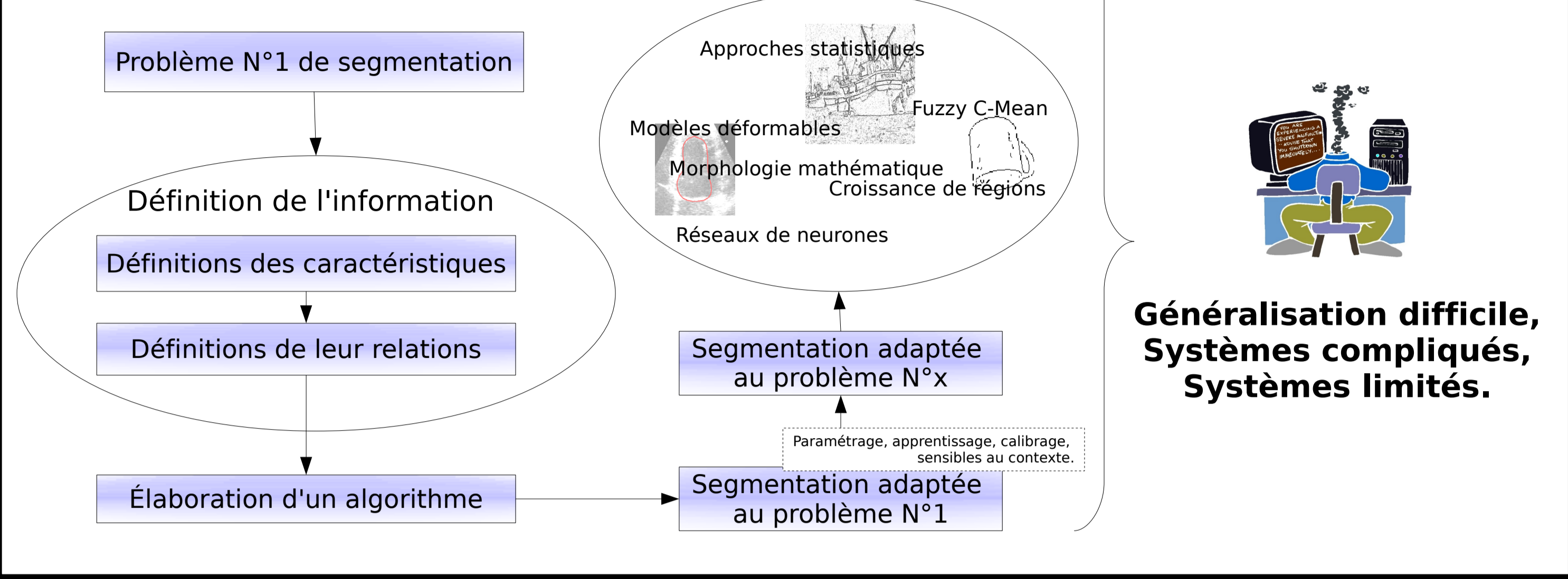


# Segmentation dynamique d'images : Application à des signaux unidimensionnels

Jason MAHDJOUR, Fabien MICHEL, Zahia GUESSOUM  
CRESTIC/LERI, Université de Reims, Rue des crayères BP 1035, 51 687 Reims CEDEX 2 France  
{jason.mahdjoub; fabien.michel; zahia.guessoum}@univ-reims.fr

## 1. Segmentation classique



## 2. Orientations, hypothèses et objectifs

Pour sortir de cette impasse, nous proposons d'aborder le problème de la segmentation sous un angle différent. Pour cela, nous nous inspirons de plusieurs domaines.

### Vision artificielle [Marr 82]

« Comprendre » ne nécessite pas « voir »  
**Haut niveau d'analyse** : permet de donner une **interprétation sémantique** et donc de **comprendre** la scène analysée.

« Voir » ne nécessite pas « comprendre » Influences  
**Bas niveau d'analyse** : permet de donner une **description** des formes, contours, régions et tout autre type de primitives, **sans considération sémantique**.

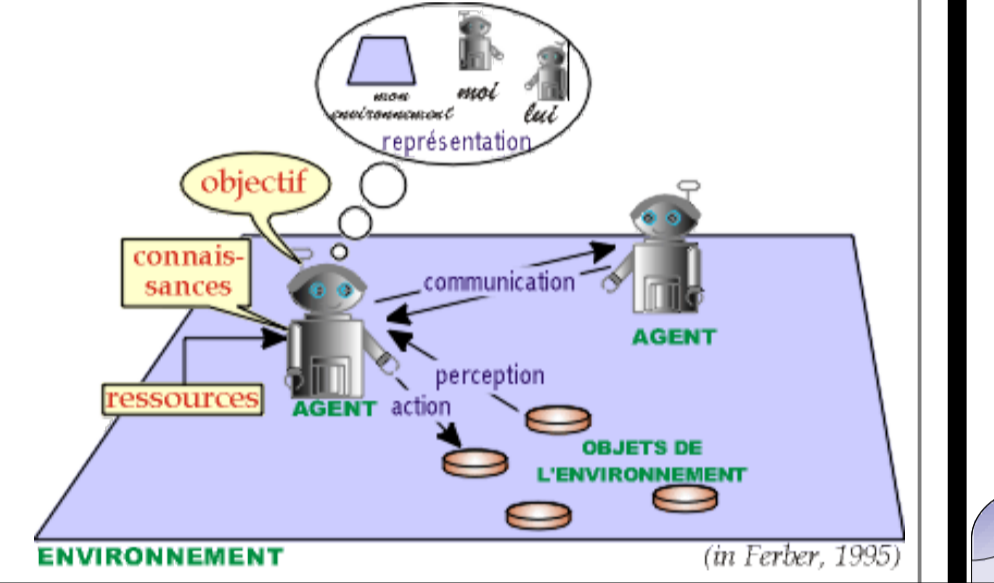
**Hypothèse 1** : L'information naturelle présente dans une image ne dépend pas de l'observateur. Elle existe en tant que **probabilité**.

**Objectif 1** : Concevoir un système capable de faire **émerger** la détection de cette information sans la définir a priori (caractéristiques, seuils, calibrage, etc...).

### Systèmes multi-agents [Ferber 99]

Un système multi-agent est constitué d'entités autonomes inter-agissant entre elles et évoluant dans un environnement. Un tel système permet :

- de décentraliser et de simplifier le traitement de l'information,
- une robustesse des traitements,
- l'émergence de comportements au niveau macro, à partir d'interactions au niveau micro.



**Hypothèse 2** : L'espace des combinaisons de segmentations possibles est tellement grand, que l'on doit nécessairement l'explorer de façon **distribuée**.

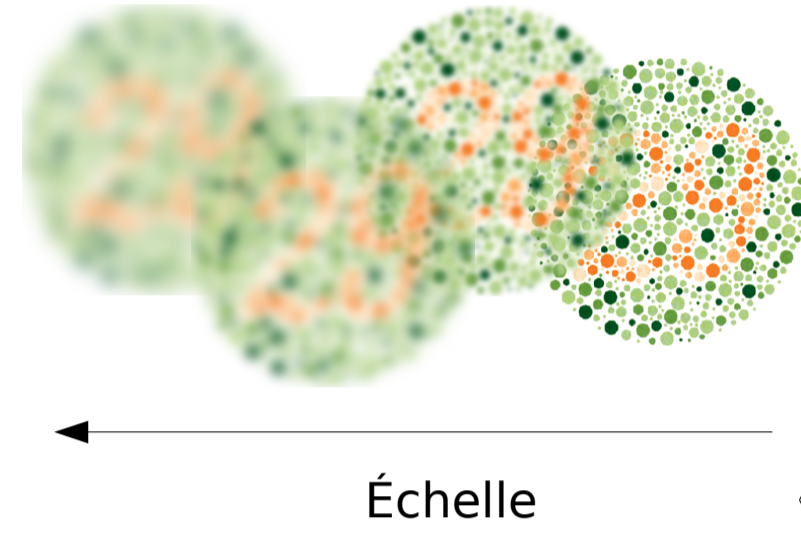
**Objectif 2** : Concevoir un **système multi-agent** capable de converger vers un état stable et unique lors de l'analyse d'un même signal. L'**auto-organisation** distribuée qu'il prendra exprimera l'information la plus probable. Les phénomènes d'émergences et de rétroactions systémiques devront être exploités pour accélérer la convergence.

### Analyse Multi-Echelle

La représentation multi-échelle consiste à faire ressortir de l'image :

- les détails les plus grossiers dans les hautes échelles
- les détails les plus fins dans les basses échelles.

L'analyse multi-échelle est **progressive**. De plus l'abstraction des basses échelles permet une grande **robustesse** de l'analyse face au **bruit**.



**Hypothèse 3** : Un comportement visuel artificiel auto-adaptatif passe **nécessairement** par une analyse **multi-échelle** de l'image [Marr 82, Guigues 03].

**Objectif 3** : La **transformée en Ondelette** formera une partie de l'environnement des agents. L'analyse multi-échelle sera motrice d'une **émergence multi-niveaux** [Beurier 03].

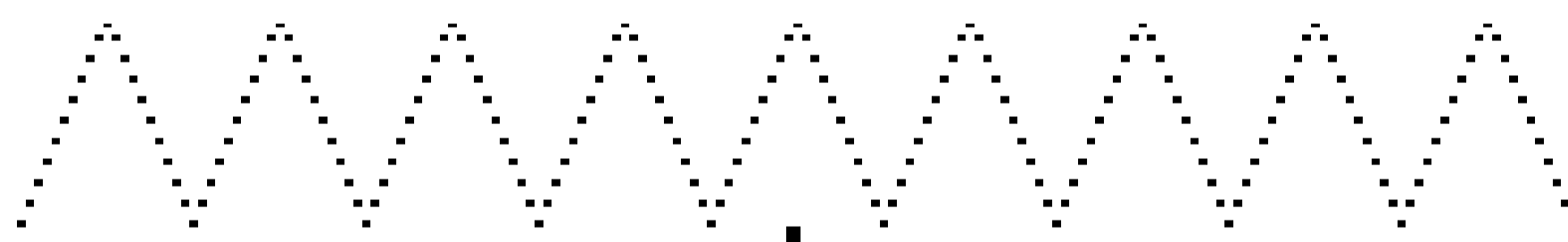
**Hypothèse 4** : Les informations extraites du signal ne doivent pas être arbitraires et doivent avoir une **base mathématique**.

**Objectif 4** : Une partie des **mécanismes d'interactions** des agents sera basée sur ces informations. Elles seront essentiellement à **caractère probabiliste**.

### Traitement du signal

Le traitement du signal base son analyse sur les propriétés physiques du signal. Les lois déduites ne sont pas arbitraires, et ont des **significations mathématiques**. Ces propriétés n'ont pas de considérations sémantiques les limitant à un cadre d'application.

## 3. Aperçu du système

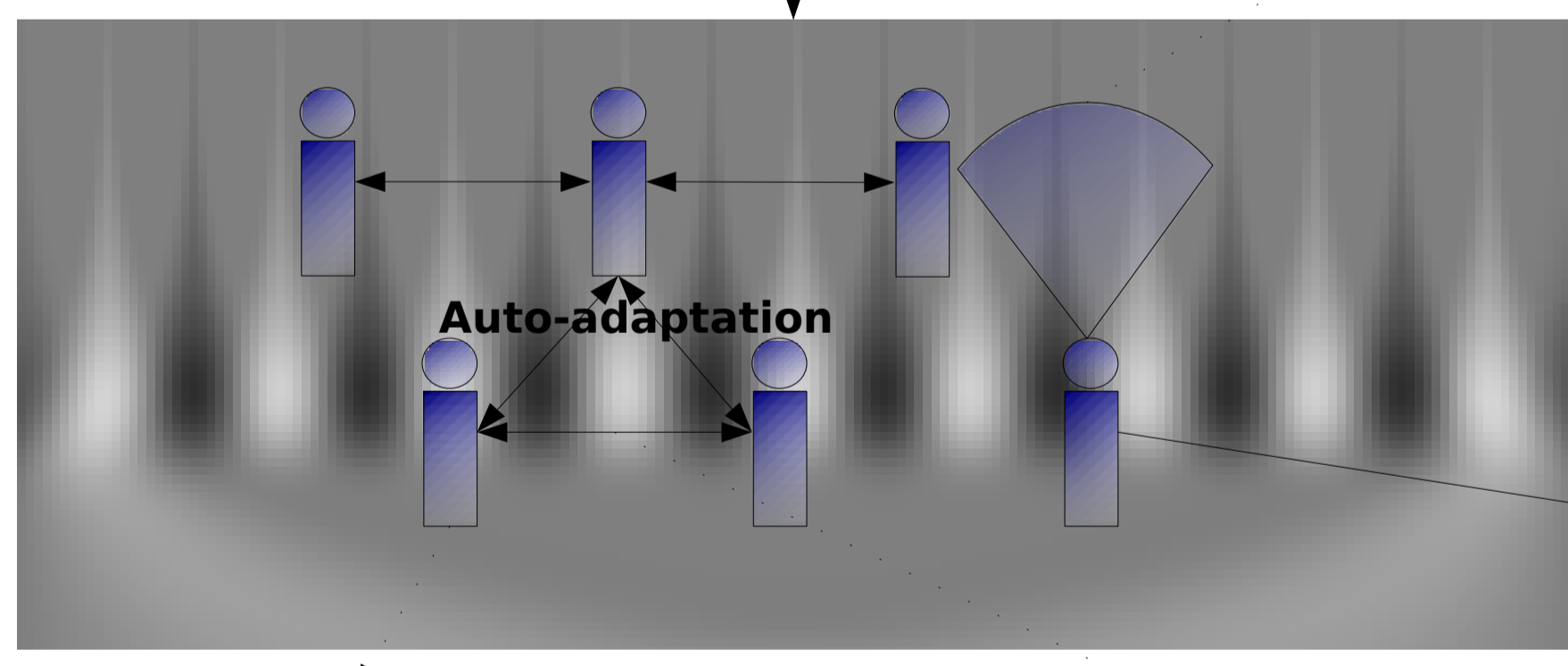


Environnement (Transformée en Ondelette) :

$$\Psi_x^\psi(\tau, s) = \frac{1}{\sqrt{|s|}} \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \psi\left(\frac{t-\tau}{s}\right) dt$$

### Approximation de l'information :

- Activation de l'agent ayant l'approximation :
- la moins incertaine
  - la plus compressée
  - ayant une probabilité > 1/2



### Auto-adaptation

- Perceptions de l'agent A<sup>i</sup>**
- Echelle : s
  - Position :
  - Énergie :
  - Voisins : A<sub>j</sub>

### Prise en compte

- des informations inter-corrélées
- des informations complémentaires
- de l'incertitude sur l'information portée

### Champ de perception

Les agents A<sup>j</sup> actifs et perceptibles par l'agent courant sont définis tel que s<sub>A<sup>j</sup></sub> < s et |τ - τ<sub>A<sup>j</sup></sub>| < s/2.

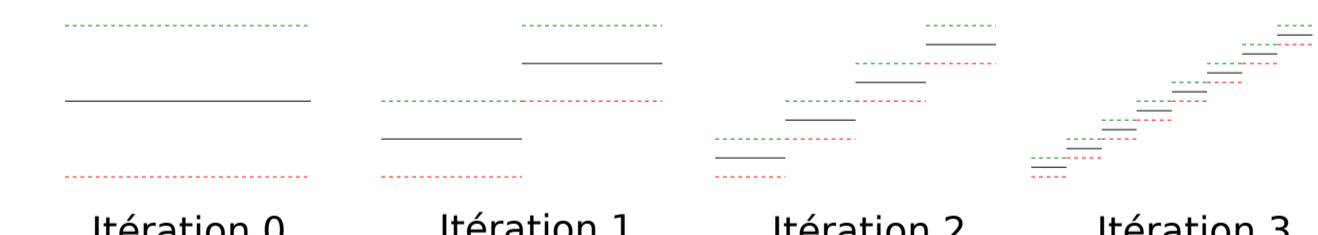
## 4. Rôle de l'agent

Approximer la portion de signal qu'il représente à son échelle et à sa position. Pour se faire, il dispose d'une énergie :  $\Psi_x^\psi(\tau, s)$ . A partir de cette énergie, il doit être capable de déterminer le signal f(t) espéré ainsi que l'incertitude I de son approximation.

Par exemple, si l'énergie est maximale, f(t)=f'(t)=1, et I=0. En revanche, si l'énergie est nulle, il peut espérer que son signal f(t) soit égal à 0,5. Son incertitude est alors maximale : I=1.

Afin de réduire son incertitude, il doit se servir des informations provenant des agents voisins à échelle inférieure. Si l'agent a besoin d'autant d'informations qu'il y a dans le signal original pour l'approximer, le signal est alors considéré comme du bruit. Pour mesurer le gain d'information, nous pouvons nous inspirer des fractals.

### Exemple d'une fractal (une loi) :



$$\text{gain d'information} : \text{Gain}_{\text{frac}} = 1 - \frac{\text{NbLoiFrac}}{\text{NombrePixel}}$$

**Nous avons déterminé que le gain d'information doit être supérieur à 0.5.**

## 5. Approximation de l'information

Pour calculer une approximation du signal, un agent prend en compte l'état physique d'un certain nombre de ses voisins (agents utiles) et met à jour son propre état.

• Nombre d'agents utiles :

$$\text{NbAgentUtile} = 1 + \sum_{j=0}^{\text{ListeAgentVoisinUtil.taille}} \text{NbAgentUtile}_{A_j}$$

• Gain d'information :  $\text{Gain} = 1 - \frac{\text{NbAgentUtile}}{s_{A^i}}$

• Incertitude personnelle (Elle concerne l'incertitude de l'approximation du signal en ne considérant que l'énergie perçue par l'agent) :

$$I_{\text{Perso}} = \int |f(t) - \text{Approx}_{\Psi_x^\psi(\tau, s)}(t)| dt$$

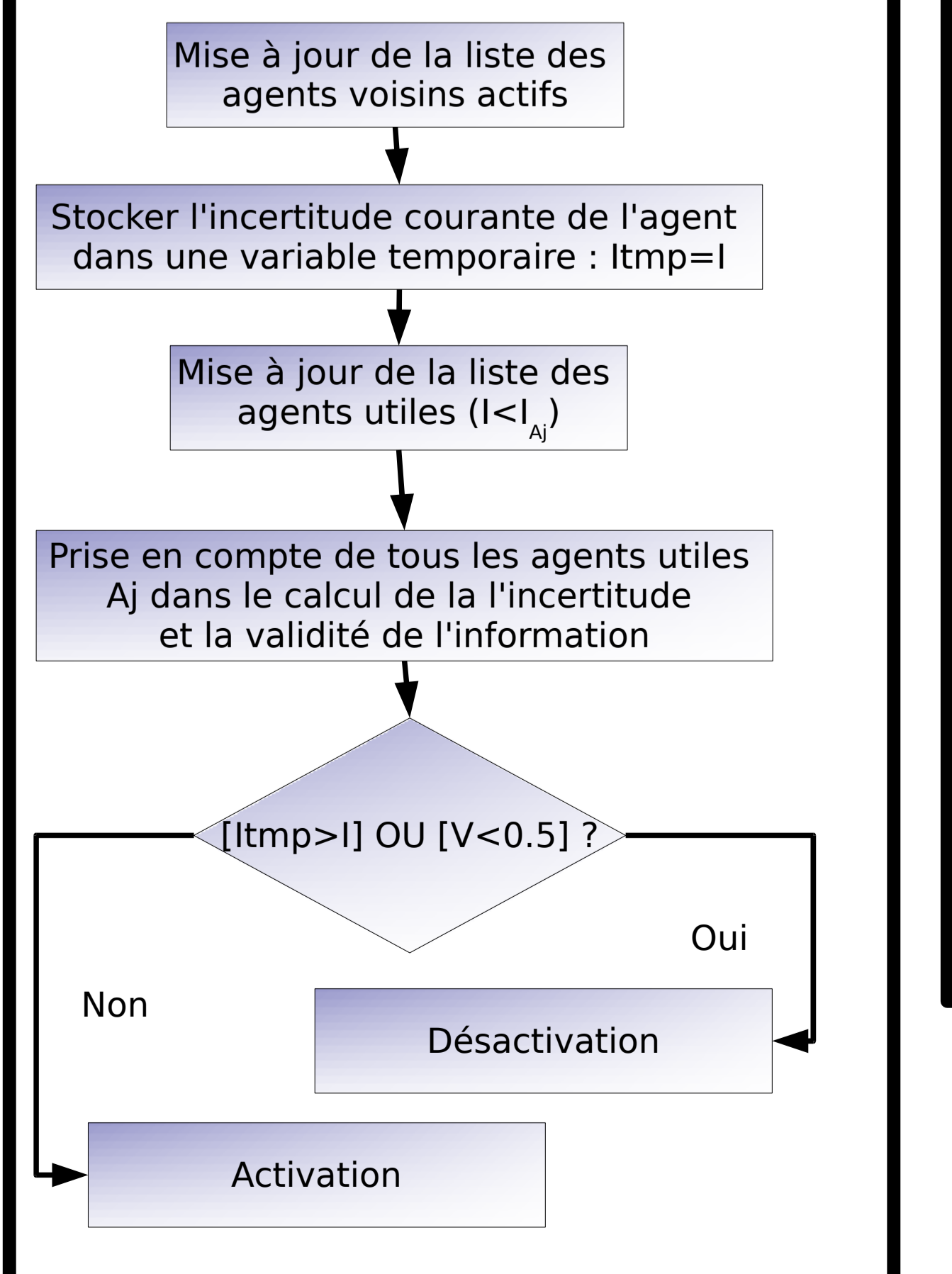
• Validité personnelle de l'approximation :

$$V_{\text{Perso}} = \text{Gain} * (1 - I_{\text{Perso}})$$

• Incertitude :  $I = I_{\text{Perso}} - \sum_{j=0}^{\text{ListeAgentVoisinUtil.taille}} \frac{|I_{\text{Perso}} - I_{A_j}|}{s_{A^i} - s_{A_j}}$

• Validité :  $V = \text{Gain} * (1 - I) * \Psi_x^\psi(\tau, s)$

## 6. Activité de l'agent



## 7. Conclusion & perspectives

Nous avons présenté un SMA permettant de segmenter dynamiquement un signal, afin d'en extraire l'information la plus probable. Ce système serait capable :

- d'établir une analyse multi-échelle
- d'approximer et de hiérarchiser le signal perçu sans en approximer le bruit

**Il n'a besoin d'aucune information ou de calibrage a priori**, si ce n'est d'un seuil de précision comme test d'arrêt (que nous automatiseront plus tard).

**Nous nous fixons les perspectives suivantes :**

- Établir une expérimentation
- Optimiser le modèle et s'assurer qu'il converge bien vers la solution optimale. Nous nous baserons sur un modèle d'attraction/répulsion, nécessitant la mise en collaboration d'agents dans différents espaces d'interactions.
- Généraliser alors le modèle acquis pour une analyse de signaux à N dimensions.