

# Conception d'un Système Interactif d'Aide à la Décision Collective en Localisation Spatiale

Sarah Oufella, Djamila Hamdadou, Karim Bouamrane  
Département d'informatique, Faculté de Sciences, Université  
d'Oran Es-Senia, BP 1524, El-M'Naouer, 31000, Oran, Algérie

{ osarah84,dzhamdadoud, kbouamranedz }@yahoo.fr

**Résumé.** Notre contribution concerne les systèmes interactifs d'aide à la décision multi participants pour la conduite des processus territoriaux. Nous nous appliquons, à travers cette étude, à mettre en place une démarche décisionnelle visant à représenter la multiplicité des acteurs, leur diversité, leur comportement ainsi que leurs interactions. Dans cette optique, nous concevons un modèle décisionnel basé sur un couplage SMA- SIG susceptible d'apporter une aide aux décideurs du territoire, en exploitant simultanément les avantages qu'offrent les SMA très adaptés pour modéliser des entités complexes pouvant coopérer, collaborer ou négocier et ceux des SIG caractérisés par leur capacité de gestion, d'analyse, et d'affichage de données à référence spatiale.

**Mots clé :** Aménagement du Territoire (AT), Aide à la Décision de Groupe, Système d'Information Géographique (SIG), Système Multi Agents (SMA), Négociation, Analyse Multicritère, PAMSSEM, Diagramme UML.

## 1 Introduction

Les systèmes d'aide à la décision sont présents dans de nombreux domaines et ont pour objectif d'aider le décideur dans sa tâche en lui fournissant tous les éléments pertinents pour la prise de décision. Toutefois, les modèles de décision traditionnels adaptés au cas unidécideur ne reflètent pas fidèlement la réalité où divers points de vue divergents et souvent conflictuels doivent être pris en compte pour arriver à un compromis ce qui a donné naissance à un nouveau courant : l'aide à la décision de groupe ou l'aide à la décision collective.

L'aide à la décision territoriale prend deux formes l'aide à la décision mono acteur et l'aide à la décision multi acteurs (collective) prenant essentiellement la forme d'une négociation. Par négociation, on entend une discussion dans laquelle des individus échangent des informations et arrivent à un accord, c'est le processus à travers duquel plusieurs entités prennent une décision commune. Ces individus expriment d'abord des demandes contradictoires, puis ils essaient de trouver un accord par concession ou par la recherche de nouvelles alternatives qui les satisfait. Dans la littérature associée, il existe diverses formes de négociation dont les plus utilisées sont: les systèmes de

vote, les systèmes d'enchères, la négociation par argumentation et la négociation par Contrat Net Protocole [3].

Dans cette étude, nous abordons une problématique pluridisciplinaire et très complexe relative à un secteur clé d'un pays à savoir le secteur socio-économique. Plus particulièrement, nous nous intéressons à la politique d'AT tout en montrant comment des techniques et des outils informatiques peuvent aider les décideurs à prendre des décisions de groupe. En effet, l'application de ces techniques présente une double complexité :

- La première est relative à la multiplicité des acteurs, leur diversité, leur comportement ainsi que leur interaction.
- La seconde est liée au nombre important ainsi qu'à l'hétérogénéité des critères impliqués dans un projet d'AT.

Partant de ces constatations, nous nous intéressons, dans cet article, à l'élaboration d'un modèle d'aide à la décision de groupe dédié à la problématique de localisation spatiale en AT : la problématique qui consiste en la recherche d'une surface sur une carte géographique satisfaisant un ensemble de critères. Le modèle proposé est particulièrement adapté à la modélisation et la simulation de systèmes spatiaux constituant une alternative aux modèles classiques et assurant la négociation ainsi que la participation d'une diversité d'acteurs. L'approche adoptée prend appui, principalement, sur l'utilisation d'un couplage SMA-SIG.

La problématique abordée ainsi que notre contribution, par la présente étude, sont décrites en section 2. Le modèle décisionnel collectif proposé est détaillé en section 3 et est accompagné d'une étude de cas discutée en section 4. L'article se termine par une conclusion qui énumère quelques perspectives décrites en section 5.

## **2 Problématique et Contribution**

Les problèmes territoriaux sont à caractère spatial de nature multidimensionnelle, interdisciplinaire et mal définis nécessitant la définition de plusieurs critères conflictuels dont l'importance n'est pas la même, et manipulant une quantité considérable de données quantitatives et/ou qualitatives [6]. Ce type de problématique fait intervenir plusieurs acteurs aux intérêts conflictuels. En effet, la même étendue spatiale est perçue, différemment par un environnementaliste, un politicien, un économiste, etc. Chacun de ces intervenants détient une perception différente de l'espace selon ses objectifs et ses préoccupations, cela implique que le processus de décision est distribué entre les différentes entités impliquées et impactées par cette décision de groupe. La résolution de ce problème consiste alors à trouver une décision commune à tous les décideurs

Notre contribution porte sur la proposition d'une approche originale pour le développement d'outils d'aide à la décision de groupe pour la conduite des projets urbains et traitant, principalement, la problématique de localisation en AT. Cette approche est basée sur l'utilisation d'un système d'information géographique couplé à un système multi agents doté d'un protocole de négociation permettant d'aboutir à un consensus qui satisfait les acteurs territoriaux. L'outil suggéré permet de prendre en

compte à la fois la dimension spatiale et les intérêts spécifiques et divergents des différentes parties prenantes.

### 3 Approche proposée

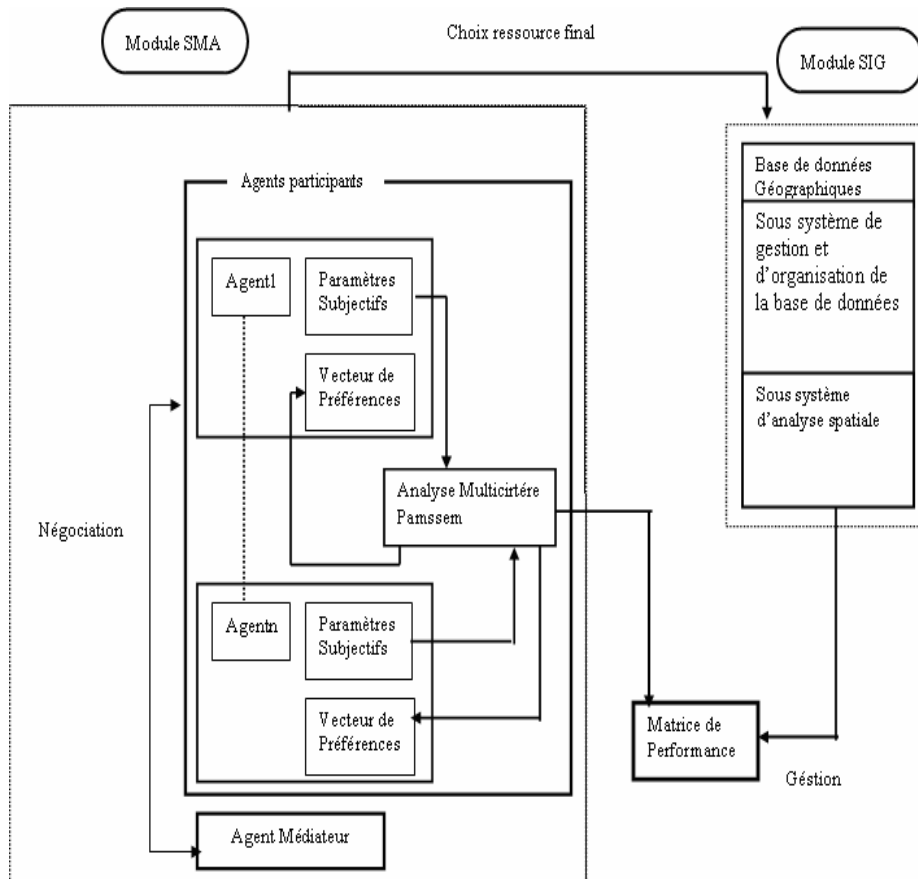
L'originalité de notre approche tient à l'utilisation simultanée d'un système multi agents (SMA) et d'un système d'information géographique (SIG). La littérature offre peu d'exemples de couplage de ces deux types de représentations de la réalité.

- **Les SMA:** De la notion de système multi agent, se dégage immédiatement l'idée d'un système constitué de plusieurs agents, le concept d'agent reste donc le pivot de ce domaine. En effet, un agent est une entité réelle ou virtuelle évoluant dans un environnement capable de le percevoir et d'agir dessus, qui peut communiquer avec d'autres agents, qui exhibe un comportement autonome, lequel peut être vu comme la conséquence de ses interactions avec d'autres agents et des buts qu'il poursuit [2]. Ainsi, les SMA sont très adaptés pour modéliser les phénomènes dans lesquels les interactions entre diverses entités sont assez complexes pour être appréhendées par les outils de modélisation classiques. Ils sont, de plus en plus, utilisés dans les problèmes de gestion de l'environnement et d'AT car ils permettent de représenter des entités autonomes, dotées de comportements, pouvant coopérer, négocier et communiquer avec les autres.

- **Le SIG :** Est un ensemble informatique constitué de hardware ,software et de méthodes destiné à assurer la saisie, l'exploitation, l'analyse et la représentation des données géoréférencées pour résoudre un problème de planification et de gestion [ 7]. Le SIG est basé sur une description synthétique du territoire, les données spatiales sont organisées sous forme de couches et les données attributaires sont stockées en base de données. Chaque couche contient des données du même type et facilite leur présentation ainsi que leur manipulation. A cet effet, les SIG sont de plus en plus mis en avant dans les projets d'AT, car ils offrent de nombreux outils d'analyse spatiale.

Par souci de simplicité, nous choisissons un "couplage lâche" entre les modules SMA et SIG qui restent indépendants et communiquent uniquement en s'échangeant des données. Les fonctionnalités des SMA et des SIG sont bien distinctes. Le choix d'un "couplage étroit" aurait nécessité l'insertion des fonctionnalités SMA au sein du SIG et des fonctionnalités SIG au sein du SMA, dupliquant de fait une partie du code et rendant l'évolution du système très lourde.

Le modèle décisionnel proposé (MODSMAG) est composé de deux modules : un module SIG et un module SMA doté d'un protocole de négociation qui permet d'aboutir à un consensus qui satisfait la majorité des participants. L'architecture du modèle MODSMAG est illustrée par la figure (Figure1).



**Fig.1.** Modèle décisionnel MODSMAG

### 3.1 Le module SIG

Le SIG aura pour fonction essentielle de permettre la gestion des connaissances du territoire. Grâce à ses fonctionnalités, il est possible de :

- Gérer la base de données géographiques ;
- Archiver des informations ;
- Manipuler et interroger les bases des données géographiques ;
- Fournir une représentation spatiale des systèmes étudiés ;
- Mettre en forme et visualiser les données. Nous exploitons les fonctionnalités du SIG pour préparer les entrées (inputs) nécessaires pour la prise de décision. Lorsque les décideurs parviennent à identifier les actions et les critères, grâce aux capacités analytiques du SIG, une valeur (note) est affectée à chaque critère. L'ensemble des actions et de leurs notes relativement aux différents critères constitue la matrice d'évaluation (Tableau de performances).

### 3.2 Le module SMA

La technologie Multi Agents a déjà fait ses preuves dans de nombreux domaines par leur capacité de modélisation, ils permettent de représenter les interactions entre diverses entités pouvant coopérer, négocier et communiquer.

Les intervenants du système, que nous étudions, sont les différents décideurs ou experts qui disposent de leurs propres objectifs. Cela implique que le processus de décision est distribué entre les différentes entités impliquées par cette décision de groupe. Le module SMA aura pour mission de représenter les différents acteurs qui disposent de leurs propres objectifs et préférences. Afin de faire face à cette décision de groupe où différents points de vue doivent être pris en considération, il est indispensable de passer par une phase de négociation pour arriver à un consensus bénéfique aux groupes. A cet effet, nous dotons le module SMA d'un protocole de négociation basé sur la médiation, mettant en scène un agent médiateur et un ensemble d'agents participants représentant les différents acteurs concernés par la décision en AT.

#### 3.2.1 La Modélisation des agents

L'agentification d'un problème est un aspect important de la conception d'un SMA, elle influence fortement les performances et l'efficacité du Système à résoudre un problème. Dans la littérature, il existe une multitude de méthodologies offrant un intérêt certain pour l'étude des SMA d'un point de vue organisationnel telle que Gaia, Voyelles, Ingenias, Aalaadin, etc.[4]. Le rôle de ces méthodologies est d'assurer une aide efficace durant toutes les phases de modélisation du cycle de vie d'une application basée sur les agents.

Notre modélisation agent se base sur la méthodologie Aalaadin [4], qui s'appuie sur les concepts d'agent, groupe et rôle pour définir une organisation réelle.

-Un agent est défini comme étant une entité autonome et communicante jouant des rôles au sein de différents groupes ;

- Un groupe est composé de différents agents ;

- Un rôle représente une fonction, un service ou une identification d'un agent appartenant à un groupe particulier. Les rôles des agents, dans le cadre de nos travaux, sont de deux types : médiateur et participants ;

- **L'agent médiateur (coordinateur)** : est responsable de la création de tous les agents participants concernés par la décision en AT, du bon déroulement de la négociation ainsi que du choix finale concernant la ressource(îlot) élue.

- **Les agents participants** : sont les agents concernés par la décision en AT chacun de ces agents a ces propres préférences et objectifs concernant les ressources (îlots), le but de chacun des ces agents et que sa ressource (îlot) préférée soit choisie lors de la décision finale.

#### 3.2.2 Détermination des préférences des agents participants

Dans l'objectif de représenter les préférences des agents participants, nous optons pour l'utilisation de la méthode multicritère **PAMSSEM (Procédure d'Aggrégation Multicritère de type Surclassement de Synthèse pour Évaluations Mixtes)** qui relève de la problématique d'aide à la décision  $\gamma$  (procédure de rangement) [10]: son but est de classer les actions (ressources) potentielles, depuis " les meilleures" jusqu'aux "moins bonnes » en se référant à un certain nombre de critères. PAMSSEM a déjà

prouvé son efficacité dans divers domaines, elle s'inspire largement de deux méthodes multicritères très connues : la méthode multicritère ELECTRE III [11] pour la construction des relations de surclassement et des procédures PROMETHEE I [8] pour l'exploitation de ces relations. Pour établir le rangement, il est indispensable d'associer à PAMSSEM les paramètres subjectifs et qui consistent en : le poids, le seuil de préférence, le seuil d'indifférence et seuil de veto définis pour chacun des critères.

Grâce à la méthode multicritère PAMSSEM, chacun des agents participant va pouvoir construire un vecteur de préférence où il va classer les ressources (îlots) de la meilleure (celle qui lui ait la plus bénéfique) à la moins bonne. Cependant, pour arriver à un consensus, il est indispensable de passer par une phase de négociation.

### 3.2.3 Les caractéristiques du protocole de négociation

La phase de négociation permet de trouver un accord commun qui satisfait la majorité des agents participants, pour cela nous adoptons un protocole de négociation multilatéral basé sur la médiation mettant en scène l'agent médiateur et l'ensemble d'agents participants. Le protocole de négociation que nous proposons se caractérise par une suite de messages échangés entre un agent médiateur et des agents participants. Il s'inspire largement du Contrat Net Protocol [3] qui est pratiquement le protocole de négociation le plus utilisé dans les SMA. Dans ce qui suit, nous décrivons, en détails, les différentes caractéristiques du protocole de négociation suggéré [10].

- **Les ressources de la négociation** : sont les objets de la négociation Dans notre cas, ce sont des ressources communes (les îlots vierges destinés pour une construction donnée).

- **Le seuil d'acceptation** : représente le nombre de réponses positifs nécessaire pour que la négociation soit un succès

- **Les primitives de négociation**

Pour mener à terme un processus de négociation entre agents, il est nécessaire de définir des primitives spécifiques au médiateur et d'autres primitives spécifiques aux participants.

**a). Les primitives du coordinateur** : Les messages envoyés par le médiateur sont destinés à tous les agents participants nous lui associons, par conséquent, trois primitives de négociation :

- **Request ()** : l'agent médiateur envoie un message aux participants pour leur indiquer le début de la négociation chacun des agents doit associer à chaque ressource de son vecteur de préférence un rang, la ressource classée première au niveau de chaque participant aura le rang le plus grand (elle représentera la préférence du participant lors du premier tour) ce rang est à chaque fois décrémente de 1 pour les ressources suivantes

- **Propose ()** : l'agent médiateur propose un contrat aux agents participants concernant une ressource (îlot) donnée ;

- **Confirm ()** : l'agent médiateur envoie un message à tous les agents participants pour les informer que la négociation a été un succès et que la ressource (îlot) a été trouvé ;

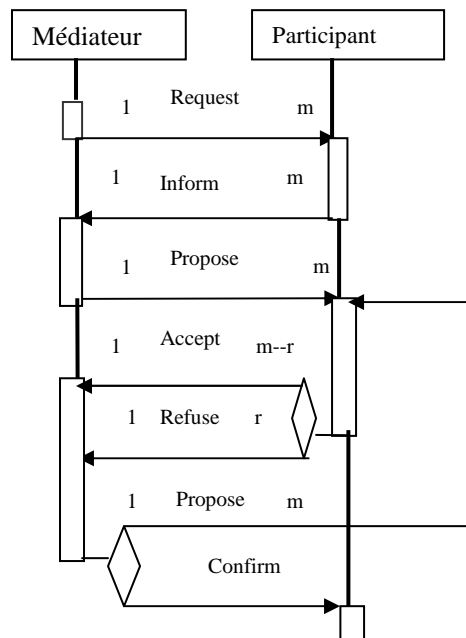
**b). Les primitives du participant :** Les messages envoyés par les participants sont uniquement destinés à l'agent médiateur. L'agent participant dispose de trois primitives de négociation :

- **Inform ()** : les agents participant indiquent à l'agent médiateur qu'il peut leur faire une première proposition ;

- **Accept ()** : ce message répond à la proposition du contrat faite par le médiateur. Le participant indique par ce message qu'il accepte le contrat ;

- **Refuse ()** : le participant indique au médiateur qu'il refuse sa proposition.

Afin de représenter les différentes interactions entre l'agent médiateur et les agents participants, nous optons pour l'utilisation du diagramme de séquence d'UML, très souvent employé pour décrire l'interaction des agents [1]. La figure suivante (Fig.2) représente les différentes primitives associées à l'agent médiateur et les agents participants via un diagramme UML.



**Fig.2.** Diagramme de séquence UML du protocole proposé

**-Les stratégies des agents :** La négociation se déroule en plusieurs tours jusqu'à ce qu'un compromis qui satisfait la majorité des agents soit trouvé. Le médiateur fait une proposition aux participants concernant une ressource (îlot) donné, ces derniers vont soit accepter soit refuser la proposition. La stratégie du médiateur lui permet de modifier sa proposition dans le cas où les participants n'ont pas été assez nombreux à l'accepter tandis que la stratégie associée aux participants leur permet d'accepter la proposition du médiateur ou de la refuser.

**a) Stratégies du participant :** La négociation peut se dérouler en plusieurs tours, jusqu'à ce qu'un compromis soit trouvé. A chaque nouveau tour, le participant reçoit une nouvelle proposition du médiateur, il consulte alors son vecteur de préférences, si la proposition correspond à sa préférence au tour t, il l'accepte, si non il vérifie si la

proposition correspond à l'une de ses préférences antérieures, si c'est le cas, il accepte la proposition tout en indiquant sa préférence actuelle.

Lorsque le participant reçoit une proposition et que celle-ci ne correspond ni à sa préférence au tour t, ni à aucune de ses préférences antérieures, il la refuse et fait une contre proposition qui correspond à sa préférence au tour t.

**b) Stratégie médiateur (coordinateur) :** On associe à l'agent médiateur une seule stratégie qu'il utilisera lors de la phase de négociation,

**Stratégie de modification de proposition :** si les agents participants n'ont pas été assez nombreux à accepter la proposition du médiateur, il est obligé de la modifier son contrat pour le prochain tour et ceci en s'inspirant des réponses des participants au tour précédent, afin de trouver une nouvelle possibilité pour le prochain tour. Pour cela, il associe un score à chaque ressource en prenant en compte le poids de l'agent participant ainsi que le rang de la ressource. Pour calculer le score de chaque ressource lors d'un certain tour t nous avons utilisé la formule suivante :

$$\text{SCORE}(R_i) = \sum_{J=1}^N \text{POID}(\text{participant}[j]) * \text{RANG}(R_i, \text{participant}[j]) \quad (1)$$

Tel que :

**POID(participant[j]) :** L'agent médiateur associe, à chaque participant, un poids différent puisque dans la réalité, les représentants politiques, par exemple, n'ont, certainement, pas le même poids que les associations de protection de l'environnement lors d'une décision de groupe en AT. Définir le poids des différents participants en reflétant le plus possible la réalité est une opération périlleuse, afin de faciliter cette tâche, nous optons pour l'utilisation de l'échelle de Saaty [9] qui s'inspire d'un modèle mathématique conçu par Thomas Saaty et permet de comparer chaque agent participant avec les autres, d'ordonner les participants selon leur importance et d'attribuer le poids qui convient à chaque participant.

**RANG(R<sub>i</sub>, participant[j]) :** Le rang associé à la ressource par le participant j dans son vecteur de préférence

Comme dans les méthode de scorages [8], la ressource qui a obtenu le score le plus élevé lors du tour t, sera la ressource gagnante et l'initiateur la proposera dans le prochain tour. Ce score est remis à jour à chaque fois que les participants n'ont pas été assez nombreux à accepter la proposition.

## 4 Etude de Cas

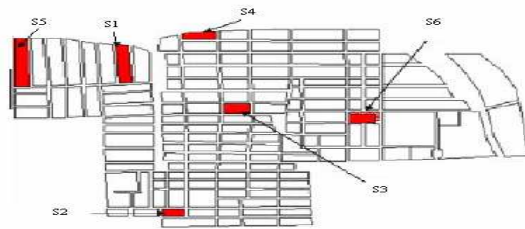
Le développement d'un module multi agents est un problème complexe, donc il est préférable d'utiliser une plateforme multi agents existante que nous adaptons à nos besoins. Notre choix s'est porté sur la plate forme SMA **JADE** [5] pour servir de base au module multi agents. Cette plateforme de développement est gratuite,



implémentée en java, son code source et celui de son environnement de développement sont ouverts et modifiables permettant ainsi de l'utiliser selon nos besoins. Pour le développement du module SIG, notre choix s'est porté sur le logiciel **MAPINFO** : C'est un outil de type Système d'Information Géographique. Il a permis, dans notre étude, de visualiser et de modifier les différentes bases de données géographiques utilisées selon le besoin. Cependant, les deux logiciels demeurent indépendants et les modules SMA et SIG communiquent, ainsi, entre eux par l'intermédiaire des données

#### - Délimitation de la région d'étude

La région d'étude consiste en un ensemble de sites situés à l'est de la ville d'Oran commune de Gdyl . Le choix de cette région est dû, principalement, à sa multitude de projets d'aménagement.. Il s'avère qu'il y a absence d'un secteur sanitaire, activité essentielle pour répondre aux besoins des habitants en matière d'urgence et de premiers soins. Ainsi, notre action portera sur le choix d'un site parmi plusieurs pour l'implantation d'un secteur sanitaire. Nous disposons de six (06) îlots vierges pouvant convenir pour notre construction. Afin de pouvoir visualiser les îlots vides, nous exploitons les diverses avantages qu'offrent les systèmes d'information géographiques [12] en terme d'affichage (Fig.3).



**Fig. 3.** Affichage des îlots vides

Puis nous utilisons les autres fonctionnalités du SIG pour préparer les entrées (*inputs*) nécessaires pour la prise de décision. L'ensemble des actions (ressources) et de leurs notes relativement aux différents critères (Tableau de performances). Cette matrice de performance est gérée par le SIG. Nous avons pu identifier les critères suivants :

- Nombre de population avoisinant aux actions (C1) ;
- Eloignement par rapport au site industriel (C2);
- Nuisance sonore (C3) ;
- Accessibilité (C4) ;
- Bruit (C5) ;

La définition ainsi que l'évaluation des critères identifiés permettent d'élaborer la matrice des performances, illustrée par la figure (Fig.4). Cette matrice est gérée par le SIG.

Critères \ Actions	C1	C2	C3	C4	C5
S 1	2670	820	80	700	54
S2	1145	710	50	820	460
S3	3510	530	90	120	400
S4	2180	700	70	300	800
S5	1450	1040	54	800	120
S6	1145	240	40	420	200

Fig. 4. Matrice de performance

Les participants concernés par la décision en AT sont les associations d'environnement, les politiciens, les économistes et le public. Chacun de ces acteurs est représenté par un agent. La génération des agents est réalisée à l'aide de la plateforme SMA JADE (Fig.5).

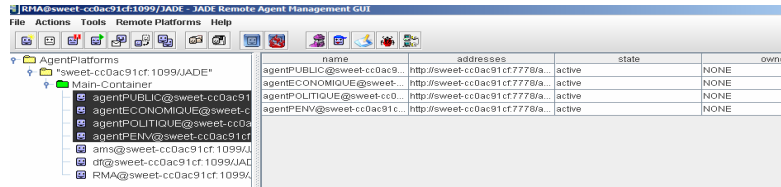


Fig. 5. Création de l'agent médiateur et des agents participants

On associe, à chacun de ces agents participants, un poids pour exprimer son importance lors du déroulement de la négociation ; pour cela nous avons utilisé les avantages qu'offre l'échelle de saaty, les différents poids associés aux participants sont représentés par la figure (Fig.6). .

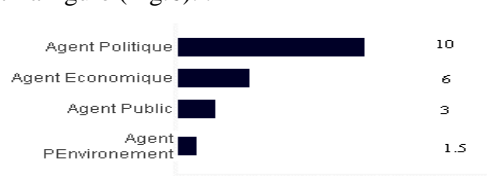


Fig. 6. Poids des agents participants

Chacun des participants va établir son vecteur de préférence où il classe les ressources de la meilleure à la moins bonne et ceci en se basant sur les cinq critères du tableau d'évaluation. Pour parvenir à cet objectif, il utilise la méthode multicritère Pamssem [9] (Fig.7).

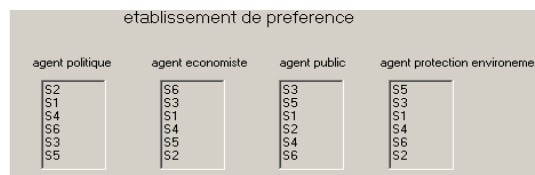


Fig. 7. Etablissement des préférences de chaque participant

#### 4.5 Simulation de la négociation

Avant de lancer la négociation, il est indispensable de définir le seuil d'acceptation (le nombre d'accord nécessaire pour l'acceptation d'un contrat). Dans notre étude, il est fixé à 70%. Il est possible de visualiser les différents messages échangés entre l'agent Médiateur et les agents participants. Dès que les agents participants reçoivent le message **Confirm**, synonyme de la fin de la négociation, la ressource finale a bien été trouvée. Les différents messages échangés lors de la phase de négociation sont présentés par la figure (Fig.8).

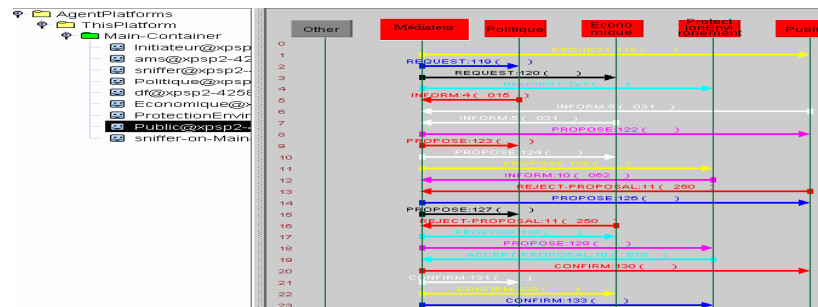


Fig. 8. Visualisation des messages échangés lors de la négociation

Après plusieurs modifications du contrat et au bout du troisième tour, les participants arrivent à un consensus, la ressource choisie est la ressource (S1) Avec un taux d'acceptation de 79% (Fig.9).

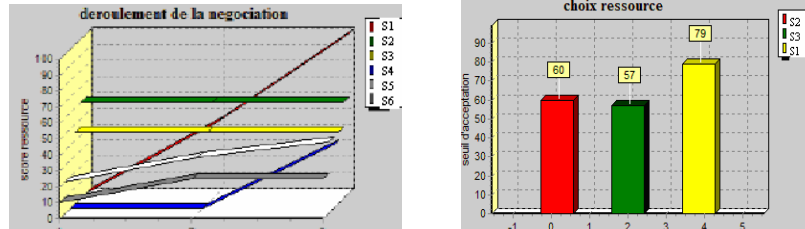


Fig. 9. Choix de la ressource (S1) après négociation

La ressource choisie (S1) après négociation et acceptée par la majorité écrasante des participants est visualisée grâce aux SIG figure (Fig.10).

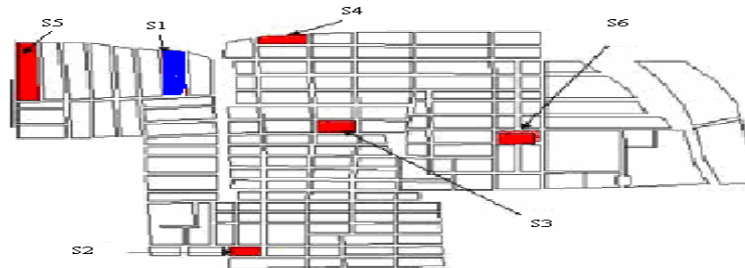


Fig. 10. Visualisation de la ressource (îlot) gagnante

## 5 Conclusion

Au terme de cet article, nous avons proposé un modèle décisionnel basé sur un couplage SMA- SIG susceptible d'apporter une aide efficace aux décideurs du territoire, en exploitant simultanément les avantages qu'offrent les SMA très adaptés pour modéliser des entités complexes pouvant coopérer, collaborer ou négocier et ceux des SIG caractérisés par leur capacité de gestion, d'analyse, et d'affichage de données à référence spatiale. Le modèle proposé permet de :

- Représenter le territoire grâce aux fonctionnalités du SIG ;
- Représenter la multiplicité et la diversité des acteurs grâce aux capacités des SMA ;
- Représenter les préférences de chacun des participant grâce aux avantages qu'offre la méthode d'analyse multicritère PAMSSEM.
- Prendre une décision collective en se basant sur une stratégie de négociation.

Pour cela, nous avons doté le module SMA d'un protocole de négociation multilatéral basé sur la médiation qui met en scène deux types d'agents : un agent médiateur et un ensemble d'agents participants négociants. Le protocole de négociation proposé offre aux participants la possibilité d'exprimer leurs préférences et de formuler des contre-propositions pour converger vers une solution plus rapidement aboutissant à un accord acceptable au regard des contraintes et des préférences de chacun.

Dans nos travaux futurs, nous prévoyons l'enrichissement de notre architecture (SMA-SIG) à laquelle nous ajouterons de nouveaux modules et de nouvelles classes qui permettront de modéliser plus facilement les systèmes réels et de développer d'autres systèmes informatiques d'aide à la décision.

## References

1. B.Bauer, P.Müller, J.Odell, « Agent UML: A formalism for specifying multiagent interaction », International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering, 2001
2. B.Chaib-Draa "Hierarchical models and communication in multi-agent environments", dans Proceedings of the 6th European Workshop on Modelling Autonomous Agents and Multi-Agent Worlds, p. 119-134, Odense, Danemark, 1994
3. R.Davis, R.Smith, «Negotiation as a Metaphor for Distributed Problem Solving», Reading in Distributed Artificial Intelligence, 1980.
4. J.Ferber, O.Gutknecht, «A meta-model for the analysis and design of organizations in multi agent systems», Third International Conference on Multi-Agent Systems, ICMAS, 1998
5. Fipa, «Fipa interaction protocol specifications. Technical report, Foundation for Intelligent Physical Agents», 2002.
6. D.Hamdadoud, KBouamrane, «Multicriterion SDSS for the espace Control: Towards a Hybrid Approach», MICAI 2007: Advances in Artificial Intelligence, LNCS, Springer ISSB 0302-9743, 2007
7. E.Maillé., "Du couplage de systèmes à l'intégration spatio-temporelle dans les systèmes d'aide à la décision spatiale" dans CABM-HEMA-SMAGET05, Bourg Saint-Maurice, France, 2005.
8. T.Marchant : «Agrégation de relation valuées par la méthode borda en vue d'un rangement axiomatique », Thèse Doctorat Université libre de Bruxelles, 1997.
9. L.Maystre, J.Pictet, J.Simos «Méthodes multicritères Electre », Presses Polytechniques et universitaires Romandes, Lausanne, Suisse, 1994.
10. Oufella, D.Hamdadou, K.Bouamrane «Proposition d'un modèle d'aide à la négociation pour les problèmes d'aménagement du territoire», COSI 2008, Colloque sur l'Optimisation et les Systèmes d'Information, Tizi Ouzou, Algérie, 2008.
11. B.Roy, «Electre III, un algorithme de classement fondé sur une représentation floue des préférences en présence de critères multiples», rapport de recherche, 1977

