



Processus rhizosphériques contrôlant la biodisponibilité des HAP

Séminaire de l'école doctorale 17 janvier 2008

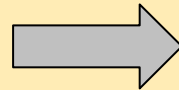
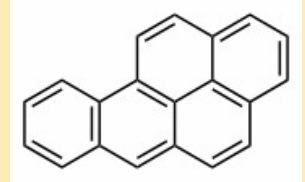
Christophe Barnier

Encadrants :

Stéphanie Ouvrard – Christophe Robin – Jean-Louis Morel

Contexte : les HAP

- HAP = Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
 - Toxiques (mutagènes, cancérigènes, tératogènes)
 - Très hydrophobes
 - Très persistant dans l'environnement
- France : ~ 700 sites recensés dont les sols sont contaminés par des HAP



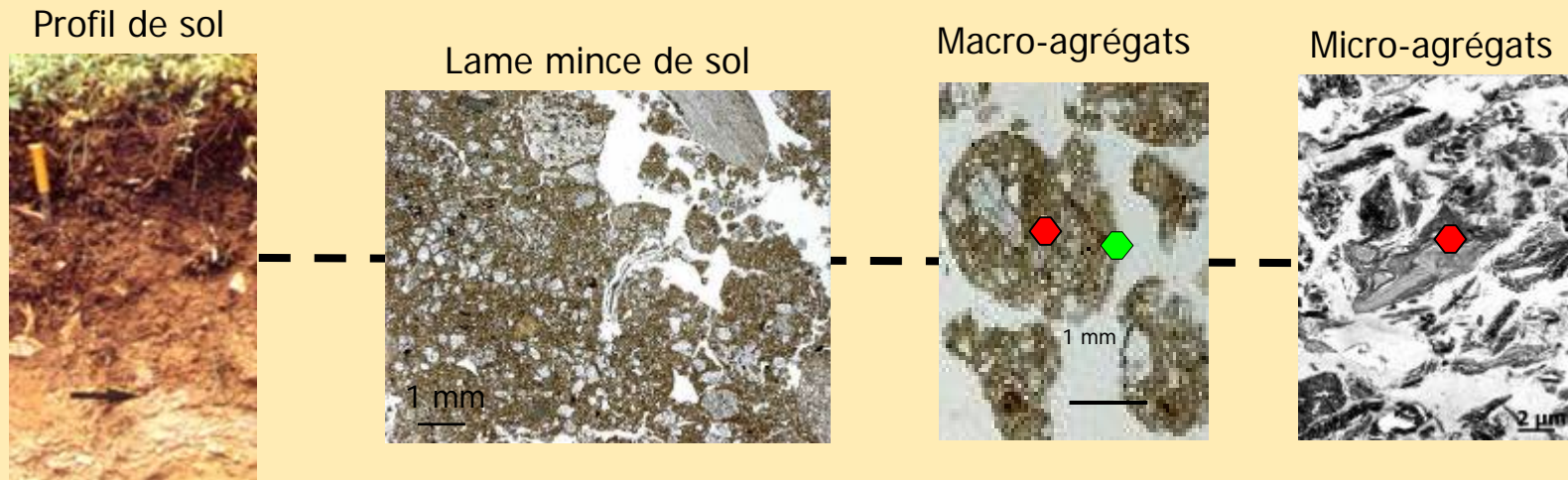
Friches industrielles :

- Pollutions anciennes
- HAP majoritairement présents sous forme **NON BIODISPONIBLE**

Contexte : la biodisponibilité

- Définition

- Désigne l'état des HAP absorbables et transformables par les micro-organismes du sol



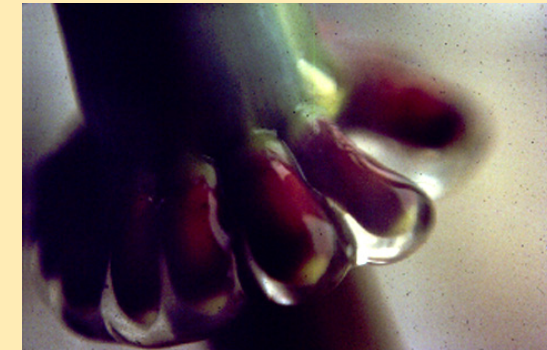
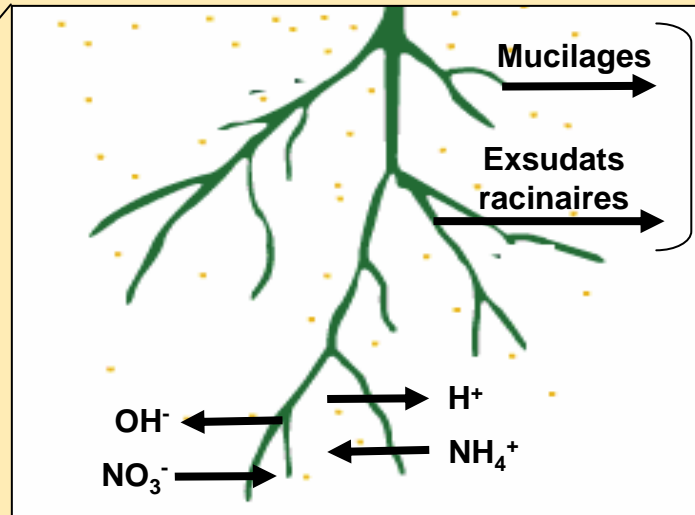
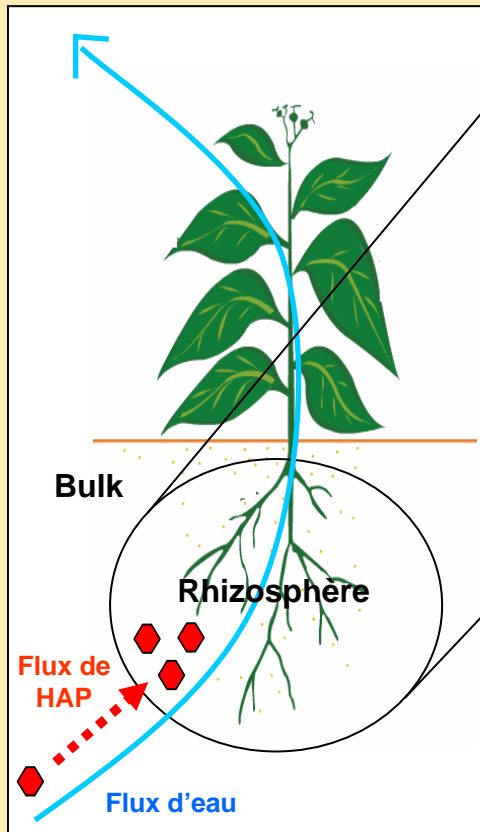
◆ HAP biodisponible

◆ HAP non biodisponible

- Biodisponibilité : facteur limitant la biodégradation des HAP dans les sols de friches contaminés

Contexte : la rhizosphère

Définition : Sol à proximité immédiate des racines



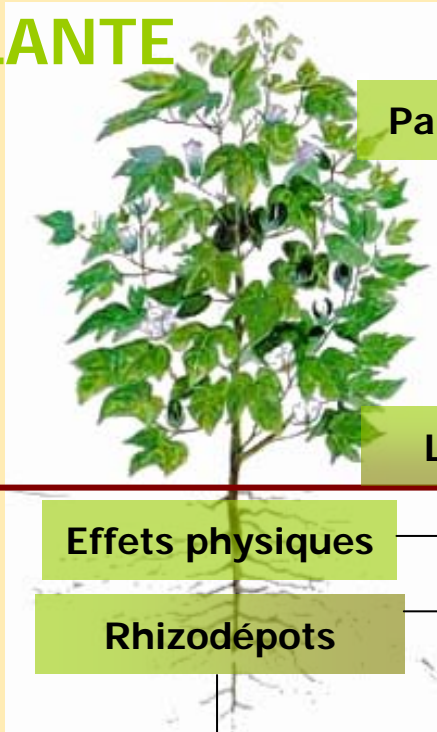
Mucilage de maïs

Variables influencées :

- Le stock de matière organique
- L'état de la matière organique
- Solubilité des composés hydrophobes
- Le pH du sol

Schéma récapitulatif

PLANTE



Parties aériennes

Litière

Effets physiques

Rhizodépôts

Stimulation de croissance /
Structuration

adsorption / désorption

séquestration / déséquestration

formation de résidus liés

SOL

Surfactants / Complexants

HAP disponibles

Toxicité
Dégradation

Biomasse
microbienne

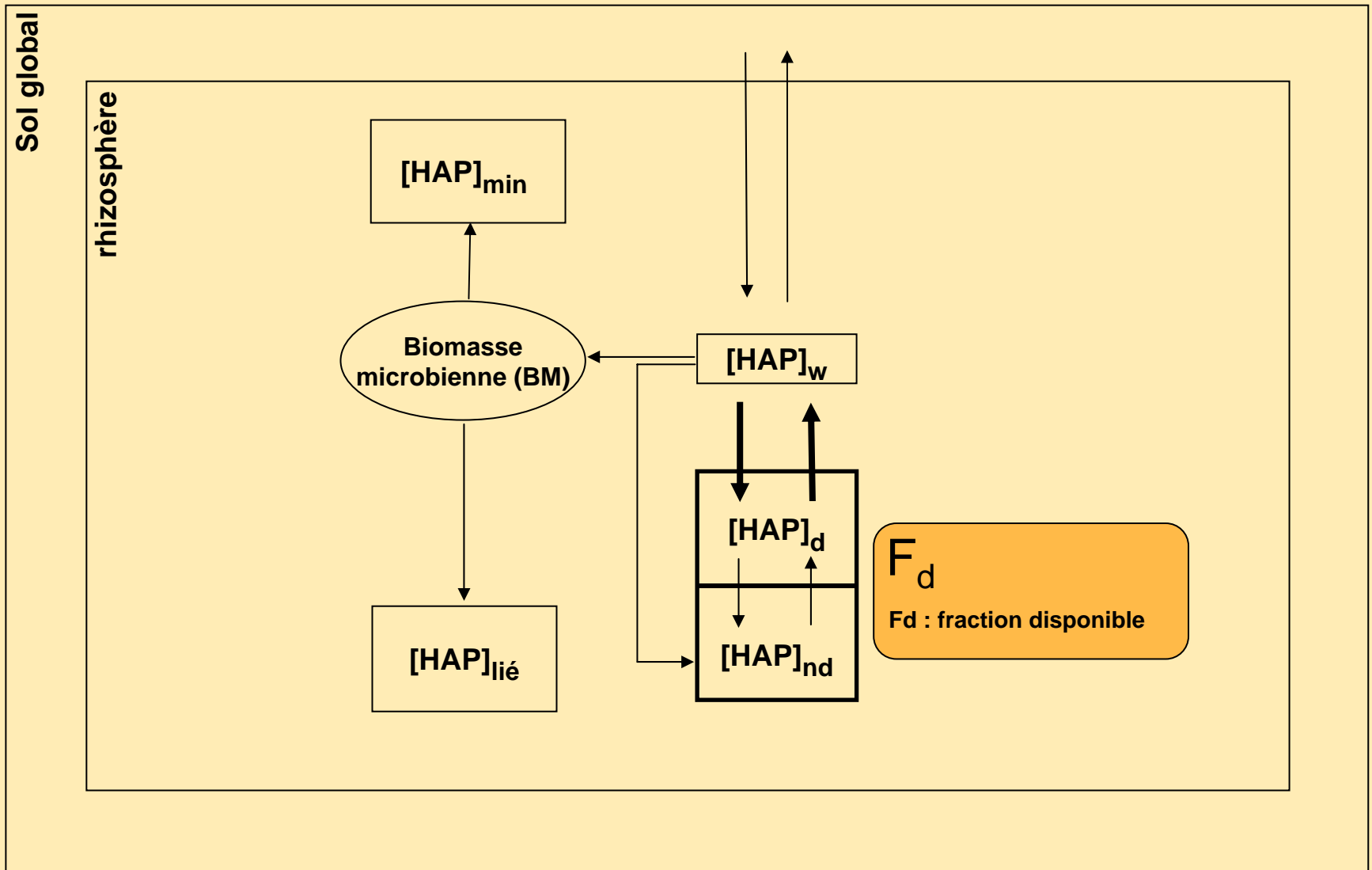
MO

HAP non disponibles

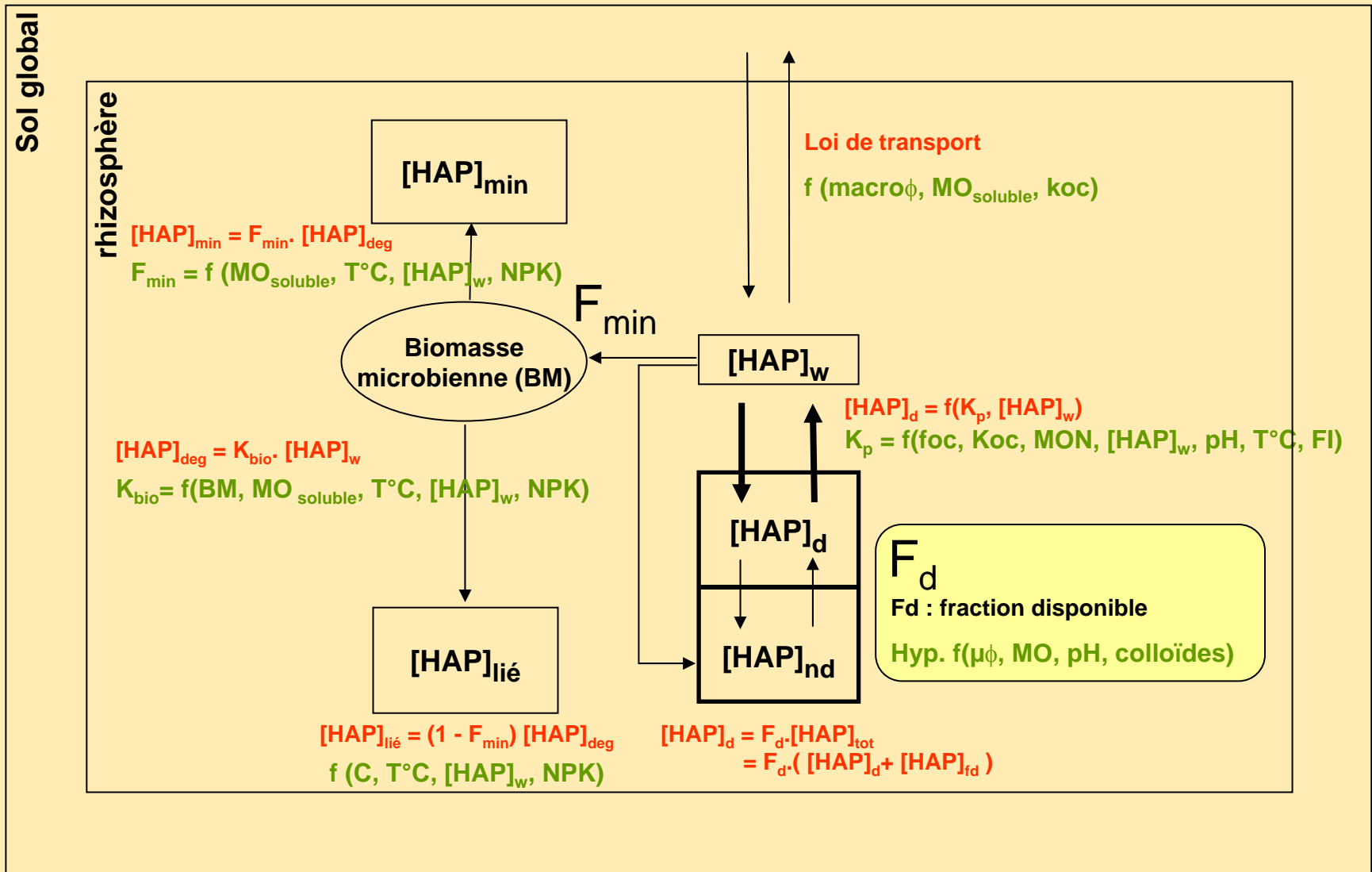
Humification
des matières solubles

Dégradation
des matières humiques

Modèle fonctionnel

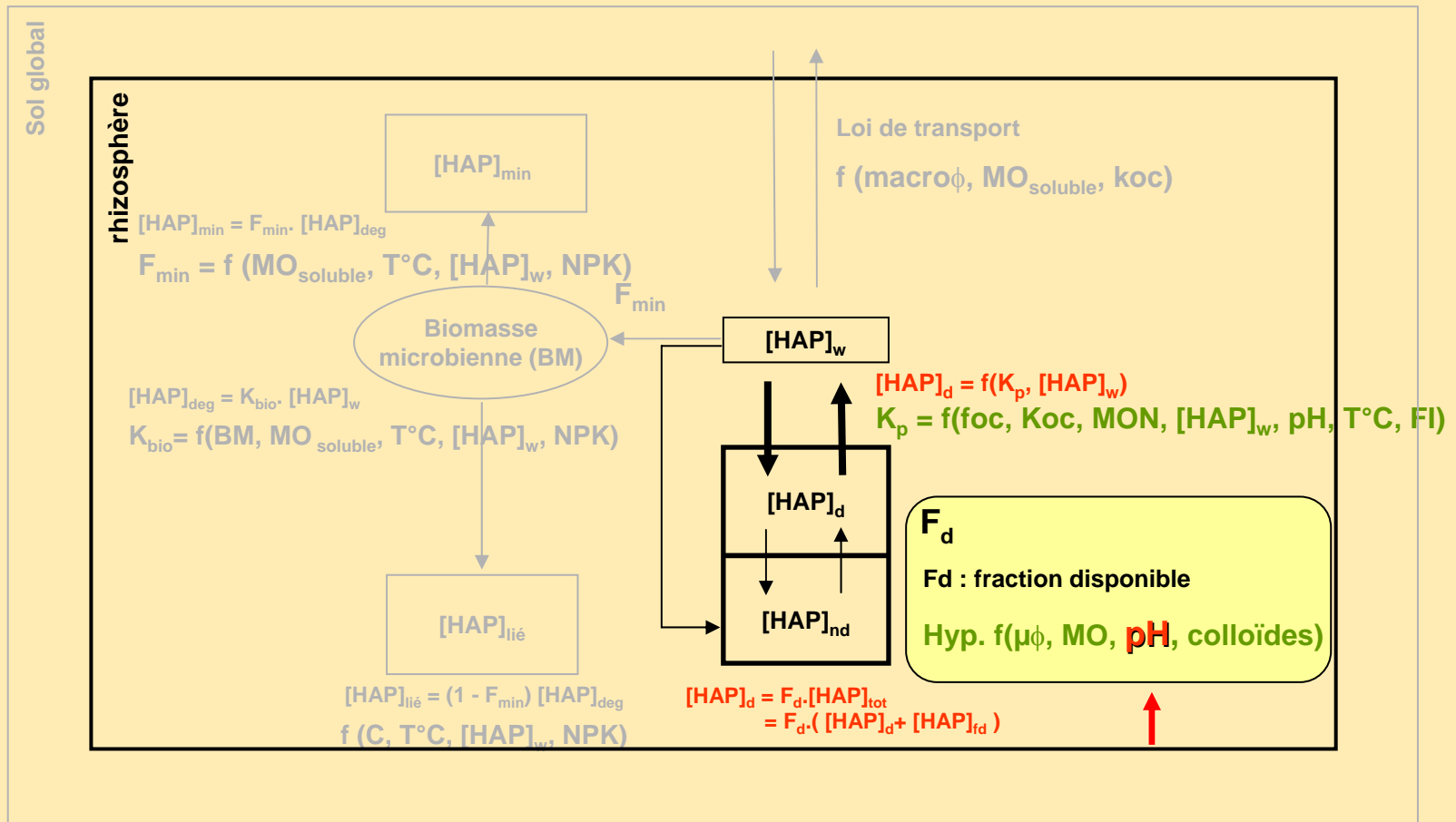


Modèle fonctionnel



Questions de recherche

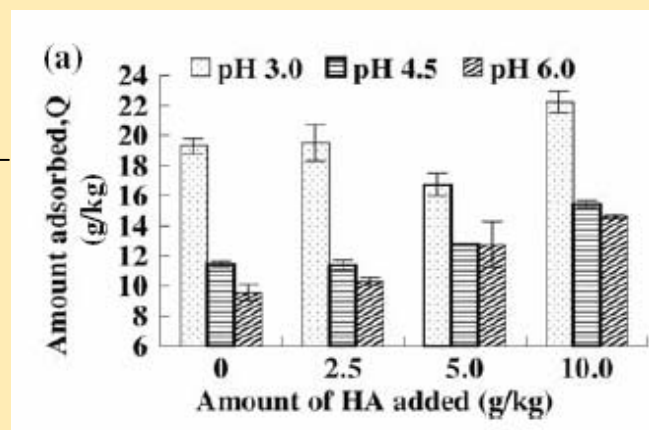
- Premier paramètre étudié : pH



Questions de recherche

- L'absorption d'ions ammonium induit une acidification de la rhizosphère (inversement lors de l'absorption de nitrates),
- L'évolution pédogénétique des sols induit leur acidification,
- Les forces de sorption augmentent aux faibles pH

Modèle de matière organique
(Pignatello, 1998)

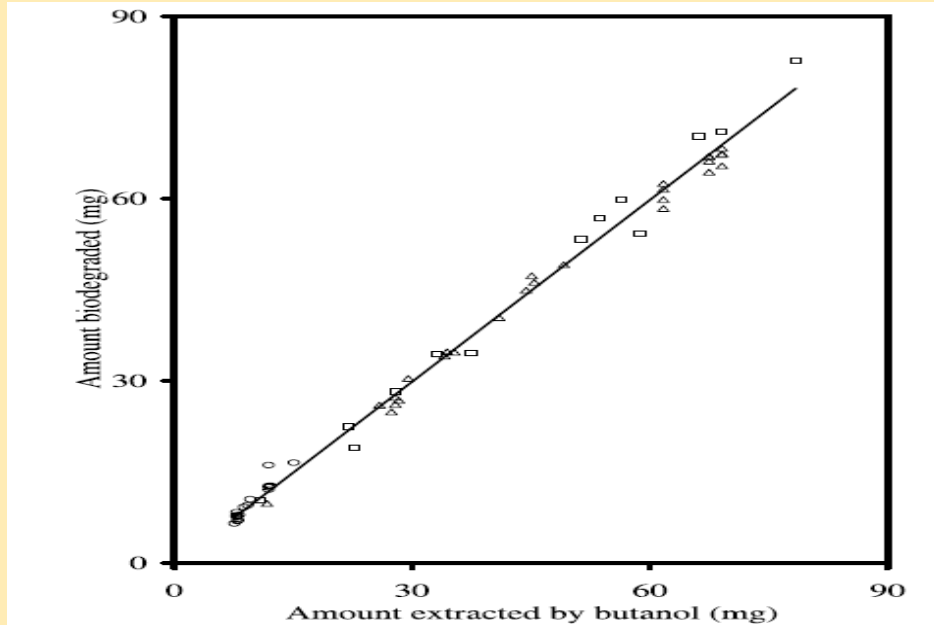


Adsorption du phénanthrène
(Ping et al, 2006)

- Le niveau de condensation de la matière organique augmente à faible pH.

Hypothèse de départ : La fraction biodisponible est susceptible de diminuer avec l'acidification de la rhizosphère

Estimation de la fraction biodisponible



**Extraction du phénanthrène
d'un sol au butanol**

(Liste and Alexander, 2002)

**Corrélation entre la fraction biodégradée
et la fraction extractible au butanol**

- **Rapport solide:liquide = 10:15**
- **Temps d'agitation = 2 minutes**

Etude de l'effet pH

Utilisation de l'extraction au butanol pour déterminer l'effet pH

	origine	16 HAP EPA (mg kg ⁻¹)	pH
Sol 1	cokerie	1687	8,64
Sol 2	cokerie + sidérurgie	809	7,55
Sol 3	usine à gaz	952	7,89

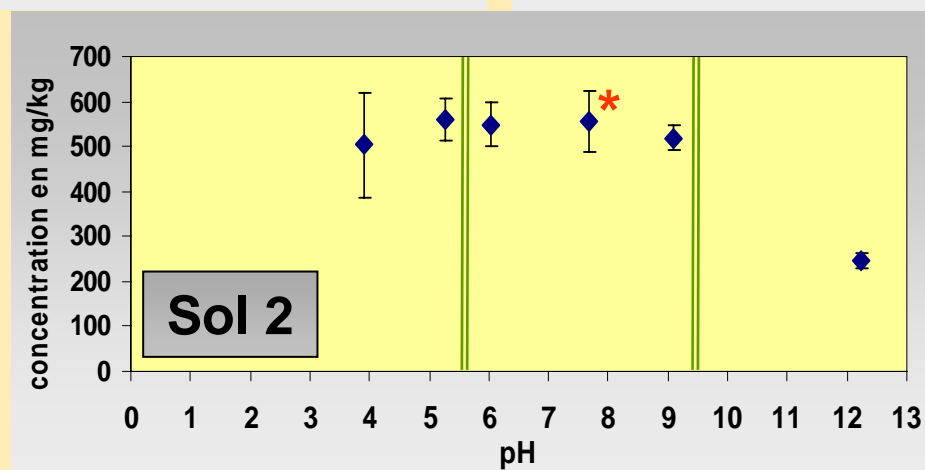
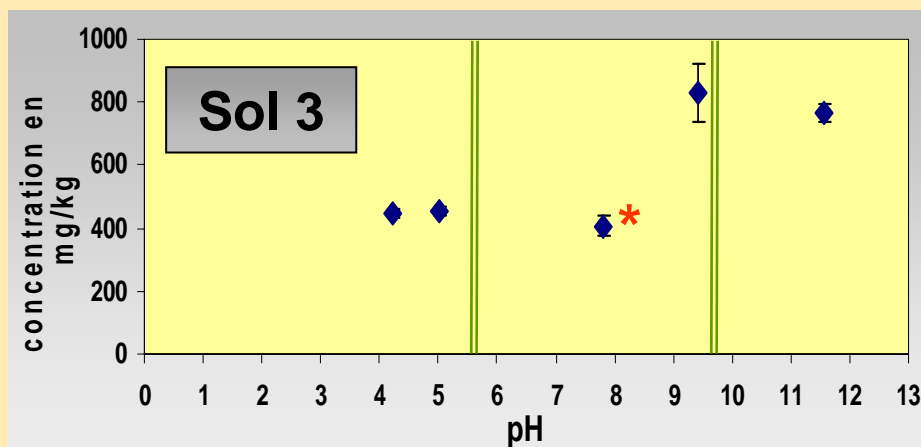
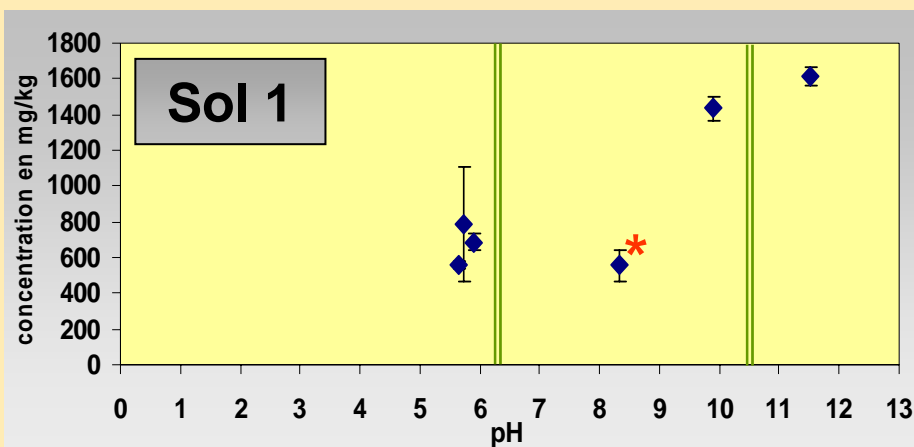
Protocole en Batch

- Réalisation d'une suspension de terre,
- Variation du pH avec ajout d'acide ou base minéral,
- Agitation jusqu'à équilibre (76 heures),
- Extraction du sol au butanol



Etude de l'effet du pH

Résultats : Concentrations en HAP (16 HAP EPA) extractibles au butanol en fonction du pH (*pH naturel)



Etude de l'effet du pH

Résultats :

- L'**acidification** du milieu n'a pas d'effet sur la fraction des HAP extractibles au butanol.
- L'**alcalinisation** du milieu augmente la quantité de HAP extractibles au butanol dans les **sols 1 et 3** et la diminue dans **le sol 2**.

Etude de l'effet du pH

Résultats :

	Sol 1	Sol 2	Sol 3
Ancienne activité	cokerie	cokerie + sidérurgie	usine à gaz
16 HAP EPA (mg.kg ⁻¹)	1687	809	952
Chrome (mg.kg ⁻¹)	54.9	233.0	84.1
Calcium (g.kg ⁻¹)	11.0	37.6	10.4
Sodium (g.kg ⁻¹)	0.094	0.349	0.0619
Magnésium (g.kg ⁻¹)	0.166	0.876	0.248

Sol 2 : Fortes teneurs en éléments cationiques

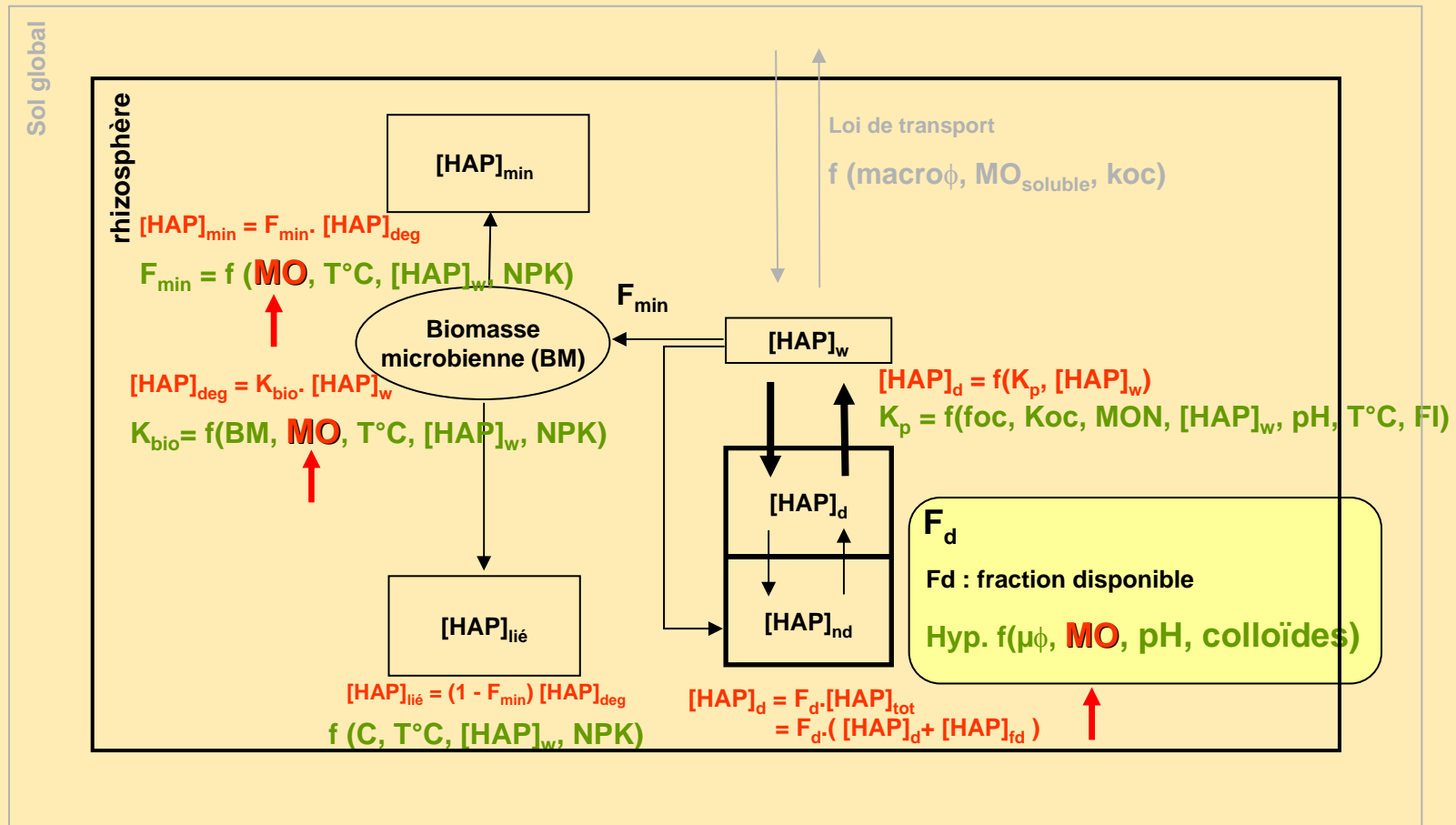
- Induit la stabilisation des agrégats
- Limite la formation de colloïdes

→ Hypothèse à vérifier en étudiant la stabilité des agrégats

Conclusions

- **Le pH est un paramètre du modèle négligeable en cas d'acidification de la rhizosphère (la majorité des cas).**
- **L'effet de l'alcalinisation sur la biodisponibilité des HAP est à préciser du fait des résultats variables.**
- **Il est nécessaire de vérifier l'effet des teneurs en cations sur la stabilité des agrégats et sur la biodisponibilité des HAP.**

Perspectives



Perspectives

- Comprendre l'effet de l'exsudation de **composés organiques** (acides organiques...) sur la biodisponibilité des HAP.
- Modéliser l'impact d'un couvert végétal sur l'évolution des HAP dans un sol de friche contaminé.

Merci de votre attention