

Développer des travaux intégrateurs : quels sites et protocoles pour mieux intégrer les connaissances sur les transferts, l'exposition, l'écotoxicologie ?

Quels protocoles en écotoxicologie pourraient être mis en place, quels bioindicateurs ?



Pesticides, écotoxicologie et exposition environnementale

Quelques réflexions préalables

- ❖ **Repenser l'écotoxicologie dans le contexte de l'agroécologie**
 - Changement de pratiques
- ❖ **Développer une écotoxicologie intégrative**
 - Observation - expérimentation - modélisation
- ❖ **Considérer des continuums**
 - Niveaux d'organisation biologique : individus > communautés
 - Niveaux de contamination : paliers
 - Spatio-temporels : dispersion des toxiques, interaction avec des dynamiques et processus écologiques clés
- ❖ **Considérer les effets directs et indirects des toxiques**
 - Biodiversité / réseaux trophiques / trans-générationnels...
- ❖ **Aborder le caractère multifactoriel des stressseurs environnementaux**
- ▶ **Les bioindicateurs (et biomarqueurs) : une vaste question!**

Evolution du contexte réglementaire

- ❖ **Evolution de la directive cadre européenne sur l'eau**
 - « Définition du bon statut écologique des masses d'eau » - Ecophyto

- ❖ **Réflexion sur la directive cadre européenne réglementant l'homologation de produits de protection des plantes (EFSA Journal 2010;8(10):1821)**
 - Définition de nouveaux « specific protection goals » – EFSA Panel PPR
 - ▶ The use of the ecosystem services concept for further decision making on Specific Protection Goals (for environmental risk assessment of pesticides)

- ❖ **Développement de nouveaux standards ISO : TC190/SC4/WG Biological methods**
 - Working Group (WG) 2: Invertebrates
 - Working Group (WG) 3: Plants
 - Working Group (WG) 4: Micro-organisms



Quelques exemples de bioindicateurs prometteurs

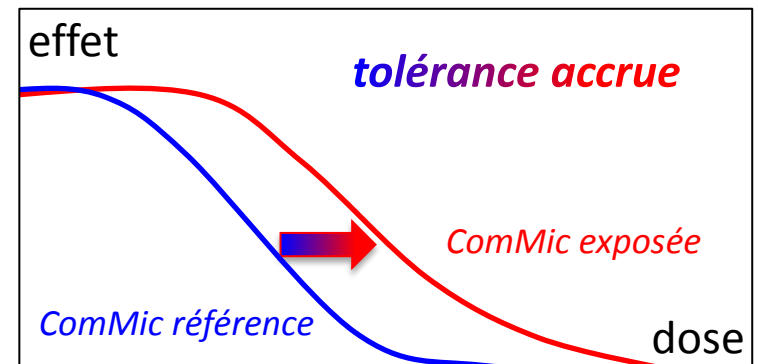
Le PICT (Pollution-Induced Community Tolerance)

Objectif

Aborder l'évaluation du risque d'exposition toxique avec une plus grande pertinence écologique

Principe

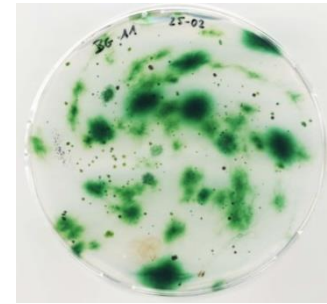
Une communauté exposée de manière chronique à un toxique soupçonné, sera sélectionnée et s'adaptera à celui-ci, acquérant ainsi une tolérance accrue vis-à-vis de ce type de toxique



Des enjeux de bioindication

Impacts écotoxiques et services écosystémiques

Appliquer le PICT aux communautés microbiennes (algues, champignons, bactéries ...) en utilisant des « **endpoints** » correspondant aux **traits microbiologiques supposés** en lien avec les services écosystémiques rendus par ces communautés



Transferts, expositions, impacts écotoxiques

Appliquer le PICT à l'échelle du **bassin versant** (des **microalgues** édaphiques aux **microalgues** aquatiques un modèle microbologique novateur pour le PICT et les herbicides)



(© O. Crouzet et A. Bérard)

Mais également

Cibler des mécanismes adaptatifs (biodégradation, tolérance / résistance) par des approches fonctionnelles (PICT, minéralisation polluants organiques) ou génétiques (quantification de gènes de résistance)

La protéogénomique

❖ Alliance gagnante de la protéomique et de la génomique

JOURNAL OF PROTEOMICS 105 (2014) 5–18



Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

www.elsevier.com/locate/jprot



Review

Non-model organisms, a species endangered by proteogenomics[☆]



Jean Armengaud^{a,*}, Judith Trapp^{a,b}, Olivier Pible^a, Olivier Geffard^b, Arnaud Chaumot^b, Erica M. Hartmann^a

^aCEA, DSV, IBEB, Lab Biochim System Perturb, Bagnols-sur-Cèze F-30207, France

^bIrstea, UR MALY, F-69626 Villeurbanne, France

Les organismes non-modèles

- ❖ Jouent un rôle particulier dans l'écosystème, et ont une représentativité écologique
- ❖ « Mal cultivables », mal caractérisés phénotypiquement, mal maîtrisés génétiquement
- ❖ Doivent permettre de dépasser le réductionnisme inhérent aux modèles classiques pour décrire des mécanismes universels

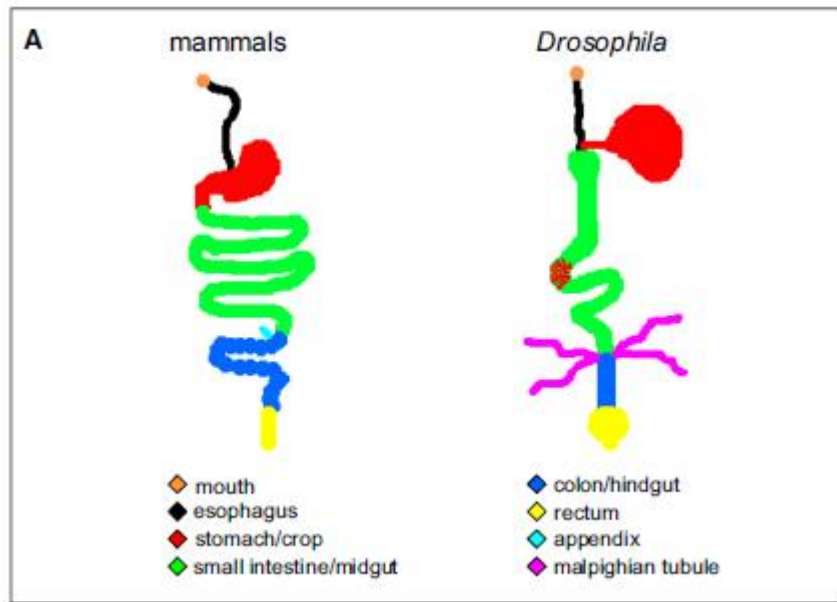


(© M. Hedde et al.)

La drosophile : un insecte marginal

❖ Proximité :

- De l'organisation (cellulaire) de l'intestin
- Du contrôle des lignages cellulaires

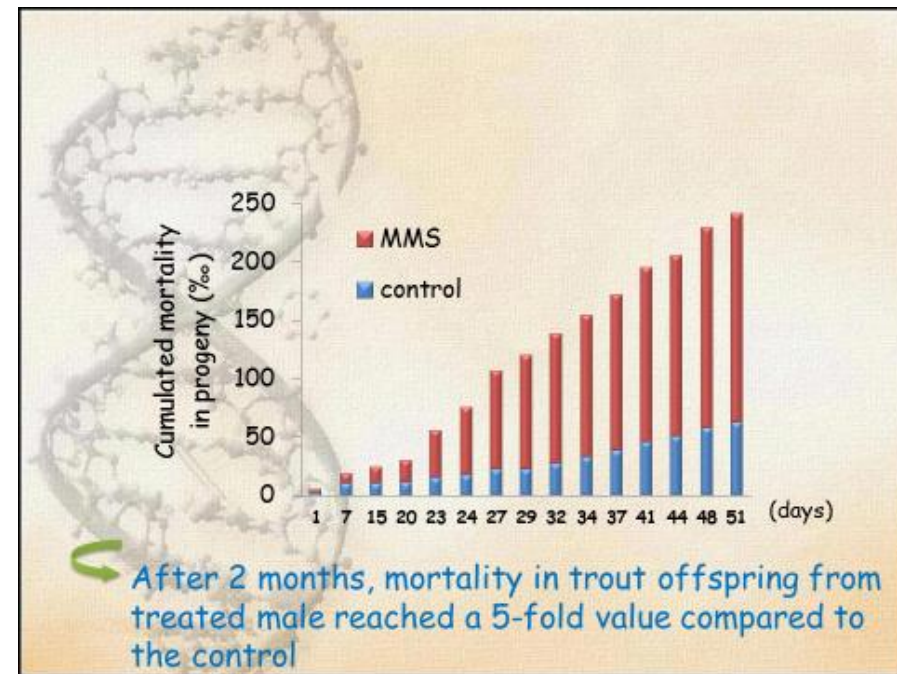
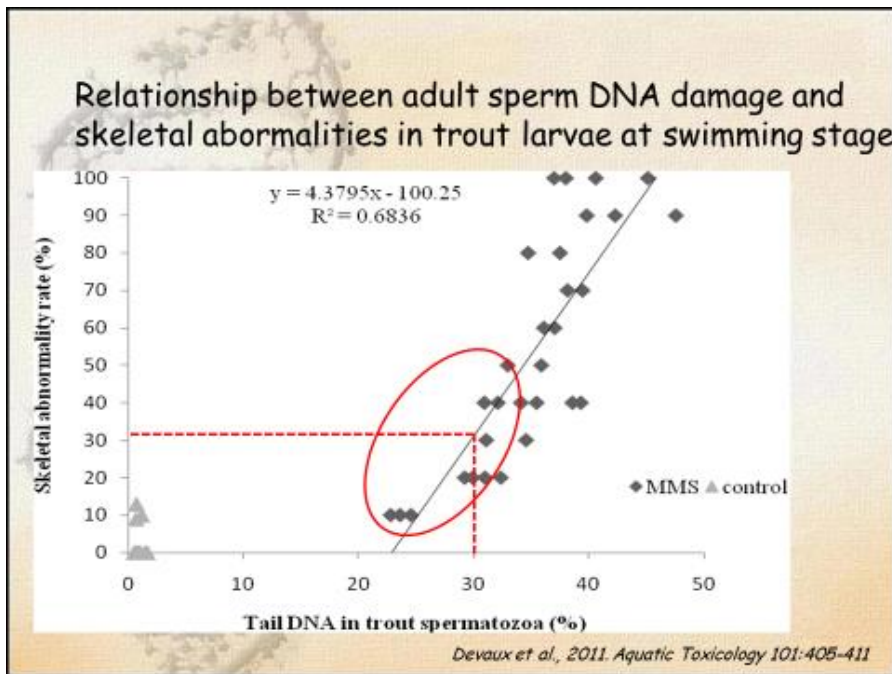


D'autres modèles ?

(Pitsouli et al., 2009. *Cell Host Microb.* 6, 301–307)

L'ADN et les effets trans-générationnels

- ❖ Dommages à l'ADN et capacités de réparation
- ❖ Baisse d'intégrité de l'ADN des gamètes des organismes parents exposés et diminution de la fitness de la descendance chez le poisson



- ❖ Genotoxicité, mutatoxicité...



Quelques exemples de démarches intégratrices

Les traits fonctionnels



A database for soil invertebrate biological and ecological traits

- Presentation
- Data exploration map
- Data request
- Contribute data
- Tutorial
- T-SITA
- Trait information scanning
- Technical documentation
- Login

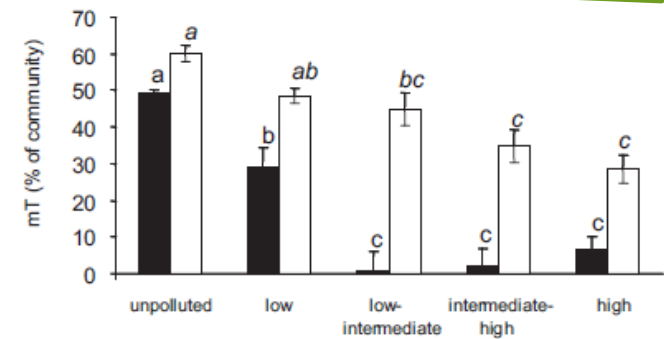


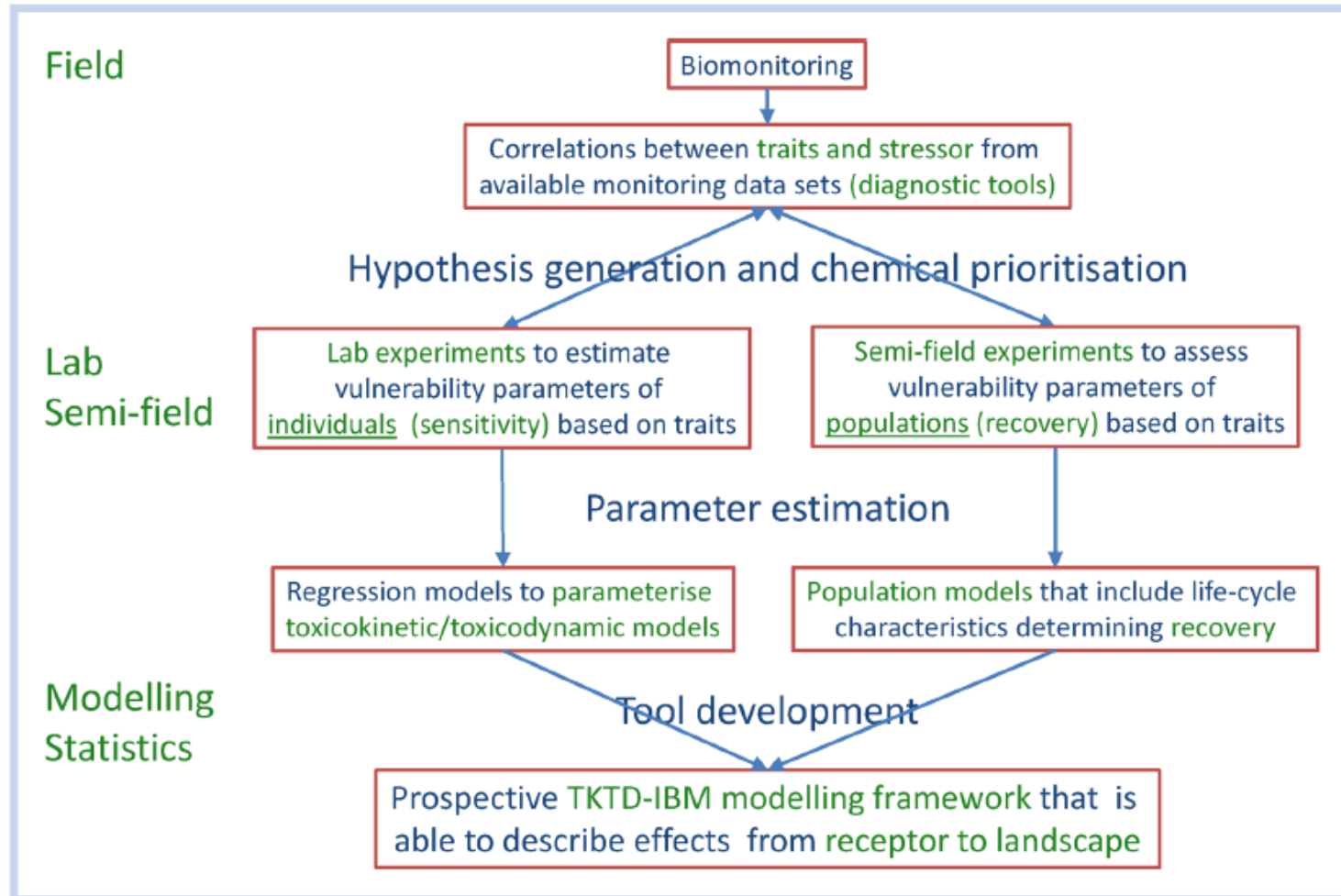
Fig. 2. Relationships (mean \pm SEM; $n = 4$) between mean proportion of soft-body (open bars) and geophagous (black bars) individuals in macro-invertebrate community (mT) and soil contamination level in agricultural plots of the Pierrelaye wastewater irrigation area (France). For each data series, different letters indicated statistical differences ($p < 0.05$).

<http://betsi.cesab.org/>

(Hedde et al., UR Pessac)

Exposition par ingestion > contact

TERA : Trait-based Ecological Risk Assessment > terrestrES



(Van den Brink et al., 2013, Integr Environ Assess Manag 9:e47-e57)

L'écotoxicologie du paysage

- ❖ **Comprendre et prédire les relations entre gestion agricole (organisation paysage, pratiques), les transferts/l'exposition aux contaminants et la biodiversité**
- ❖ **Etudier la manière dont l'agencement des éléments constitutifs des paysages agricoles module :**
 - Les transferts latéraux de pesticides
 - Les transferts de pesticides dans les réseaux trophiques (bioaccumulation dans les organismes impliqués dans le fonctionnement des agroécosystèmes)
 - L'assemblage et la dynamique de communautés, et les interactions invertébrés/vertébrés
 - Le fonctionnement des agroécosystèmes (production pour aspects socio-économiques et biodiversité pour aspects environnementaux de la durabilité des agroécosystèmes)

One health : une santé unique

- ❖ **Faire collaborer les acteurs de la santé humaine, de la santé animale et de la gestion de l'environnement > santé végétale?**
- ❖ **S'inspirer des approches « médicament » ?**
- ❖ **Utiliser les domaines expérimentaux : registre des cultures, géolocalisation, cohortes de travailleurs...)**
- ❖ **Utiliser les sites instrumentés (SOERE, LTER)**
- ❖ **Associer les approches sciences dures et SHS**
- ▶ **Une réflexion pour le MP SMaCH?**

Organisation et gestion des données

- ❖ **Considérer le continuum : Transfert / Exposition / Effets / Risque**
- ❖ **Homogénéiser les données et leurs unités**
- ❖ **Favoriser l'accès aux données structurées**
- ❖ **Standardiser les approches, les protocoles**
- ❖ **Disposer d'outils statistiques et de modélisation**

- ❖ **Homogénéiser la sémantique vers un vocabulaire contrôlé**



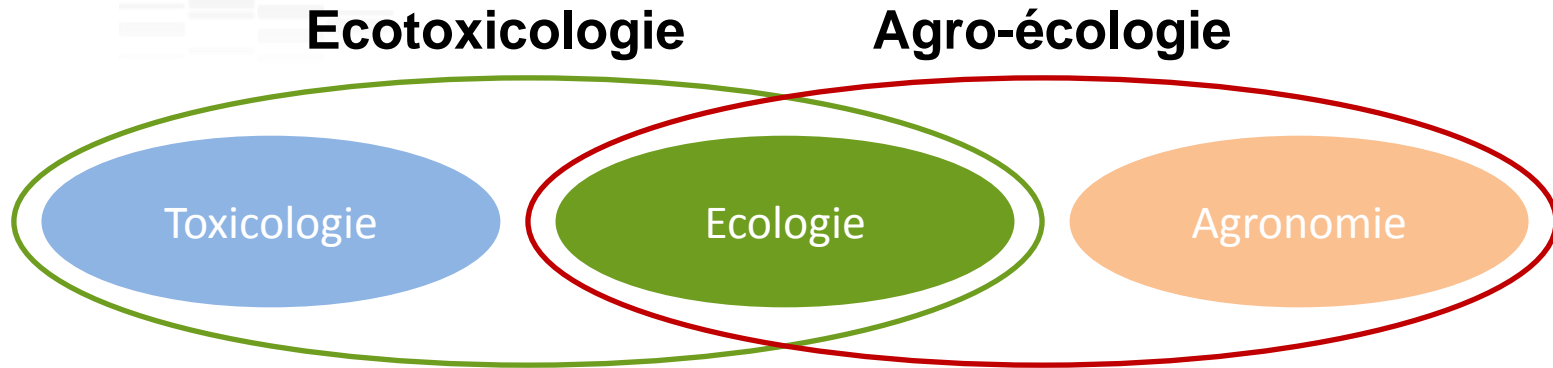
En conclusion

Conclusions

- ❖ **Des bioindicateurs sont disponibles (micro-organismes, faune, flore)**
- ❖ **De nouvelles approches prometteuses sont en développement (croiser approches morphologiques, moléculaires et fonctionnelles)**

- ❖ **Mais...**
 - **Définir les objectifs à remplir par les bioindicateurs**
 - **Pour définir les autres données nécessaires (chimie...)**
 - **Associer les différents jeux de données**

Approches x compétences



❖ Mais aussi

- **Physiciens et chimistes de l'environnement**
- **Epidémiologistes**
- **Toxicologues et professionnels du médicament**
- **Généticiens des populations**
- **Statisticiens, bioinformaticiens**

Approches x dispositifs

- ❖ **Considérer l'utilisation des terres et leur gestion (agricole)**
- ❖ **Etablir des liens concrets entre la gestion agricole et les processus écologiques et écotoxicologiques**
- ❖ **Développer une approche d'écotoxicologie du paysage : mettre en relation paysage, pesticides et biodiversité (fonctionnelle et structurale)**
- ❖ **Mobiliser des plateformes : INRA, AnaEE-F, CEA, santé...?**
- ❖ **Mobiliser des dispositifs : exemple de l'OPA-C...**
- ❖ **Mobiliser les réseaux : Ecotox et Ecotoxicomic**



Merci pour votre attention!