

# Estimation de l'incertitude en analyse de cycle de vie





# Contexte

- ▶ **Elevage et environnement, un sujet sensible**
- ▶ **Nécessité de mieux quantifier les impacts en fonction des pratiques**





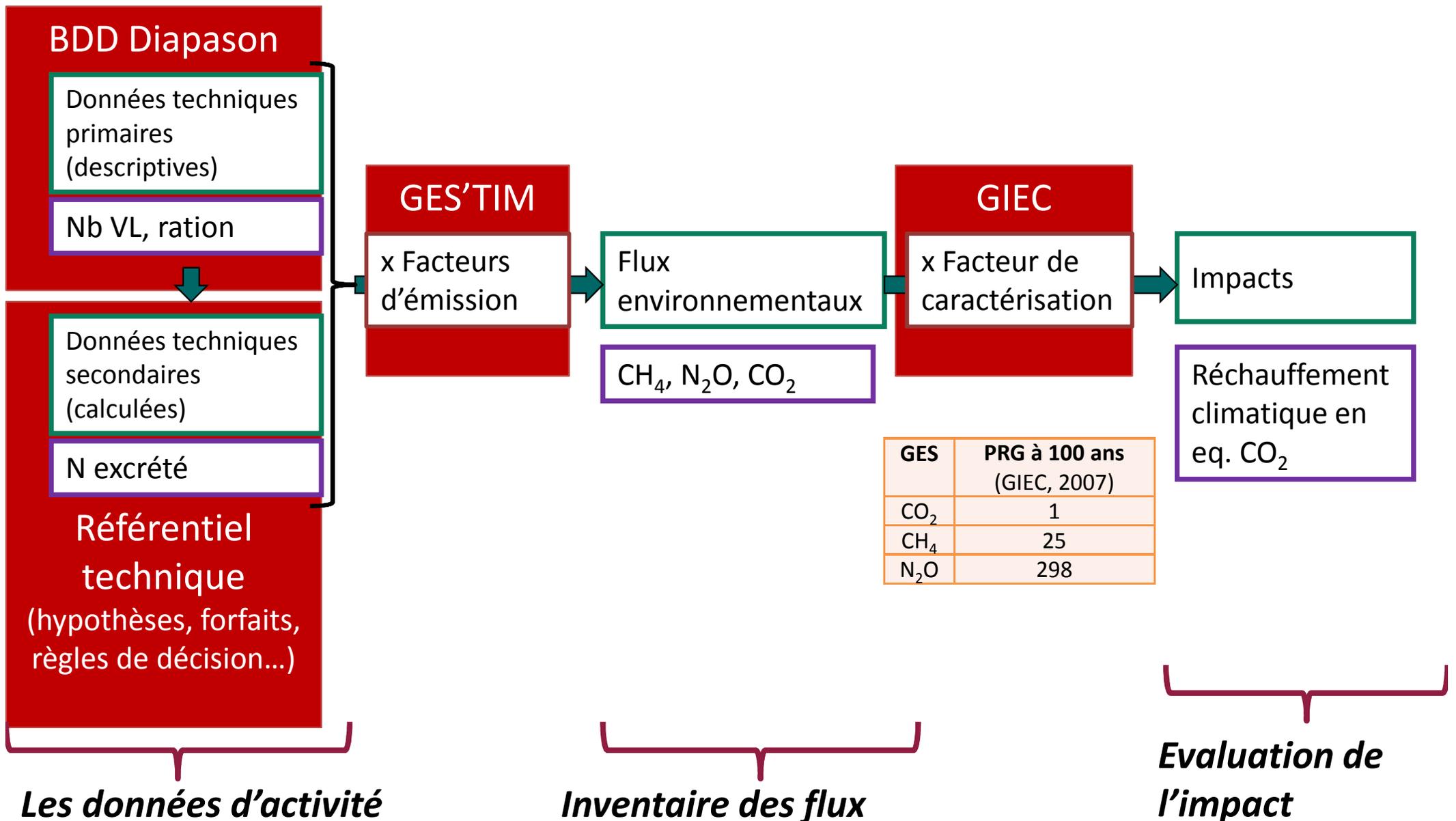
# L'analyse de cycle de vie

## Une démarche multicritère en 3 étapes

- 1. Définition des objectifs de l'étude et des systèmes à étudier**
- 2. Inventaire des flux, c'est à dire des émissions vers le sol, l'air et l'eau**
- 3. Evaluation des impacts : réchauffement climatique, acidification, biodiversité,...**



# Les étapes du calcul





# Quelle méthode pour intégrer l'incertitude ?

- ▶ **Méthode de rééchantillonnage (Monte-Carlo) : recommandée par le GIEC**
- ▶ **Analyse de sensibilité**
- ▶ **Méthodes analytiques**
- ▶ **Ensembles flous**





# La méthode de Monte-Carlo

## 4 étapes :

1. Définition des distributions des paramètres :  
biblio, expérimentation...
2. Génération de différents profils de paramètres
3. Calcul de la variable d'intérêt  $y$  selon les profils de paramètres
4. Estimation de la distribution de  $y$





# Le problème

▶ **Beaucoup d'étapes, de l'incertitude sur les paramètres, les données et le modèle**

→ **Environ 250 paramètres et peu de connaissance sur leurs distributions**

- **Facteurs d'émission : incertitude plus ou moins connue, contextes souvent différents au niveau de la biblio**
- **Facteurs de caractérisation : incertitude peu connue**

→ **Réalisation d'une analyse de sensibilité en amont de l'analyse d'incertitude pour cibler les paramètres d'intérêt**





# Objectifs de l'analyse de sensibilité

- ▶ **Connaître l'effet des variables d'entrée/paramètres sur la sortie Y**
- ▶ **connaître "qualitativement" :**
  - linéaire/non-linéaire ?
  - interaction ?
- ▶ **connaître "quantitativement" :**
  - effet plus important qu'un autre ?
  - effet négligeable ?





# L'analyse de sensibilité

- ▶ **Locale** : Méthode analytique pour les modèles ayant peu de paramètres (modèle linéaire et monotone)
- ▶ **Globale** : basée sur la décomposition de la variance
  - ↳ Quantification de l'influence des incertitudes sur la variabilité de sorties
- ▶ **Méthodes de screening** : moins précises mais adaptées aux problèmes ayant de nombreux paramètres



# Morris OAT Design (1991)

- ▶ **One at time** : seulement un facteur varie à chaque simulation,  $r$  répétitions par facteur  $\rightarrow r \cdot (p+1)$  simulations

*Répétition 1*

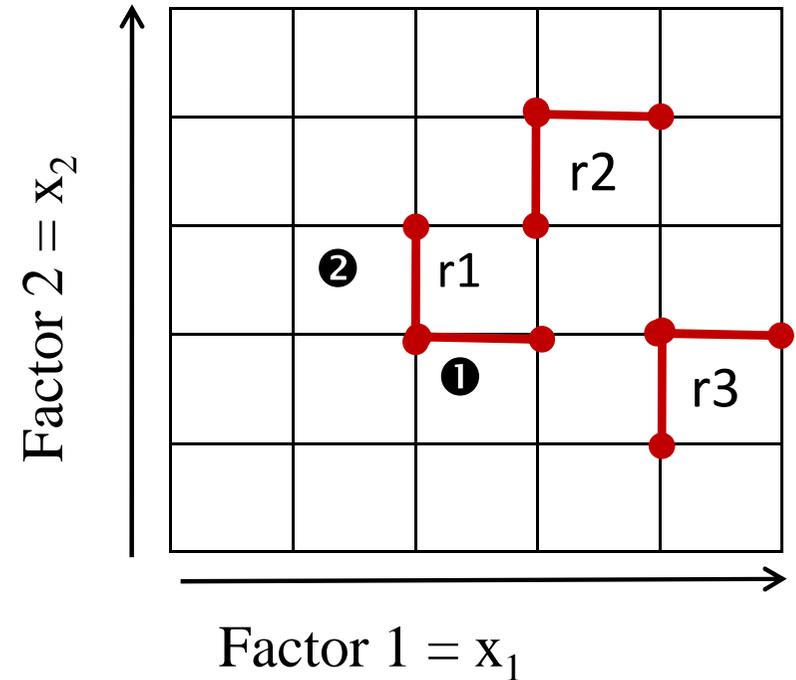
$$d^1_{x_1} = \textcircled{1} = \Delta y / \Delta x_1$$

$$d^1_{x_2} = \textcircled{2} = \Delta y / \Delta x_2$$

*Après  $r$  répétitions*

$$\mu^*_{x_i} = E(|d^i_{x_i}|), i \in \{1 \dots r\}$$

$$\sigma^*_{x_i} = \sigma(d^i_{x_i}), i \in \{1 \dots r\}$$

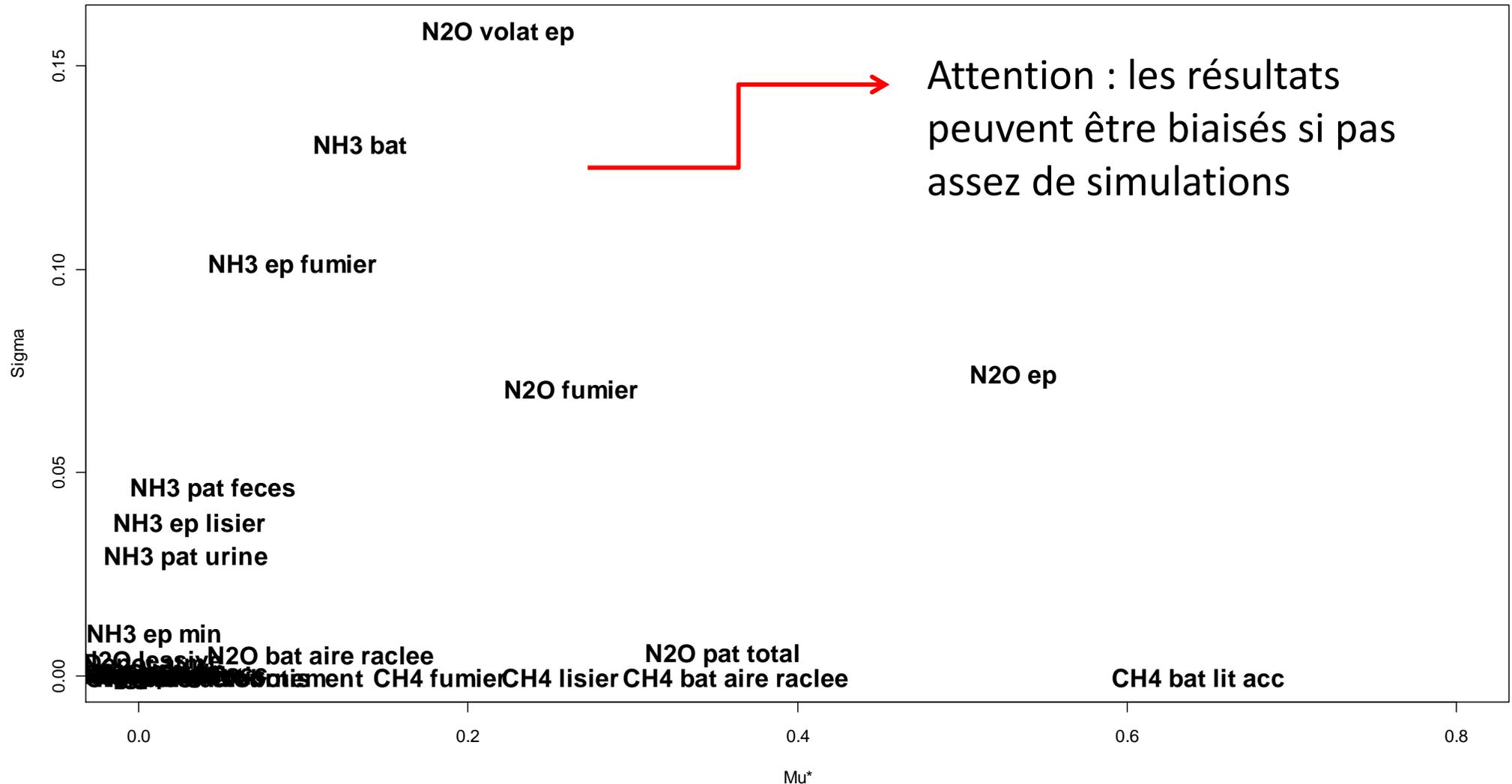


- ▶ **Moyenne élevée**  $\rightarrow$  influence du facteur sur la sortie
- ▶ **Ecart-type élevé**  $\rightarrow$  interaction ou effet non linéaire





# Exemple de résultats avec la méthode de Morris non généralisée





# Méthodes alternatives pour les problèmes de grande dimension

→ problème du fléau de la dimension

- ▶ Méthode ISTHME (Morris généralisé)
- ▶ Matrices d'Hadamard





## Discussion

**Analyse de sensibilité très intéressante pour cibler des paramètres mais quelques limites**

→ **Fléau de la dimension**

→ **Non prise en compte de la collinéarité**

→ **Peu de détails**

**Néanmoins**

→ **un premier tri efficace sans avoir à connaître les distributions**

→ **permet d'orienter la bibliographie  
experimentations futures**





**Merci de votre attention**

