



Atelier du GdR MASCOT-NUM

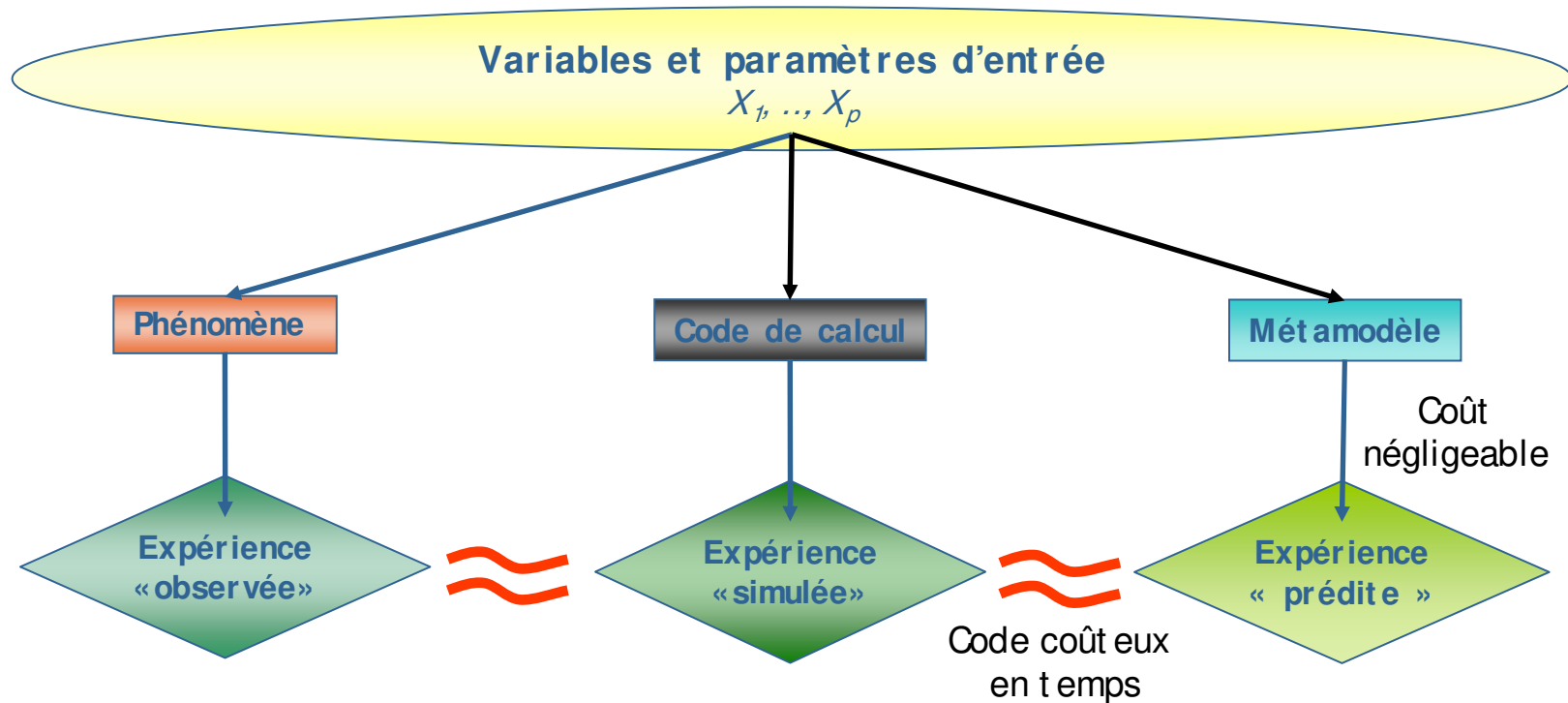
“Problématique des données fonctionnelles dans l’exploration de codes de calcul”

Bertrand looss (CEA Cadarache) et Gérard Biau (Univ. Paris VI)

INTRODUCTION

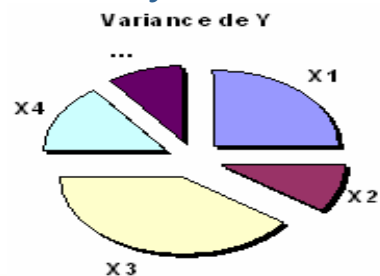
IHP – 6 mai 2009

Cadre de l'exploration de codes de calcul

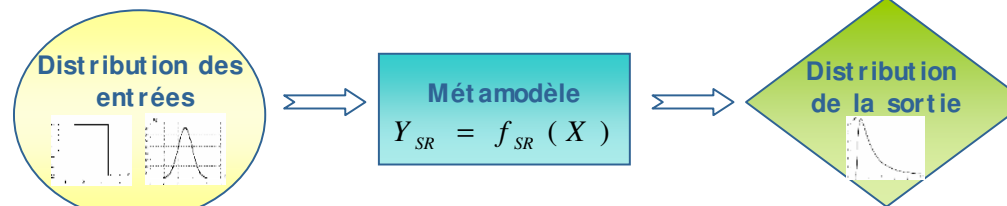


Exploration du modèle numérique :

■ Analyse de sensibilité



■ Propagation d'incertitudes



• Calibration

Détermination des paramètres
 ↓
 Adéquation expériences simulées et observées

Données fonctionnelles dans les codes de calcul

- Le modèle usuel s'écrit $Y = f(\mathbf{X})$, où Y est une variable de sortie scalaire et \mathbf{X} est un vecteur de variables d'entrée scalaires.



\mathbf{X} est traité comme un vecteur de variables aléatoires.

Par conséquent, Y est une variable aléatoire.

- **Modèle avec variables fonctionnelles** s'écrit par exemple $Y(t) = f(\mathbf{X}(t))$

Plus généralement : $Y(v) = f(X_1(u_1), \dots, X_p(u_p), v)$, où

- v et u_i sont des paramètres éventuellement multidimensionnels,
- $Y(v)$ est une fonction de sortie,
- $X_i(u_i)$ est une fonction d'entrée (éventuellement constante).

Ex. pour u et v : temps t , coordonnées spatiales (x, y, z) , température T , ...

Ex. pour Y et X : $Y(v)$ = concentration d'un polluant en fct du temps v

$X(u)$ = porosité du sol en fct de la coordonnée d'espace u

Les $X_i(u_i)$ sont traités comme des fonctions aléatoires

(processus stochastiques, champs aléatoires, ...).

Par conséquent, $Y(v)$ est une fonction aléatoire.

Exemple d'une entrée fonctionnelle de code

Code de calcul simulant le transfert hydrogéologique :

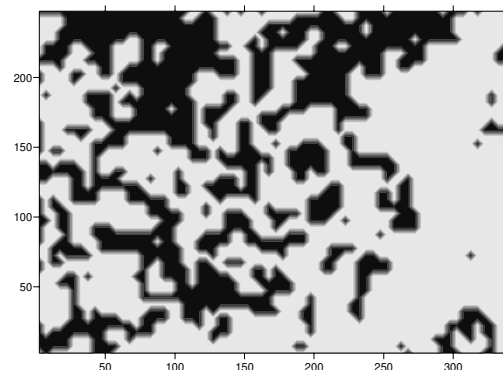
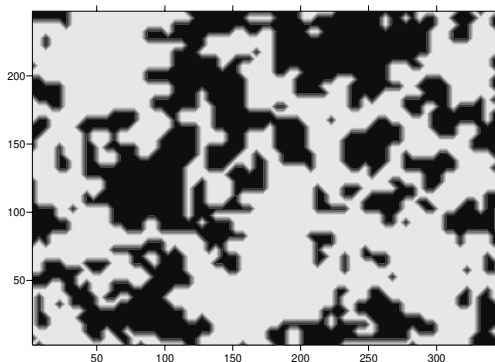
$$X(x,y) = \text{perméabilité}(x,y) ; Y(t,x,y) = \text{concentration}(t,x,y)$$



Modélisation de la perméabilité du sous-sol en prenant en compte son hétérogénéité spatiale

Celle-ci est donc un champ aléatoire, dont les réalisations sont obtenues par des méthodes de simulations géostatistiques

2 réalisations possibles de la perméabilité



Le champ aléatoire n'est pas une variable scalaire, les méthodes classiques pour construire un plan d'expériences, réaliser une analyse de sensibilité ou pour ajuster un métamodèle ne s'appliquent pas.

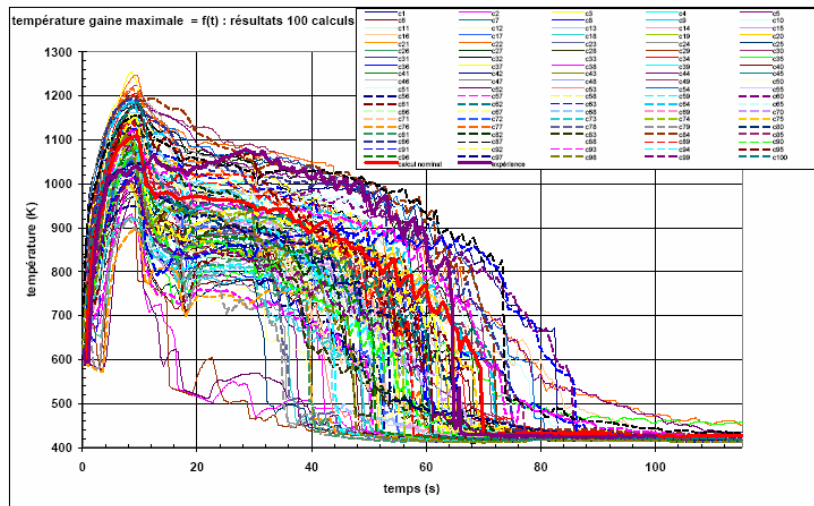
Exemple de sorties fonctionnelles de code

On considère le modèle $Y(v) = f(X)$



Sortie temporelle

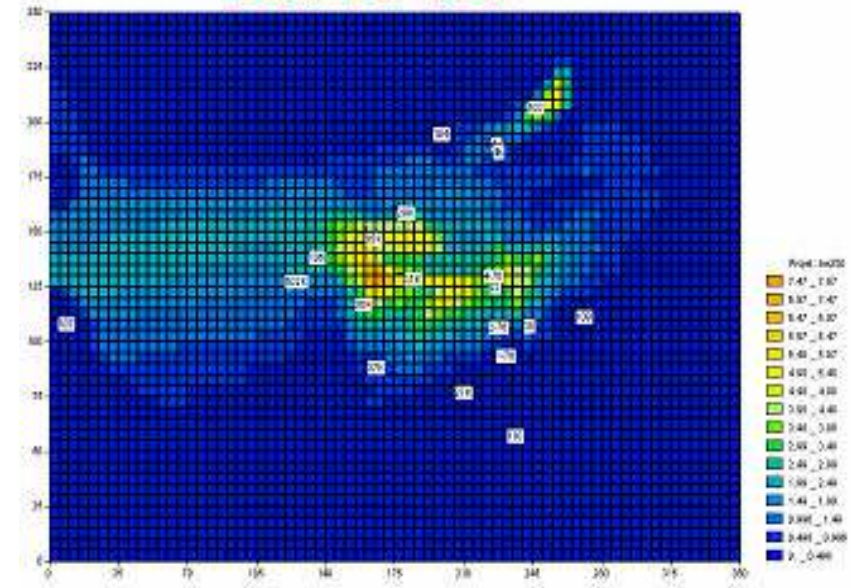
Ex : évolution de la température d'une gaine de combustible, ...



Sortie spatiale

Ex : Concentration en polluant sur un site, ...

December 2010



Problématiques des réponses fonctionnelles de code

■ Utilisation de la discrétisation complète de la fonction ?!?!



- Analyse de sensibilité, propagation d'incertitudes, ou construction d'un métamodèle à réaliser en chaque point de discrétisation

⇒ Possible mais très coûteux !

■ Remplacer la fonction par quelques paramètres d'intérêt

- Exploitation et interprétation réduites

■ Décomposition dans des bases adaptées et interprétables

■ Création d'un métamodèle sur sortie fonctionnelle

(Santner et al., 2003, Fang et al., 2006, Higdon et al., 2008, Bayarri et al., 2007, Marrel, 2008)

■ Classification de sorties fonctionnelles

(Shi & Wang, 2008)

Objectifs de l'atelier « données fonctionnelles »

Objectifs :

- Amorcer des discussions et partager des expériences,
- Faire un point sur l'état de l'art,
- Dégager des axes de recherche ouverts.



Pour les atteindre :

Le matin : exposés de doctorants

- M. Lamboni (INRA) : Analyse de sensibilité pour les modèles dynamiques complexes
- B. Auder (CEA) : Métamodèles sur sorties fonctionnelles
- A. Fischer (Univ. Paris VI) : Quantification et Clustering avec des Divergences de Bregman

L'après-midi :

- Présentation de S. Lefebvre (ONERA) : Estimation statistique de la dispersion de la signature infrarouge multispectrale d'un aéronef faiblement résolu
- Discussions animées par Gérard et Bertrand

Remarque : seul le thème « sortie fonctionnelle » est représenté mais les discussions sur le thème « entrée fonctionnelle » sont les bienvenues