

# Une Approche Basée Agent pour la Détection de Régions

KAZAR Okba<sup>1</sup>, GUIA Sana Sahar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département de l'Informatique Université de Biskra 07000 Algérie

{kazarokba,guia\_sana}@yahoo.fr

**Résumé.** La segmentation d'images est une opération de bas niveau de traitement d'images qui consiste à localiser dans une image les régions (ensemble de pixels) appartenant à une même structure, et qui conditionne fortement la réussite globale d'une entreprise d'analyse d'images. L'objectif de ce travail est de proposer une nouvelle approche de la segmentation d'images, commençant par la transposition d'un phénomène collectif en biologie qui est une source d'inspiration pour proposer des méthodes multi-agents de résolution de problèmes, et terminant par une coopération entre agents pour la fusion et la division de régions.

**Mots-Clés:** Système Multi-agent, Détection de régions, Inspiration biologique.

**Abstract.** The Image segmentation is an important step for several applications in both industrial vision and medical imagery. It is a low-level image processing that consist to locate in an image the regions (all pixels) belonging to the same structure, which strongly determines the overall success of an analysis images. The objective of this work is to offer a new approach to the problem of segmentation, starting with the implementation of a collective phenomenon in biology that is a source of inspiration to propose methods of multi-agent problem solving, and ended by cooperation between agents for the merger and division of regions.

**Keywords:** Multi agent-system, Region Detection, Biological inspiration

## 1 Introduction

La segmentation d'images est l'un des domaines les plus actifs en analyse d'images et en vision par ordinateur. Elle est une étape algorithmique fondamentale de nombreux systèmes d'analyse automatique d'images. Son rôle est de délimiter dans l'image étudiée un ensemble de zones pertinentes pour l'interprétation ou la modélisation de la scène perçue.

La recherche d'une méthode performante pour une application donnée, passe la plupart du temps par la comparaison de quelques méthodes disponibles et bien maîtrisées et par la modification d'une méthode existante afin de l'adapter. Quand on

parle de segmentation d'images et malgré les avancées significatives, les solutions actuelles ne permettent pas de résoudre le problème de l'unification de la segmentation sous un formalisme commun. Il s'agit d'un domaine fondamental et très vaste, qui a suscité et suscite encore de nombreuses recherches.

C'est avec la mise en œuvre des agents, puis des systèmes multi-agents, que l'on voit apparaître l'ensemble des activités individuelles et, peut-être surtout, des interactions entre composants qui permet d'obtenir le contrôle distribué de l'application informatique sur l'ensemble des composants, qui acquièrent de ce fait une forme d'autonomie, d'abord opérationnelle, puis, éventuellement, décisionnelle, domaine dans lequel on s'intéressera à la Résolution Distribuée de Problèmes.

Une méthode peut être conçue pour la résolution de problème de segmentation d'images en se basant sur les capacités offertes par les systèmes multi-agents destinés à effectuer de la résolution collective de problème.

Dans la suite nous allons passer en vu les travaux existants dans ce domaine, ensuite le processus d'inspiration que nous avons suivi dans notre approche va être mentionné puis la modélisation de l'approche proposée est détaillée dans la quatrième section, et nous terminons par une conclusion et quelques perspectives.

## 2 Travaux existants

IL existe des modèles inspirés des insectes sociaux qui ont déjà été élaborés et utilisés pour la segmentation d'image par une approche multi-agents. Dans [RAM 00] le comportement est inspiré des fourmis pour détecter des contours, bien que ce modèle est loin d'être compatible avec la théorie de Gestalt de perception. Dans [LIU 99] il est inspiré des automates cellulaires et différentes catégories d'agents associés chacune à une région explorent l'image et marquent les pixels lorsqu'ils appartiennent à la région correspondante.

Dans [BOU 01], une approche d'inspiration biologique pour la résolution collective de problème a été proposée. Dans ce travail les mécanismes de construction de toile chez les araignées sociales ont été simulés, puis le modèle comportemental est transposé pour l'appliquer à la détection de régions dans des images à niveaux de gris.

Dans le travail de [OUA 02] est proposée de segmenter l'image en utilisant la méthode de classification en s'inspirant des comportements collectifs et auto-organisés des fourmis dans la nature, ils ont utilisé le système de fourmi Max Min (Max Min Ant System « MMAS ») pour résoudre le problème de classification.

D'autres travaux utilisant le système multi-agents pour la segmentation d'images sans pour autant s'inspirer des phénomènes collectifs ont été réalisés. Dans [BUR 00] est proposé de combiner deux approches, une approche procédant par croissance de région et l'autre exploitant un algorithme génétique, toutes deux travaillant de manière concurrente dans un cadre multi-agents.

Le travail de [BOV 01] décrit une approche de segmentation d'image dans laquelle des agents synchronisés combinent le traitement bas niveau d'images et le raisonnement haut niveau.

Dans [RIC 01] et [RIC 02], des agents situés coopèrent pour segmenter des IRM cérébrales. On y trouve diverses catégories d'agents : un agent de contrôle global, des

agents de contrôle locaux et au niveau le plus bas, les agents de segmentation, spécialisés dans la détection des trois types de tissus cérébraux (matière blanche, matière grise et liquide céphalorachidien).

Le travail de [DUC 01] s'appuie sur la structure de pyramide irrégulière pour gérer le processus de fusion de régions et assurer la convergence de la segmentation.

[SET 02] a développé une plate forme multi-agents pour la segmentation d'images en s'appuyant sur la coopération des agents régions et contours (coopération région-région et contour-région pour la fusion de régions, et une coopération région-contour pour la division d'une région).

Dans [MAZ 05], une méthode basée sur l'utilisation d'un système multi-agents auto-adaptatif permettant une segmentation fiable d'une image 3D dense a été proposée.

Dans [IDI 05], est proposé une méthode hybride de segmentation d'image par une approche multi-agent basée sur une pyramide irrégulière duale.

D'après les approches citées ci-dessus, nous constatons que ces travaux présentent encore quelques limitations, et que les méthodes de segmentation bio-inspirée et en particulier celles basées sur les techniques d'intelligence en essaim constitue une voie de recherche très intéressante et mérite une étude approfondie. Les méthodes basées sur les insectes sociaux apportent des solutions originales pour l'obtention d'une segmentation optimale, et peuvent être couplés ensemble pour pallier à leurs insuffisances tout en réunissant leurs qualités.

Dans la suite nous présentons la modélisation de l'approche proposée, en utilisant l'inspiration du modèle de construction de toiles observé chez les araignées pour la segmentation d'images en régions homogènes.

### **3 Principe du processus de l'inspiration biologique pour la résolution du problème**

Le processus d'inspiration des phénomènes collectifs de la biologie passe par plusieurs étapes : il commence d'abord par l'étude du modèle biologique, en étudiant quelques généralités concernant les araignées sociales. Ensuite la construction du modèle de simulation par lequel nous décrivons le modèle comportemental qui a été utilisé pour les simulations informatiques en termes d'environnement ; d'agents et leur comportements ; et de dynamique du système. Enfin la transposition du modèle pour la résolution d'un problème spécifique, ici le modèle comportemental a été transposé pour l'appliquer à la détection de régions dans des images à niveaux de gris.

Dans ce travail, nous essayons de détecter toutes les régions dans une image, par l'utilisation des informations de recouvrement de toiles pour la différenciation et la distinction des régions.

### **4 Modélisation**

Nous distinguons deux catégories d'agents :

- Un agent de gestion du système (agent moniteur), contient les informations nécessaires au fonctionnement du système multi-agents.
- Des agents nommés agents de segmentation (agents araignées, agents toiles), chargés de l'amélioration du pré segmentation initiale pour obtenir des régions homogènes.

Donc notre système est constitué des agents suivants :

- Agent moniteur qui est le centre de contrôle de notre système. C'est lui qui crée les agents de segmentation (agents araignée et agents toile) et les initialise en utilisant les informations obtenus lors de l'étape de pré-traitement, il est aussi responsable de l'ordonnancement et du lancement des tâches de ses agents (agents de segmentation), de plus, il décide de la suppression des agents devenus inactifs.
- Agent araignée qui parcourt l'image à la recherche des régions homogène en construisant des toiles sur les régions pré segmentées qui les considère comme homogènes, en simulant le comportement des araignées sociales.
- Agent toile qui sert à l'interprétation des toiles construites par les agents araignées à des régions finales.

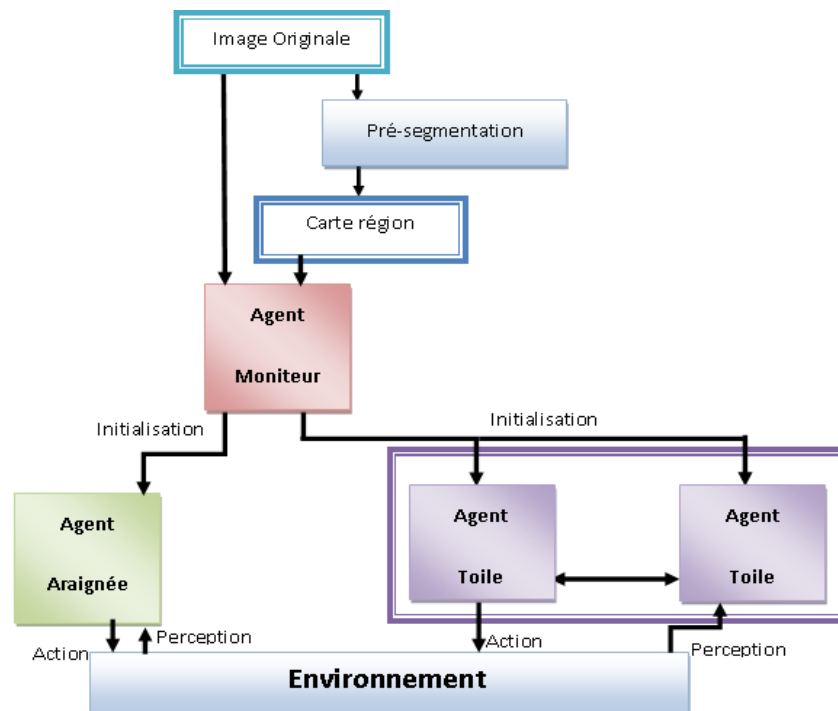


Fig. 1 Architecture générale du système proposé

## 4.1 Architecture de chaque agent

Nous allons maintenant détailler l'architecture de chaque agent du système

### 4.1.1 L'agent moniteur

C'est lui qui gère le système et les agents lors de leurs exécutions. Son rôle peut être décrit dans les notes suivantes :

- Création et initialisation des agents.
- Ordonnancement et lancement des tâches.
- Mise à jour du système
- Suppression des agents

### 4.1.2 L'agent araignée

L'agent araignée représente une primitive région présente dans la carte de région. Chaque agent de ce type marque de son identifiant la zone de l'environnement correspondant à sa primitive. Au fur et à mesure de l'exploration de leurs régions, les araignées construisent leurs toiles.

#### 4.1.2.1 Caractéristiques de l'agent araignée

Les caractéristiques de l'agent correspondent aux paramètres conditionnant ses comportements et son état interne :

- Le niveau de gris de référence :  $RefLev \in [0 .. 255]$  qui représente le niveau de gris du pixel initial.
- Les paramètres d'attraction de soie deux types de paramètres possibles :
  - Pdragline : probabilité de suivre ou non un fil de soie (dans le cas de détection d'une seule région), ou bien
  - Attractself et Attractother qui déterminent respectivement :
    - La probabilité d'attraction de soie créée par l'araignée même, et
    - La probabilité d'attraction de soie créée par une autre araignée (dans le cas de détection de plusieurs régions simultanément)

#### 4.1.2.2 Perceptions

Les perceptions offrent les informations locales disponibles dans l'environnement et sur lesquelles se base la décision. Les informations requis dans ce système sont les suivants :

- L'ensemble des pixels voisins du pixel p « Neighp »
- L'ensemble des pixels accessible en suivant un fil posé « Scutsp »
- L'union des deux ensembles précédents « Accessp »

#### 4.1.2.3 les différents comportements de l'agent

Les mêmes comportements comme dans [BOU 01] sont nécessaires pour la construction de toiles :

- Déplacement : consiste à choisir un pixel parmi ceux accessibles selon une probabilité de distribution. La probabilité de déplacement à un pixel accessible (nommé  $p$ ) dépend de la façon de lui accéder
  - i) par le déplacement à un pixel adjacent ( $p \in \text{Neihgp}$ )
  - ii) par la poursuite d'un fil posé ( $p \in \text{Scutsp}$ )

Le comportement de déplacement est implémenté selon la façon de calcul de probabilité de distribution qui correspond à la compétition entre plusieurs agents pour la détection de plusieurs régions, dont représente. Pour la détection de plusieurs régions dans une image, nous mettons le coefficient *Attractother* à zéro, pour avoir différents processus s'exécutent dont chacun ignore l'autre, et aucun agent n'influe le comportement de l'autre.

- Pose de fil : il est contextuel et dépend du niveau de gris de référence
- Retour : afin que l'araignée ne parcourt pas l'intégralité de l'image et ne tisse toutes les régions ayant le même niveau de gris.

#### 4.1.2.4 Les interactions des agents araignées

Les interactions des agents sont basées sur le principe de coordination par stigmergie : les actions des agents modifient l'environnement, de son côté l'environnement aussi modifie les actions futurs des agents. Ce principe est modélisée implicitement dans le comportement de déplacement influencé par la soie, plus il y a de soie vers une position, plus celle-ci a de chance d'être choisie.

### 4.1.3 L'agent toile

Après la construction de toile par les araignées l'agent toile se charge de l'interprétation des toiles construites en régions et ceci par l'application du principe de distinction de toile selon l'individu, il est caractérisé par les paramètres suivants :

- l'individu qui désigne l'agent araignée qui a créé la toile,
- la région initiale *RégInit* par laquelle l'individu a commencé la construction de sa toile,
- l'ensemble des régions *EnsRég* qui sont inclus dans la toile
- l'ensemble des toiles *EnsToile* qui représentent les toiles des régions appartenant à *EnsRég*

Chaque agent toile coopère avec les toiles appartenant à *EnsToile* pour décider de fusionner ou non les régions appartenant à sa toile, selon le recouvrement de toile, nous avons trois cas possibles :

#### 4.1.3.1 Recouvrement total de toiles

Nous avons un recouvrement total lorsque la toile représentée par l'agent courant et les toiles représentées par les agents appartenant à *EnsToile* recouvrent le même ensemble de régions *EnsRég*, ceci est modélisé comme suit :

Un agent toile regroupe un ensemble de régions EnsRég<sub>i</sub>, il y a recouvrement total si :

$$\forall \text{ l'agent } \text{toile}_j \in \text{EnsToile}_i, \text{ EnsRég}_j = \text{EnsRég}_i$$

La figure suivante illustre ce concept :

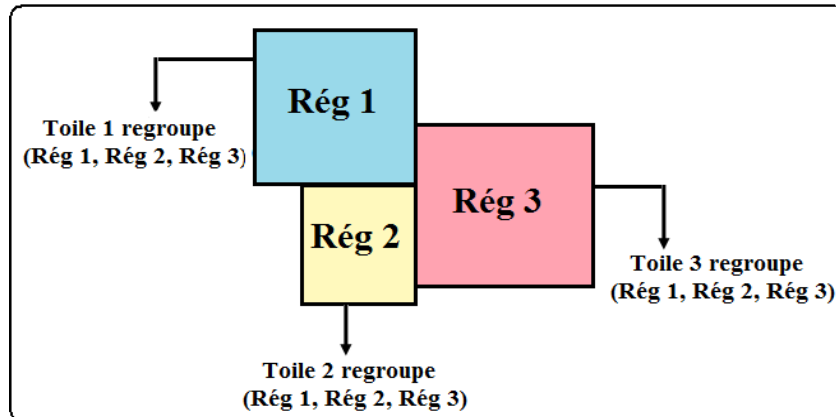


Fig. 2 Exemple de recouvrement total

Lorsqu'un agent toile se trouve dans une situation de recouvrement total avec les agents toile appartenant à EnsToile, les régions regroupées par ces agents toile sont fusionnées. Cet agent toile envoie à l'agent moniteur un message lui informant qu'une fusion d'un recouvrement total est effectuée. L'agent moniteur change l'état de cet agent, ainsi que les agents toile appartenant à l'EnsToile de l'état actif à l'état inactif.

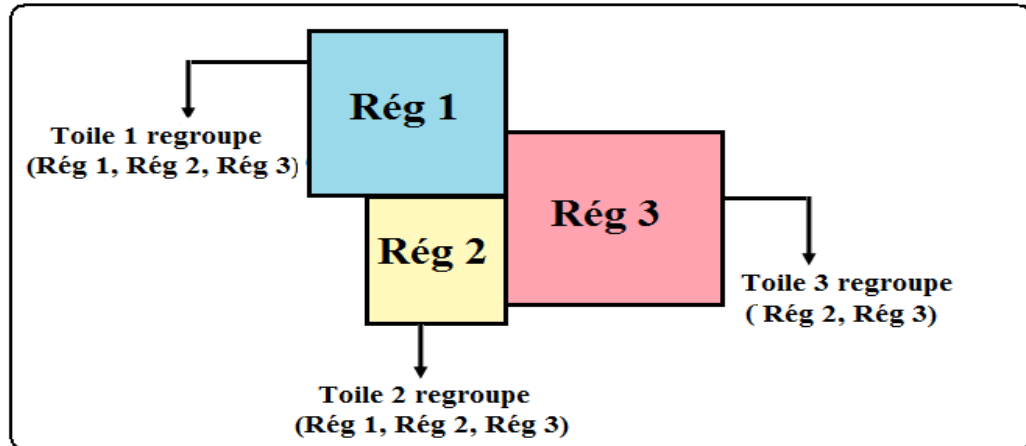
#### 4.1.3.2 Recouvrement partiel de toiles

Nous disons qu'il y a un recouvrement partiel lorsqu'il existe des agents toile appartenant à l'EnsToile de l'agent toile courant et dont l'EnsRég de ces agents toile n'est pas égale à celui de l'agent toile courant. En d'autres termes :

Un agent toile regroupe un ensemble de régions EnsRég<sub>i</sub>, il y a recouvrement partiel si :

$$\exists \text{ un agent } \text{toile}_j \in \text{EnsToile}_i, \text{ tel que } \text{EnsRég}_j \neq \text{EnsRég}_i$$

Ceci est illustré dans la figure suivante :



**Fig. 3** Exemple de recouvrement partiel

Dans ce cas les régions initiales des agents toiles qui ont le même ensemble  $EnsRég$  sont fusionnées. Un message est envoyé à l'agent moniteur lui informant qu'une fusion d'un recouvrement partiel est effectuée. Un seul agent toile reste actif parmi ceux dont leurs  $RégInit$  sont fusionnées, c'est celui dont son identifiant est le plus petit, les autres passent à l'état inactif. Dans la figure ci-dessus les régions Rég 1 et Rég 2 sont fusionnées, agent Toile 2 devient inactif, et les paramètres de l'agent Toile 1 sont mises à jour (la région initiale de l'agent Toile 1 devient Rég 1 et Rég 2).

Ensuite l'agent restant actif envoie un désir de fusion aux agents appartenant à  $EnsToile$  dont leurs  $RégInit$  n'ont pas été fusionnées dans la dernière fusion effectuée, s'il reçoit une acceptation d'un de ces agents, la région initiale de ce dernier est fusionnée avec la région initiale de l'agent courant, et il passe à l'état inactif. Dans l'exemple précédent l'agent Toile 1 coopère avec l'agent Toile 3 en leur envoyant un désir de fusion, si cet agent (Toile 3) lui envoie une acceptation, la fusion des régions initiales de ces agents toile est effectuée et l'agent Toile 3 devient inactif.

Si un agent toile reçoit plusieurs désirs de fusion de plusieurs agents, il décide quelle demande va l'acceptée suivant l' $EnsRég$  :

Il fait l'intersection entre son  $EnsRég$  et l' $EnsRég$  de l'agent qui lui a envoyé le désir de fusion, l'agent dont la cardinalité de l'intersection de leurs  $EnsRég$  est plus grande accepte sa demande de fusion.

#### 4.1.3.3 Division

Si au sein d'une même région deux toiles distinctes sont construites, celle-ci est divisée en deux régions chacune.

La communication entre les agents est réalisée par l'envoi de message, nous avons deux types de messages : le désir de fusion et l'acceptation ou le refus de la fusion (lorsque cet agent veut fusionner sa région initiale avec une région initiale d'un autre agent)



#### 4.2 Fonctionnement du système

Le problème est d'extraire les différentes régions existantes dans une image. L'approche proposée dans ce mémoire utilise des systèmes multi-agents pour l'inspiration du phénomène collectif de la construction de toile chez les araignées sociales. Chaque agent araignée explore en construisant sa toile. Il peut dépasser les limites de sa région s'il trouve qu'il y a une homogénéité par rapport aux régions voisines. La gestion de la coopération entre agents et la dynamique du système est assurée par le principe de la stigmergie : coordination par stigmergie qui est modélisée implicitement dans le comportement (déplacement influencé par la soie, plus il y a de soie vers une position, plus celle-ci a de chance d'être choisie). Enfin, les agents toiles sont créés pour l'interprétation des toiles construites en régions, par une coopération entre ces agents pour la fusion ou la division de leurs régions.

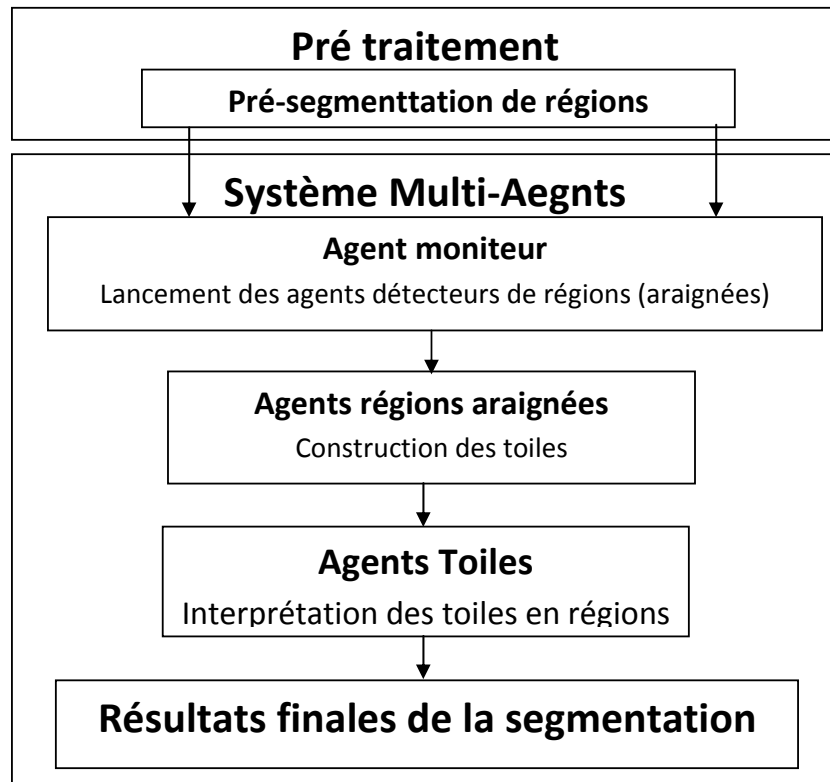


Fig. 3 Exemple de recouvrement partiel

## 5 Conclusion

Dans cet article nous avons donné les détails de modélisation du système, en détaillant l'architecture de chaque composant, et leurs types de communication, dans ce contexte nous avons modélisé d'abord en s'inspirant des araignées sociales, la détection de région des images en niveau de gris et ensuite nous avons utilisé le résultat de cette étape pour la fusion et la division de régions, sans que celle-ci ne soit inspirée des phénomènes collectifs en biologie. C'est cette combinaison que nous espérons être utiles pour les résultats de la segmentation.

En effet, nous envisageons plusieurs perspectives, pour poursuivre ce travail, et qui concernent les points de vus suivants :

Il nous parait intéressant de modéliser notre système dans un cadre plus générale en exploitant l'information contour pour améliorer le critère de décision de fusion ou de division de régions soit par la coopération région contour pour la fusion ou la division de région, soit par l'implémentation de la coordination stigmergique pour la prise de décision de fusion ou de division de régions. Dans ce contexte nous pouvons observer d'autres comportements collectifs des araignées sociales et les exploiter pour améliorer la segmentation finale de l'image. En effet, la recherche d'une méthode efficace de segmentation d'image demeure l'objectif de toute proposition.

## 6 References

- [BOU 01] Christine Bourjot, Vincent Chevrier : « De la simulation de construction collective à la détection de régions dans des images à niveaux de gris : l'inspiration des araignées sociales ». LORIA, UMR 7503 JFIADSM, 2001.
- [BOV 01] E.G.P. Bovenkamp, J. Dijkstra, J.G. Bosch, and J.H.C. Reiber « Collaborative Multi-agent IVUS Image Segmentation » Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2001
- [DUC 01] E. DUCHESNAY « Agents situés dans l'image et organisés en pyramide irrégulière. Contribution à la segmentation par une approche d'agrégation coopérative et adaptative ». Thèse de Doctorat de l'Université de Rennes-1 (2001)
- [IDI 05] Idir karima, Merouani Hayet et Tlili Yamina « Proposition d'une Pyramide Duale D'agents pour la Segmentation d'Image » SETIT 2005 3rd International Conference: Sciences of Electronic, Technologies of Information and Telecommunications – TUNISIA
- [LIU 99] LIU J. TANG Y. « Adaptive image segmentation with distributed behavior based agents. » IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence, 21(6):544-551, June 1999.
- [MAZ 05] S. Mazouzi, M.C. Batouche et Z. Guessoum « Un Système multi-agents auto-adaptatif pour la segmentation et la reconstruction de scènes 3D » SETIT 2005 3rd International Conference: Sciences of Electronic, Technologies of Information and Telecommunications – TUNISIA
- [OUA 02] Salima Ouadfel, Mohamed Batouche « Unsupervised Image Segmentation Using a Colony of Cooperating Ants » Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2002

- [RAM 00] RAMOS V., ALMEIDA F., « Artificial Ant Colonies in Digital Image Habitats – A Mass Behaviour Effect Study on Pattern Recognition », Second International Workshop on Ants Algorithms, Ants2000, Bruxelles, 2000.
- [RIC 01] N. RICHARD, M. DOJAT, C. GARBAY « Dynamic adaptation of cooperative agents for MRI brain scans segmentation ». Artificial Intelligence in Medicine (2001)
- [RIC 02] N. RICHARD, M. DOJAT, C. GARBAY « Situated cooperative agents: a powerful paradigm for MRI brain scans segmentation ». European Conf. On AI – ECAI-2002.
- [SET 02] Hakim SETTACHE « Une plate-forme multi-agent pour la segmentation d'images : Application dans le domaine des IRM cérébrales 2D » Université de Caen Septembre 2002