

Modélisation à base d'agents de systèmes physiques: exemple de l'érosion côtière.

- La problématique de l'érosion côtière
- État de l'art de la modélisation de l'érosion côtière
- Notre première approche multi-agents
 - Modèle de transport convectif (advection)
 - Modèle de diffusion de chaleur
 - Premier modèle d'érosion
- Conclusions et perspectives

J. M. Dembele*, C. Cambier*

*Laboratoire Modélisations et Applications Thématiques (MAT)
Dépt Maths Info/FST/UCAD-IRD (GEODES)

[dembele | cambier@ird.sn](mailto:dembele|cambier@ird.sn)

- **Facteurs?** (vents, courants, tempêtes, niveau de la mer, sédiments. Phénomène complexe résultant de l'action de plusieurs processus.)
- **Où?** (presque toutes les côtes, surtout les côtes sableuses)
- **Intervenir oui! Mais comment ?** (Ingénierie côtière basée sur des modèles de prévision fiables)
- **La difficulté** (simulation, manque de données, fonction de transport, modèles universels, représentation environnement dynamique)
- **Notre approche SMA*** (pas une étude des facteurs et mécanismes d'érosion!!!)

intégration des processus dans un système dynamique distribué
différente de la mise en équation et de la résolution numérique

* Etudes déjà menées dans ce sens:

- modélisation de dynamiques de flux par agents (Servat 2000).
- physique des milieux granulaires(Breton 2002).

1 - Profile models

→ Evolution du profil. Etude des processus transversaux. Constance dans le transport longitudinal. Efficace dans la prédiction des phénomènes à court terme.

2 - One-line models

→ Evolution du trait de côte. Etude des processus longitudinaux. Constance dans les phénomènes transversaux. Prédiction dans le long terme. Très utilisés en ingénierie côtière, des simplifications.

3 - Multi-line models

→ Evolution du trait de côte et du profil, mais pas un espace 3D. Ressources de calcul.

4 - 3D models

→ Essayer de formuler tous les processus en équation dans un espace 3D. Difficultés de calibration, vérification et simulation dans le long terme.

1 - Principe des one-line models.

- changements sont dus aux différences dans le transport longitudinal
- transport est du à l'effet des vagues et/ou des courants

→ équation des one-line*:
$$\frac{\partial y}{\partial t} + D \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{\partial y}{\partial t} + D' \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = 0$$

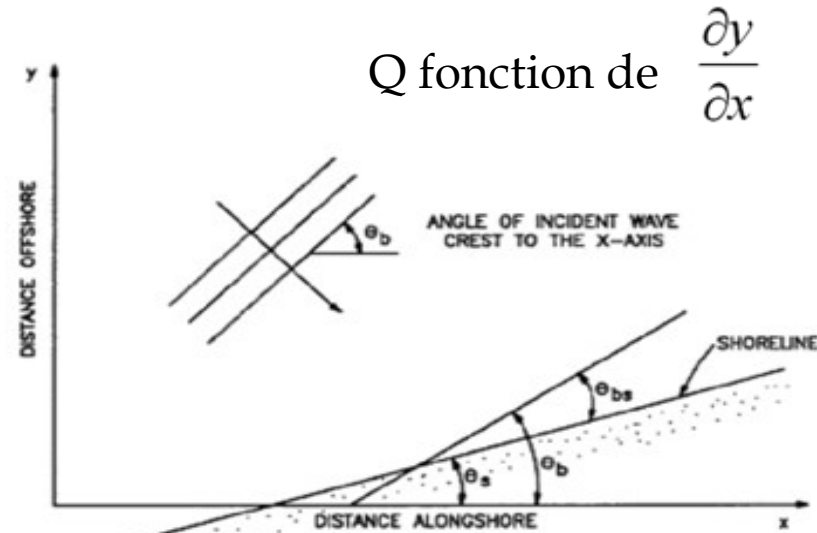
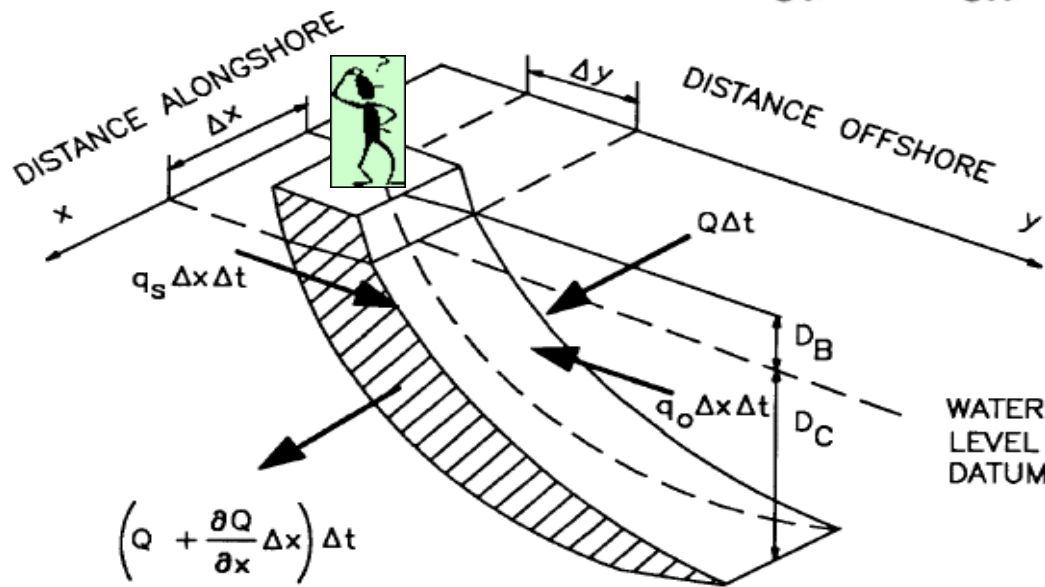


Fig. 1: section de côte

Fig. 2: angle des vagues

$$Q = (H^2 C_g)_b [a_1 \sin 2\theta_{bs} - a_2 \cos \theta_{bs} (dH/dx)]$$

* Q: la fonction de transport, y: la position du trait de côte, D et D': deux variables dépendantes de x et t

2 - Quelques discussions sur les modèles one-line (GENESIS)

→ Simplifications ou approximations pour obtenir une EDP (équation de diffusion) pour la résolution numérique.

→ Limites dues à la résolution numérique de l'équation:

→ gérer la stabilité de la méthode numérique (Condition CFL)

→ non prise en compte de la chronologie des processus

→ gestion des dynamiques de l'environnement



→ description du système suivant les interactions ponctuelles de ses différents éléments (les règles) et non suivant l'évolution générale du système (les lois).

→ Réfléchir donc sur une organisation d'agents en se basant sur des phénomènes proches (ex: équation d'advection, équation de diffusion)

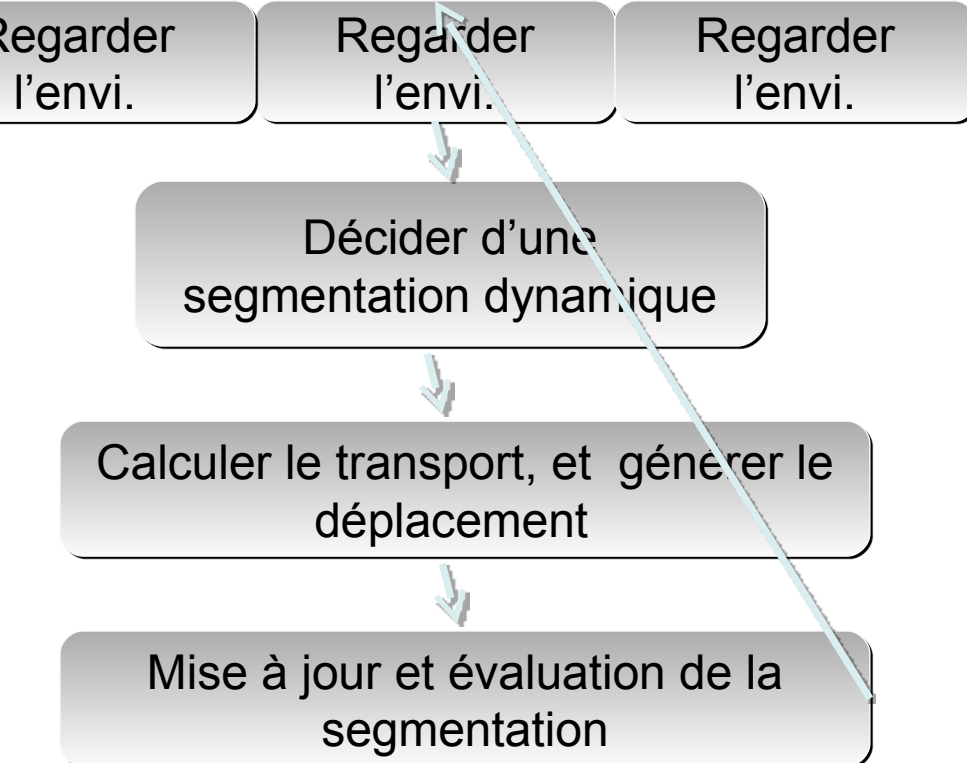
1 - Résolution à base d'agents (Ou, pourquoi les SMA?)

- Permet de suivre le phénomène en s'intéressant aux interactions des éléments (ou composantes).
- Possibilité de décrire une organisation d'agents pour les acteurs de l'érosion (i.e. le transport longitudinal ou autres facteurs...) et de suivre leurs traces d'exécution dans le temps.
- Possibilité d'intervenir plus soupagement sur l'organisation (limiter les simplifications, « toucher » aux agents à n'importe quelle étape, mieux gérer l'environnement)
- Essayer de contourner les limites de la résolution numérique (minimiser la perte de précision des modèles numériques en jouant sur le nombre d'éléments, la dynamique, ...)

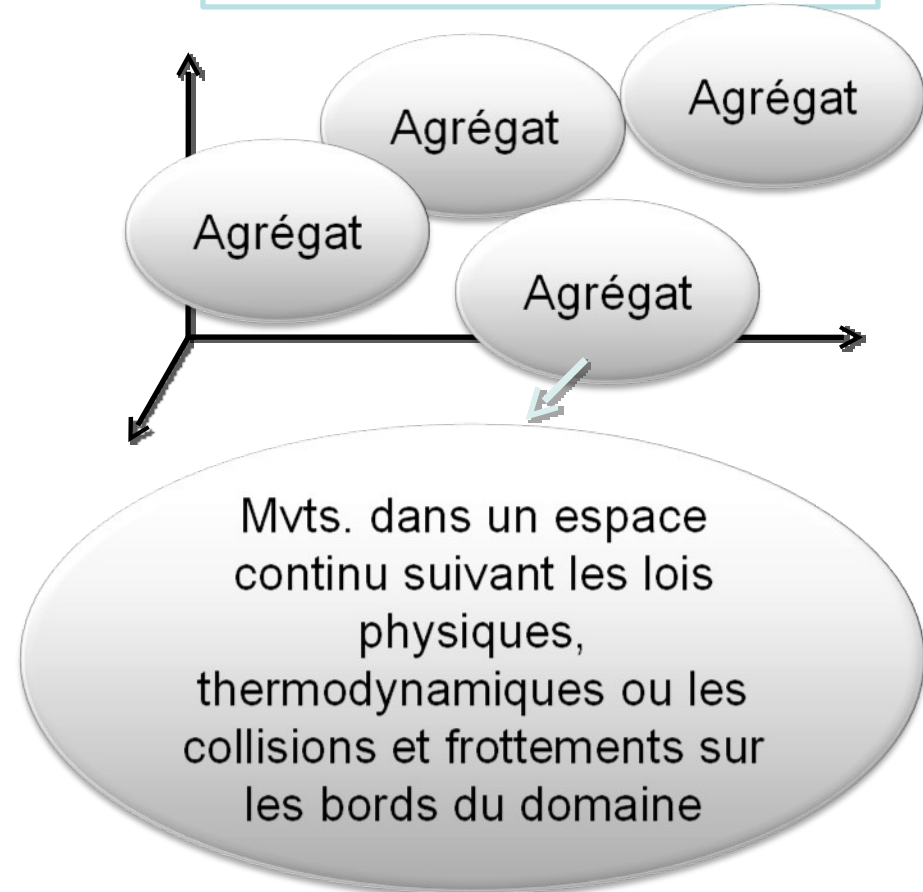
1-(bis) - Résolution à base d'agents (la démarche)

EROSION ONE-LINE

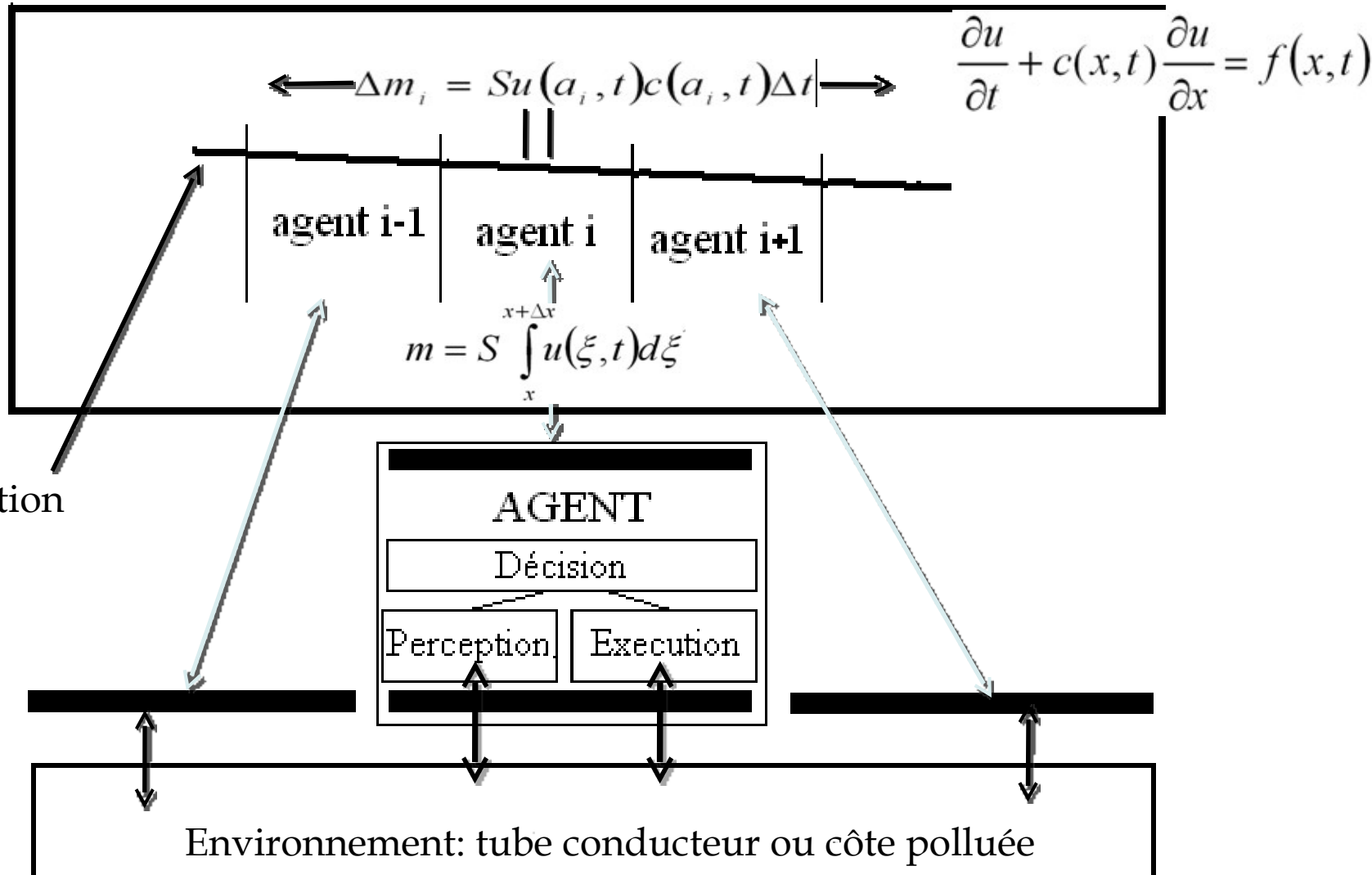
Approche MA eulérienne,
agents = segments d'espace



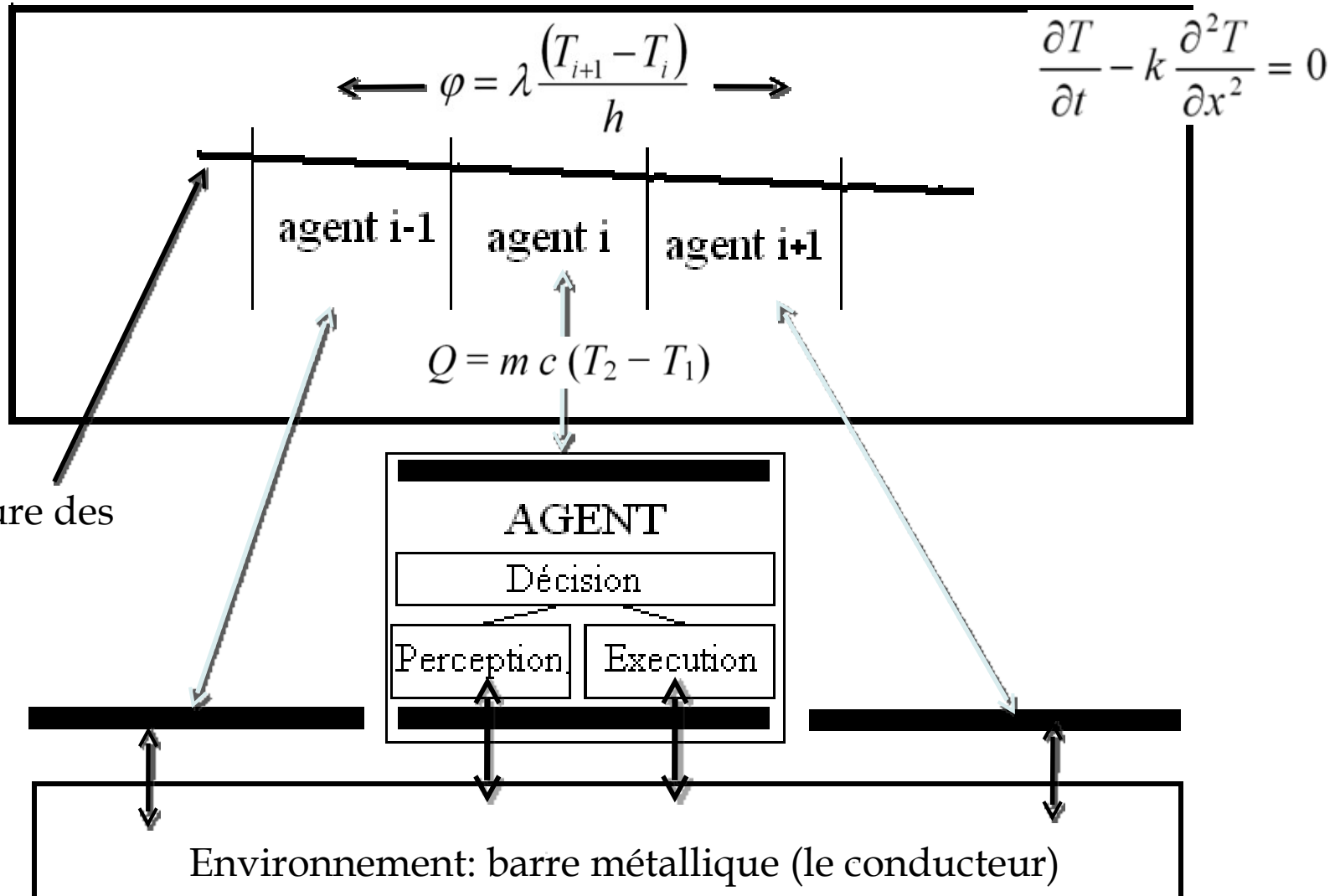
Approche MA lagrangienne,
agents = boules de matières



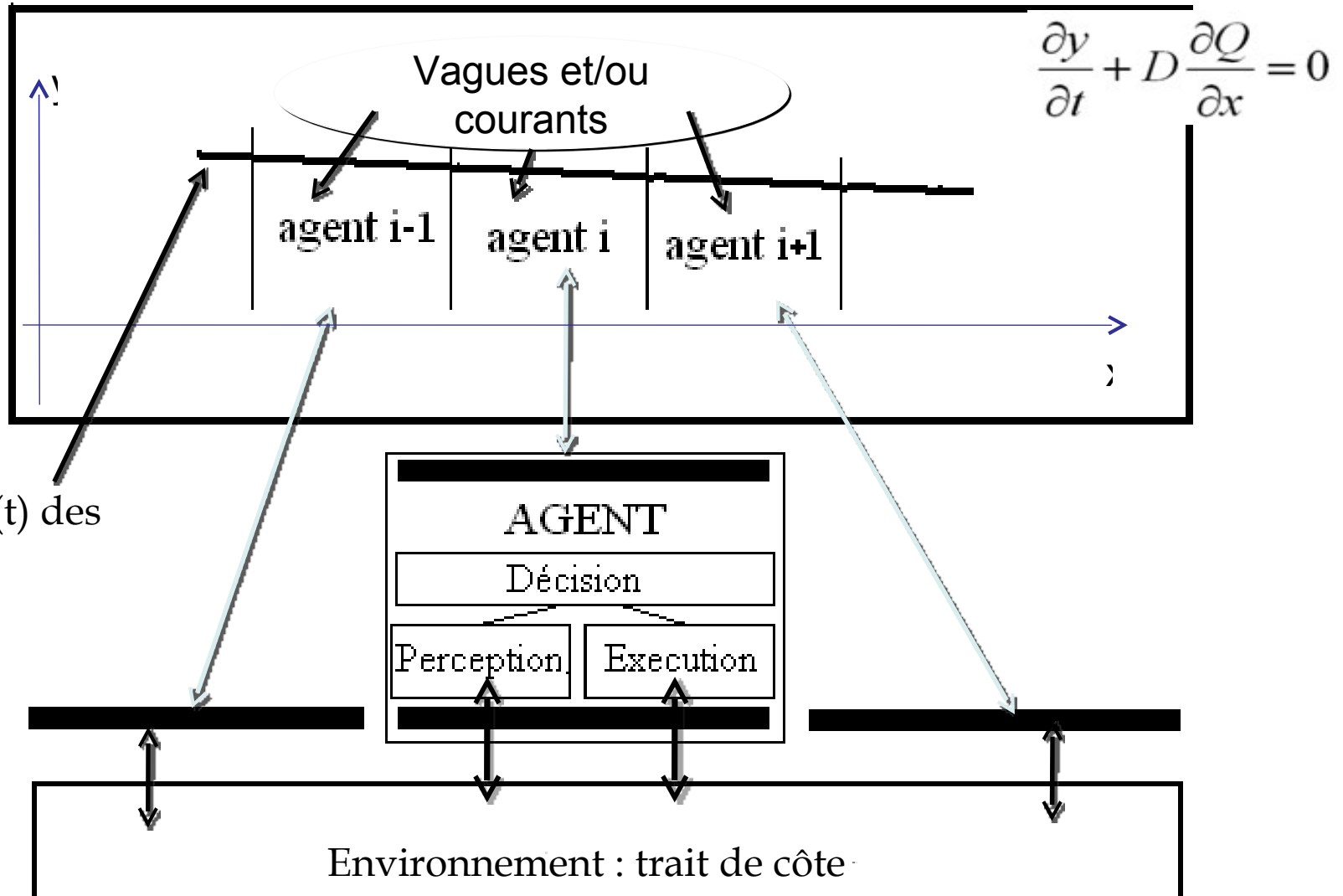
1-(ter) - Résolution à base d'agents (équation d'advection, cond. init.)



1-(ter) - Résolution à base d'agents (équation de diffusion, cond. init.)



1-(ter) - Résolution à base d'agents (érosion one-line)



2 - Etude du transport convectif de par l'équation d'advection

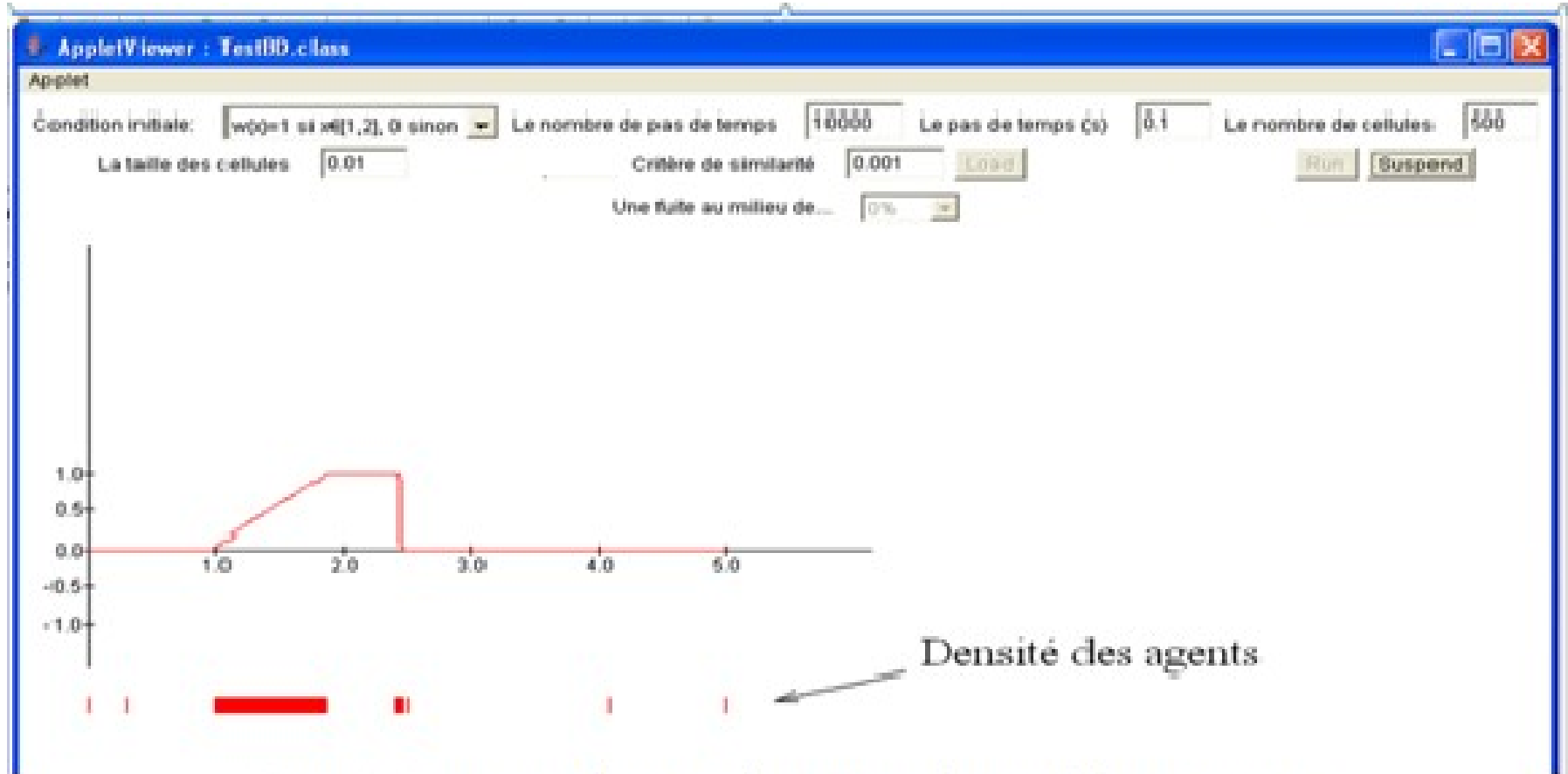


Figure 6 : Segmentation dynamique à $t > 1$. Vitesse fonction de la concentration.

5 - Quelques tests et résultats

Nous avons travaillé sur les trois périodes allant de 1976 à 1988, de 1988 à 1997 et de 1976 à 1997 en nous basant sur une étude déjà menée dans la zone

Type de segmentation	Sans	Avec, si $I > 0$	Avec, si $I > 0.1$	Avec, si agent entre 0 et 2000m
Nombre d'agents	83	166	126	123
Agents dans [0,1000m]	20	40	20	40
Dans [1000, 2000m]	20	40	20	40
Dans [2000,3000m]	20	40	40	20
De 3000m à la fin	20	46	46	23
Temps de simulation	2min,21s	4min, 14s	3min,28s	3min, 13s
Distance	1643,5	1818,7	2142,3	1242,8

Tableau 1. Résultats avec la segmentation dynamique

Conclusions

- Faisabilité avec les SMA (et pour les problèmes de transport)
- Souplesse dans la programmation
- Penser à enrichir le modèle (vers une organisation d'agents + proche de la réalité)
- Tendre vers le multi-line...

Perspectives

- Approche particulière pour les transports déjà étudiés
- Décrire le transport sur chaque segment avec une approche particulière (transport de sédiments comme mouvements de boules de sables soumis à l'action des vagues et/ou des courants.)
- Associer chaque agents segment aux agents boules de sable concernés.
- Établir le dialogue entre agents segments pour établir un couplage des deux systèmes.