

Apport de la génétique quantitative pour estimer l'impact évolutif des contaminants : exemple chez *Lymnaea stagnalis* exposée à des pesticides



Marie-Agnès COUTELLEC, Marc COLLINET et Thierry CAQUET
INRA, UMR 0985 Ecologie et Santé des Ecosystèmes,
Equipe Ecotoxicologie et Qualité des Milieux Aquatiques,
65 rue de Saint-Brieuc, F-35042 Rennes cedex

Impact évolutif des contaminants ?

- Stress environnemental => processus micro-évolutifs rapides (Hoffmann et Hercus, 2000)
- Mise en évidence de réponses adaptatives rapides : colonisation de nouveaux milieux, structure en métapopulation (Reznick and Ghalambor, 2001)
- Taux naturel d'évolution modifiable par les activités humaines (Hendry et al. 2008)



Les polluants peuvent représenter une source de changement, d'hétérogénéité et de stress environnemental, et sont donc susceptibles de générer des processus micro-évolutifs.

=> Intérêt actuel de l'écotoxicologie pour la notion d'impact évolutif, enjeu pour l'évaluation du risque écologique (Breitholtz *et al.*, 2006 ; Coutellec et Barata, 2011).

Habitats à risque d'impact évolutif ?

Milieus d'eau douce situés dans les paysages agricoles :

- ☞ exposition récurrente à des cocktails de pesticides, via divers processus de transfert (Brown & Von Beinum 2009).
- ☞ processus évolutifs locaux favorisés: adaptation locale, dérive génétique au hasard, en particulier pour milieux lenticules et espèces à cycle de vie complètement aquatique.

Apport de la génétique quantitative ?

⇒ mise en évidence de résistance dans les populations exposées (approches comparatives spatiales et / temporelles)

⇒ estimation de l'héritabilité de la résistance ou de la tolérance (fitness globale)

⇒ étude des réponses évolutives en laboratoire (sélection expérimentale)

Etude chez *L. stagnalis*:

☞ héritabilité

☞ effets parentaux non génétiques



Questions

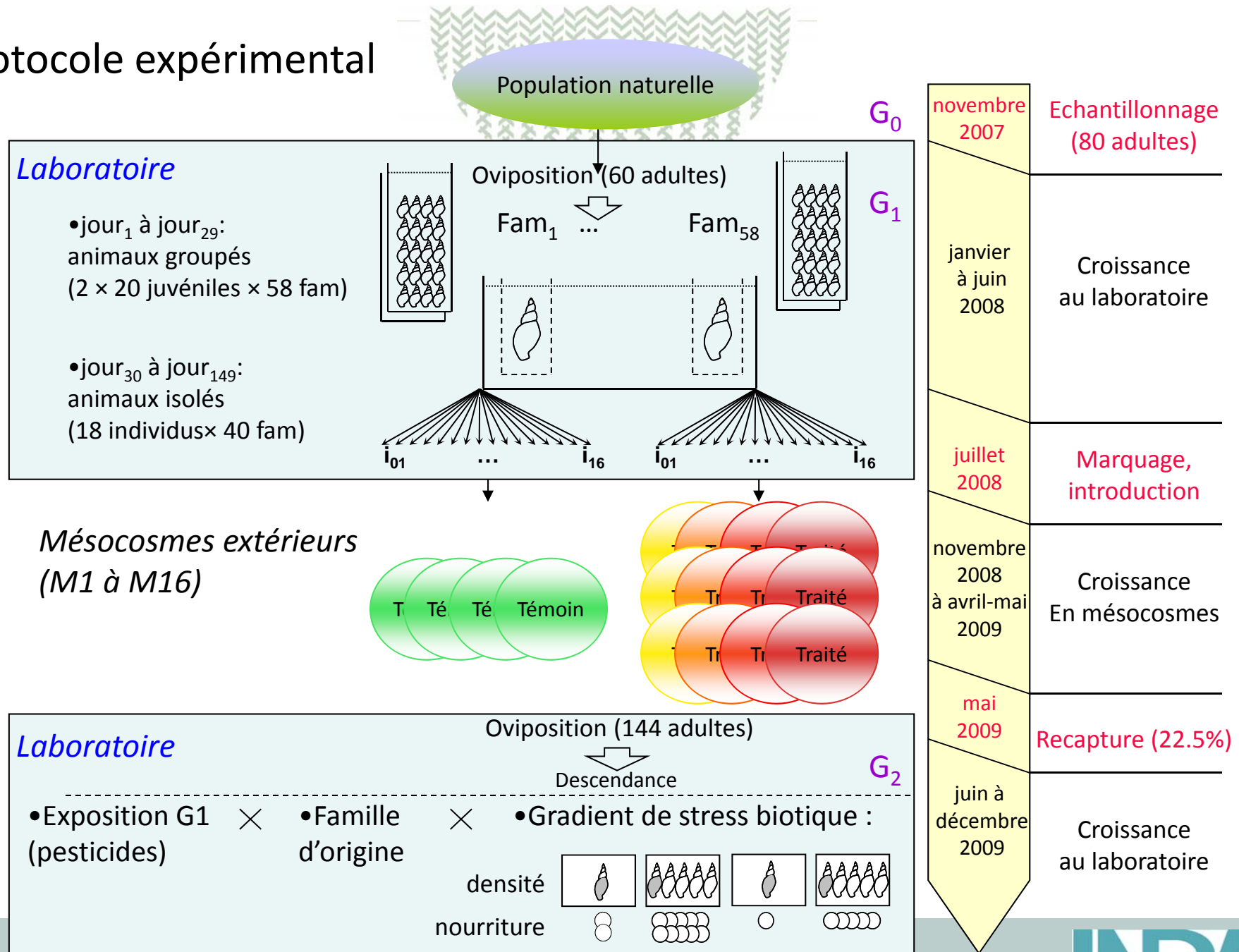


- (1) Des conditions réalistes d'exposition aux pesticides peuvent-elles entraîner des performances de fitness divergeant entre lignées au sein des populations ?
- (2) Quel est le potentiel de réponse adaptative des traits liés à la valeur sélective ?
- (3) L'exposition parentale affecte-t-elle la capacité ultérieure de la population à répondre à d'autres facteurs environnementaux ?

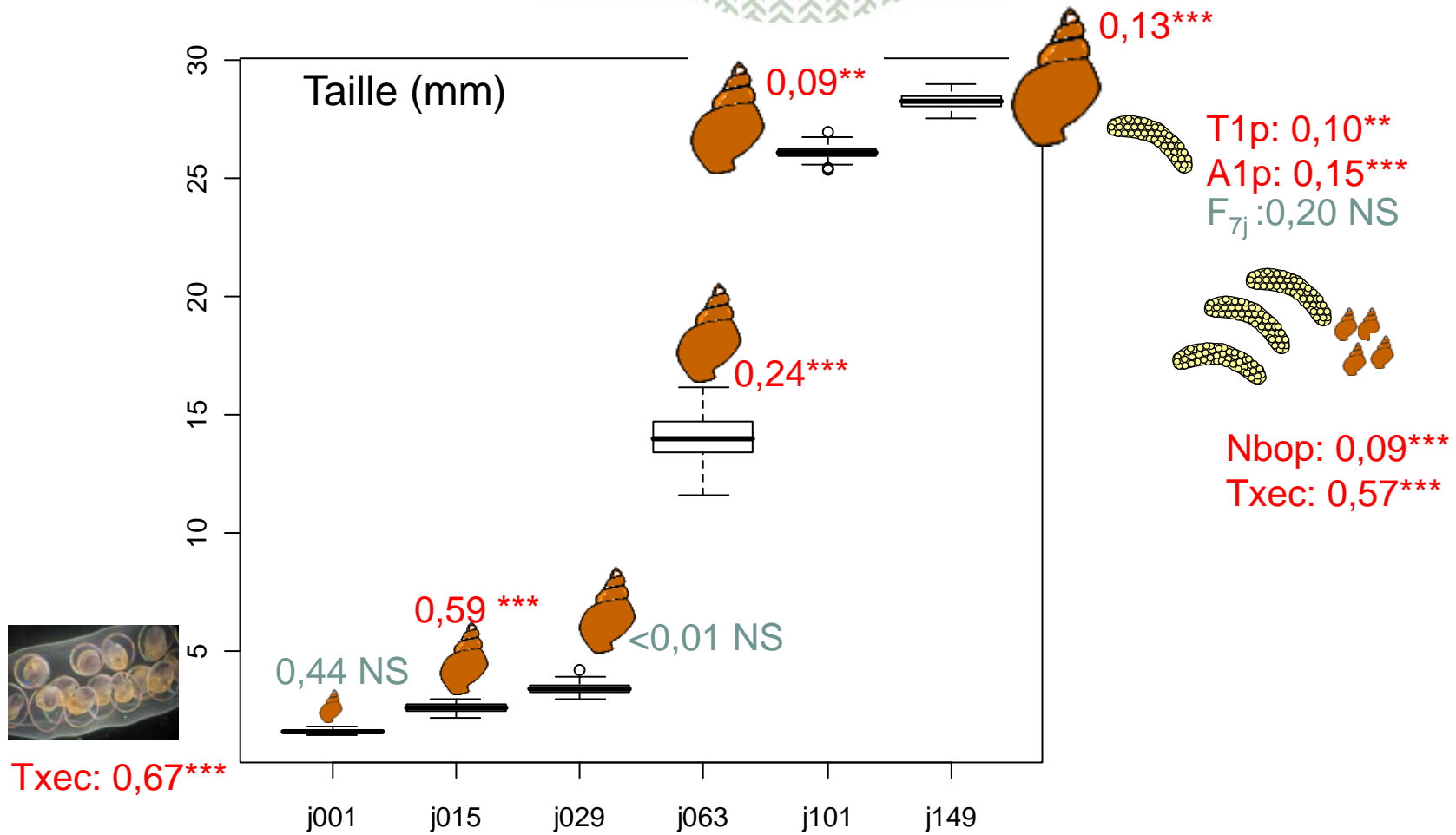
Projet Gaelic (INSU, APR Ec2Co, AT Cytrix, 2008-2010)

Projet EMERITAT (Ministère de l'Écologie, APR Pesticides 2007-2010)

Protocole expérimental



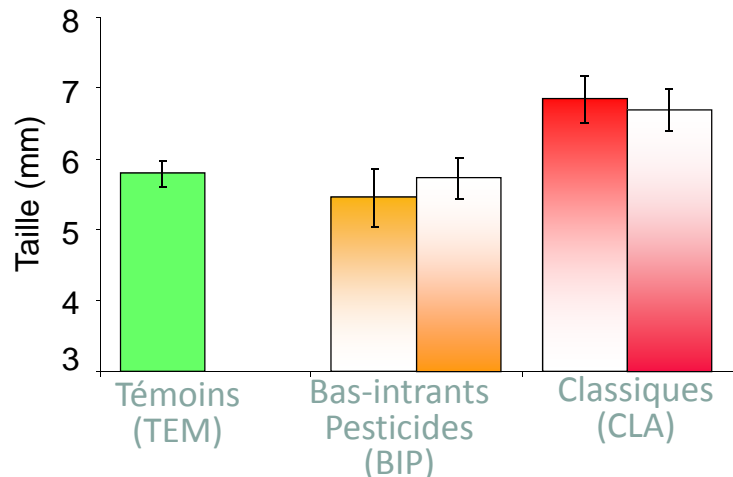
I. Héritabilité au laboratoire (G1): H^2 sens large



⇒ Majorité de traits héritables

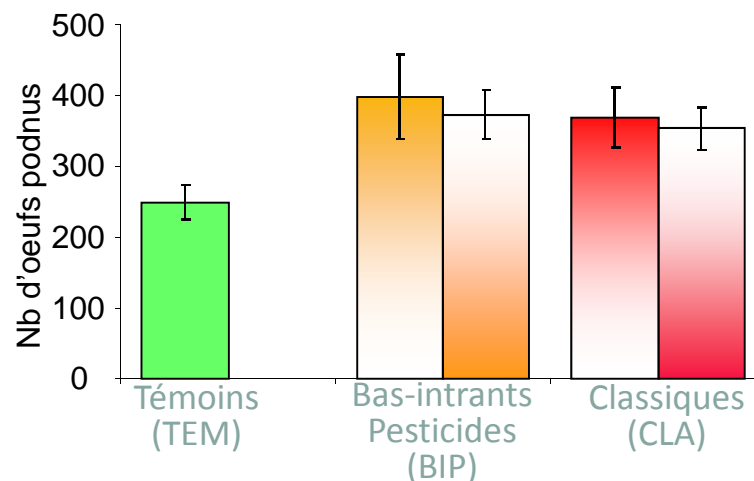
II. Exposition en mésocosmes (G1): effets des traitements pesticides

- Croissance individuelle (10 mois)



⇒ **CLA > BIP = TEM**
(glm, $P < 0,001$; post-hoc test $\alpha 0,05$)

- Fécondité post-recapture (63 jrs)



⇒ **CLA = BIP > TEM**
(glm, $P = 0,023$; post-hoc test $\alpha 0,05$)

- Délai d'oviposition
- Taille des pontes
- Taux d'éclosion des pontes

⇒ **CLA = BIP = TEM**



La Jaillière



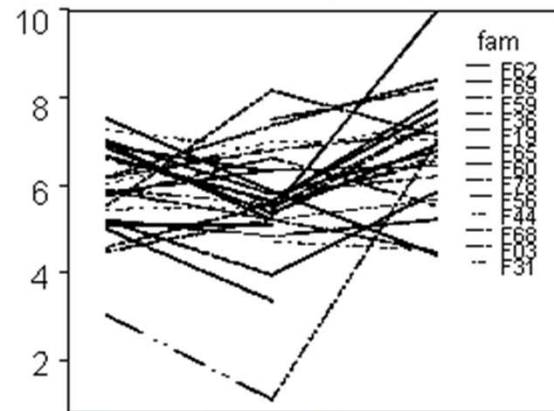
Brie

(voir présentation projet EMERITAT)



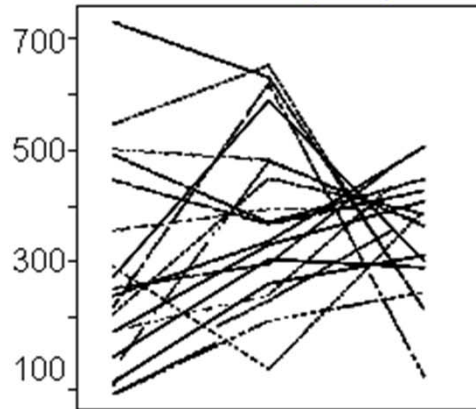
II. Exposition en mésocosmes extérieurs (G1): interactions G x E

*Croissance individuelle (mm)****



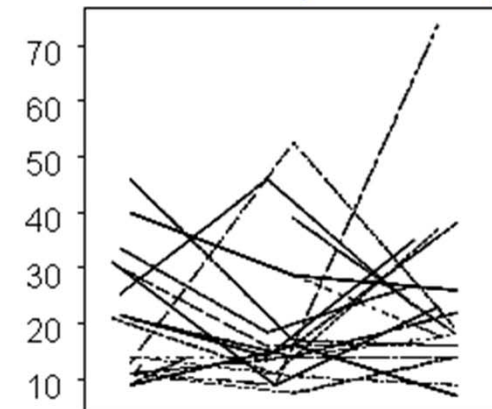
TEM BIP CLA

Fécondité (NS)



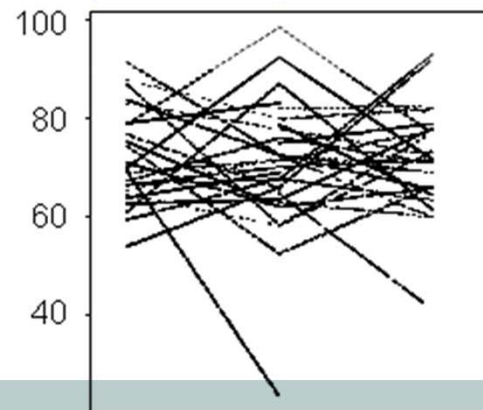
TEM BIP CLA

Délai d'oviposition (NS)



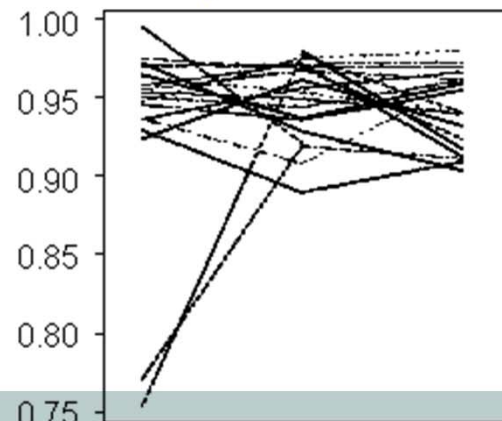
TEM BIP CLA

*Taille des pontes (nb oeufs)****



TEM BIP CLA

*Taux d'éclosion des pontes****

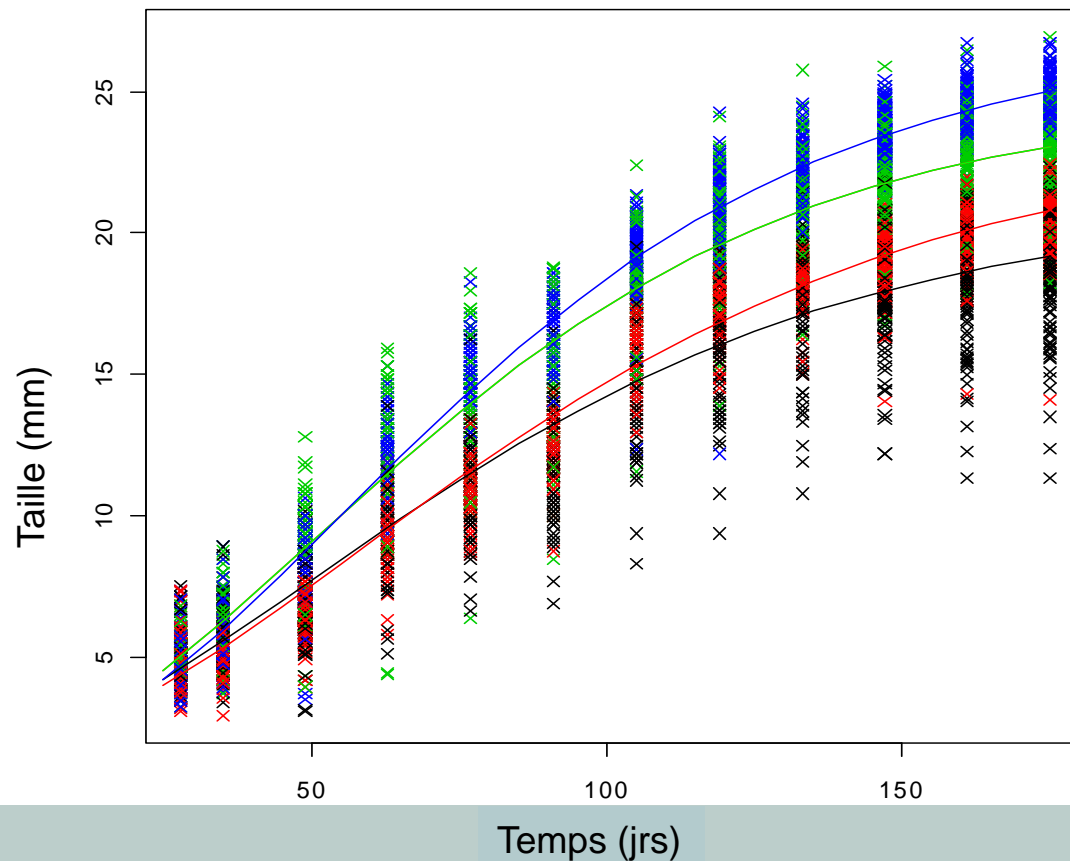


TEM BIP CLA

⇒ Interactions G x E significatives pour divers traits

III. Héritabilité au laboratoire (G2): effet du stress biotique

Croissance individuelle, sous 4 conditions (gradient de stress):



alimentation+, isolement
alimentation+, 4 congénères
alimentation-, isolement
alimentation-, 4 congénères

$$L_t = Ae^{-be^{(-kt)}}$$

III. Héritabilité au laboratoire (G2): effet du stress biotique

Paramètres du modèle de croissance (Gompertz)

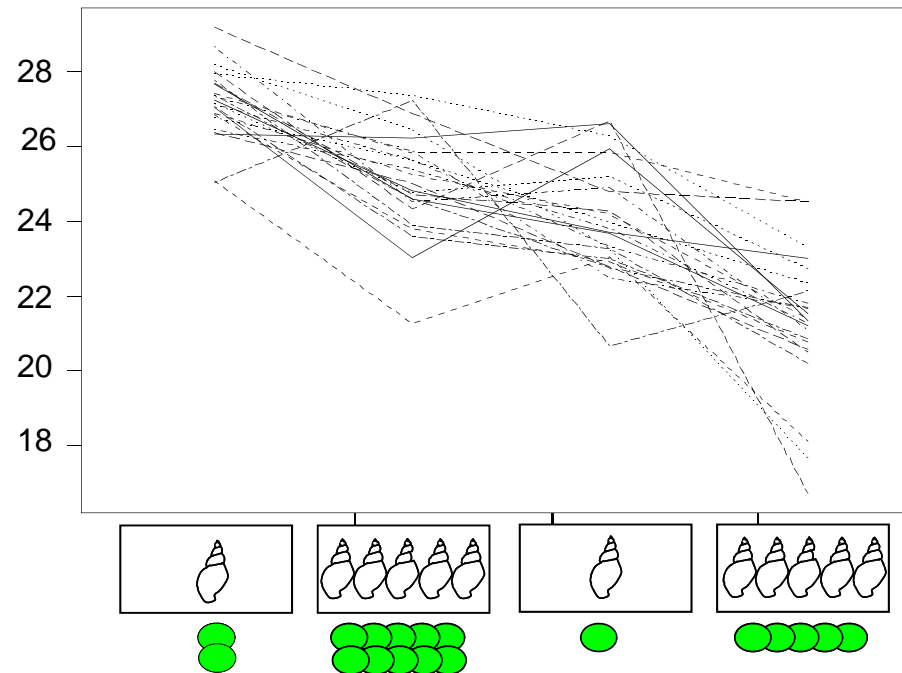
<i>Source de variation</i>	<i>ddl</i>	A	b	k
Pesticides (parents)	2	0.084	0.223	0.154
Gradient de stress biotique	3	<0.001 (■ = ■) < (■ = ■)	<0.001 ■ < (■ = ■) < ■	<0.001 (■ = ■) < (■ = ■)
Famille	23	<0.001	<0.001	0.032
Famille×Gradient de stress biotique	69	0.036	0.239	0.450
Pesticides × Gradient de stress biotique	6	0.584	0.996	0.412

- ⇒ Pas d'effet de l'exposition parentale aux pesticides
- ⇒ Effet du stress biotique
- ⇒ Effet famille
- ⇒ interaction G x E (paramètre A)

Interaction G x E



*Taille maximale (mm)
(paramètre A, Gompertz)*



⇒ Malgré la même tendance générale, interaction G x E significative



CONCLUSIONS

1° La décomposition de la variance phénotypique a permis de tester spécifiquement l'influence parentale non génétique sur les performances de la descendance.

Deux catégories de facteurs:

⇒ Exposition de longue durée à des mélanges de pesticides (effets significatifs sur les parents)

⇒ Gradient de stress biotique (effets significatifs directs).

2° Divers traits d'histoire de vie (liés à la valeur sélective) montrent une héritabilité significative et certaines interactions GxE ont été identifiées à l'échelle familiale:

⇒ Potentiel d'évolution adaptative pour ces traits, vis-à-vis des facteurs testés,

⇒ Impact évolutif potentiel des cocktails de pesticides appliqués en agriculture.

3° Applicabilité au contexte d'évaluation du risque écologique.



Merci de votre attention