

---

## Un processus de médiation flexible dans un système d'informations distribué

**Sandra Lemp**

*LINA (Laboratoire d'Informatique de Nantes Atlantique)*

*2 rue de la Houssinière BP 92208*

*44322 Nantes Cedex 3*

*Sandra.Lemp@univ-nantes.fr*

---

*RÉSUMÉ. Nous nous intéressons aux systèmes d'informations distribués, ouverts et dynamiques regroupant un nombre important de sources d'informations hétérogènes, autonomes et distribuées. Notre problème consiste à fournir aux requêtes des utilisateurs des informations qui seront les plus pertinentes possibles tout en permettant aux fournisseurs d'informations d'obtenir des requêtes correspondant au mieux à leurs attentes. Cet aspect de la médiation est en général peu traité dans les médiations classiques.*

*Ainsi, nous associons simultanément ces deux visions dans le processus de médiation flexible que nous présentons ici. Un médiateur interroge les fournisseurs capables de répondre à la requête sur leurs préférences exprimées par des offres monétaires. Ce système n'est pas purement économique car les qualités des fournisseurs interviennent aussi dans le calcul de l'allocation. On considère qu'une requête doit toujours être traitée si le système dispose de fournisseurs qualifiés pour la réaliser: une politique de réquisition est ainsi mise en place dans le mécanisme.*

*ABSTRACT. We consider distributed informations systems that are open, dynamic and provide access to large numbers of distributed, heterogeneous and autonomous informations sources. Our problem consists in providing more pertinent informations to the users. Also, informations providers want to obtain requests corresponding as well as possible to their waitings. This part of mediation in general is few treated in classic mediations.*

*So, we combine these two visions simultaneously in the flexible mediation process that we explain here. A mediator questions the providers that are able to reply to the request on their preferences expressed by bids. This system is not purely economic because providers qualities interfere in the calculation of the allocation. We consider that a request always must be treated if system has providers qualified for make it: a policy of requisition is so used in the mechanism.*

*MOTS-CLÉS: Système d'information distribué, médiation, approche économique, réquisition, équité.*

*KEYWORDS: Distributed information system, mediation, economic approach, imposition, fairness.*

---

## 1. Introduction

Nous allons nous focaliser plus particulièrement sur les systèmes d'informations ouverts et dynamiques disposant d'un nombre important de sources d'informations hétérogènes, distribuées et autonomes. Le problème qui se présente est double : fournir à l'utilisateur des réponses pertinentes pour sa requête mais également permettre aux fournisseurs d'informations d'obtenir des requêtes correspondant à leurs attentes.

Dans la majorité des systèmes, seul le point de vue de l'utilisateur est pris en compte. Leur but est de lui apporter la meilleure réponse sans se soucier des intérêts des fournisseurs. Mais justement, ces sources d'informations ont tout de même un rôle à défendre et ainsi être plus actives dans le système.

Nous verrons tout d'abord dans la section 2 une présentation des travaux liés à notre procédure de médiation. Ensuite, dans la section 3, nous ferons une présentation plus formelle de notre procédure de médiation en deux phases : tout d'abord la méthode de sélection des meilleurs fournisseurs suivie de la méthode de facturation.

## 2. Travaux liés

Dans les systèmes distribués, des médiateurs peuvent être utilisés afin de faire le lien entre les utilisateurs et les fournisseurs d'informations. Ainsi, il existe différents types d'agents intermédiaires [DEC 97, WIE 92] permettant à l'utilisateur d'interroger un grand nombre de sources simultanément et ainsi d'améliorer les résultats obtenus.

Lorsque le médiateur reçoit une requête, il s'applique à fournir les meilleures réponses possibles. Dans un premier temps, il utilise un mécanisme de matchmaking [KUO 95] afin de procéder à une présélection sur l'ensemble des fournisseurs. Dans notre médiation, le matchmaking n'est pas développé, on considère qu'il est effectué en amont. Il garde uniquement les fournisseurs capables de traiter la requête.

Une fois l'étape de matchmaking réalisée, le médiateur a encore un ensemble important de sources à sa disposition. Il doit réaliser une nouvelle sélection. Différents critères peuvent être utilisés à ce niveau afin de répondre au mieux à l'utilisateur. Certains travaux [MUI 02] se sont attachés à étudier la qualité des réponses fournies. Mais, d'autres [POR 02] favorisent l'étude des probabilités d'échec des fournisseurs afin d'établir la sélection. Dans notre processus, on utilise une notion de qualité (définie par un nombre réel) : les utilisateurs donnent leur opinion sur les résultats. L'objectif de cet article n'est pas de préciser la manière d'obtention de cette valeur.

Notre système utilise également des caractéristiques de ventes aux enchères. Ainsi, nous utilisons des offres monétaires pour exprimer les préférences des fournisseurs. Il existe différents types de ventes présentés dans [WOL 96]. Nous nous intéressons plus particulièrement à la Vickrey [VIC 61] généralisée où le médiateur sélectionne les  $n$  meilleurs fournisseurs (sur la base de leur offre) en les facturant à hauteur de l'offre faite par le  $n + 1^{ème}$ . Dans la médiation, nous ajoutons la notion de qualité

non présente chez Vickrey. On notera également l'existence de ventes aux enchères multi-critères [DAV 02] où le médiateur combine plusieurs critères afin de réaliser sa sélection. Nous associons les offres faites par les fournisseurs à la qualité estimée de ces mêmes fournisseurs afin de réaliser l'allocation.

Il peut arriver qu'il n'y ait pas suffisamment de fournisseurs désirant traiter la requête car la réaliser ne les avantagerait pas. Mais, le système dispose tout de même d'agents capables de la réaliser. Afin de ne pas pénaliser l'utilisateur, un mécanisme de réquisition [SHO 01] est mis en place. Celui-ci alloue la requête à un fournisseur contre sa volonté. Mais, ce dernier reçoit un dédommagement de la part des autres sources. Ce mécanisme d'imposition est mis en place dans la médiation flexible mais contrairement à [SHO 01], la procédure utilise aussi une situation de compétition entre les agents désirant traiter la requête.

### 3. Le processus de médiation flexible

La procédure de médiation présentée a pour but de réaliser la sélection des meilleurs fournisseurs parmi l'ensemble des  $N$  obtenus lors du matchmaking. Le nombre de sources à sélectionner  $n^1$  est défini par l'utilisateur et envoyé au médiateur en même temps que l'ensemble des informations (type, ...) concernant la requête notée  $r$ . Le processus de médiation va se découper en deux phases. Tout d'abord, le médiateur réalise la sélection des  $n$  meilleurs fournisseurs d'informations. Ensuite, une fois cette étape effectuée, il calcule la facture globale adressée aux  $N$  fournisseurs.

#### 3.1. Sélection

Pour réaliser la phase de sélection, le médiateur a besoin de collecter différentes informations concernant les fournisseurs. Tout d'abord, leurs qualités (vecteur  $\vec{Q}$ ) obtenues lors de retours d'opinion des utilisateurs pour de précédentes médiations. Ensuite, il interroge les  $N$  fournisseurs afin d'obtenir leur offre (vecteur  $\vec{B}$ ) pour la requête  $r$ . Les fournisseurs utilisent de l'argent virtuel attribué par le médiateur à leur abonnement. A partir de ces deux vecteurs, il calcule le vecteur de niveaux  $\vec{L}$  :

**Définition 1 : Vecteur des niveaux des fournisseurs d'informations.**

$$\forall i \in [1..N], \vec{L}[i] = \begin{cases} (\vec{B}[i] + \varepsilon)^\omega \times (\vec{Q}[i] + \varepsilon)^{1-\omega} & \text{si } \vec{B}[i] \geq 0 \\ -(-\vec{B}[i] + \varepsilon)^\omega \times (\vec{Q}[i] + \varepsilon)^{\omega-1} & \text{sinon.} \end{cases}$$

avec  $\omega \in [0..1]$  et  $\varepsilon > 0$ .

Le calcul du niveau doit porter une importance équivalente à la qualité et à l'offre. En effet, l'augmentation de la valeur d'un de ces paramètres doit permettre d'améliorer le niveau. Deux autres variables sont aussi introduites dans cette définition :  $\varepsilon$  et  $\omega$ . Ce dernier permet au médiateur d'accorder plus d'importance à l'un ou l'autre des paramètres lors du calcul. En particulier, si  $\omega = 1$  (resp. 0) le médiateur prend seulement en compte l'offre d'un fournisseur (resp. la qualité). Quant à  $\varepsilon$  normalement fixé à 1, il évite au niveau d'un fournisseur d'être nul quand un des paramètres est nul :

---

1.  $n$  entier positif non nul ou valant  $+\infty$

on ne perd pas l'information contenue dans la valeur de l'autre paramètre. A partir du niveau des agents, le médiateur peut établir un classement dans lequel les fournisseurs voulant réaliser la requête seront toujours placés avant ceux ne la désirant pas.

**Définition 2 : Relation d'ordre.**

Soit  $r$  une requête. La relation  $<_r$  est définie par :  $\forall (i, j) \in [1..N]^2, i <_r j$  si et seulement si  
 1 -  $\vec{L}[i] < \vec{L}[j]$ , ou  
 2 -  $\vec{L}[i] = \vec{L}[j]$  et

- si  $\omega < 1 - \omega$  (i.e. la qualité a plus d'importance que l'offre)
  - ( $\vec{Q}[i] < \vec{Q}[j]$ ), ou ( $\vec{Q}[i] = \vec{Q}[j]$  et ( $\vec{B}[i] < \vec{B}[j]$ , ou  $\vec{B}[i] = \vec{B}[j]$  et  $i < j$ ))
- si  $\omega > 1 - \omega$  (i.e. l'offre a plus d'importance que la qualité)
  - ( $\vec{B}[i] < \vec{B}[j]$ ), ou ( $\vec{B}[i] = \vec{B}[j]$  et ( $\vec{Q}[i] < \vec{Q}[j]$ , ou  $\vec{Q}[i] = \vec{Q}[j]$  et  $i < j$ ))
- si  $\omega = 1 - \omega : i < j$

Ainsi, on définit par  $\vec{R}[k]$  le fournisseur classé  $k^{th}$  par le médiateur avec  $\vec{R}[1]$  correspondant au meilleur fournisseur d'informations. La phase de sélection se termine ici en sélectionnant les  $n$  meilleurs de ce classement (i.e. de  $\vec{R}[1]$  à  $\vec{R}[n]$ ). S'il y a moins de  $n$  agents capables de répondre à la requête, ils sont alors tous sélectionnés.

	$\vec{Q}$	$\vec{B}$	$\vec{L}$	$\vec{R}$	$s_1$	$\vec{TP}$	$s_2$	$\vec{TP}$
$p_1$	8	2	4.655	2	*	0.834	*	1.796
$p_2$	1	4	3.466	3		0.0	*	1.796
$p_3$	3	-5	-1.683	6		0.0		1.796
$p_4$	2	10	6.542	1	*	2.816	*	1.796
$p_5$	1	1	1.999	4		0.0	*	1.796
$p_6$	10	-3	-0.880	5		0.0	*	-8.981

**Tableau 1.** Deux exemples de sélections avec  $\omega = 0.6$ ,  $n_{s_1} = 2$  et  $n_{s_2} = 5$

Deux exemples de sélections sont présentés dans le Tableau 1. On peut y observer le rang obtenu par les six fournisseurs aptes à répondre. Si l'utilisateur demande pour la requête  $r$  deux fournisseurs ( $n = 2$ ),  $p_4$  et  $p_1$  sont sélectionnés (sélection  $s_1$ ). Si  $n = 5$  (sélection  $s_2$ ), tous les fournisseurs désirant traiter la requête (offre positive) sont sélectionnés ainsi que  $p_6$ . Ce dernier a fait une offre négative indiquant qu'il ne voulait pas faire la requête mais le médiateur lui impose de la réaliser.

**3.2. Facturation**

Sur le principe des ventes aux enchères(VAE) où des facturations sont établies sur la base des offres, ici, un mécanisme de facturation est mis en place, combinant les offres aux qualités, cette dernière notion manquant dans les VAE. Mais, la qualité étant un paramètre obtenu sur du long terme et géré par le médiateur, un fournisseur ne peut pas le faire varier afin de modifier son éventuelle sélection. Ainsi, il va jouer sur l'offre qu'il aurait pu faire afin d'obtenir un niveau  $l$  donné. Nous introduisons la notion d'offre théorique.

**Proposition 1 : Offre théorique**

Soit  $r$  une requête, soit  $i \in [1..N]$  un fournisseur et  $\omega \neq 0$ .

L'offre théorique que  $i$  aurait dû faire pour obtenir le niveau  $l$  est :

$$\vec{B}^{Th}(i, l) = \alpha \max\left(\left(\alpha \times l\right)^{\frac{1}{\omega}} (\vec{Q}[i] + \varepsilon)^{\frac{\alpha(\omega-1)}{\omega}} - \varepsilon, 0\right)$$

avec  $\alpha = 1$  si  $l \geq 0$ , et  $\alpha = -1$  sinon.

Nous allons nous intéresser plus particulièrement à la facturation d'un fournisseur  $j$ . Ainsi, nous développons tout d'abord la facturation partielle de  $j$  par rapport à chacun des fournisseurs sélectionnés ou non. On utilise le niveau pour le calcul afin de faire intervenir les deux critères de sélection, à savoir l'offre et la qualité. La base de la facturation se fera sur le niveau du premier non sélectionné. Le médiateur calcule pour chaque fournisseur l'offre théorique qu'il aurait dû faire afin d'obtenir ce niveau. On distingue deux situations : le mode compétition et le mode réquisition. En compétition, plus de  $n$  fournisseurs ont fait une offre positive ou nulle alors qu'en réquisition, au moins un fournisseur sélectionné a soumis une offre négative pour la requête  $r$ .

**3.2.1. Facture partielle en mode compétition.**

En cas de compétition, seuls les agents sélectionnés doivent payer quelque chose.

**Définition 3 : Facture partielle en compétition**

La facture partielle d'un fournisseur  $j \in [1..N]$  pour la sélection de  $i \in [1..N]$  quand  $\vec{B}[i] \geq 0$

$$\vec{P}[i, j] = \begin{cases} \vec{B}^{Th}(j, \vec{L}[\vec{R}[n+1]]) & \text{si } n < N \text{ et } i = j \text{ et } \vec{B}[\vec{R}[n+1]] \geq 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

**3.2.2. Facture partielle en mode réquisition.**

L'agent réquisitionné  $i$  est dédommagé via une facturation à tous les agents (même les non-sélectionnés) exprimée par la première ligne de la définition. Dans la deuxième ligne, il y a toujours cette participation pour l'agent  $i$  (il participe au même titre que les autres à sa réquisition) à laquelle on ajoute le dédommagement obtenu.

**Définition 4 : Facture partielle en réquisition**

La facture partielle d'un fournisseur  $j \in [1..N]$  pour la sélection de  $i \in [1..N]$  quand  $\vec{B}[i] < 0$

$$\vec{P}[i, j] = \begin{cases} \frac{-\vec{B}^{Th}(i, \vec{L}[\frac{\vec{R}[\min(n+2, N)]}{N}])}{N} & \text{si } i \neq j \\ \vec{B}^{Th}(i, \vec{L}[\frac{\vec{R}[\min(n+1, N)]}{N}]) - \frac{\vec{B}^{Th}(i, \vec{L}[\frac{\vec{R}[\min(n+2, N)]}{N}])}{N} & \text{sinon} \end{cases}$$

**3.2.3. Facture globale.**

La facture globale d'un fournisseur  $j \in [1..N]$  est calculée en additionnant toutes les factures partielles obtenues par les définitions précédentes. Dans le Tableau 1, dans la sélection  $s_1$ , on est en compétition alors que dans  $s_2$ , on a une réquisition. Dans  $s_1$ , seuls les fournisseurs sélectionnés, à savoir  $p_4$  et  $p_1$  ont une facture à payer au médiateur. On remarquera que dans le mode compétition, les sélectionnés ne paieront jamais plus que leur propre offre. Dans  $s_2$ , le fournisseur  $p_6$  a été réquisitionné. Il reçoit une compensation financière des six agents.

#### 4. Conclusion

Dans ce papier, nous présentons la procédure de médiation flexible. Celle-ci permet de combiner deux critères de sélection : la qualité et les offres. Ainsi, nous ne pénalisons aucun des deux types d'agents intervenant dans le système. D'un côté, les utilisateurs peuvent obtenir des réponses pertinentes à leurs requêtes. De l'autre côté, les fournisseurs d'informations jouent un rôle plus actif dans le système par l'intermédiaire de leurs offres. De plus via ce mécanisme d'offre, ils peuvent espérer obtenir des requêtes correspondant davantage à leurs capacités d'abord et à leurs attentes ensuite.

Par ailleurs, le dispositif de réquisition permet également de satisfaire l'utilisateur même si les fournisseurs ne sont pas intéressés par la requête. Il ne défavorise pas les fournisseurs imposés car ces derniers reçoivent une compensation financière supportée par tous ceux qui sont aptes à faire la requête.

Afin d'évaluer la procédure, des validations ont été menées [LAM 04] mais non introduites ici par manque de place. Pour des travaux futurs, nous tendons à modéliser le processus de médiation de manière plus économique pour extraire des propriétés intéressantes directement liées à la microéconomie.

#### 5. Bibliographie

- [DAV 02] DAVID E., AZOULAY-SCHWARTZ R., KRAUS S., « Protocols and Strategies for Automated Multi-Attribute Auctions », *First International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS'02)*, ACM Press, 2002.
- [DEC 97] DECKER K., SYCARA K., WILLIAMSON M., « Middle-Agents for the Internet », *Fifteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI'97)*, 1997.
- [KUO 95] KUOKKA D., HARADA L., « Matchmaking for Information Agents », *Fourteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI'95)*, 1995.
- [LAM 04] LAMARRE P., CAZALENS S., LEMP S., VALDURIEZ P., « A flexible mediation process for large distributed information systems », *On the Move to Meaningful Internet Systems 2004 : CoopIs, DOA, ODBASE, LNCS*, Springer, 2004.
- [MUI 02] MUI L., HALBERSTADT A., MOHTASHEMI M., « Notions of Reputation in Multi-Agents Systems : A review », *First International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS'02)*, ACM Press, 2002.
- [POR 02] PORTER R., RONEN A., SHOHAM Y., TENNENHOLTZ M., « Mechanism Design with Execution Uncertainty », *Proceedings of the 18th conference on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI-02)*, 2002.
- [SHO 01] SHOHAM Y., TENNENHOLTZ M., « Fair Imposition », *Seventeenth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI'01)*, Morgan Kaufmann, 2001.
- [VIC 61] VICKREY W., « Counterspeculation, Auctions, and Competitive Sealed Tenders », *Journal of Finance*, vol. Vol.16, 1961, p. pp.8-37.
- [WIE 92] WIEDERHOLD G., « Mediators in the Architecture of Future Information Systems », *IEEE Computer*, vol. 25, n° 3, 1992.
- [WOL 96] WOLFSTETTER E., « Auctions : an introduction », *Journal of Economic Surveys*, vol. 10, n° 4, 1996, p. 367-420.