

Écoute flottante

4.1 Introduction

Nous avons vu à quel point la communication est une composante fondamentale dans la plupart des systèmes multiagents. La communication y est bien souvent considérée comme un phénomène *pair à pair* (ou encore *point à point*) : à un moment donné, un agent communique avec *un* autre agent, et cette communication n'a pas d'effet direct sur les autres éléments du SMA (à part peut-être une consommation de bande passante), on parle aussi d'approche dyadique de la communication. Pourtant, si l'on observe les exemples de SMA « naturels » que nous avons autour de nous, les choses ne se passent que rarement ainsi. Par exemple, dans les sociétés humaines la communication se fait souvent par la parole, auquel cas tous les « agents » présents sont susceptibles d'entendre et de comprendre les messages échangés. Une communication téléphonique classique est plus proche d'une communication pair à pair, pourtant, quelqu'un à proximité d'un des deux interlocuteurs pourra entendre la moitié des messages et pourra se faire une bonne idée du contenu de la discussion. La forme de communication humaine classique qui se rapproche le plus du modèle pair à pair est sans doute le courrier postal¹, mais là encore un tiers (le facteur, votre concierge...) peut — sans pour autant tricher avec le système — obtenir de l'information comme par exemple savoir qui communique avec qui grâce aux adresses, avec quelle fréquence, ou même quel est le contenu du message dans le cas de cartes postales.

¹Le courrier électronique, du fait de son support informatique, présente des caractéristiques comme l'adressage multiple ou les copies cachées qui le placent à part.

Tout ceci peut sembler à première vue anecdotique par rapport à la « véritable » communication qui a lieu entre émetteur et récepteur, mais en réalité ce type de propriété dans les communications peut se révéler crucial. Prenons l'exemple des enfants sales (cf. section 2.6.1), s'ils sont capables d'atteindre un état de connaissance commune c'est justement parce que lorsque le père communique, tous peuvent l'entendre simultanément (et qu'ils le savent) et aussi — surtout — parce que si un des enfants parle, les autres l'entendent aussi, alors que pourtant il ne s'adresse qu'à son père.

Dans la suite de ce chapitre nous allons nous intéresser de plus près à ces modes de communication qui diffèrent du modèle pair à pair en impliquant (plus ou moins directement) plus de deux agents.

4.2 Définitions et analyse

En l'occurrence, l'anglais est plus riche que le français pour désigner ces phénomènes de communication de groupe (trois agents et plus). Deux termes reviennent souvent dans la littérature : *eavesdropping* et surtout *overhearing*. Voyons les définitions que nous en donne le dictionnaire *Merriam-Webster* :

4.2.1 Eavesdropping

DÉF. 4.1 – Eavesdropping. *Listening secretly to what is said in private* (trad. *écouter secrètement ce qui est dit en privé*).

L'*eavesdropping* (que l'on peut qualifier d'écoute indiscreète) se distingue surtout par son caractère « illégal ». Il s'agirait par exemple pour la concierge d'ouvrir le courrier de ses locataires puis de le refermer, ou encore de mise sur écoute téléphonique. Dans le cadre de SMA, cela correspondrait plutôt à une sorte de suivi de l'activité du système depuis l'extérieur (par exemple par un opérateur qui surveille l'évolution de la situation). Cette notion implique donc un agent extérieur au fonctionnement normal du système et dont l'activité est inconnue du ou des locuteurs.

4.2.2 Overhearing

DÉF. 4.2 – Overhearing. *Hearing without the speaker's knowledge or intention* (trad. *entendre sans que le locuteur le sache ou ait l'intention qu'on l'entende*).

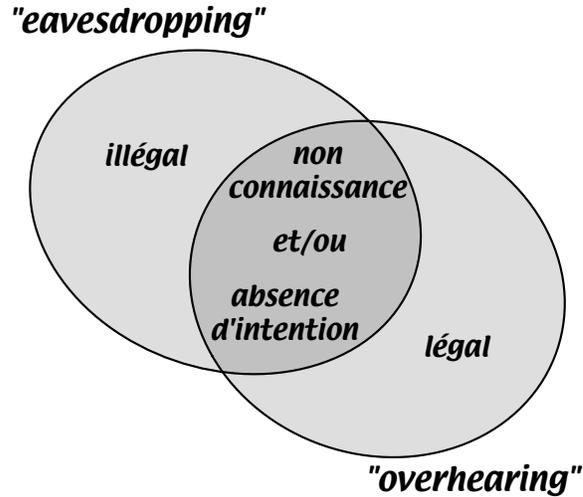


FIG. 4.1 – Illustration des différences et points communs entre *eavesdropping* et *overhearing*.

Si l'on s'en tient uniquement à cette définition de l'*overhearing* (que nous traduisons par *écoute flottante*) il pourrait sembler que l'écoute indiscreète soit une forme d'écoute flottante : le fait d'écouter implique bien d'entendre, le faire secrètement implique que le locuteur ne le sait pas, et le fait que cela soit privé implique que le locuteur n'a pas l'intention d'être entendu par un tiers.

Pourtant, si on interprète quelque peu cette définition et si l'on étudie la manière dont ce terme est employé dans la littérature (voir par exemple [Dignum et Vreeswijk, 2003]) on se rend compte que l'écoute indiscreète ne peut pas être considérée comme une forme d'écoute flottante du fait de son caractère « illégal » (voir figure 4.1). En effet, avec l'écoute flottante le locuteur ne sait pas nécessairement qu'il est écouté et certains agents peuvent entendre ses messages sans qu'il en ait eu l'intention (ce qui est bien le cas avec l'écoute indiscreète), mais l'important est que le locuteur sache que cela est susceptible d'arriver. Les auditeurs restent dans la « légalité », autrement dit cela fait partie du fonctionnement du système. Si l'écoute indiscreète a lieu en dehors du fonctionnement normal du système de communication, l'écoute flottante, elle, en est un élément à part entière.

D'après la définition, deux cas d'écoute flottante sont possibles : (1) entendre sans que le locuteur le sache et (2) sans qu'il ait l'intention qu'on l'entende. Le premier cas peut s'illustrer par les exemples de quelqu'un arrivant dans une maison et disant « *il y a quelqu'un ?* », du système des petites annonces, ou encore d'une bouteille à la mer. Il s'agit de situations dans lesquelles le locuteur veut s'adresser à tous ceux susceptibles de l'entendre, mais sans qu'il les connaisse. Cela revient en quelque sorte à s'adresser à la cantonade. Dans le deuxième cas, le locuteur connaît un ou plusieurs tiers à qui il désire s'adresser en particulier, mais le mode de communication qu'il emploie fait que d'autres l'entendent sans pour autant que cela soit son intention. Ce genre de cas apparaît par exemple lors d'une discussion sur un forum électronique, ou tout simplement si l'on parle à voix haute avec quelqu'un dans le métro à une heure de pointe.

4.2.3 Analyse

Nous pouvons analyser ce qu'implique pour un agent *A* (agent au sens large, c'est-à-dire artificiel ou non) de se livrer à l'écoute flottante, c'est à dire « *entendre sans que le locuteur le sache ou ait l'intention qu'on l'entende* ».

Perception

Tout d'abord, *A* doit être capable d'« entendre », c'est-à-dire de percevoir dans l'environnement le phénomène qui correspond à cette communication. Cela peut prendre une multitude de formes : sonore, radioélectrique, chimique (phéromones chez les animaux) ou encore matérielle.

Une fois passée cette étape, *A* est déjà en possession de certaines informations. Tout d'abord, *A* peut conclure que ce message a été émis par un autre agent *B*, l'écoute flottante peut donc avoir une fonction de découverte de l'existence d'autrui dans le système. De plus, selon le mode de communication utilisé et les connaissances de *A*, d'autres informations peuvent être obtenues à propos de *B*, comme par exemple une approximation de sa position actuelle dans le cas de communication sonore ou radioélectrique. Mais bien d'autres possibilités existent comme par exemple celle d'obtenir des informations sur la nature de *B* : on peut reconnaître l'espèce d'un oiseau à son chant même si l'on n'en comprend pas la signification.

Enfin, si l'on peut faire l'hypothèse d'un émetteur *B* rationnel, *A* peut, en plus de celle de *B*, déduire l'existence d'un ou plusieurs récepteurs po-

tentiels, ou du moins déduire que *B* croit à cette existence. Ces récepteurs peuvent d'ailleurs inclure *A* lui-même si l'on se trouve dans le premier cas d'écoute flottante : « *entendre sans que le locuteur le sache* » (voir plus haut).

Compréhension

Le plus souvent, l'agent *A* ayant « entendu » un message est capable d'en tirer plus que la simple existence d'un émetteur, d'un ou plusieurs récepteurs potentiels et quelques informations à leur propos. La théorie classique de la communication de Shannon (voir section 3.2) implique des fonctions de codage et de décodage. Si l'agent *A* connaît la fonction de décodage correspondant au message de *B*, il peut obtenir l'information qu'il contient (ou une partie de cette information si *A* ne connaît pas parfaitement cette fonction).

Mais obtenir le contenu d'un message ne suffit pas pour pouvoir l'exploiter. Pour cela, il faut pouvoir attribuer un sens aux symboles obtenus, on rejoint en cela le concept de terrain commun de Clark (voir section 3.4.2). Entre des interlocuteurs « classiques » on peut considérer que le terrain commun s'établit graduellement au cours de la communication ou bien que les agents ont été dotés des connaissances nécessaires pour communiquer. Mais dans le cas de l'écoute flottante (et plus particulièrement dans le deuxième cas : « *sans que le locuteur en ait l'intention* ») le récepteur ne dispose pas nécessairement des informations nécessaires pour « comprendre » le contenu du message. Si *A* n'est pas toujours capable de comprendre entièrement le message, son contenu lui permet en revanche de tirer plus facilement des informations sur l'identité de l'émetteur ou des destinataires.

4.3 Activités humaines

Comme les exemples choisis précédemment (petites annonces, bouteille à la mer, conversation dans le métro) peuvent nous le faire comprendre facilement, les phénomènes d'écoute flottante et d'écoute indiscreète nous sont familiers car ils sont omniprésents dans les activités humaines.

4.3.1 Théorie du langage de Clark

Dans sa théorie du langage (déjà abordée à la section 3.4.2), Clark ne se limite pas aux modes de communication dyadiques [Clark, 1996] et traite du *statut conversationnel* (*conversational status*) des participants d'une conversation au sens large. Clark considère une conversation comme un ensemble d'activités conjointes entre le locuteur et les différents participants, ce qui implique qu'ils ont des obligations les uns envers les autres en fonction de leur statut. Clark définit quatre catégories en plus du locuteur (voir figure 4.2) :

1. pour un message donné, le locuteur s'adresse à un *interlocuteur direct*, envers lequel il a l'obligation de formuler son message de manière à être compris, de vérifier cette compréhension et de faire en sorte d'être compris si ça n'a pas été le cas ;
2. d'autres *interlocuteurs* font partie intégrante de la conversation sans que le locuteur s'adresse à eux directement, mais il a quasiment les mêmes obligations envers eux ;
3. des *spectateurs* (*bystanders*) peuvent être présents, ils ne participent pas officiellement à la conversation, mais le locuteur sait qu'ils peuvent entendre ce qui se dit et éventuellement participer. Le locuteur n'a que très peu d'obligations envers eux ;
4. enfin, des *oreilles indiscreètes* (*eavesdroppers*) peuvent écouter sans que le locuteur ne soit au courant de leur présence, mais il n'a aucune obligation envers eux.

Cette notion de statut conversationnel a par exemple été utilisée en ergonomie par Monk *et al.* dans l'étude de conception d'espaces de travail hybrides combinant présence virtuelle (par le biais de liaisons audio/vidéo) et réelle, dans le domaine hospitalier [Monk, 1999].

4.3.2 Complexité dans les systèmes coopératifs

Toujours dans le domaine de l'ergonomie, Pavard *et al.* étudient le travail de groupe et notamment les communications au sein de ces groupes sous l'angle des systèmes complexes [Karsenty et Pavard, 1997 ; Karsenty et Pavard, 1998 ; Pavard et Dugdale, 2000 ; Pavard et Dugdale, 2002]. En étudiant par exemple la manière de travailler d'un groupe de gestion des appels du SAMU de Paris, Pavard *et al.* ont pu mettre en évidence à quel

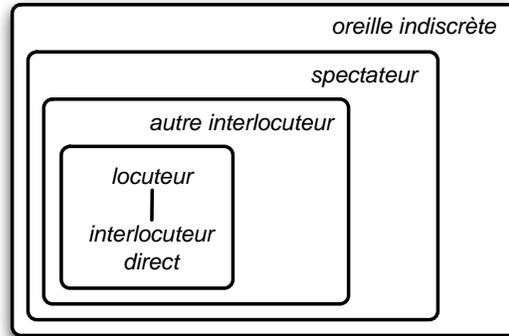


FIG. 4.2 – Illustration des différents statuts conversationnels de la théorie de Clark.

point une approche dyadique de la communication est inappropriée pour rendre compte des activités collaboratives humaines.

Un centre de réception d'appels (figure 4.3) présente une grande variété de types de communication et d'acteurs. Tout d'abord les communications téléphoniques : les appels entrants sont reçus par un médecin puis éventuellement redirigés vers un autre. Les autres membres n'entendent pas nécessairement ce que dit l'appelant (la personne à l'origine de l'appel au SAMU), mais peuvent éventuellement entendre ce que dit leur collègue, et tirer parti de cette information, par exemple pour anticiper un besoin ou encore éviter de lui confier une tâche supplémentaire qui le surchargerait. Les membres du central peuvent également communiquer directement entre eux à voix haute, plus ou moins facilement suivant l'organisation spatiale du central, et enfin un haut-parleur au volume sonore réglable est présent dans la salle. Tout cela offre une large gamme de communications, notamment en liant le volume sonore à l'importance de l'information à faire passer à tous.

L'exemple du central du SAMU est intéressant car il présente une grande variété de modes de communication, a été étudié en détail et a fait l'objet de simulations. Les phénomènes qui ont été mis en évidence se retrouvent certainement dans la plupart des situations où des humains travaillent dans un environnement commun, et ces travaux ont permis de montrer la *complexité* des communications dans un groupe, qu'aucun modèle de communication dyadique ne permettrait de modéliser. Le compor-

tement global du système (le groupe de travail) est bel et bien un phénomène qui *émerge* de ces interactions subtiles entre ses membres.

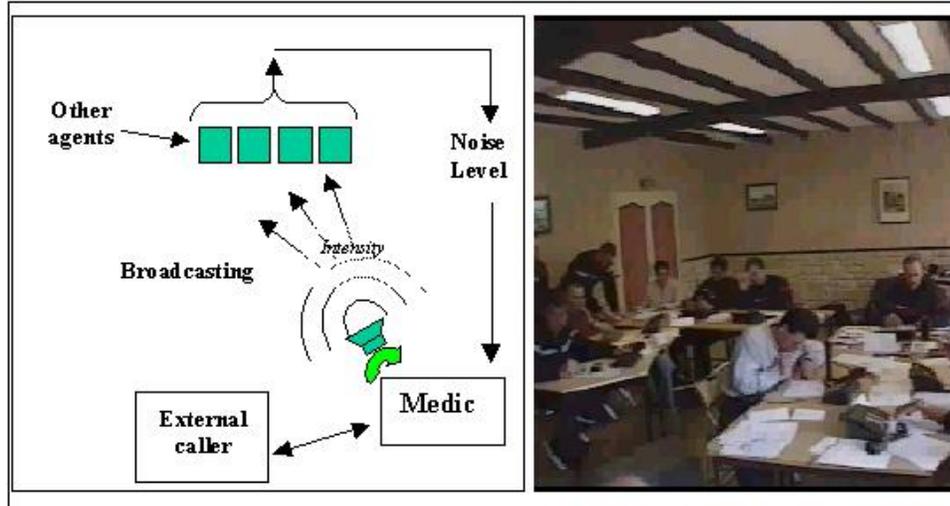


FIG. 4.3 – Un exemple de système de communication (d’après [Pavard et Dugdale, 2000]). Un médecin (*Medic*) change le volume du haut-parleur selon le contenu de chaque message et le niveau sonore dans la pièce. Cela lui permet d’ajuster la diffusion de l’information dans le groupe.

4.4 Réseaux

Le domaine des réseaux a pour objet la communication, il n’est donc pas étonnant de trouver mention de l’écoute flottante dans la littérature de ce domaine de recherche. En revanche, il semble que ce phénomène soit généralement considéré comme une nuisance ou un pis-aller.

4.4.1 Sécurité

En premier lieu, la sécurité des communications et des protocoles est souvent une préoccupation importante ; on comprend alors aisément que le fait qu’un tiers puisse intercepter des communications pose de sérieux problèmes. De ce point de vue, il s’agit plutôt d’écoute indiscreète, mais les deux notions sont souvent confondues dans la littérature. Ainsi, comme

il est généralement admis qu'il est impossible d'empêcher des messages d'être interceptés, on utilise des techniques de cryptage ou des protocoles qui rendent difficile à un « espion » de tirer de l'information des communications qu'il intercepte ou d'usurper l'identité de l'un des interlocuteurs.

Par exemple, dans [Roscoe, 1996], Roscoe utilise une approche formelle utilisant un style de spécification de protocole qui permet d'automatiser des procédures de vérification de type *model checking*. Ces travaux sont assez proches de l'approche « systèmes multiagents » car ils présentent différents agents (les interlocuteurs d'origine, l'espion...) qui sont dotés d'actions et de perceptions, mais ni but ni intention ne leur est assigné. Ce type de travaux a pour objectif de déterminer si, étant donné un certain modèle des agents et de leur possibilités, certaines situations non désirées sont « atteignables ». On peut les rapprocher de travaux en vérification multiagent (*multi-agent model checking*) [Benerecetti et Cimatti, 2002].

4.4.2 Énergie

Dans le domaine des réseaux « sans fil » tels que les normes *WiFi* ou *Bluetooth*, l'écoute flottante n'est utilisée que dans le but de transmettre des messages malgré la portée limitée des communications radio. Certains nœuds du réseau ré-émettent ainsi automatiquement les messages qu'ils reçoivent afin d'assurer la connectivité du système comme illustré de manière très simplifiée sur la figure 4.4. D'une part l'écoute flottante est utilisée par ces nœuds « ré-émetteurs » afin de recevoir les messages avant de les ré-émettre, mais d'autre part, ils peuvent l'utiliser afin de déterminer s'ils doivent ou non prendre ce rôle dans le système [Wu et Dai, 2003].

Mais cette approche est coûteuse, alors que dans ce type de contexte les nœuds du réseau sont souvent des appareils mobiles et subissent de fortes contraintes d'autonomie en énergie. Il faut donc éviter que trop de nœuds répètent les messages inutilement (ce qui aurait en plus comme effet de saturer le système), tout en assurant malgré tout la connectivité du réseau. Ainsi, par exemple dans [Ye *et al.*, 2002], l'objectif est explicitement de limiter l'utilisation de l'écoute flottante qui consomme de l'énergie, non seulement pour recevoir et traiter les messages, mais aussi pour les ré-émettre.

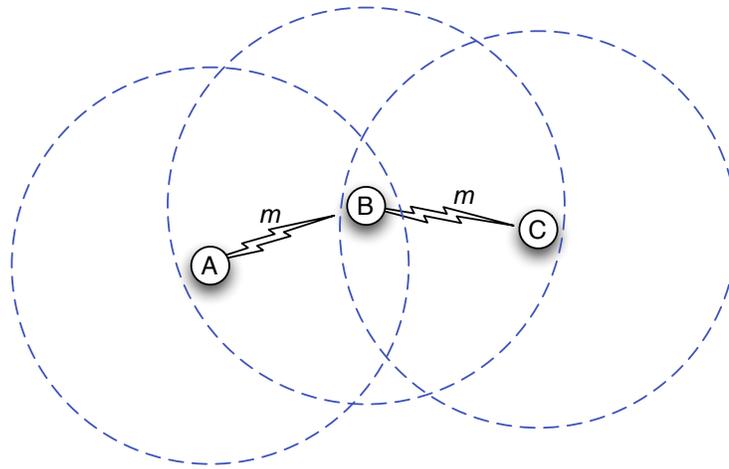


FIG. 4.4 – Les agents *A*, *B* et *C* ont des portées de communication limitées représentées en pointillés. À chaque fois que *B* reçoit un message il le ré-émet, ce qui fait que *C* reçoit les messages de *A* et inversement.

4.5 Systèmes multiagents

4.5.1 Simulations

À la frontière des systèmes multiagents artificiels et des activités humaines, il existe des applications dans lesquelles des agents artificiels interagissent de manière « naturelle » avec des humains, ce qui implique de pouvoir gérer les phénomènes tels que l'écoute flottante. Le système le plus avancé à l'heure actuelle est sans doute le MRE [Traum et Rickel, 2002 ; Traum, 2002 ; Traum *et al.*, 2003] (*Mission Rehearsal Exercise*, exercice de répétition de mission) conduit à l'ICT (*Institute for Creative Technology*, de l'Université de Californie du Sud).

Le but de ce programme est de créer des situations d'entraînement au sein d'un système de réalité virtuelle dans lequel est immergée (écran panoramique, hauts-parleurs...) la personne devant subir l'entraînement (en l'occurrence des élèves officiers de l'armée américaine suivant un entraînement aux missions de maintien de la paix). Le système est capable de gérer des *conversations* entre l'élève et certains agents (un sergent, des chefs d'escouade), entre les agents eux-mêmes, ces conversations pouvant avoir

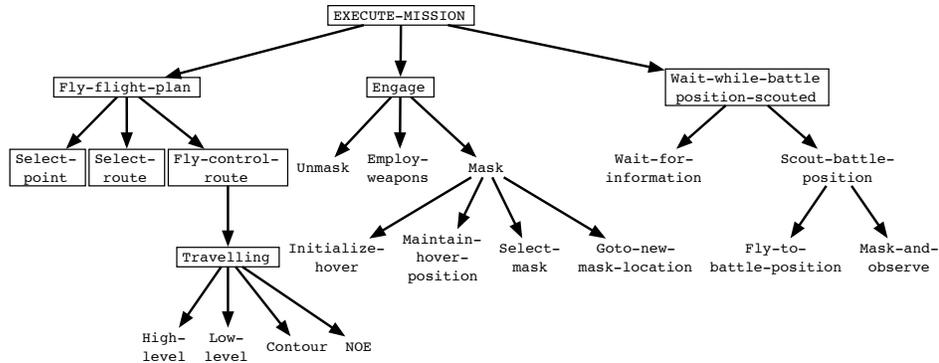


FIG. 4.5 – Une partie d’une hiérarchie de tâches : depuis les tâches communes (encadrées) jusqu’aux tâches individuelles (illustration reprise de l’annexe A).

lieu de manière simultanée, le tout en synchronisant les mouvements des agents, la direction de leur regard, *etc.*

Ce type d’applications comporte des agents qui mettent en œuvre l’écoute flottante, toutefois ce n’est pas pour assurer leur propre collaboration, mais pour simuler des comportements humains dans le but de rendre la simulation plus réaliste.

4.5.2 Suivi d’activités par écoute flottante

Dans le cadre de STEAM et des développements qui ont suivi [Kaminka *et al.*, 2001 ; Kaminka *et al.*, 2002], Tambe *et al.* ont proposé des mécanismes qui utilisent l’écoute flottante afin de permettre de suivre l’évolution de l’activité d’une équipe. Dans STEAM, la mission d’une équipe d’agents est représentée par une hiérarchie de tâches (voir annexe A). Les différentes activités que peut avoir l’équipe dans l’accomplissement de sa mission sont ainsi détaillées depuis le plus général « exécuter la mission » jusqu’aux activités individuelles des agents (voir figure 4.5).

Le principe du suivi d’activité « social » (*SAM : Socially Attentive Monitoring*) est de déterminer quelle est l’activité globale de l’équipe à un instant donné (c’est-à-dire où se trouve chaque agent dans la hiérarchie de tâches) à partir d’observations portant sur les agents dans l’environnement et des communications qu’ils échangent. Le système repose sur l’utilisation de

probabilités (plus précisément de processus de Markov partiellement observables). En calculant la probabilité de faire telle ou telle observation ou de capter tel ou tel message selon qu'un agent ou l'équipe est dans tel ou tel état, le système permet d'estimer quel est l'état actuel de l'équipe à partir d'observations partielles et de l'interception d'une partie des communications.

Ici, l'écoute flottante est bel et bien utilisée au sein d'un système d'agents artificiels, mais elle ne fait pas directement partie de leur système de collaboration. Les agents ont un mode de communication primaire et utilisent l'écoute flottante « en plus » pour affiner leurs connaissances de l'état du système.

4.5.3 Écoute flottante thématique

Busetta *et al.* proposent [Busetta *et al.*, 2001 ; Aiello *et al.*, 2001] d'utiliser l'écoute flottante pour améliorer la collaboration entre agents rationnels par deux méthodes : des observations non-intrusives et des suggestions non sollicitées. Dans leur approche, chacune de ces activités est mise en œuvre par des agents particuliers les *overhearers* et *suggesters* (nous garderons ici les termes anglo-saxons en l'absence de traduction satisfaisante). La figure 4.6 illustre le fonctionnement du système :

- deux agents associés à des services *A* et *B* collaborent en échangeant des messages sur un support de communication (*communication channel*);
- un agent particulier capable d'écoute flottante sur ce support de communication (*l'overhearing agent*) observe leurs échanges ;
- un *suggester* s'enregistre auprès de *l'overhearer* afin d'être prévenu si certains types d'événements ont lieu sur le média entre les agents de service *A* et *B*. En fonction de ces événements, il est capable de faire certaines suggestions aux agents de service *A* et *B* afin de faciliter ou d'améliorer leurs tâches.

Le terme d'*écoute flottante ontologique* est utilisé en rapport avec la manière dont *l'overhearer* sélectionne l'information qu'il intercepte en fonction de ses connaissances (organisées selon une *ontologie*) et de ses buts. Une ontologie est une manière formelle de représenter et d'organiser des connaissances liées à un domaine, ainsi que les relations entre les différentes « briques de connaissance » élémentaires. Une fois établie l'ontologie d'un domaine, il est possible de mettre en œuvre des algorithmes indépendants du domaine afin de raisonner sur ces connaissances. Ici il s'agit de sé-

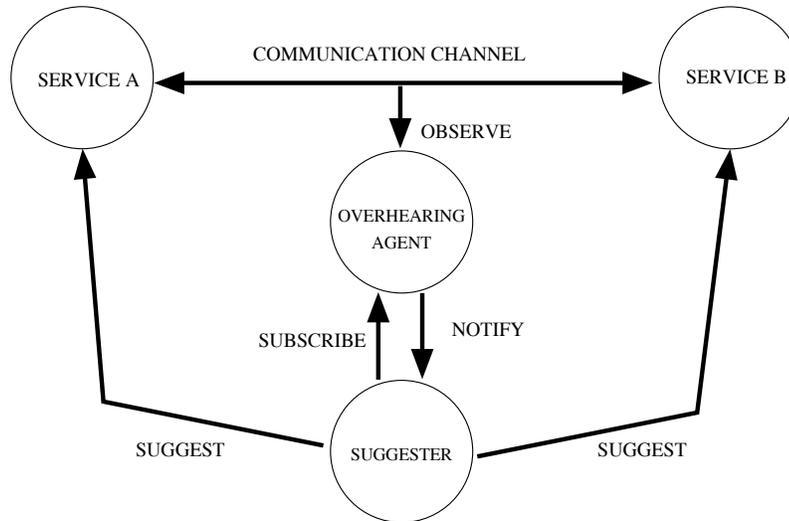


FIG. 4.6 – Illustration de l’architecture d’écoute flottante (d’après [Aiello *et al.*, 2001]).

lectionner les éléments de communication correspondant à ce qui intéresse l’agent *suggester*. Il est intéressant de faire ici le parallèle entre l’*ontologie* qui permet à l’*overhearer* d’analyser les communications des agents de service *A* et *B* et le *terrain commun* de la théorie du langage de Clark qui permet à un tiers qui pratique l’écoute flottante de comprendre une conversation (voir section 4.3.1). Il s’agit bien là de la même notion, et l’*overhearer* doit donc disposer de la même ontologie que les agents de service *A* et *B* (ou au moins d’une ontologie compatible).

Avec *LoudVoice* [Busetta *et al.*, 2002], Busetta *et al.* ont conçu un support de communication destiné à permettre l’écoute flottante. L’approche est qualifiée de *multidiffusion thématique (channeled multicast)*, il s’agit d’une modification du support de communication IP² telle que les messages sont envoyés vers des « thèmes » plutôt que vers des adresses précises, tous les agents s’étant « abonnés » à un thème donné peuvent alors recevoir les messages correspondants. Toutefois, contrairement au protocole TCP/IP classique, il n’existe aucune certitude sur la réception effective des messages

²IP : *Internet Protocol*

par tous les agents abonnés.

L'approche de Busetta *et al.* a été évaluée dans plusieurs contextes, notamment dans un système servant d'interface à un moteur de recherche [Busetta *et al.*, 2001] ou encore dans une version « multidiffusée » de l'enchère anglaise [Busetta *et al.*, 2002], montrant à chaque fois l'apport que peut avoir l'écoute flottante sur la collaboration. Enfin, le projet PEACH (voir section 2.5.3) qui est en cours de développement devrait utiliser cette architecture afin de permettre à un ensemble hétérogène d'agents de collaborer en utilisant différents supports de communication.

4.5.4 Communication *via* l'environnement

Dans les travaux de Balbo et Pinson, tout comme avec le *socially attentive monitoring* ou LoudVoice, l'entité qui met en œuvre l'écoute flottante a un statut particulier il s'agit cette fois non pas d'un agent ou de plusieurs agents, mais de l'environnement lui-même [Balbo et Pinson, 2001]. Dans le système ESAC (Environnement comme Support Actif de Communication) [Balbo, 2000], l'environnement joue un rôle très proche de celui de l'agent *overhearer* des travaux de Busetta *et al.*, les différents agents présents dans le système placent dans l'environnement des « filtres » afin de déterminer le type de messages qu'il veulent ou peuvent recevoir ou encore à qui sont destinés leurs propres messages (on peut aisément faire le parallèle avec le mécanisme d'inscription de Busetta *et al.*). ESAC permet l'utilisation de trois types de filtres :

- un *filtre de réception* permet à un agent de spécifier des règles portant sur les caractéristiques des messages qu'un agent désire recevoir. Par exemple un agent « arrêt de bus » peut placer dans l'environnement un filtre de réception qui lui fait recevoir « tous les messages adressés sur ma ligne » (le domaine d'application d'ESAC est un système gestion de transport public) ;
- un *filtre d'émission* est utilisé par l'émetteur d'un message pour joindre des agents qui n'ont pas nécessairement exprimé d'intérêt pour ce type de message. Par exemple, un agent « bus » peut utiliser un filtre d'émission pour joindre « le bus le plus proche du terminal sur ma ligne » ;
- c'est avec un *filtre d'interception* qu'apparaît le phénomène s'apparentant le plus à l'écoute flottante : il s'agit de filtres qui permettent à un agent de recevoir des messages qui ne lui sont pas adressés mais

dont le contenu l'intéresse. Par exemple, un agent « bus » peut placer dans l'environnement un filtre qui lui permet de recevoir « les messages concernant un problème survenant entre ma position et le terminus ».

Ce système de filtres placés par les agents dans l'environnement (c'est-à-dire le support de communication lui-même) permet entre autres aux agents de faire l'économie des ressources qui seraient utilisées s'ils devaient eux-même filtrer les communications. ESAC a montré au cours de tests en vraie grandeur qu'il permet aux agents d'interagir de manière très souple et de faire preuve d'une grande robustesse face à des pannes de capteurs ou à d'autres perturbations.

4.6 Conclusion

Nous avons vu que l'écoute flottante est un phénomène naturel dans les activités de communication humaines. Elle fait partie des phénomènes qui donnent leur flexibilité et leur richesse à la communication et au travail entre humains.

Dans le domaine des réseaux, l'objectif n'est pas d'obtenir autant de flexibilité et de richesse dans les modes de communication, mais plutôt de fournir une « interface de communication » abstraite qui permette de s'affranchir des contraintes du support physique de communication. Dans ce cadre, l'écoute flottante est alors un moyen coûteux pour les nœuds d'un réseau de connaître les conditions de trafic autour d'eux, afin par exemple de déterminer s'ils doivent retransmettre des messages.

Dans le domaine des systèmes multiagents, l'utilisation à proprement parler de l'écoute flottante est plus rare. Dans certains cas, elle n'est présente que pour mimer les modes de communication humains, mais le plus souvent elle est utilisée pour faciliter la collaboration dans un SMA en permettant des phénomènes d'interaction « spontanés » ou du moins non planifiés. Toutefois, elle n'est pas utilisée comme mode de communication primaire, ni mise en œuvre par tous les agents, qui doivent faire appel à des agents spécialisés ou à l'environnement.

