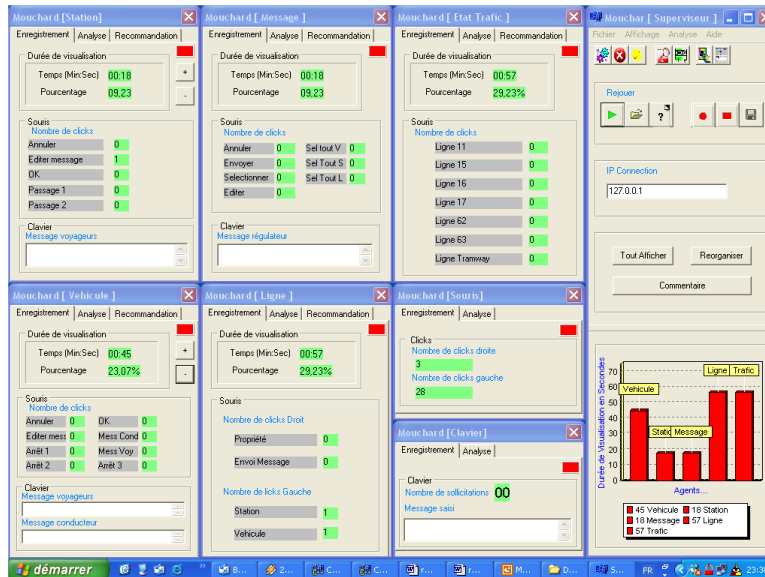


Figure 4 : Vue globale du SMA Mouchard

#### • Premier onglet : (Enregistrement)

Il permet l'affichage de la durée de visualisation de l'agent d'interface correspondant. Cette durée est représentée en minutes et en pourcentage. Ceci est illustré plus loin par les figures 6 et 7. La somme totale des pourcentages est égale à 100.

Il permet aussi la visualisation du nombre d'utilisation des différents composants de l'agent d'interface correspondant dans le SAI.

#### • Deuxième onglet : (Analyse)

Cet onglet permet l'affichage d'un histogramme en 3D représentant le nombre d'utilisation des composants des agents d'interface du SAI. Cet histogramme permet d'avoir une idée sur la proportion d'utilisation des composants. La figure 5 montre un exemple d'histogramme.

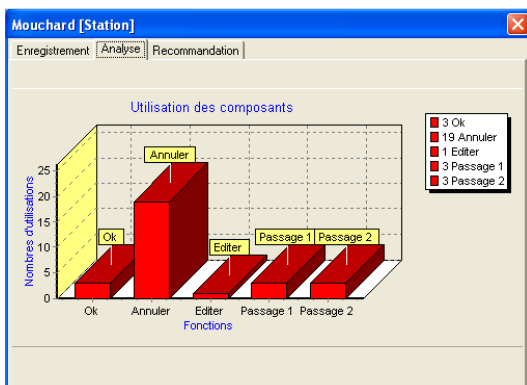


Figure 5 : Utilisation des composants de l'interface

Dans cet exemple on distingue les fonctionnalités de l'agent Station à savoir : le click sur les boutons Ok, Annuler et Editer ; le click sur les onglets Passage 1 et passage 2 qui représentent l'horaire du passage des deux prochains véhicules par la station.

#### • Troisième onglet : (recommandations)

Cet onglet permet de proposer quelques recommandations à l'évaluateur afin de reboucler sur la spécification et la réalisation de l'interface. Les recommandations fournies se basent sur des règles ergonomiques [14] ; celles-ci sont encore en cours d'étude. Nous proposons dans un premier temps une analyse séparée des données, autrement dit chaque agent mouchard analyse les données dont il dispose afin de fournir le maximum d'informations et de recommandations à l'évaluateur. Sachant que les données récupérées par les différents agents sont parfois contradictoires, il devient intéressant de les confronter afin d'obtenir des informations et des recommandations pour le jugement et l'amélioration de l'IHM. Ce travail fait partie de nos perspectives de recherche.

##### 1) Agent Mouchard Station

L'agent Mouchard Station assure l'enregistrement des différentes informations liées à l'agent d'interface Agent Station (Figure 6). Ces informations sont les suivantes :

- \* Nom Station.
- \* Ligne à laquelle appartient la station.
- \* Actions effectuées : ces actions correspondent à l'interaction du régulateur avec l'agent d'interface Agent Station. Les différentes actions possibles sont :

- Afficher : affichage de la fenêtre station.
- Editer : click sur le bouton *éditer*.
- Annuler : click sur le bouton *annuler*.
- Ok : click sur le bouton *ok*.
- Passage1 : click sur l'onglet *passage 1* du véhicule
- Passage2 : click sur l'onglet *passage 2* du véhicule
- \* Message : message à l'intention des voyageurs aux stations. Ce message est édité par le régulateur via l'*Agent Station*.
- \* Heure d'action : l'instant auquel se produit l'action du régulateur.
- \* « C » : Station de correspondance : suite au click du régulateur sur une station, l'agent *Mouchard Station* enregistre dans la case « C » la valeur 1 (Station de correspondance) ou 0 (station simple).

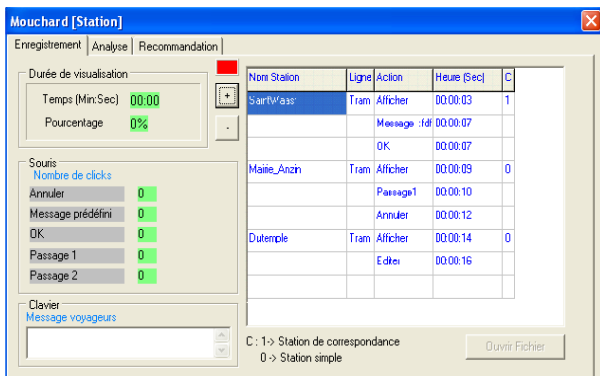


Figure 6 : Agent Mouchard Station

La représentation d'information est effectuée sous forme de tableau. Le nom de la station sollicitée est représenté une seule fois pour toutes les actions effectuées.

### 2) Agent Mouchard Véhicule

L'agent *Mouchard Véhicule* assure l'enregistrement des différentes informations liées à l'agent d'interface *Agent Véhicule* (figure 7).

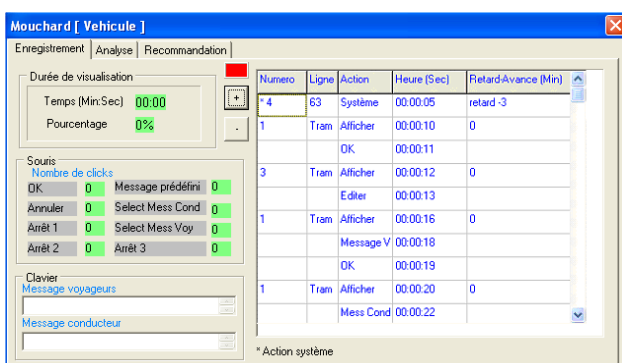


Figure 7 : Agent Mouchard Véhicule

Ces informations sont les suivantes :

- \* Numéro du véhicule,
- \* Ligne à laquelle appartient le Véhicule,
- \* Actions effectuées : ces actions correspondent à l'interaction du régulateur avec l'agent d'interface *Agent Véhicule*. Les différentes actions possibles sont :
  - Afficher : affichage de la fenêtre véhicule.
  - Editer : click sur le bouton *éditer*.
  - Annuler : click sur le bouton *annuler*.

- Ok : click sur le bouton *ok*.
  - Mess cond : click sur l'onglet *message conducteur*.
  - Mess Voy : click sur l'onglet *message voyageur*.
  - Arret1 : click sur l'onglet *arret1* correspondant à l'horaire d'arrêt pour la prochaine station.
  - Arret2 : click sur l'onglet *arret2* correspondant à l'horaire d'arrêt pour la deuxième station.
  - Arret3 : click sur l'onglet *arret3* correspondant à l'horaire d'arrêt pour la troisième station.
  - Message Voyageur et Message Conducteur : message à l'intention du conducteur du véhicule ou des voyageurs à bord du véhicule.
  - \* Heure d'action : l'instant auquel se produit l'action.
  - \* Retard-Avance : Retard ou avance du véhicule.
- Les numéros de véhicules précédés d'une « \* » symbolisent les réactions du SAI (affichage d'un message d'alerte).

Les données recueillies durant l'évaluation sont enregistrées dans des fichiers Excel.

### 3) Agent Mouchard Superviseur

L'agent *Mouchard superviseur* (figure 8) assure l'établissement de la connexion entre le *SAI* et le *SMA Mouchard*.

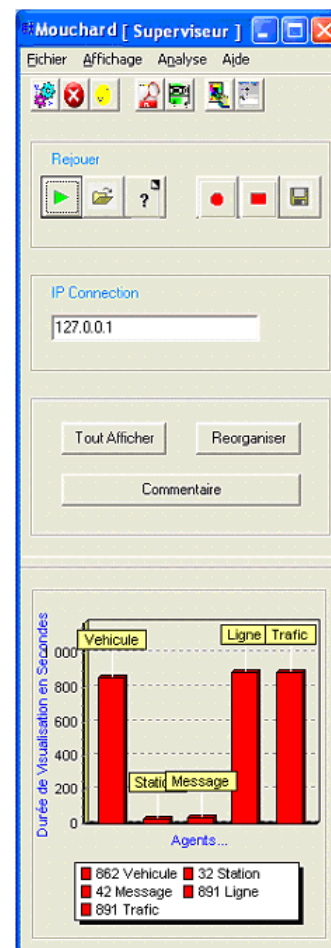


Figure 8 : Agent Mouchard Superviseur

La connexion entre le *SAI* et le *SMA Mouchard* s'effectue via un réseau local. En cas de problème de transmission de données c'est l'agent *mouchard superviseur* qui assure, soit la bonne reprise de connexion ou bien la déconnexion (en toute sécurité) des deux systèmes.

L'agent *mouchard superviseur* assure la visualisation en temps réel d'un histogramme permettant l'affichage des durées de visualisation de chaque agent d'interface du SAI. Cet agent permet de rejouer toute la manipulation. A la fin de la phase d'enregistrement, un fichier journal contenant les positions absolues de la souris peut être exécuté. Nous verrons ainsi la souris se déplacer tout en reproduisant les mêmes actions effectuées par le régulateur.

Le SAI peut être exécuté sur une machine autre que celle sur laquelle s'exécute le mouchard électronique. L'adresse IP de la machine où s'exécute le SAI peut être spécifiée grâce à l'onglet « IP Connexion ».

## V. CONCLUSION

Nous avons présenté dans cet article l'architecture d'un mouchard électronique orienté agent pour l'évaluation des systèmes interactifs orientés agents. Notre cadre d'application et de validation consiste en l'évaluation d'un Système d'Aide à l'Information voyageurs. Ce mouchard nous permet le recueil de toutes les actions de l'utilisateur ainsi que les actions/ réactions de l'interface de supervision d'un réseau de transport terrestre (Tramway, Bus).

Nos perspectives consistent en (1) une évaluation avec de véritables régulateurs du trafic de bus et tramway de Valenciennes, (2) l'intégration des connaissances ergonomiques dans le système d'évaluation.

## VI. REMERCIEMENTS

Nous remercions le FEDER, le GRRT et la région Nord Pas de Calais qui nous ont offert les moyens nécessaires pour réaliser nos recherches (Projets SART, NIPO et MIAOU).

## VII. RÉFÉRENCES

- [1] J.M. Hoc, R. Amalberti, «Diagnosis: some theoretical questions raised by applied research». *Current Psychology of Cognition*, 14 (1), pp. 73-101, 1995.
- [2] N. Moray, «Human factors in process control». In *Handbook of human factors and ergonomics*, G. Salvendy (Ed.), John Wiley & Sons, INC., pp.1944-1971, 1997.
- [3] P. Millot, « Supervision des procédés automatisés et ergonomie ». Éditions Hermes, Paris, 1988.
- [4] B. Senach, « Evaluation ergonomique des interfaces Homme-Machine : une revue de la littérature ». *Rapport de recherche, INRIA*, Sophia Antipolis, n°1180, 1990.
- [5] S. Balbo, « Evaluation ergonomique des interfaces utilisateur : un pas vers l'automatisation ». Thèse de doctorat, Université de Grenoble I, 1994.
- [6] M. Grislin, C. Kolski, « Evaluation des interfaces homme-machine lors du développement de système interactif ». *Technique et Science Informatiques (TSI)*, 15 (3), pp. 265-296, 1996.
- [7] C. Bastien, « Les critères ergonomiques : un pas vers une aide méthodologique à l'évaluation de systèmes interactifs ». *Thèse de doctorat en Ergonomie cognitive*, Université René Descartes (Paris V), 13 décembre 1996.
- [8] J. Huart, « Mieux concevoir pour mieux communiquer à l'ère des nouveaux médias, Vers des méthodes de conduite de projets et d'évaluation qualité de documents multimédias ». *Thèse de doctorat en Sciences de l'Information et de la Communication*, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, Novembre 2000.
- [9] C. Bastien, D. Scapin, « Évaluation des systèmes d'information et Critères Ergonomiques ». In Kolski C. (dir.), *Environnements évolués et évaluation de l'IHM, Interaction homme-machine pour les SI 2*, Hermes, Paris, pp. 53-80, 2001.
- [10] J. Ferber, «Multi-Agent Systems: Introduction to DAI». Addison-Wesley, 1995.
- [11] R. Mandiau, E. Grislin-le strugeon, « Systèmes multi-agents ». In TI (Ed.), S 7216. Paris: Les Techniques de l'Ingénieur, pp. 1-17, 2001.
- [12] J. Coutaz, L. Nigay, « Architecture logicielle des systèmes interactifs ». In : Kolski C., ed., *Analyse et Conception de l'IHM. Interaction Homme Machine pour les SI, Volume 1*, Éditions Hermes, Paris, 2001, pp. 207-246.
- [13] G.E. Pfaff, « User interface management system » *Springer-Verlag*, 1985.
- [14] H. Ezzedine, « Méthodes et modèles de spécifications et d'évaluation des interfaces homme machine dans les systèmes industriels complexes ». Habilitation à diriger des recherches, Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis, 2002.
- [15] H. Maoudji, H. Ezzedine, A. Péninou, « Agents oriented specification of interactive systems », In M.J. Smith, G. Salvendy, D. Harris, R. Koubek (Ed.), *Usability evaluation and interface design : Cognitive Engineering, Intelligent Agents and Virtual Reality*, volume1, London, pp. 71-75, 2001.
- [16] C. Sibertin-Blanc. « High-level Petri nets with Data Structure ». *Proceedings 6<sup>th</sup> EWPNA*, June, Espoo, Finland, 1985.
- [17] A. Rehim, « Etude des outils exploitant des réseaux de Petri agent pour l'évaluation des systèmes interactifs ». Mémoire de Master recherche, LAMIH, LAMIH-Valenciennes, juillet 2005.
- [18] A. Trabelsi, H. Ezzedine, C. Kolski, « Architecture modeling and evaluation of agent-based interactive systems ». *IEEE-SMC2004, International Conference on Systems, Man and Cybernetics* (The Hague, the Netherlands, October 10-13, 2004)
- [19] H. Ezzedine, A. Trabelsi, C. Kolski, «Modelling of Agent oriented Interaction using Petri Nets, application to HMI transport system supervision», CESA Lille 2003.
- [20] M. Abed, H. Ezzedine, C. Kolski, « Modélisation des tâches dans la conception et l'évaluation des systèmes interactifs : la méthode SADT/Petri ». In : C. Kolski, ed., *Analyse et Conception de l'IHM, Interaction Homme Machine pour les SI, Volume 1*, Editions Hermes, Paris, 2001, pp.145-174.
- [21] M. Grislin, « Définition d'un cadre pour l'évaluation a priori des Interfaces Homme-Machine dans les systèmes industriels », Thèse de Doctorat, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, 1995.
- [22] J. Nielsen, «Usability Engineering », Academic Press, Boston, 1993.
- [23] J. Vanderdonckt, «Development Milestones towards a Tool for Working with Guidelines», *Interacting with Computers*, 11(4), 1999.