

COLLOQUE SCIENTIFIQUE
"CHLORDÉCONE, COMPRENDRE & AGIR"
23 • 24 • 25 juin 2026

L'oursin : un modèle de choix pour étudier les effets cocktails de la chlordécone

PAUL Calli

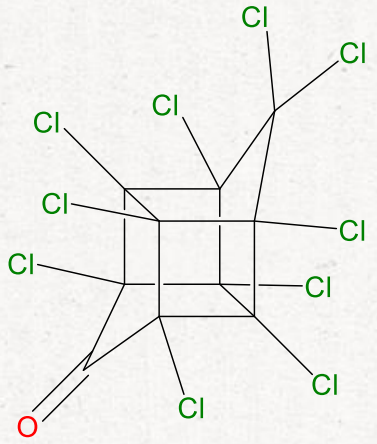
Ce travail a été financé par l'ANR LiCOCO (ANR-22-CHLD-0002)

Sommaire

- **Introduction**
  - Contexte et hypothèse
  - L'oursin comme outil d'investigation
- **Méthodes**
  - Impact sur la morphologenèse des larves d'oursin
  - Impact sur l'expression de gènes cibles chez l'oursin juvénile
- **Résultats**
  - Morphogenèse
  - Transcriptomique
  - Conclusion

Introduction

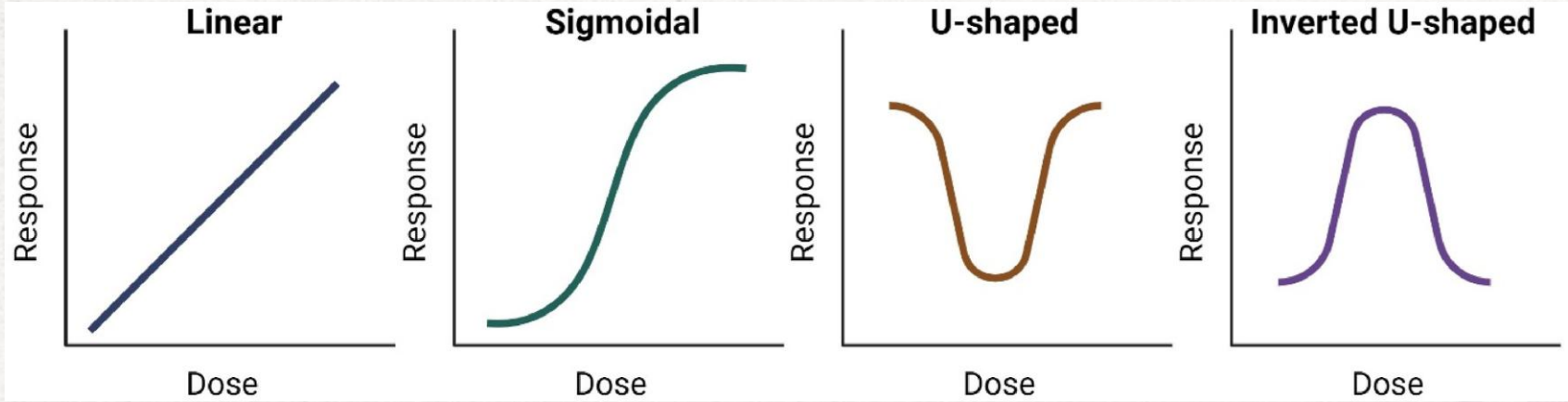
Chlordécone





Perturbateurs Endocriniens (PE)

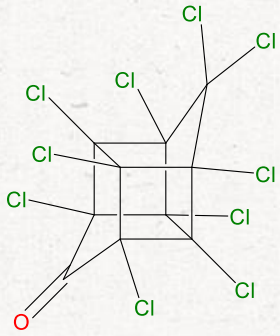
- Relations effet-dose non monotones
- Atteintes de la fonction endocrinienne même à faible dose



(van der Most et al., 2024)

Chlordécone







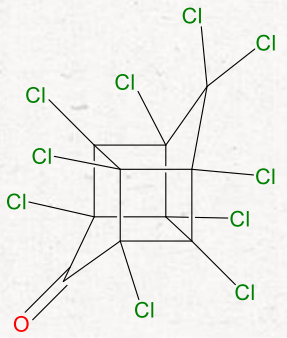
Impacts sur la santé

- Troubles du développement (Dallaire et col., 2012)
- Troubles de la reproduction (Kadhel et col., 2014; Ben-Fares et col., 2025)
- Cancer de la prostate (Multigner et col., 2010)
- …
- Autres pathologies notamment chroniques ?

Mais données issues d'études portant sur une **molécule isolée**

Chlordécone







Impacts sur la santé

- Troubles du développement (Dallaire et col., 2012)
- Troubles de la reproduction (Kadhel et col., 2014; Ben-Fares et col., 2025)
- Cancer de la prostate (Multigner et col., 2010)
- …
- Autres pathologies notamment chroniques ?

Mais données issues d'études portant sur une **molécule isolée**

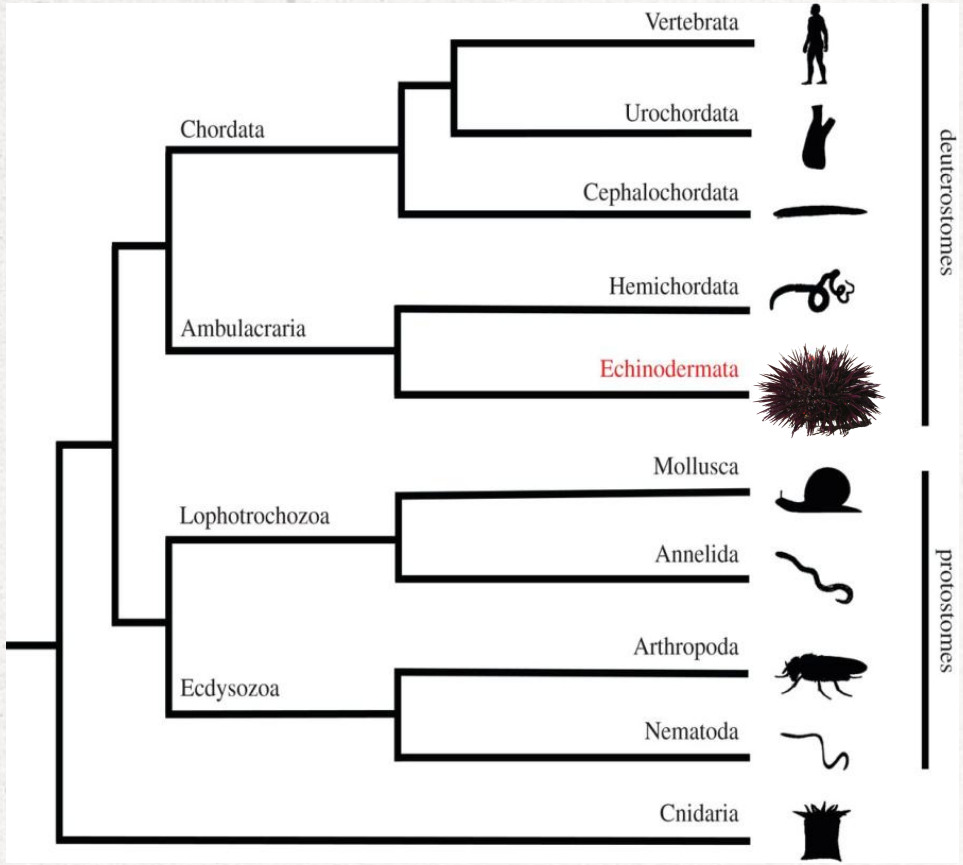


Quels sont les effets de **cocktails** de pesticides à base de chlordécone?



L’oursin comme modèle écotoxicologie

- Plus de 100 ans d’utilisation dans la recherche sur le développement et l’embryologie
- Modèle expérimental facilement manipulable en laboratoire
- 70% de ses gènes ont un équivalent chez l’être humain (Sea Urchin Genome Sequencing Consortium, 2006)



(Semmens et al., 2016)

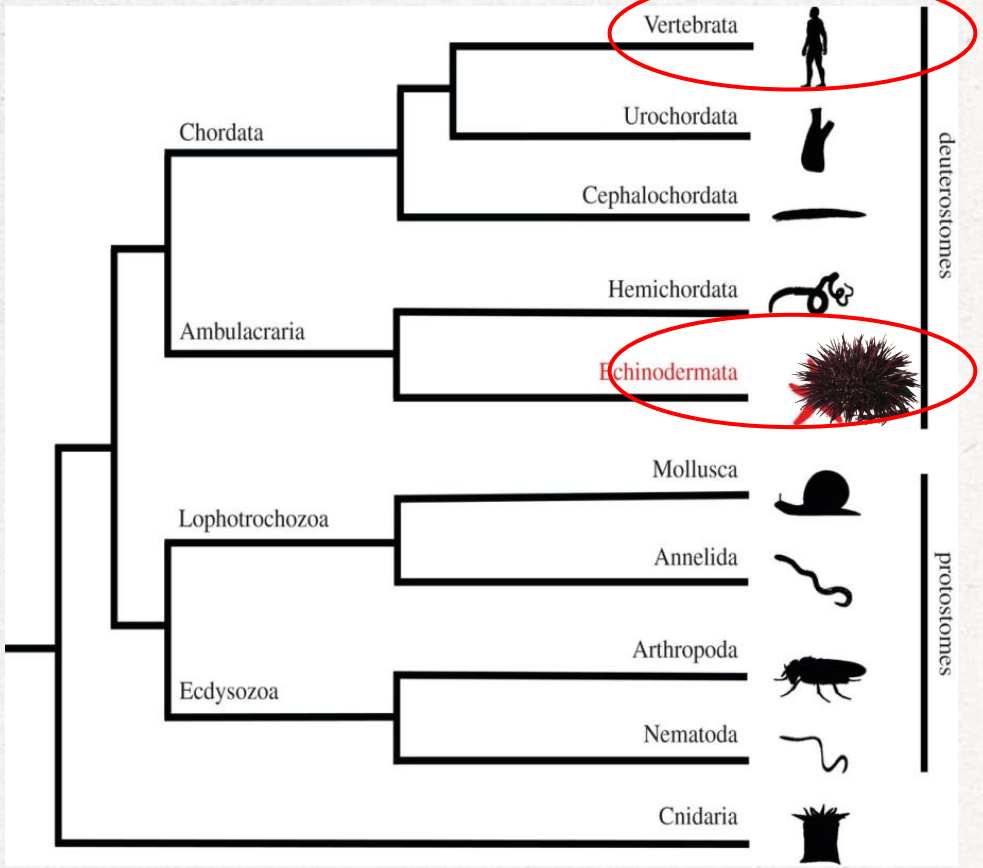
Echinodermata

Oursin commun
Paracentrotus lividus



L’oursin comme modèle écotoxicologie

- Plus de 100 ans d’utilisation dans la recherche sur le développement et l’embryologie
- Modèle expérimental facilement manipulable en laboratoire
- 70% de ses gènes ont un équivalent chez l’être humain (Sea Urchin Genome Sequencing Consortium, 2006)



(Semmens et al., 2016)

Humains

Echinodermata

Oursin commun
Paracentrotus lividus



Méthodes

Effets des contaminants sur les stades larvaires ?

Cocktail :

CLD + AMPA + AZ

Géniteurs prélevés en Corse

Expérimentation larvaire

Larves d'oursins

38 19 >90

Contamination pendant tout le cycle larvaire

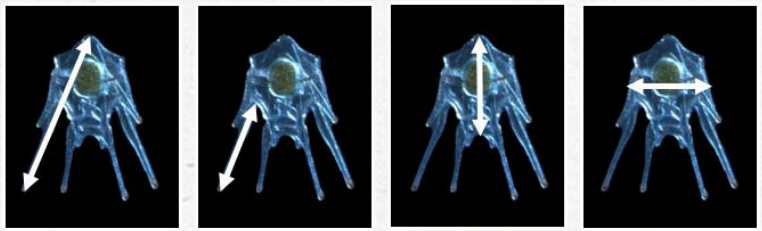
2 expérimentations - 8 Traitements (µg.L^{-1})

	CLD	AMPA	AZA
T-	0	0	0
T1	8	0,1	0,1
T2	0,1	1	0,1
T3	0,1	0,1	1
T4	4,05	0,55	0,55

	CLD	AMPA	AZA
T-	0	0	0
T5	0,1	0,55	0,55
T6	4,05	0,1	0,55
T7	4,05	0,55	0,1
T8	0,1	0,1	0,1

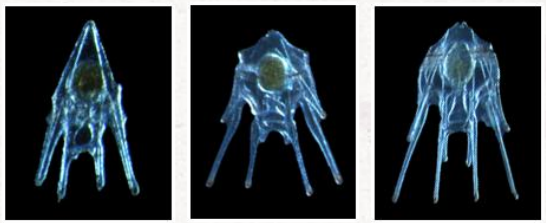
(OPALE, 2023)

- **Photographie sous microscope**
- **Mesure des larves**



Longueur totale | Longueur du bras | Longueur du corps | Largeur du corps

- **Suivi du développement larvaire**



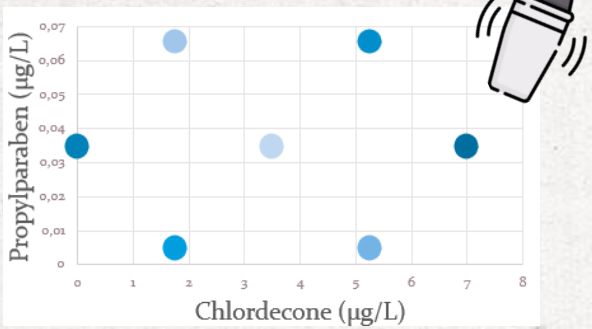
4 bras | 6 bras | 8 bras

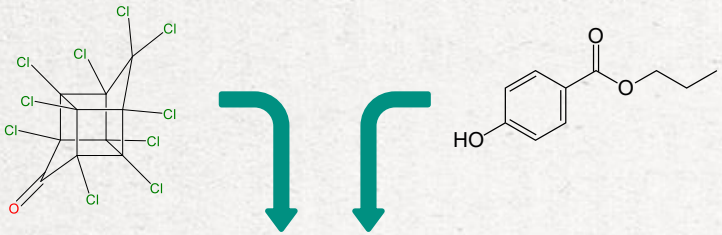
- **Evaluation des malformations larvaires**

Effets des contaminants sur le transcriptome ?

Cocktail : chlordécone + propylparabène (conservateur)

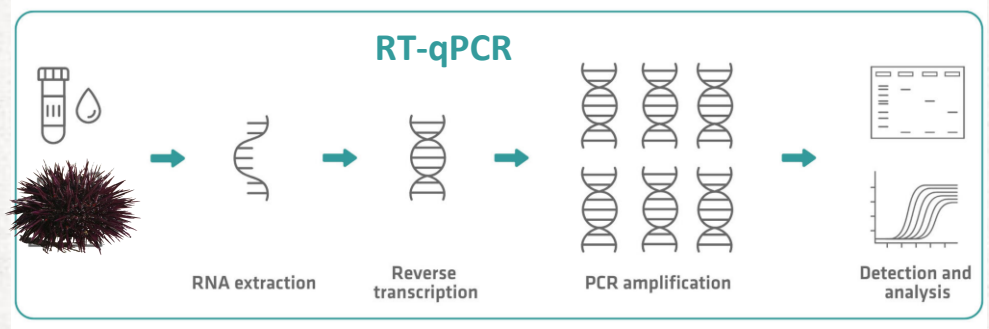
- Concentrations environnementales











Gènes cibles

Wnt1, TRβ : croissance & développement

CYP17 : reproduction

SOCS7 : voie de l'insuline

Catalase : stress oxydant

MRP5 : détoxification

Résultats

Effets des contaminants sur les stades larvaires :

Quel est l'impact des mélanges de pesticides sur la biométrie des larves ?

Longueur totale et du bras **plus élevées au traitement 4** au stade 6 bras → **+ Retard de développement important**

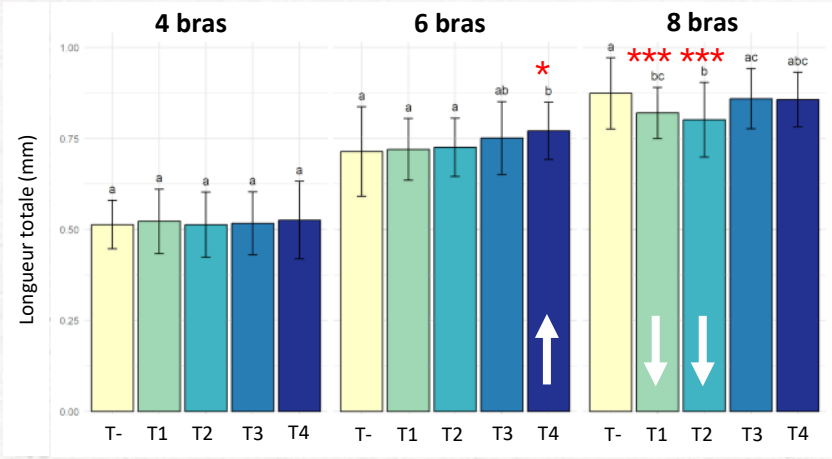
Longueur totale et du bras **plus petites pour les traitements 1, 2 et 5** → **+ Léger retard de développement**

	CLD	AMPA	AZA
T-	0	0	0
T1	8	0,1	0,1
T2	0,1	1	0,1
T3	0,1	0,1	1
T4	4,05	0,55	0,55

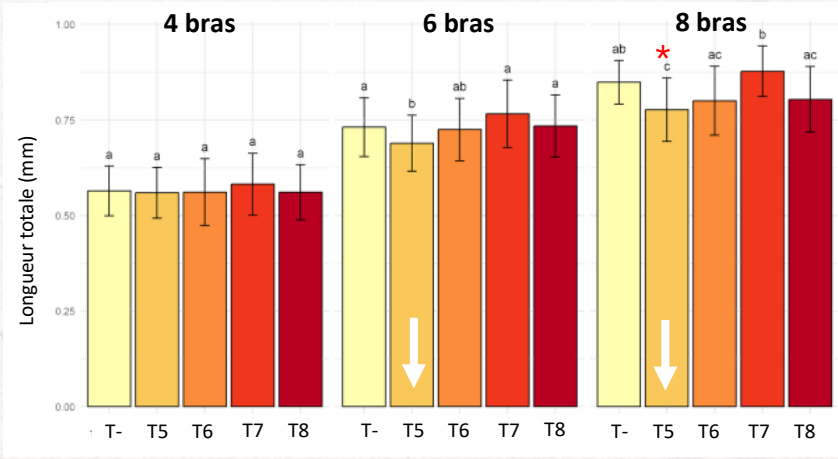
	CLD	AMPA	AZA
T-	0	0	0
T5	0,1	0,55	0,55
T6	4,05	0,1	0,55
T7	4,05	0,55	0,1
T8	0,1	0,1	0,1

(OPALE, 2023)

Expérimentation 1



Expérimentation 2



Effets des contaminants sur les stades larvaires :

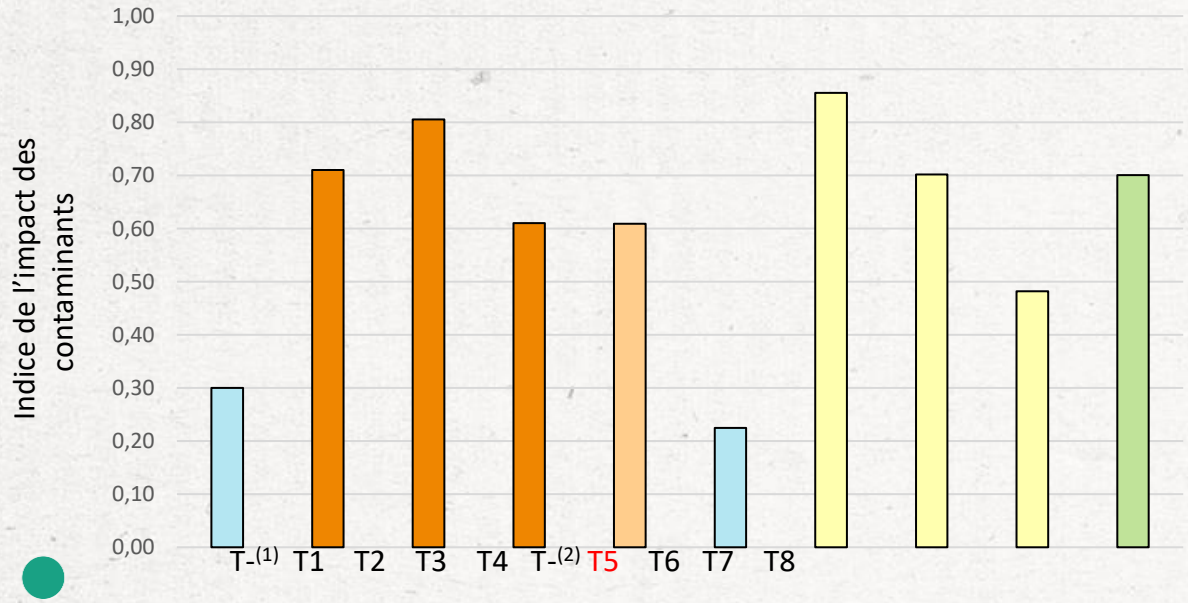
Quel est l'impact des mélanges de pesticides sur la morphologie des larves ?

	CLD	AMPA	AZA
T-	0	0	0
T1	8	0,1	0,1
T2	0,1	1	0,1
T3	0,1	0,1	1
T4	4,05	0,55	0,55

	CLD	AMPA	AZA
T-	0	0	0
T5	0,1	0,55	0,55
T6	4,05	0,1	0,55
T7	4,05	0,55	0,1
T8	0,1	0,1	0,1

(OPALE, 2023)

Indice de l'impact des contaminants



➔ Altérations morphologiques pour **tous les traitements**

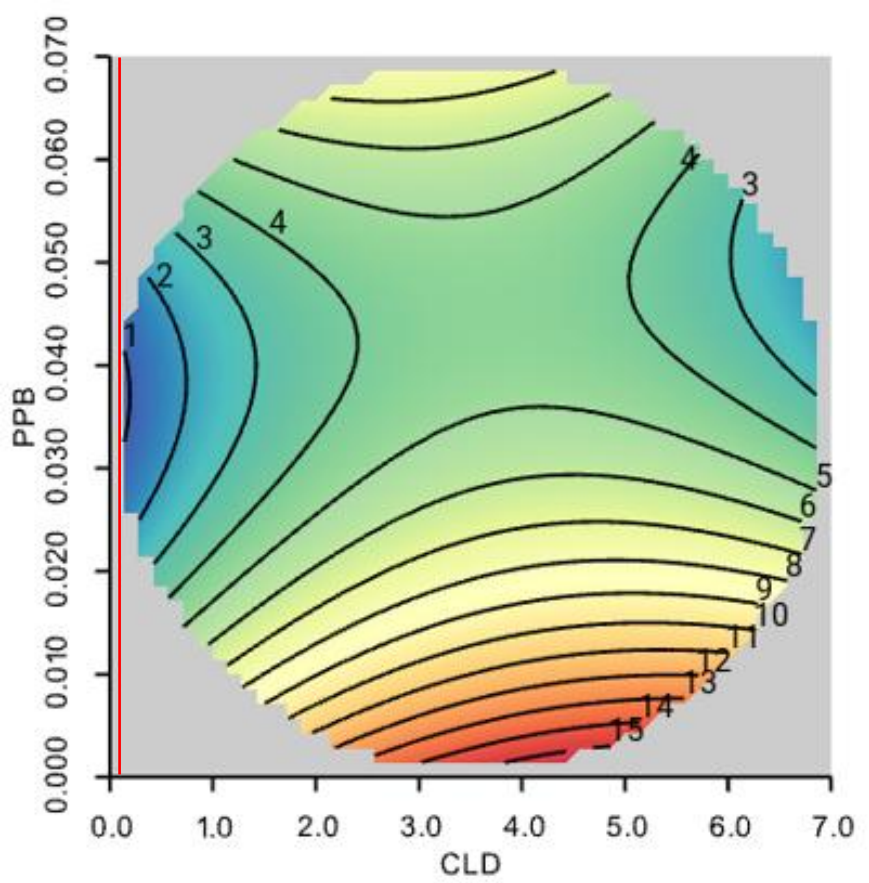
➔ Atteinte maximale pour le mélange **AMPA + AZA**

➔ Relations dose effet non monotones **= non additives et complexes**

Classification des malformations larvaires (Gambardella *et al.*, 2021)

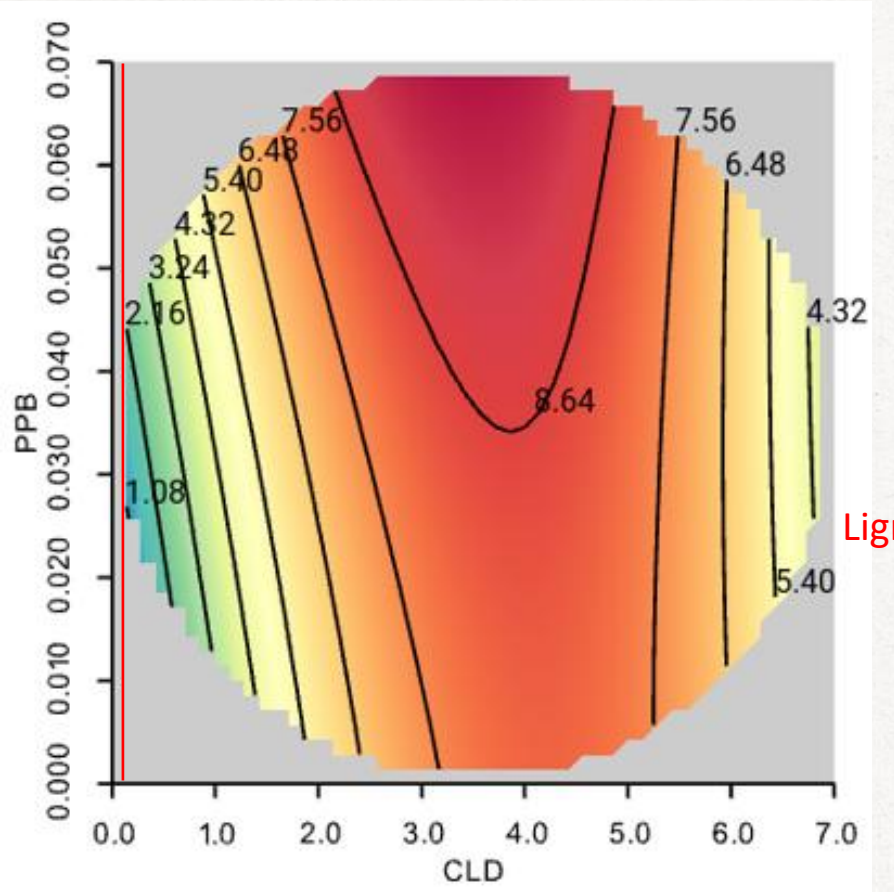
Effets des contaminants sur le transcriptome :

Wnt1



Wnt1 / Prolifération et devenir cellulaire

TRβ



Thyroïde / croissance et développement (cerveau), morphogenèse et homéostasie métabolique

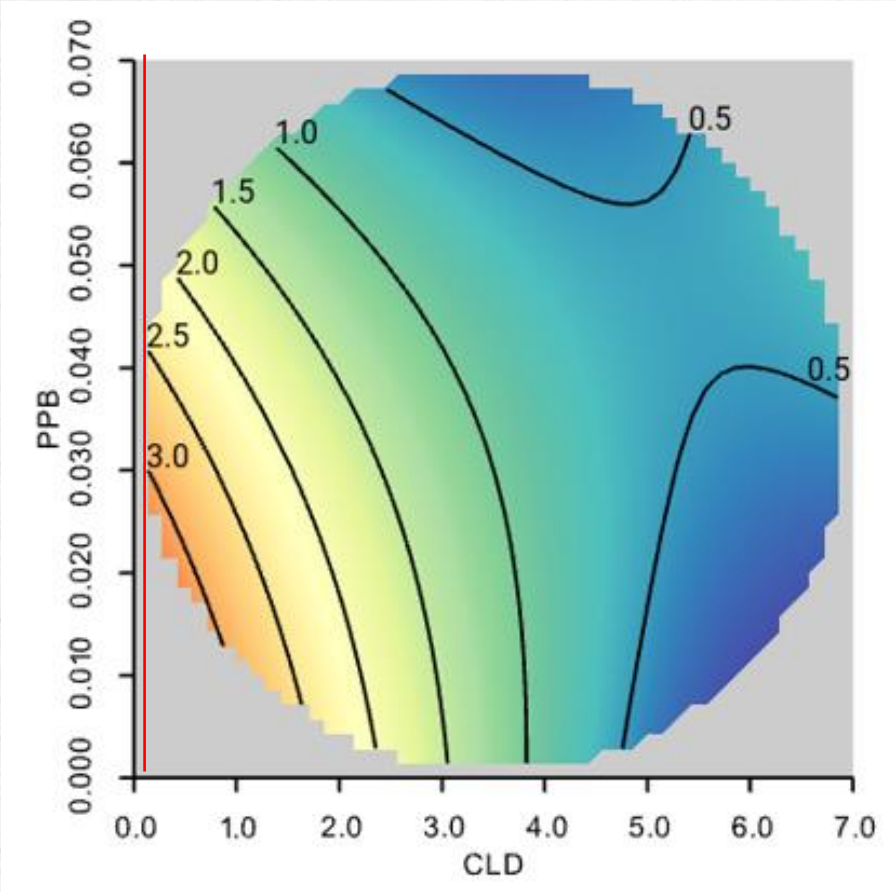
Vers le rouge = expression augmentée

Vers le bleu = expression diminuée

Ligne rouge : Seuil de potabilité de CLD (0,1 µg/L) (UE, 2020)

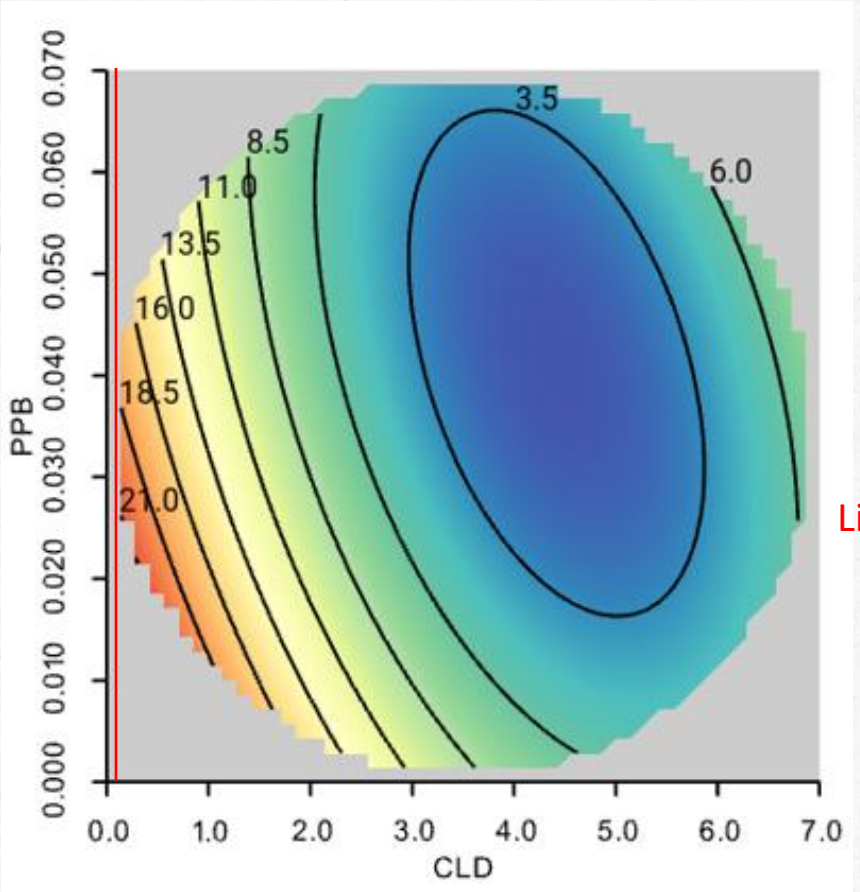
Effets des contaminants sur le transcriptome :

CYP17



CYP17 / synthèse de la testostérone

SOCS7



SOCS7 / signalisation de l'insuline

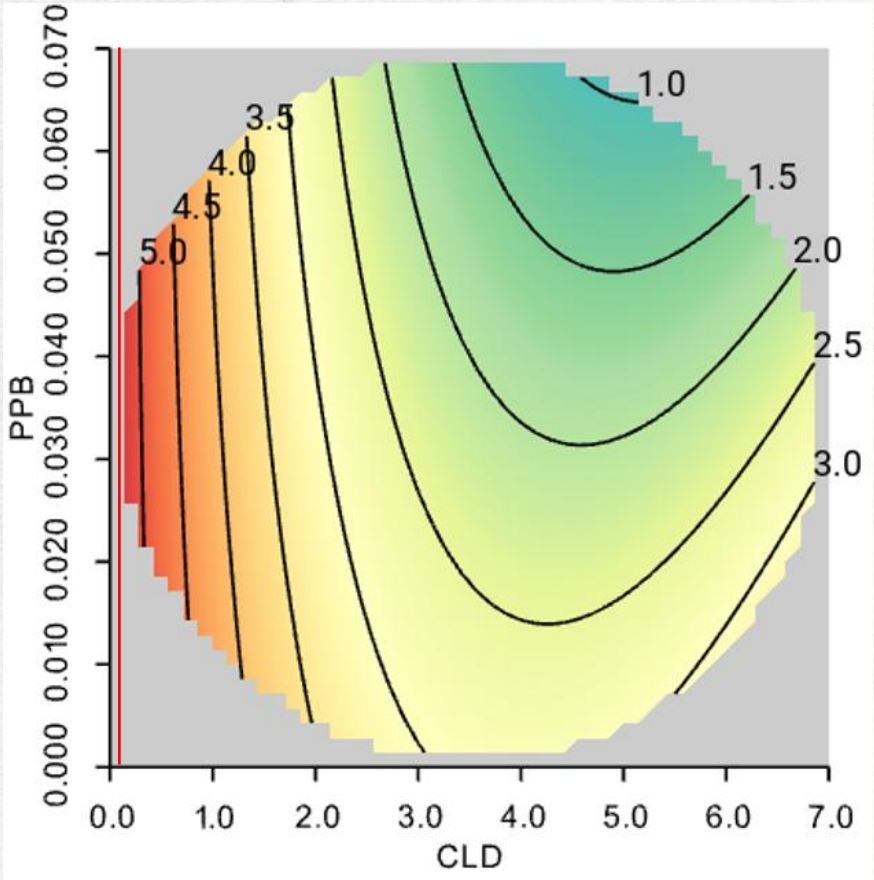
Vers le rouge = expression augmentée

Vers le bleu = expression diminuée

Ligne rouge : Seuil de potabilité de CLD (0,1 µg/L) (UE, 2020)

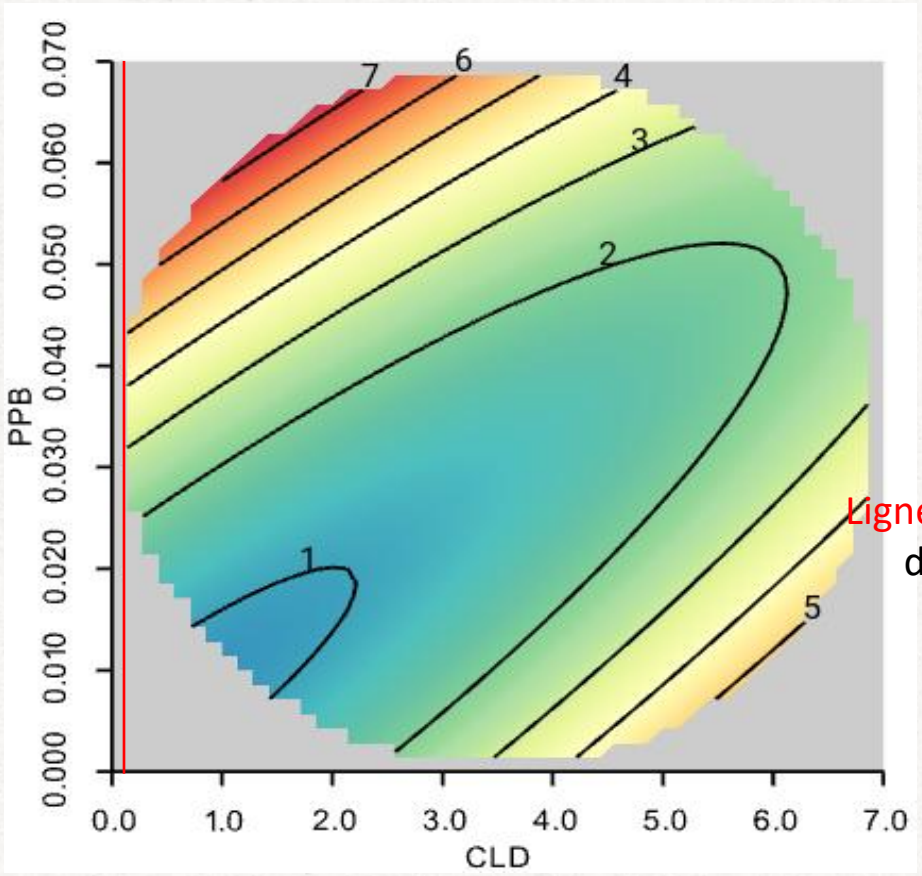
Effets des contaminants sur le transcriptome :

Catalase



Stress oxydant / vieillissement cellulaire et inflammation

MRP5



Protéine ABC impliquée dans la chimio-résistance

Vers le rouge = expression augmentée

Vers le bleu = expression diminuée

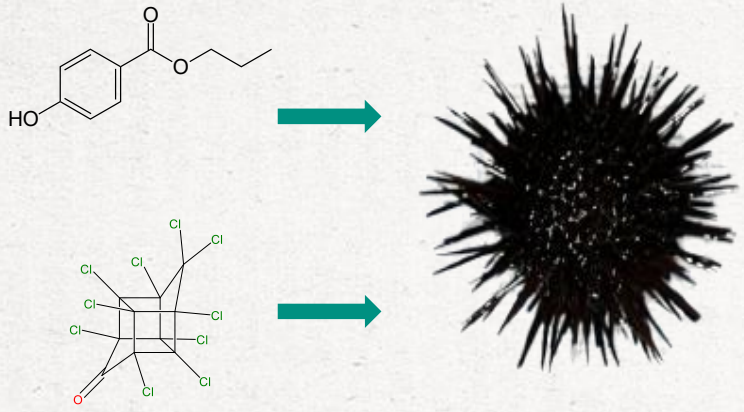
Ligne rouge : Seuil de potabilité de CLD (0,1 µg/L) (UE, 2020)

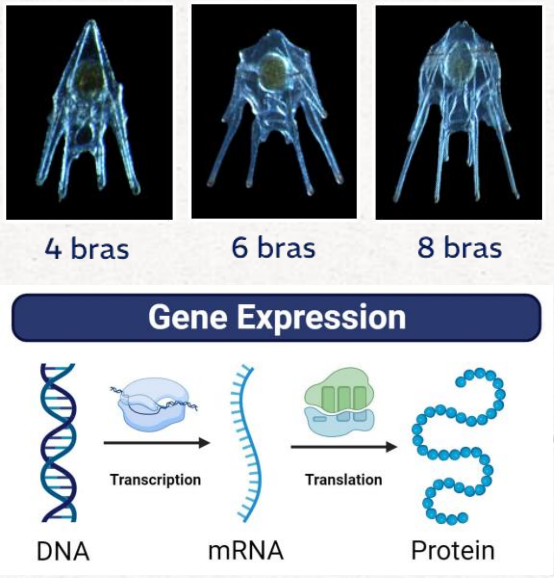
Conclusion

➔ Cocktail de chlordécone : relations concentration-effet non monotones, typique des PE

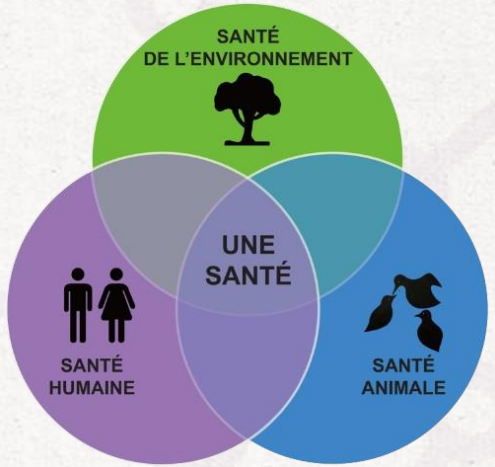
➔ Intérêt d'étudier spécifiquement les effets cocktails

➔ *P. lividus* modèle alternatif pertinent pour étudier les effets des cocktails et alerter sur d'éventuels effets délétères chez l'Homme (One Health)





(Tamang, 2023)



(WHO, 2017)

References

1. van der Most, M. A., Rietjens, I. M. C. M., & van den Brink, N. W. (2024). Evaluating non-monotonic dose-response relationships in ecotoxicological risk assessment: A case study based on a systematic review of data on fluoxetine. *Chemosphere*, *363*, 142819. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.142819
2. Dallaire R, Muckle G, Rouget F, Kadhel P, Bataille H, Guldner L, Seurin S, Chajès V, Monfort C, Boucher O, Thomé JP, Jacobson SW, Multigner L, Cordier S. (2012) Cognitive, visual, and motor development of 7-month-old Guadeloupean infants exposed to chlordecone. Environ Res. 118:79-85. doi:10.1016/j.envres.2012.07.006.
3. Kadhel P, Monfort C, Costet N, Rouget F, Thomé JP, Multigner L, Cordier S. (2014) Chlordecone exposure, length of gestation, and risk of preterm birth. Am J Epidemiol. 179(5):536-44. doi: 10.1093/aje/kwt313.
4. Ben-Fares M, Monfort C, Kadhel P, Costet N, Rouget F, Michineau L, Thomé JP, Cordier S, Multigner L, Warembourg C, Garlantézec R. (2025) Chlordecone exposure in women and time to pregnancy: the Timoun cohort study in Guadeloupe, French West Indies. Environ Health. 24(1):78. doi: 10.1186/s12940-025-01233-z.
5. Multigner L, Ndong JR, Giusti A, Romana M, Delacroix-Maillard H, Cordier S, Jégou B, Thome JP, Blanchet P. (2010) Chlordecone exposure and risk of prostate cancer. J Clin Oncol. 28(21):3457-62. doi:10.1200/JCO.2009.27.2153.
6. Sea Urchin Genome Sequencing Consortium. (2006). The genome of the sea urchin Strongylocentrotus purpuratus. Science, 314(5801), 941–952. https://doi.org/10.1126/science.1133609
7. Delarque, S., Pak, L.T. (2023). Caractérisation des évolutions des concentrations en pesticides dans les eaux de surface du bassin versant du Galion en Martinique : résultats de six campagnes de suivi. Rapport final.
8. European Union. (2020). Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption. Official Journal of the European Union, L 435/1. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32020L2184



Merci de votre attention

Calli PAUL
calli.paul@imbe.fr

Ce travail a été financé par l'ANR LiCOCO (ANR-22-CHLD-0002)