

Panorama des Outils de Simulation et d'Aide à la Décision à Montpellier

Modélisation/simulation/contrôle/optimisation

Bijan Mohammadi
Institut de Mathématiques et de Modélisation de Montpellier
(I3M – UMR CNRS 5149)

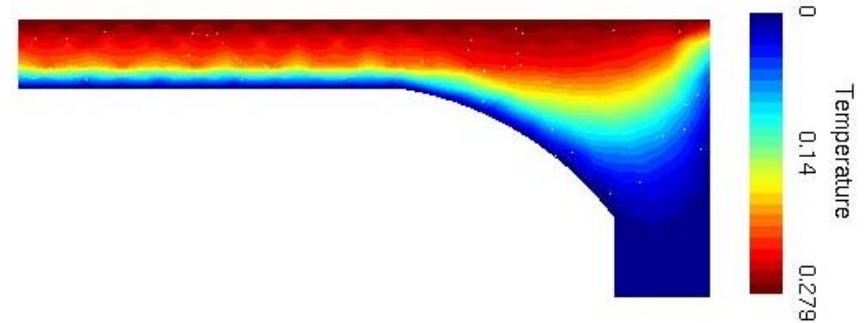
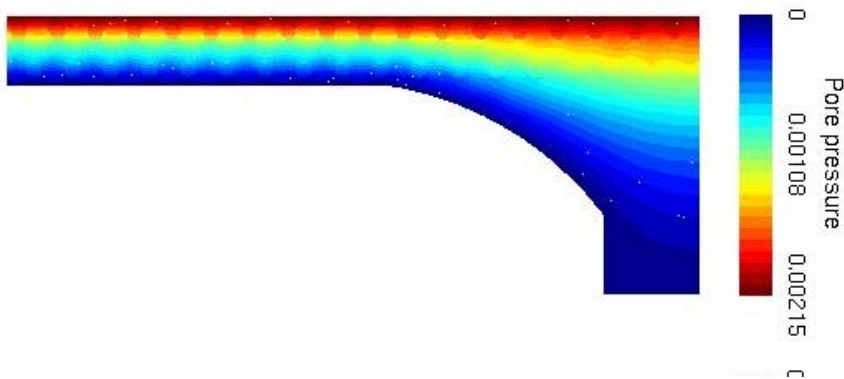
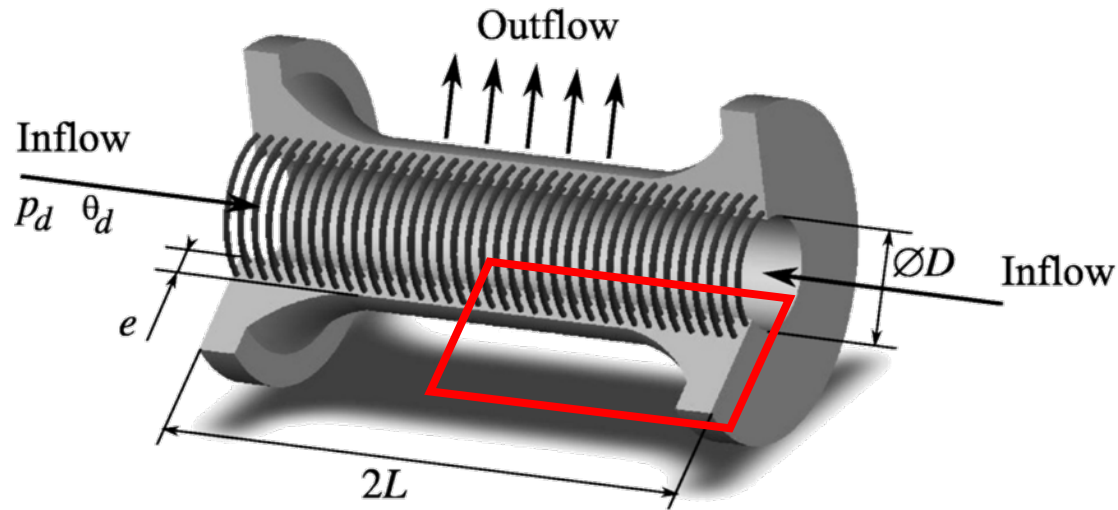
Calcul en Structures (Frédéric Dubois)

- Compétences en calcul de structure « continue »
 - calcul linéaire et non-linéaire (cinématique, matériau, contact)
 - couplages multi-physiques (thermique, transport, etc.)
 - fissuration
 - milieux poreux
 - développement de méthodes numériques performantes
 - introduction de modèles issus de campagnes expérimentales

- Applications, quelques exemples:
 - calcul de structures en bois
 - séchage
 - tribologie, usure des interfaces
 - matériaux biologiques

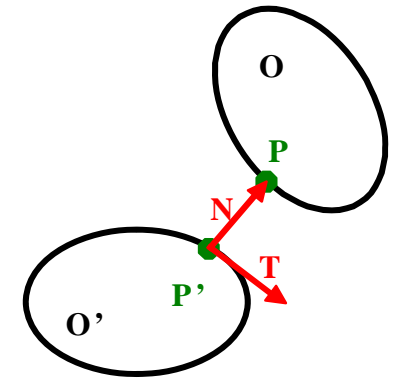
- Outils disponibles :
 - Commerciaux : Ansys, Abaqus
 - Libres : Cast3M (CEA), Code_Aster (EDF)
 - Propres : LMGC90

Analyse d'un filtre en céramique poreuse renforcée
 Simulation couplée thermo-poro-élastique non-linéaire
 (David Dureisseix)

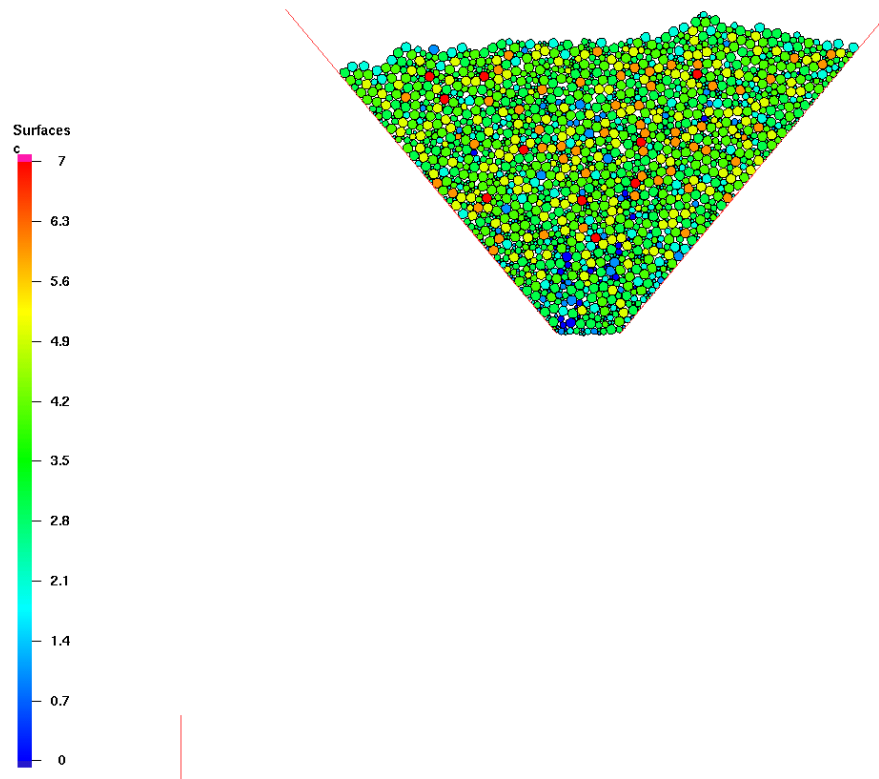


Calcul en Structures (Frédéric Dubois)

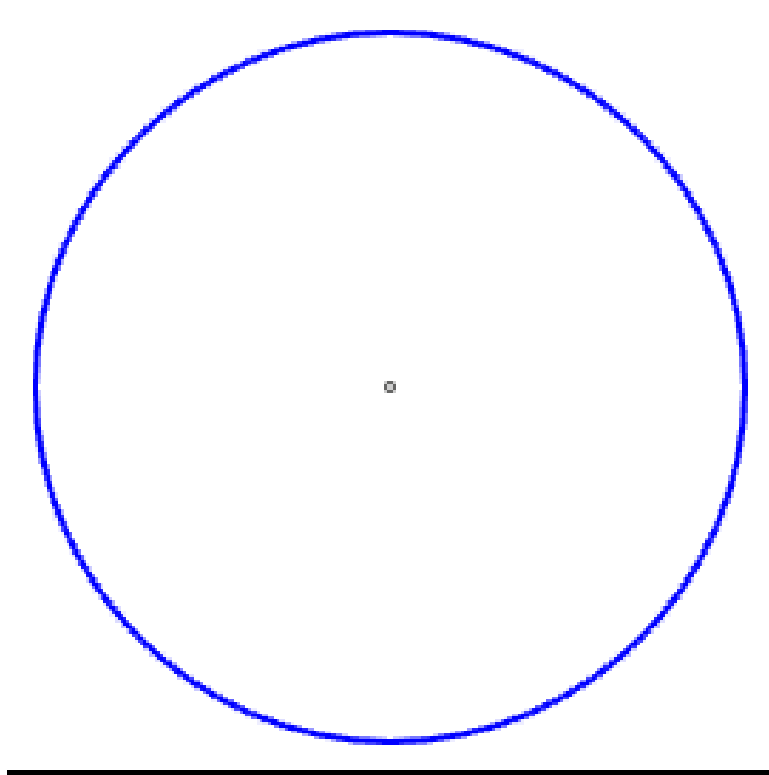
- Compétences en modélisation des **systemes discrets** (étude du comportement collectif d'un ensemble de composants distincts en interaction)
 - Composant = corps rigide, interaction = contact-frottant
 - Extensions :
 - ✓ géométries complexes
 - ✓ corps déformables, interactions complexes
 - ✓ couplages multi-physiques
 - ✓ modèles numériques hybrides
 - ✓ couplage de codes: structure, transport, fluide
- Applications, quelques exemples
 - milieux granulaires sec ou cohésifs
 - modélisation de la cellule
 - sédimentation, rhéologie des fluides chargés
 - séchage de matériaux granulaires
- Outils
 - **LMGC90** : plateforme « générique » développée au LMGC
 - Codes spécifiques



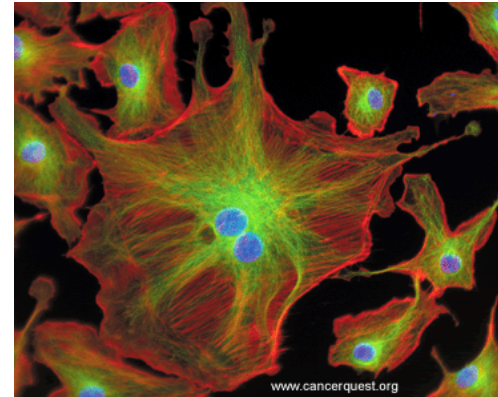
Écoulement de grains dans un silo



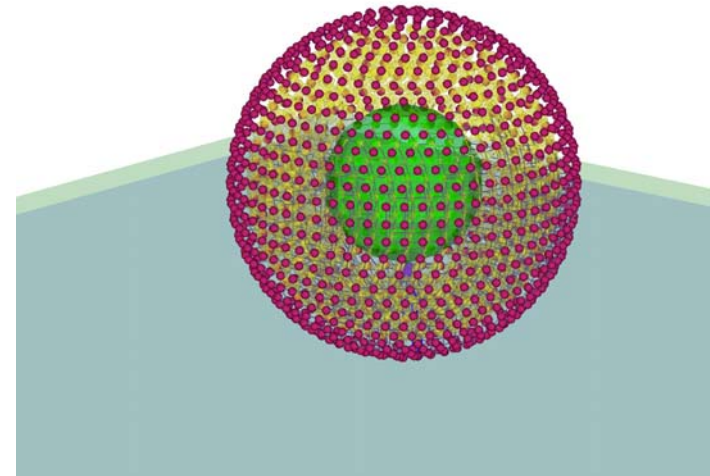
Division cellulaire dans une boîte
circulaire
(Robert Peyroux)



Adhésion/structuration d'une cellule
(Patrick Cañadas)



**Filaments d'actine et
microtubule dans des
cellules endothéliales
(www.cancerquest.org)**



Écologie microbienne et Mathématiques I

UMR INRA/SupAgro ASB

EPI INRIA/INRA MERE

Les microbes au coeur des cycles géochimiques carbone et azote

- Etude des micro-organismes dans des écosystèmes reconstitués (bioréacteurs de laboratoire).
- Biologie moléculaire donne accès à des spectres d'abondance des espèces (signature de brins d'ADN amplifiés).
- Utiliser les micro-organismes à des fins de préservation des ressources: dépollution biologique des effluents agricoles (avec l'INRA LBE)
- Limiter les émissions de gaz à effet de serre par séquestration du carbone végétal par les bactéries du sol (avec l'UMR BSR et l'IRD SeqBio)

Ecologie microbienne et Mathématiques II

UMR INRA/SupAgro ASB

INRIA/INRA MERE

Les mathématiques

- modèles spatio-temporels (e.d.o., e.d.p.)
- invariances et changements d'échelles micro/macro
 - optimisation
- automatique (régulations, capteurs logiciels)

Les verrous scientifiques

- estimation et rôle de la biodiversité
- liens structuration spatiale/biodiversité (biofilms)

'Extremum seeking'

But : trouver un optimum pour un système complexe
dont on ne connaît pas tous les paramètres.
Apprentissage des paramètres simultané à la recherche de
l'optimum

Cadre : modèle du chémostat (réacteur biologique)
Loi de croissance inconnue

EDP et dynamique des populations

Systèmes de réaction-diffusion unifiés et comportement de solutions :

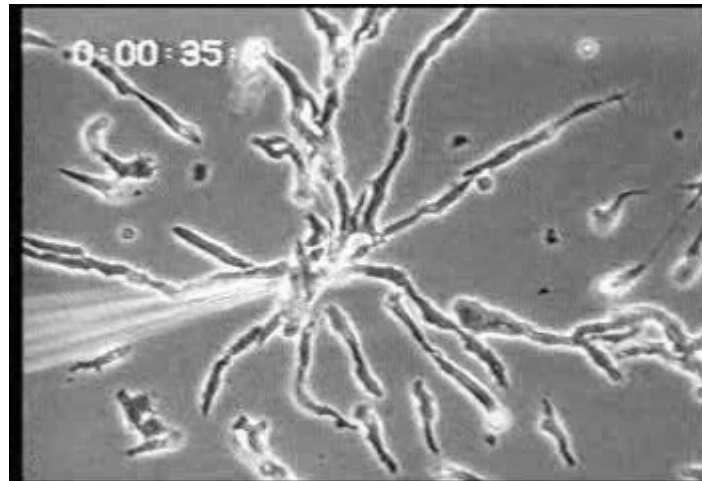
- Mouvement d'amibes par chimiotactisme
(évolution mono-multi-cellulaire – Keller-Segel)
- Modèles à diffusion non-linéaire

$$u_t = \text{Lap}(u^m) - \text{div}(u \text{ grad } v) + f(u) / c$$

$$v_t = \text{Lap}(v^n) + u - K v$$

u : densité amibes

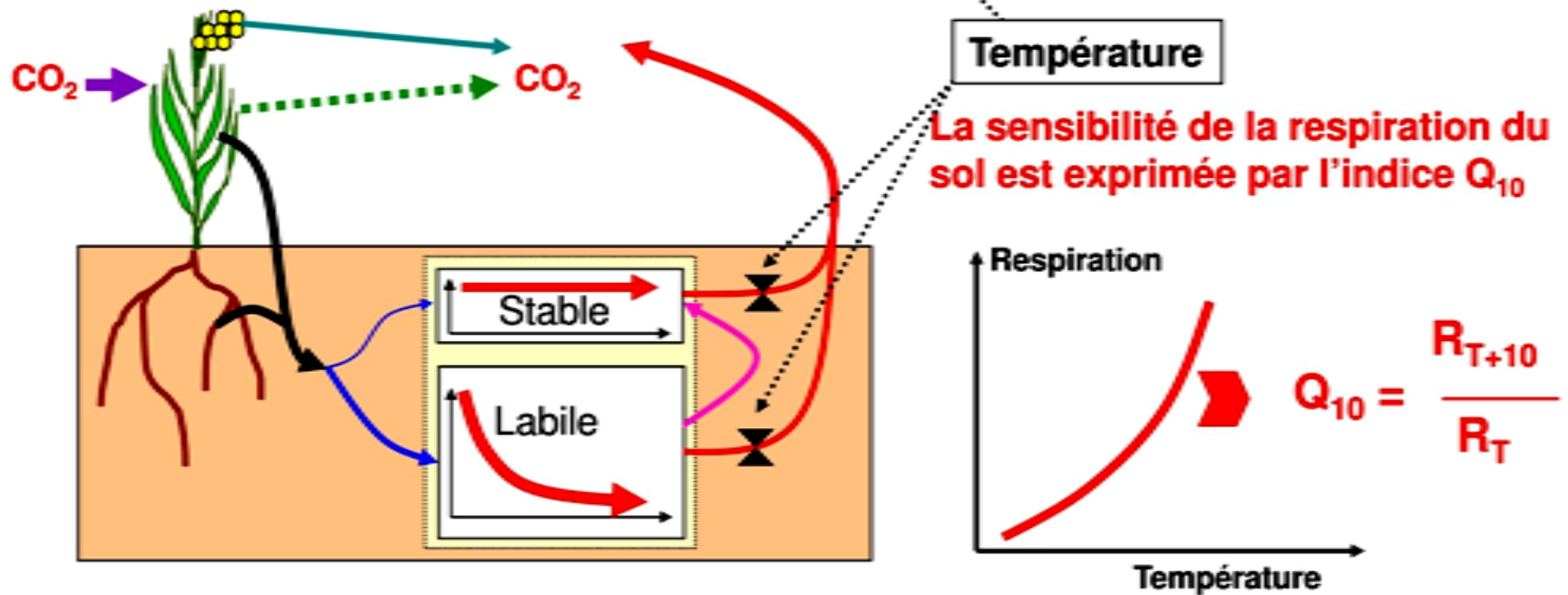
v = densité substance attractrice



Modèle sol/plante

Les modèles des dynamiques du carbone et les changements climatiques
(I3M - IRD SeqBio)

$$\frac{dC_i}{dt} = \text{entrées} \times \text{répartition}_i - \text{minéralisation} \times k_i \times C_i - \sum_j \text{transfert}_{ij} \times k_j \times C_j$$



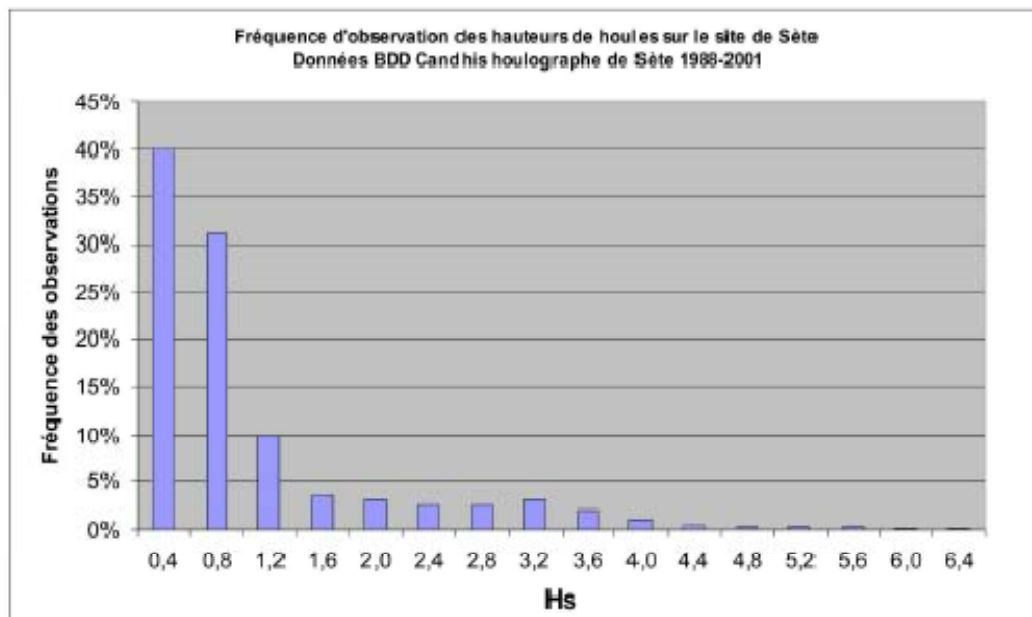
Modélisation de la respiration du sol

Erosion et tempête

Impact sur systèmes lagunaires

I3M / ANR COPTER / BRL

GLADYS Plate-forme technologique (Région LR)

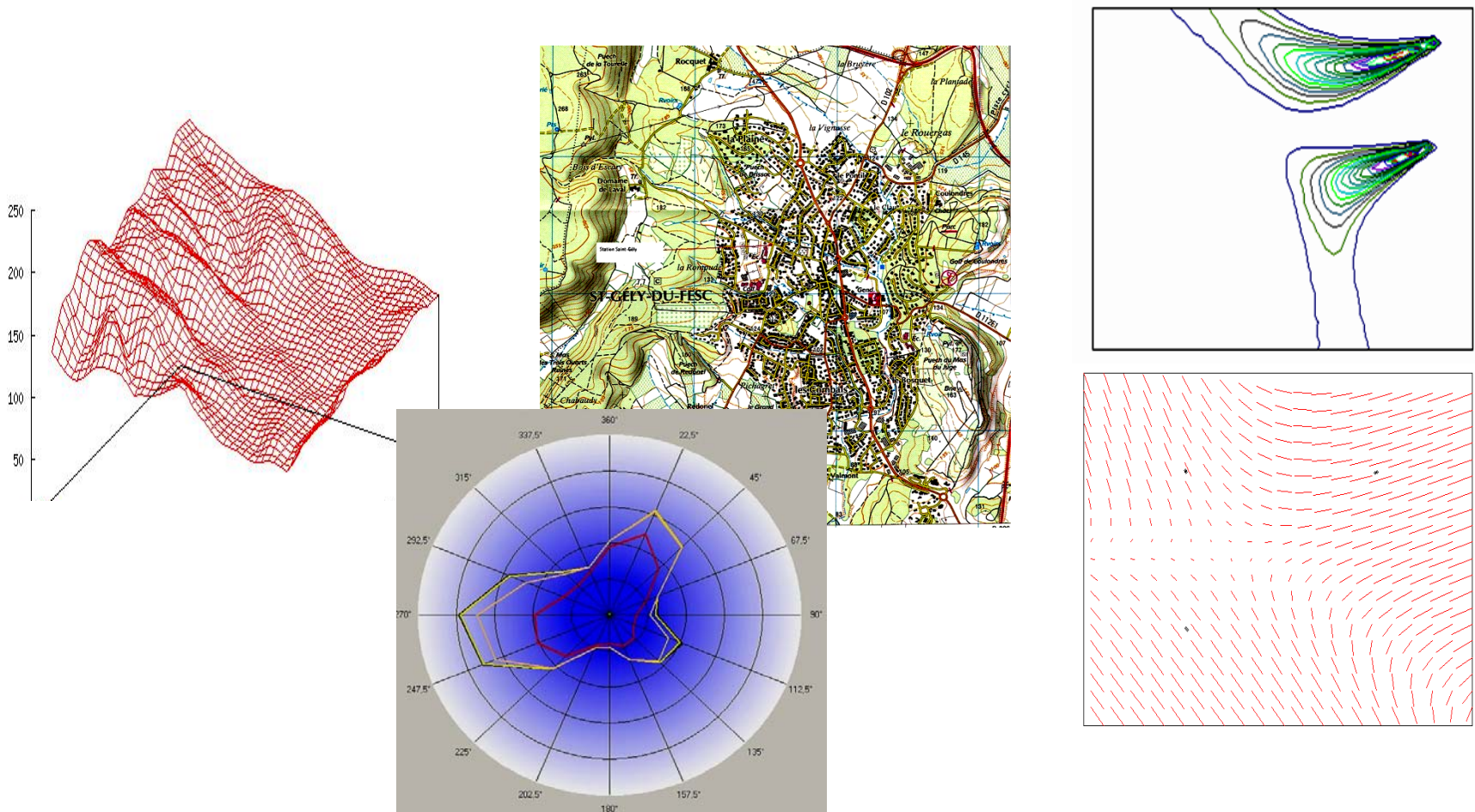


- Mécanique des fluides numériques
 - Optimisation de formes
 - Analyse quantitative de risque
- Outils d'aide à la décision aménagement littoral

Evaluation de risques et identification des sources d'émission

I3M-Cemagref

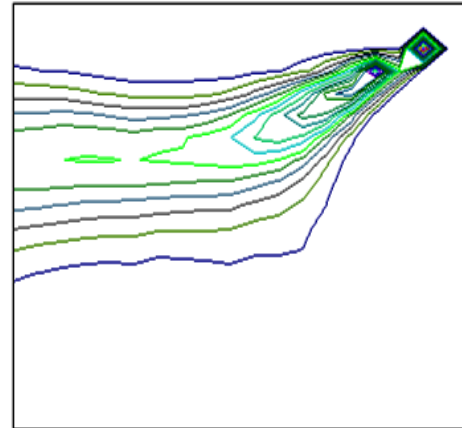
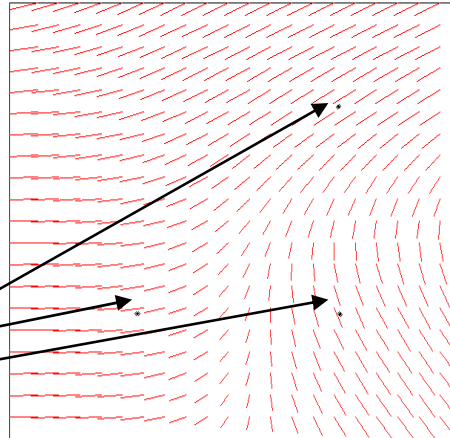
Couplage modèles météo – transport et modèle numérique de terrain (MNT/SIG)
Aide à la décision pour aménagement environnemental



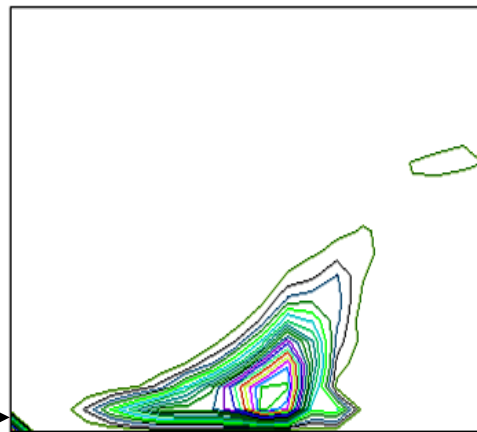
Exemple d'identification des sources d'émission

Modèle à complexité réduite : Analyse exhaustive de scénarii et prédiction de déviation des résultats

3 pts mesure
vent



Analyse de sensibilité
 $J(p) = (c(p, u(p)) - c_{obs})^2$

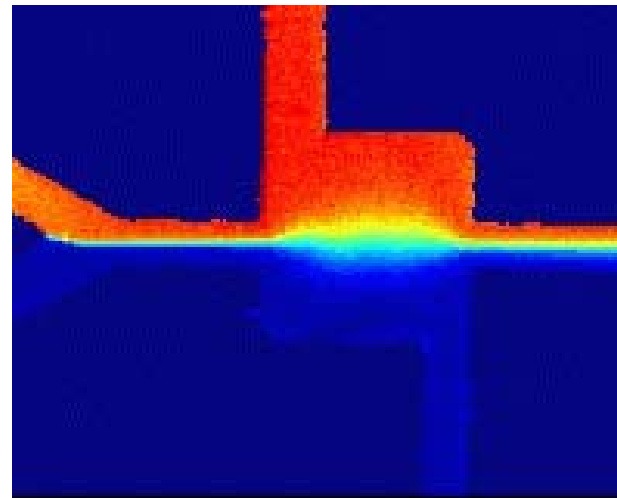
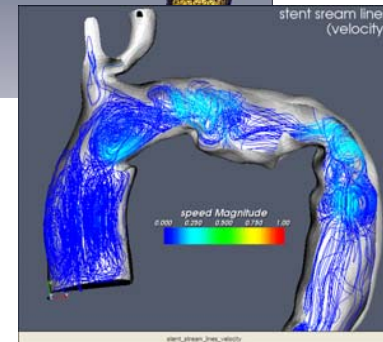
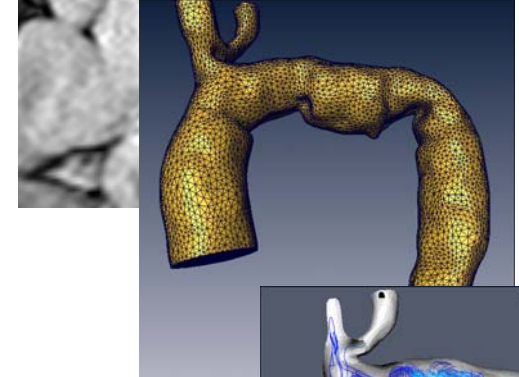
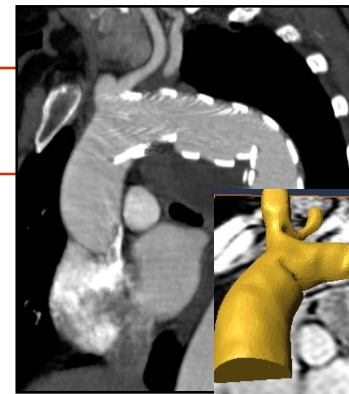
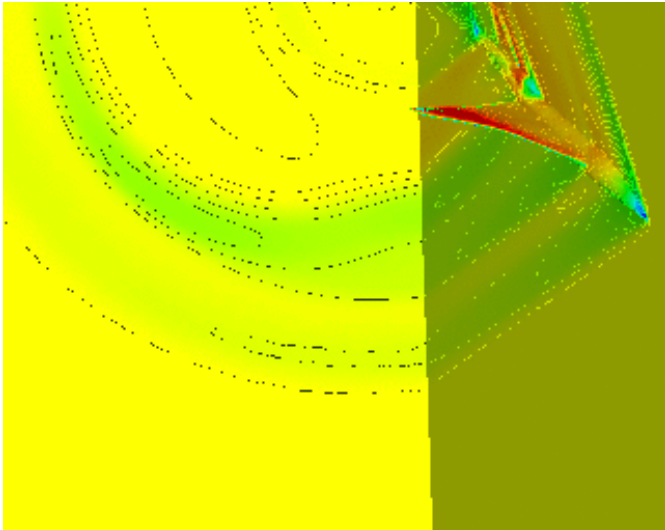


Localisation probabilisée
des sources d'émission

Simulations numériques à I3M...

SCANNER ou IRM
Crosse aortique

- Aéronautique
- Biomédicale & imagerie
- Microfluide



Multi-échelle géométrie et
physique