



COMMENT ARTICULER LES ÉTUDES DE CONTAMINATION DE L'ENVIRONNEMENT DUE AUX PRATIQUES AGRICOLES ET LEURS IMPACTS ÉCOTOXICOLOGIQUES ?



Anatja Samouëlian, Christian Mougin *et al.*,

SOMMAIRE

- Éléments de contexte
- Des besoins d'intégration de compétences...
- ... pour franchir les discontinuités
- Approches expérimentales et de modélisation
- Conclusions

ELEMENTS DE CONTEXTE

Plusieurs défis :

- Concevoir des systèmes agricoles à externalités négatives réduites
- Gérer le poids du passé et des agroécosystèmes contaminés
- Acquérir et développer des outils (expérimentaux et numériques) pour évaluer et prévoir les conséquences des contaminations
 - sur les ressources et les services écosystémiques,
 - à différentes échelles, de la parcelle au bassin versant
- Se placer dans une approche agroécologique systémique

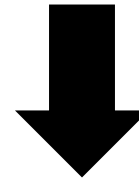
QUELQUES PRECISIONS

Toxicologie :
étude des **effets néfastes** d'une source sur des organismes ou des systèmes biologiques



Toxicité
Dépend des concentrations
Liée aux mécanismes
S'applique à tous organismes vivants
► **Évaluation d'un danger**

Ecotoxicologie :
étude du **devenir des produits chimiques dans l'environnement** et de leurs effets directs, indirects et différés **sur la structure et le fonctionnement des écosystèmes**, et sur **les équilibres** dynamiques qui les caractérisent

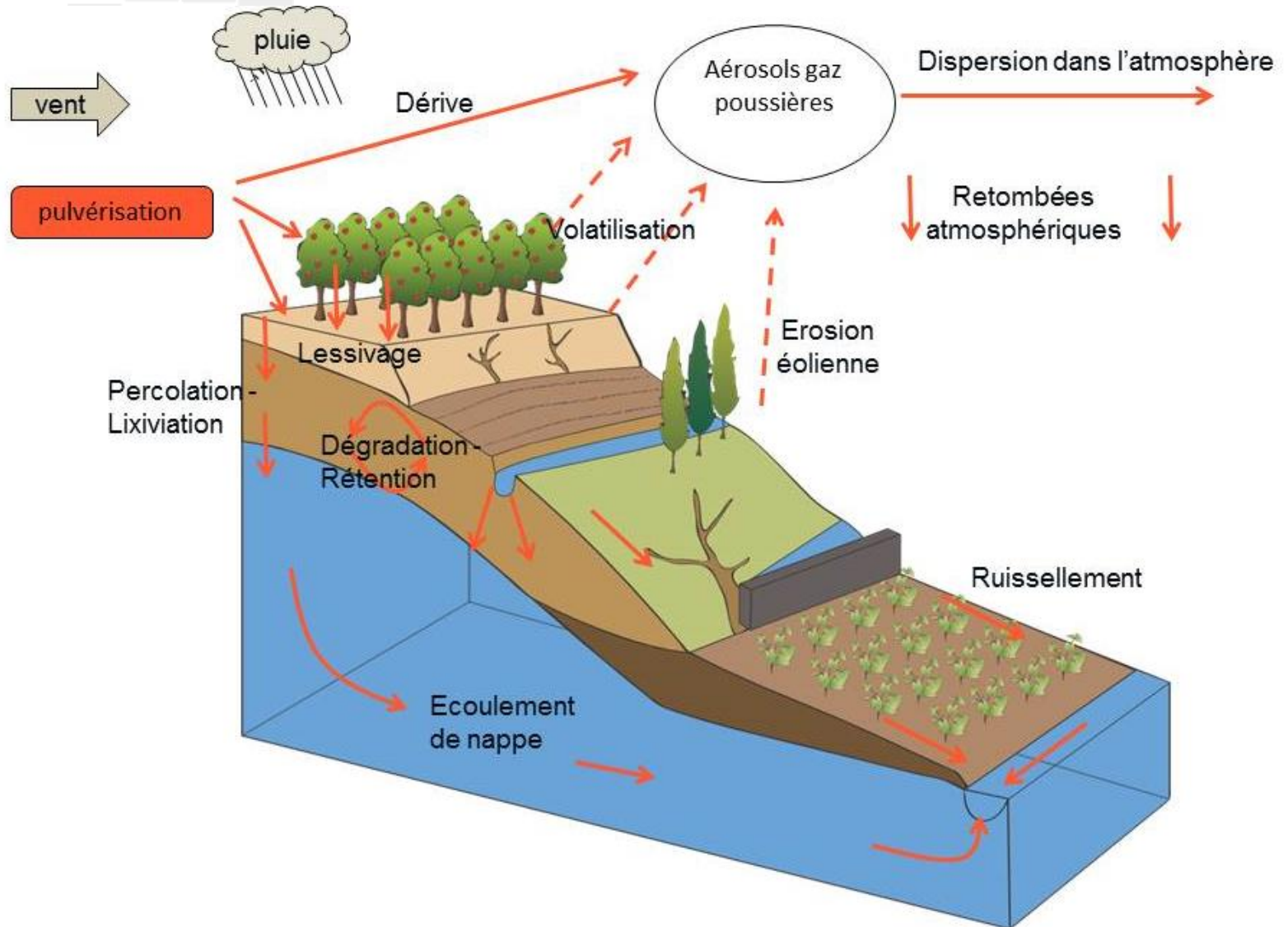


Ecotoxicité
Tient compte des interactions milieux – organismes, de l'exposition des communautés dans un milieu
► **Évaluation d'un risque**

Ecotoxicologie « réglementaire » (CEE et OCDE) : programme de normalisation des essais de toxicité et des procédures d'évaluation des risques, Technical Guidance Document (2003)

QUELQUES PRECISIONS

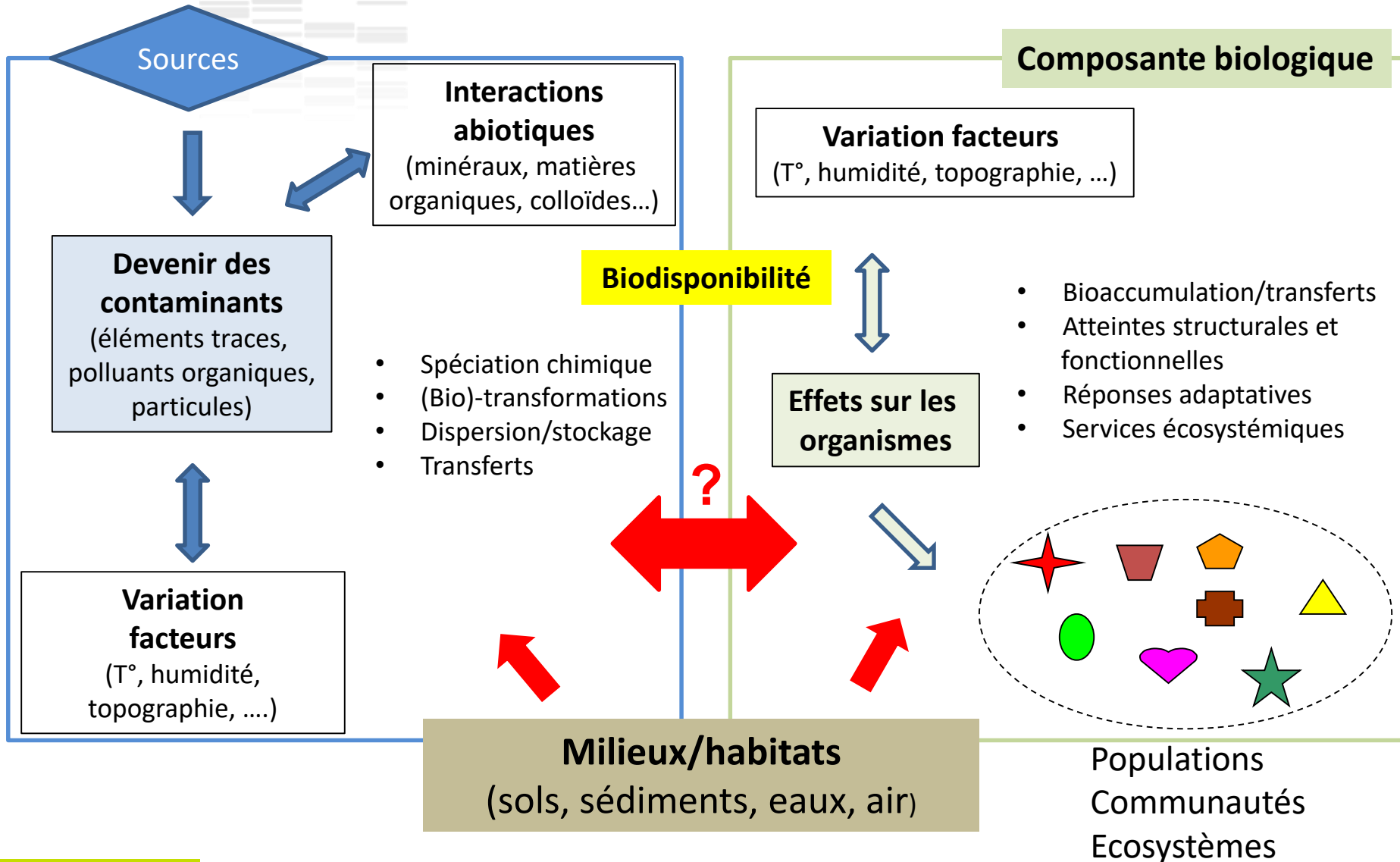
Voies de contamination dans l'environnement





Des besoins d'intégration de compétences...

Un champ interdisciplinaire



Le cas des agro-écosystèmes

Contexte sociétal
Préconisations /acceptabilité



Qualité de l'environnement
(eau/sédiment/air/sol)
Qualité des produits

Gestion

Agriculteurs

Rendement

Pratiques Agricoles
Stresseurs: chimique, physique et biologique
- **Nature et succession des cultures**
- **Itinéraires techniques** (dose, fréquence et formulation des intrants, travail du sol, amendements organiques, irrigation ...)
- **Aménagements agricoles** (fossés, drains, bande enherbée, talus, haies, banquettes ...)



Climat

Effets directs

Effets indirects

Effets directs

ECOSYSTEME CULTIVE
Parcelle/BV

Dynamique des
contaminants
dans le milieu
(eau/sol/air)

Disponibilité

Scénario
d'exposition

Impacts sur
les organismes
vivants
dans l'eau, le sol
et l'air

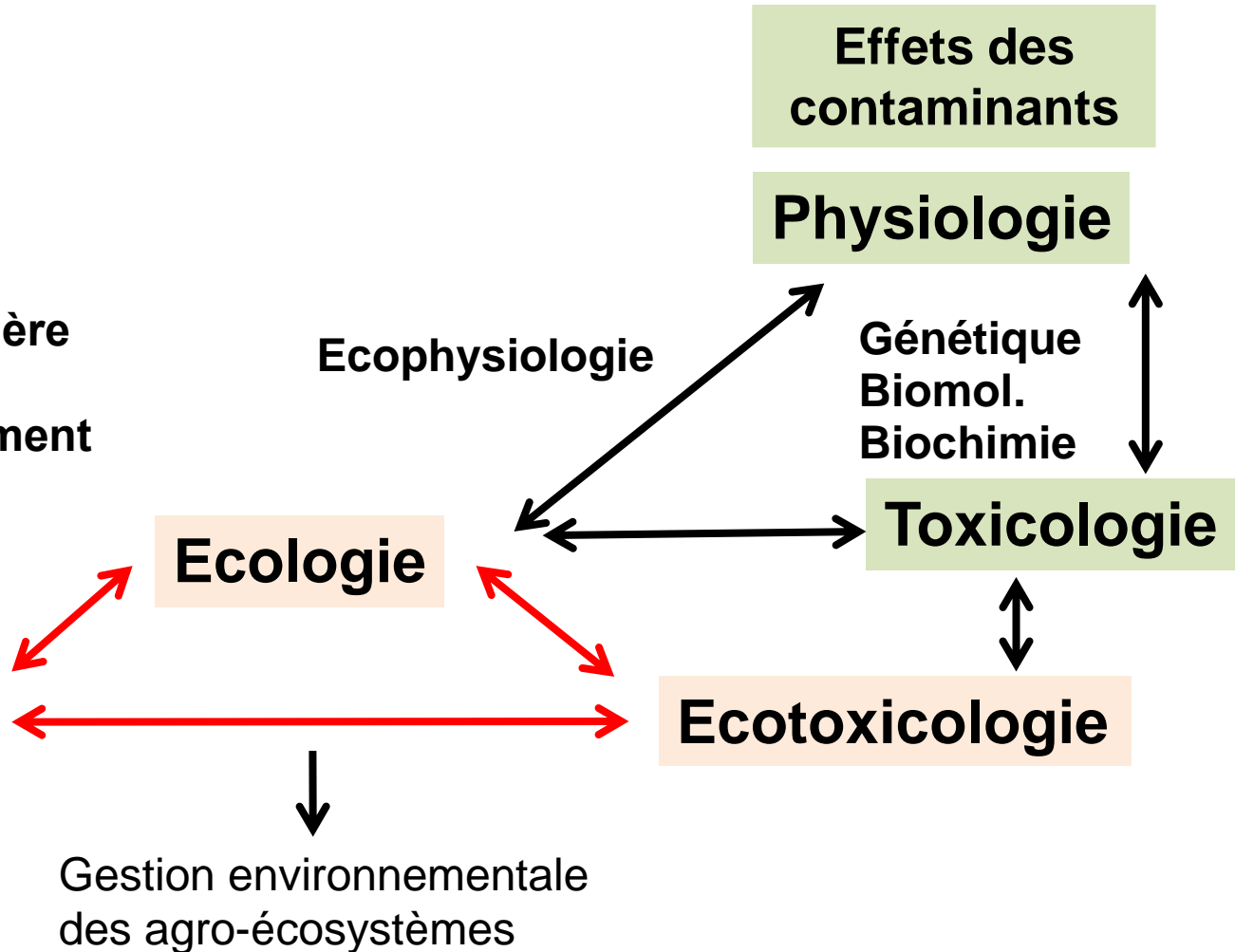


Une approche trans-disciplinaire

Devenir des
contaminants

Pédologie
Sciences de l'atmosphère
Hydrologie
Chimie de l'environnement
Physique
Agronomie

Sciences de
l'environnement



Gestion environnementale
des agro-écosystèmes

Sciences Humaines et Sociales / Economie



... pour franchir les discontinuités

1-Meilleure prise en compte des pratiques agricoles dans le devenir des contaminants

Système de culture

- nature des cultures et ordre de succession
- itinéraires techniques

Aménagements agricoles

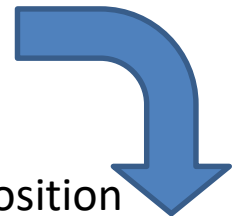
- drains, fossés, talus, haies, bande enherbées, banquettes, ...

Typologie

De l'état des milieux
(sol/eau/air/sédiment)
à l'évolution de l'état des milieux
(dynamique temporelle)



Devenir contaminants
Rétention
Biodégradation
Transfert (sol/plante/atm)



Fournir des scénarios d'exposition

**Formes
impactantes**

- Approche à l'échelle locale (parcelle et infra)
- identifier les processus et leurs dynamiques
- Approche à l'échelle du paysage
- coupler « SdC et aménagements » et « devenir contaminant »

2-Des formes impactantes à l'exposome

Formes impactantes

Exposition des organismes

- ✓ Considérer les formes impactantes et biodisponibles des contaminants (spéciation chimique, transfert dissous/particulaire)
- ✓ Quantifier les mélanges de contaminants et de produits de (bio)-transformation en faibles doses
- ✓ Evaluer les conséquences des pratiques agricoles (modification Etats de Surface, MO, ...) et des aménagements (talus, fossés, bandes enherbées...) sur les formes impactantes



- ✓ Identifier l'ensemble des voies d'exposition des organismes et développer des scénarios d'exposition
 - ✓ Déterminer la dimension spatio-temporelle de l'exposition, et les interactions avec d'autres facteurs (t°, humidité ...) >> ACCAF
 - ✓ Développer l'écotoxicologie du paysage (ex. niche, compétition...) >> SMaCH
- >> **Exposome** : exposition d'un organisme tout au long de sa vie

3-De l'exposome aux effets biologiques

Exposition des organismes

- ✓ Identifier l'ensemble des voies d'exposition des organismes et développer des scénarios d'exposition
- ✓ Déterminer la dimension spatio-temporelle de l'exposition, et les interactions avec d'autres facteurs (t°, humidité)
- ✓ Développer l'écotoxicologie du paysage (ex. niche, compétition...)

>> **Exposome**

Effets des contaminants

- ✓ Identifier les modèles biologiques pertinents (écologie et sensibilité)
- ✓ Identifier les traits fonctionnels
- ✓ Connaitre les mécanismes d'action au niveau individuel
- ✓ Evaluer les effets trans-générationnels sur le moyen et le long terme
= écotoxicologie évolutive >> EFPA



4-Les interactions intra/inter spécifiques

Effets des contaminants

- ✓ Identifier les modèles biologiques pertinents (écologie et sensibilité)
- ✓ Identifier les traits fonctionnels
- ✓ Connaître les mécanismes d'action au niveau individuel
- ✓ Evaluer les effets trans-générationnels sur le moyen et le long terme = écotoxicologie évolutive >> EFPA

Interactions

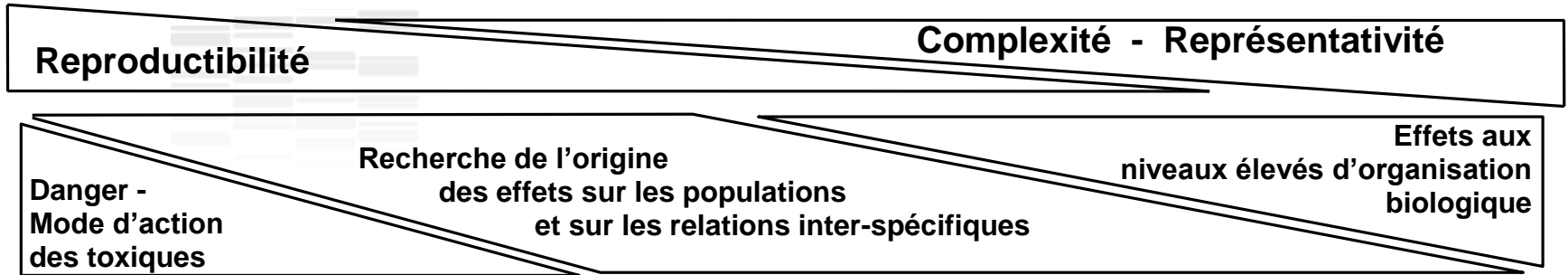
- ✓ Comprendre les effets des contaminants au niveau des populations, des communautés, des écosystèmes en termes de diversité structurale et fonctionnelle
- ✓ Considérer les interactions trophiques (réseaux)
- ✓ Considérer les interactions non trophiques (ingénierie écologique)

Influence des conditions du milieu (T°, humidité, structure, aération)



Approches expérimentales et de modélisation

Les outils d'expérimentation

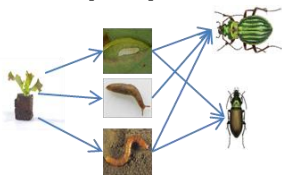


CONDITIONS DE LABORATOIRE

Espèces isolées



Chaînes trophiques



Microcosmes



CONDITIONS (SEMI) NATURELLES

Mésocosmes



Parcelle



Paysage



Expérimentation batch (condition équilibre)



Expérimentation colonne



Case lysimétrique au champ



BV/ ZA/ SOERE

De la seconde à plusieurs heures

Cycle cultural à l'année

De quelques minutes à plusieurs décennies

De multiples approches de modélisation

Devenir des contaminants dans les agro-écosystèmes

- Couplage des différents types de transferts

Flux pesticides (surface, souterraine et l'atmosphère)

☹ **Processus non représentés** (flux autres que dissous, devenir dans l'atmosphère ...), et **dynamique temporelle** liée à évolution des propriétés (ex. sorption, hydrodynamiques.....)

☺ **Processus à améliorer** (effet des formulations, couplage avec transfert aérien, devenir sur le feuillage ...)



- Couplage av pratiques agricoles

- sys culture « STICS » et pesticide « MACRO »
- dégradation « mulch » et pesticide « pastis »
- Interception couverture en rang et transfert « Watsfar »



Effets des contaminants

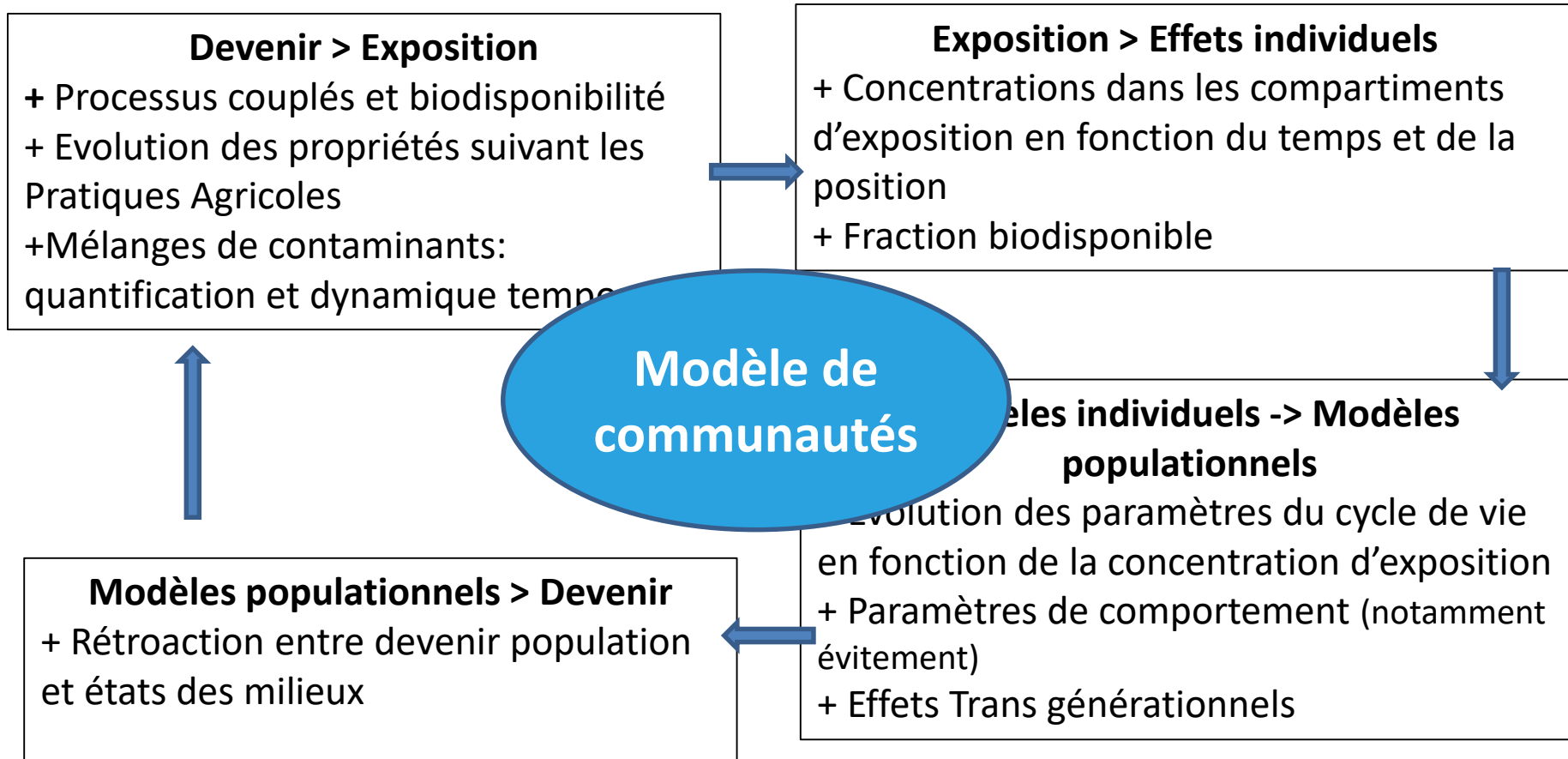
Modèles de dynamique des populations

- + Approches individus-centrées
- + Liens avec les fonctions (dégradation MO, porosité,)

Modéliser le devenir et les effets des contaminants dans les organismes

- + Modèles toxico-cinétiques
- + Modèles d'effets reliant la concentration interne et les réponses biologiques (dynamique énergétique gouvernant le cycle de vie (modèles DEB))

Modélisation couplée du devenir et des effets





Conclusions

Comment participer à la conception de pratiques agricoles qui protègent l'environnement?

■ Développements méthodologiques

=> de protocoles d'échantillonnage cohérents avec les dynamiques spatio-temporelles des milieux agricoles (connaissance des itinéraires techniques/ cycles de vie des organismes vivants)

=> de suivis long terme de l'écodynamique de mélanges de contaminants en faibles doses (dans eau/sol/air) et des quantifications des impacts écotoxicologiques

■ Expérimentation

=>Quantifier l'exposome

=>Mobiliser des sites ateliers/observatoires/ZA dédiés au suivi long terme de contaminations dans des contextes agricoles spécifiques

=>Proposer des pratiques agricoles nouvelles comme levier pour moduler les niveaux d'exposition

=>Considérer les interactions multipartites (plante, μ organisme, macrofaune)

Comment participer à la conception de pratiques agricoles qui protègent l'environnement?

- **Modélisation**

=> Mieux intégrer en amont les impacts écotoxicologiques dans la conception et l'évaluation des systèmes de cultures et des aménagements agricoles

=> Passer de la parcelle au paysage

=> Vers un OAD qui prend en compte l'écotoxicité

- **Contribuer au nouvel enjeu 5 ?**

REMERCIEMENTS

Au groupe de réflexion

**-Carole Bedos, Cécile Dagès, Laurence Denaix,
Laure Mamy, Céline Pelosi**

**- Pierre Benoit, Mickael Hedde, Fabrice Martin-
Laurent, Alexandre Péry**

A Marc Voltz et au département E&A

