

---

# Interactions opportunistes par l'écoute flottante.

**Flavien Balbo<sup>\*,\*\*</sup> — Nicolas Maudet<sup>\*</sup> — Julien Saunier<sup>\*</sup>**

<sup>\*</sup> *Lamsade,*

*Université Paris-Dauphine,*

*Place du Maréchal de Lattre de Tassigny Paris Cedex 16*

<sup>\*\*</sup> *Inrets – Gretia*

*2, Avenue du Général Malleret-Joinville, F-94114 Arcueil Cedex*

*{maudet,balbo}@lamsade.dauphine.fr julien.saunier@wanadoo.fr*

---

*RÉSUMÉ. Dans cet article, nous proposons un modèle d'interaction fondé sur l'écoute flottante, permettant l'apparition de comportements opportunistes et la flexibilisation des protocoles existants. Classiquement, l'étude des interactions dans les systèmes multi-agents ne prend en compte que la communication elle-même et l'action résultant de cet échange d'information. Or, cette gestion des communications limite les effets de l'interaction aux seuls protagonistes, et nous montrons que cette vision ne permet pas de simulation complexe du comportement et restreint l'autonomie des agents. Afin de pallier à cela, l'écoute flottante peut être utilisée afin de permettre la perception des interactions par tous les agents du système, et ainsi d'affecter leur comportement même lorsqu'ils ne sont pas protagonistes. Nous proposons alors un nouveau connecteur AUML de prise en compte de l'écoute flottante.*

*ABSTRACT. In this paper, we propose an interaction model based on mutual awareness, allowing the appearance of opportunist behavior and the easing of the existing protocols. Classically, the study of interactions in multi-agent systems only takes into account the communication itself and the action resulting from this information exchange. However, this communication management limits the effects of the interaction to its protagonists, and we show that this vision does not allow complex simulations and restricts the autonomy of the agents. In order to mitigate this, the environment can be used as a mediator for the communications, allowing the perception of the interactions by every agent, and thus to modify their behavior even they are not protagonists. We propose a new AUML connector to take into account mutual awareness.*

*MOTS-CLÉS : Agent, Interaction, Normes, (Environnement)*

*KEYWORDS: Agent, Interaction, Norms, (Environment)*

---

## 1. Introduction

La capacité à communiquer et à interagir de façon complexe est une des propriétés fondamentales des agents cognitifs, et par conséquent une des problématiques principales des systèmes multi-agents. Aujourd'hui, malgré une grande diversité de langages et de modèles, la majorité des approches adoptent la vision dichotomique de l'interaction, la décomposant en deux éléments : la communication elle-même et l'action résultant de cet échange d'information. Dans le cadre des agents cognitifs, la communication est généralement organisée en protocoles, déterminant l'ordre des messages échangés, et l'action résultante provient de l'analyse du langage de communication et du langage de représentation des connaissances. Cela limite aux seuls protagonistes les effets d'une communication, et dans un contexte fortement interactionnel, comme la simulation des activités humaines, cette approche est insuffisante, car l'interaction n'est pas seulement fondée sur des protocoles pré-établis, mais également sur l'attention que chaque agent porte à l'environnement interactionnel du système ([DUG 00]). Par ailleurs, la majorité des systèmes sont fondés sur l'adressage des messages par l'émetteur, réduisant de fait l'autonomie des agents, et entraînant des problèmes de coût. Nous présentons en Section 2 une autre façon d'appréhender les interactions ne subissant pas ces limites, l'écoute flottante, i.e. le fait pour un agent de pouvoir recevoir des messages qui ne lui étaient pas destinés a priori. Puis, en section 3, nous présentons un nouveau connecteur AUML adapté, et nous illustrons en quoi ce nouveau connecteur permet de mettre en oeuvre des protocoles intégrant des pratiques opportunistes.

## 2. Vers une nouvelle forme d'interactions

La gestion des interactions fondée sur une relation dyadique conforte le rôle de l'émetteur au dépend du (des) récepteur(s). Cette répartition du contrôle n'est pas sans conséquence sur l'efficacité de l'interaction ainsi que sur l'autonomie des agents. Ainsi, l'émetteur choisit non pas les meilleurs récepteurs, mais ceux qu'il croit être les meilleurs en fonction de ses connaissances. Pour pallier cette difficulté, il est d'usage de recourir à des *middle-agents* [SYC 00], ou de diffuser le message. Cependant, quelque soit l'alternative retenue, l'activité supplémentaire induite pénalise le système en terme de charge de bande passante et de traitements inutiles [BAL 04]. Par ailleurs, même la diffusion ne règle pas le problème de base de la communication par adressage, i.e. le fait que l'adresse du récepteur doit être connue par l'émetteur. On peut aussi remarquer le manque d'autonomie lié intrinsèquement à l'utilisation exclusive de messages adressés. En effet, ne pas permettre d'écoute volontaire limite les possibilités pour l'agent de s'inscrire dans son contexte, dans la mesure où il dépend strictement des autres agents pour se fournir en informations. Par ailleurs, l'interaction en elle-même est un vecteur d'informations qui peuvent être pertinentes et influencer sur le comportement des autres agents, mais auquel il n'est pas possible d'accéder par l'approche dyadique. En effet, l'observation de comportements humains a montré que la gestion dyadique des communications ne permet pas d'expliquer de manière

satisfaisante les interactions survenant dans des environnements hautement interactionnels. Ainsi, dans [DUG 00], où l'objectif est de simuler les interactions dans un centre d'appel d'un service d'urgence, il est montré que *l'écoute flottante* est un facteur important du fonctionnement et de l'efficacité de la société d'agents, car la perception de l'occupation des autres agents et de bribes de messages influe directement sur le comportement des opérateurs. Notre propos est ici d'étudier comment l'utilisation d'une telle notion pourrait être utile à la gestion des communications dans un système multi-agents.

L'écoute flottante repose sur une mutualisation des interactions par l'utilisation d'un canal de communication commun. Ceci implique pour un agent d'avoir la possibilité de recevoir un message sans que l'émetteur n'ait eu l'intention de le lui transmettre (ou même connaissance de le lui avoir transmis). Il s'agit donc ici de permettre à des agents d'écouter les conversations qui les intéressent, ou au contraire de diffuser à ceux qu'il juge intéressant de contacter, sans pour autant connaître lui-même ces derniers mais en spécifiant certaines de leurs propriétés, de façon dynamique. On note ici que ceci diffère de l'utilisation classique d'un *blackboard* qui nécessite une action volontaire de lecture de la part de l'agent dans ce tableau.

Dans [LEG 02], Legras applique l'écoute flottante comme support à un système d'organisation dynamique d'engins autonomes. L'écoute flottante, ici non choisie par le récepteur (la portée de la communication est le seul élément limitant sa diffusion), permet la mise à jour dynamique de la représentation du monde (groupes, agents) par le biais de ces messages adressés à la cantonade. Par ailleurs, la mise en place d'un protocole opportuniste simple – lorsqu'un agent reçoit un message d'information contenant une information fautive selon ses croyances, il ré-émet un message donnant ses propres informations – valide l'hypothèse d'un gain de cohérence de l'ensemble du système. Dans STEAM [KAM 02], le suivi des activités sociales, à fin de surveillance du SMA, est réalisé en observant les agents dans l'environnement et les messages qu'ils échangent. Ainsi, par un calcul de la probabilité de capter certains types de messages suivant l'état des agents, et d'après les messages réellement captés, le système obtient une estimation de l'état actuel de l'agent, et plus globalement de l'équipe. Bien que l'écoute flottante ne fasse ici pas partie du mode de communication des agents, mais du moniteur, cette étude montre la possibilité d'extraire des informations complexes grâce à l'observation des messages échangés.

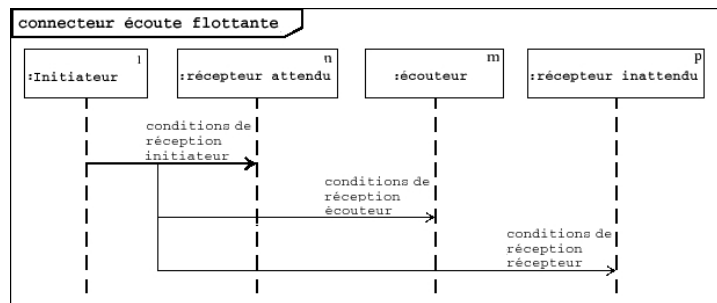
Conceptuellement, on peut donc distinguer deux apports découlant de l'écoute flottante, la première étant de l'ordre informatif, permettant une meilleure représentation du monde et du contexte de l'agent, la deuxième étant de l'ordre actif, par le biais des comportements induits volontairement par ces informations.

### 3. Une modélisation pour l'écoute flottante

Nous avons choisi de prendre pour cadre la formalisation Agent UML [ODE 00], et plus particulièrement les diagrammes d'interaction, afin de modéliser l'écoute flottante. Le choix d'un nouveau support d'interaction entraîne la nécessité de nouveaux connecteurs, AUML, se fondant sur l'adressage par l'émetteur, ne prends pas en compte les cas où un message est reçu de par la volonté du récepteur, ou par d'autres critères.

Ainsi, s'il est possible de poser une condition à l'envoi d'un message, c'est toujours un processus interne à l'agent qui commandera à l'envoi et au choix des récepteurs. De même, un rôle peut être attribué par le biais d'un message à un autre agent, par exemple dans Contract Net allouer le rôle de participant, mais par contre un agent ne peut pas prendre spontanément ce rôle s'il n'a pas été adressé à l'origine.

Si les agents utilisent un canal commun de communication, ils ont théoriquement la possibilité de recevoir des messages qui ne leurs sont pas adressés.



**Figure 1.** Connecteur d'écoute flottante

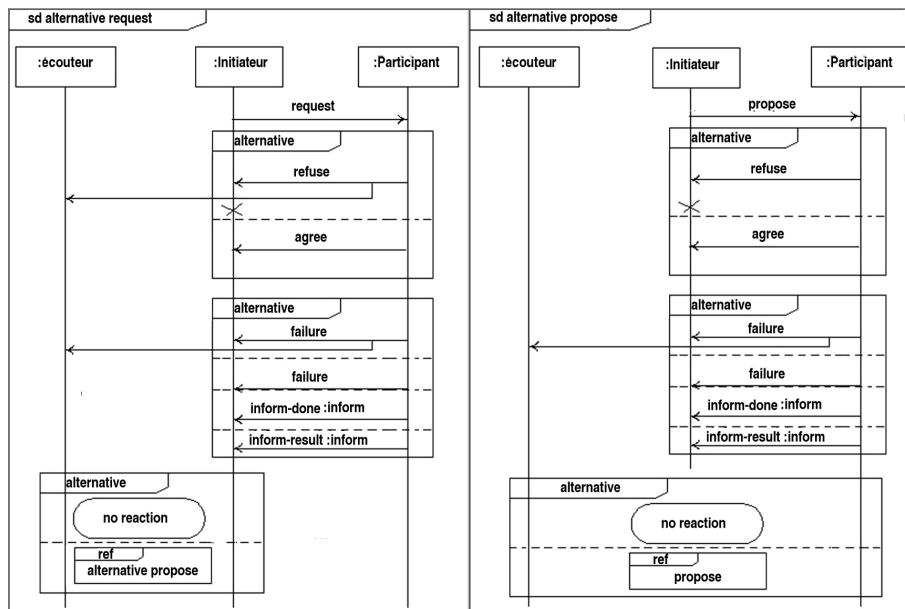
Le connecteur (Figure 1.) que nous proposons prend en compte toutes les possibilités d'interaction offertes par l'utilisation de l'écoute flottante comme modèle interactionnel :

- récepteur attendu : Le message adressé d'origine reste le même, pour  $n$  récepteurs cibles, représenté par la flèche horizontale.

- écouteur : L'écoute flottante sera représentée par les  $m$  écouteurs, qui reçoivent également le message mais de façon différenciée par la flèche décrochée. Un agent écouteur qui reçoit le message, n'a pas de rôle pré-attribué dans l'interaction en cours, ne faisant pas partie des locuteurs prévus.

- récepteur inattendu : Il peut s'avérer difficile pour un agent de trouver le "bon" niveau d'écoute. Typiquement, le concepteur d'un agent aura du mal à prévoir à l'avance toutes les situations que pourra rencontrer l'agent au cours de l'interaction. Il sera donc possible de voir l'agent sollicité par des messages qui n'étaient pas initialement attendus. En pratique, ces situations pourront toutefois être intéressantes.

Nous pouvons alors rediscuter certains protocoles existants en introduisant des agents utilisant l'écoute flottante, et en utilisant donc de façon explicite ce nouveau connecteur. Nous proposons en figure 2 un élargissement des protocoles FIPA-Request et FIPA-Propose.



**Figure 2.** Protocoles utilisant le connecteur d'écoute flottante volontaire

Dans cet exemple, les écouteurs peuvent prendre partie du non-aboutissement de l'interaction pour cause de refus ou d'échec, en entamant volontairement un autre protocole. Les possibilités de changement de rôles et les rôles multiples sont conservées, par exemple un agent peut-être écouteur et devenir participant.

Les conditions d'arrêt des protocoles d'origines sont absolues, sur un *refuse* ou un *failure*, l'agent Initiateur devant le cas échéant, pour poursuivre ses buts, contacter d'autres agents afin d'entamer de nouveaux protocoles *request*, chacun ayant un coût en terme de messages et de traitements. Ici, au cas où un agent écouteur puisse satisfaire la requête, il lui est possible d'entamer spontanément un protocole *alternative-propose* afin de satisfaire à la requête non aboutie.

C'est donc bien une action opportuniste que l'agent écoutant met en oeuvre, puisque sur la base d'un message qui ne lui était pas destiné, il engage un protocole permettant éventuellement une résolution rapide du problème, ce qui n'était pas réalisable dans le cadre classique.

Par construction, nous avons fait en sorte d'éviter les cas de protocoles pouvant s'enchaîner de manière récursive, en finissant notre chaîne *alternative – request* →

*alternative – propose* → *propose* sur un propose classique, cela afin d'éviter les risques d'inter-blocages, et/ou une absence de conditions de terminaisons.

Enfin, concernant l'aspect sécurité de ce mode d'interaction, il convient de dire que nous nous situons dans un environnement où les agents savent que les messages transmis par le support de l'environnement peuvent être écoutés. Cela n'empêche en rien le recours à des moyens dyadiques protégés pour une partie des communications. Ce moyen, utilisé comme mode de communication de base, est utilisé à fin de gains dans un univers où les agents peuvent ou doivent au moins en partie coopérer.

#### 4. Conclusion et Perspectives

Cet article a présenté une proposition de modélisation de l'écoute flottante, laquelle apporte un support pour la prise en compte d'interactions complexes. Ce modèle tient compte de la nécessité d'apporter un contexte interactionnel dynamique à l'agent, en fonction de ses besoins. Nous voyons donc la possibilité de construire des protocoles dédiés plus flexibles, et permettant la mise en oeuvre de comportements opportunistes, grâce à ce changement de politique d'interaction. Le cadre d'AUML, permet l'intégration de l'écoute flottante dans un cadre de modélisation éprouvé.

Cependant, nous avons aussi vu que ce modèle pouvait donner lieu à la réception de messages non sollicités, ou hors contexte. Nous envisageons l'utilisation de cette possibilité dans le cadre de la combinaison opportuniste des protocoles d'interaction.

#### Bibliographie

- [BAL 04] BALBO F. « A new interaction model for agent based simulation », *European Simulation Multiconference*, 2004.
- [DUG 00] DUGDALE J., PAVARD B., SOUBIE J.L., « A Pragmatic Development of a Computer Simulation of an emergency Call Center », In *Cooperative Systems Design, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, Rose Dieng et al., IOS Press, 2000.
- [LEG 03] LEGRAS F. « Using overhearing for local group formation », *Workshop on Team-Work and Coalition Formation (AAMAS)*, Bologna, Italy, 2002, p. 8-15.
- [KAM 02] KAMINKA G., PYNADATH C., TAMBE M. « Monitoring teams by overhearing : A multi-agent plan-recognition approach », *Journal of Artificial Intelligence Research*, 2002, p. 83-135.
- [ODE 00] ODELL J., VAN DYKE PARUNAK H., BAUER B., « Extending UML for agents », *Proceedings of the Agent-Oriented Information Systems Workshop at the 17th Conference on Artificial Intelligence*, 2000, p. 3-17.
- [SYC 00] SYCARA K., WONG H.-C., « A taxonomy of middle-agents for the Internet », *Proceedings of the Fourth International Conference on MultiAgent Systems*, Robotics Institute Carnegie Mellon, 2000, p. 465-466.