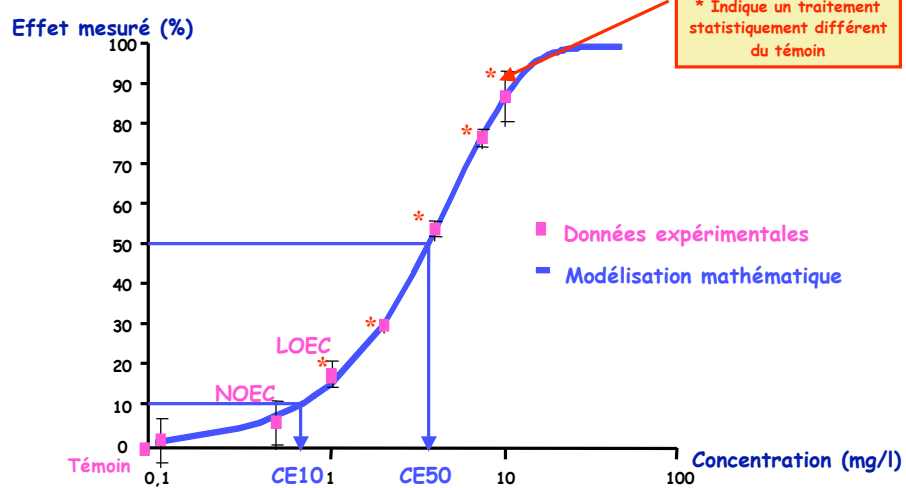


RÉSULTATS DES BIOESSAIS

Eric THYBAUD - 1

INERIS

Résultat typique d'un bioessai



Eric THYBAUD - 2

INERIS

Données produites

- **NOEC** : no observed effect concentration
- LOEC : lowest observed effect concentration
- **CE50** : concentration efficace médiane
- CL50 : concentration létale médiane
- CI50 : concentration inhibitrice médiane

Eric THYBAUD - 3

INERIS

Les bioessais de laboratoire

- Conditions expérimentales conventionnelles
- Nombre limité d'espèces
- Peu de critères d'effets
- Faible représentativité

MAIS

- Facilement standardisable
- Forte reproductibilité
- Facilité de mise en œuvre
- « Faible » coût

Eric THYBAUD - 4

INERIS



Microcosmes

Reproduction à l'échelle du laboratoire d'un écosystème simplifié possédant un nombre réduit d'espèces caractéristiques des principaux niveaux trophiques.



Microcosmes

- Possibilité de suivre de devenir de la substance
- Prise en compte du compartiment abiotique
- Interaction entre populations

MAIS

- Impossibilité d'études à long terme
- Simplification importante des communautés
- Difficulté de prise en compte des prédateurs

Mésocosmes

Écosystèmes artificiels placés dans des conditions environnementales naturelles.

Eric THYBAUD - 7

INERIS



Eric THYBAUD - 8

INERIS

Mésocosmes : Charnière entre simplification du laboratoire et complexité du milieu naturel

- Communautés diversifiées
- Interaction entre populations
- Autosuffisance
- Conditions climatiques réelles
- Etude à long terme

MAIS

- Simplification du biotope
- Difficulté d'étude des prédateurs
- Diversité limitée
- Répétabilité

Eric THYBAUD - 9

INERIS

Les indicateurs biologiques

Espèces ou associations d'espèces capables par leur comportement général (disparition, augmentation ou variation densitaire) de rendre compte de l'évolution générale du milieu.

(Ministère de l'environnement
Secrétariat Faune et Flore - 1978)

Eric THYBAUD - 10

INERIS



Indicateurs écologiques

- Ils font appel à la connaissance fine de la structure et du fonctionnement des écosystèmes.
- La comparaison de la composition floro-faunistique des stations étudiées à une référence permet de la classer selon le degré de perturbation de leur qualité écologique.



Indicateurs écologiques

- Caractérisation de l'écosystème et de l'impact réel
- Identification des espèces présentes permet le choix des espèces pour les tests mono spécifiques
- Intégration des variations spatiales et temporelles d'exposition au polluant
- Données sur des populations autochtones en général mieux acceptées par les gestionnaires que données obtenues sur espèce de laboratoire
- Possibilité d'assurer un suivi biologiques

MAIS

- Grandes possibilités de variations nécessitant un échantillonnage important
- Difficultés à déterminer les causes d'altérations

Les relations Structure / Toxicité

Objectifs :

Estimer la toxicité d'une substance chimique à partir de sa structure chimique et/ou de ses propriétés physico-chimiques.

Les relations Structure / Toxique

Approche particulièrement bien adaptée aux substances ayant un mode d'action non spécifique (substance à effet « narcotique »)

Pour ces substances :

$$\text{LogC} = A \log K_{aw} + B$$

avec C : concentration externe entraînant un effet
CL50, NOEC, ...

Evaluation des expositions

① Vérifier chaque voie de rejet possible et chaque compartiment cible à chaque étape du cycle de vie de la substance

👉 Jugement d'expert en fonction :

- des propriétés physico-chimiques de la substance
- du process industriel :
 - production
 - utilisation

Evaluation des expositions

② Estimer les rejets dans les compartiments cibles

- Informations spécifiques et représentatives (industriels)
- Scénarii par catégories (TGD)
- Taux de rejet par défaut (TGD)

Evaluation des expositions

- Rejets dans l'environnement
Scenarii par catégorie
 - Produits chimiques utilisés en synthèse (intermédiaire)
 - Usages domestiques (shampooing, lessive, ...)
 - Industrie du cuir
 - Industrie des métaux
 - Industrie photographique
 - Papier
 - Textiles
 - Peintures, vernis, laques

Eric THYBAUD - 17

INERIS

Evaluation des expositions

- ③ Déterminer le devenir et le comportement dans l'environnement
 - Vitesse de dégradation dans les différents compartiments
 - Coefficient de partage entre les différents compartiments

Eric THYBAUD - 18

INERIS

Devenir et comportement dans l'environnement

- Adsorption sur les aérosols
- Volatilisation
 - Constance de Henry
 - Pression de vapeur
 - Solubilité
 - Masse moléculaire
 - Température de l'air
- Adsorption / désorption sur les particules solides
 - Coefficient de partage solide / eau pour chaque compartiment
$$K_p = F_{oc}(\text{comp}) \cdot K_{oc}$$

K_{oc} : coefficient de partage carbone organique / eau
F_{oc} (comp) : masse de carbone organique dans chaque compartiment → TGD

Eric THYBAUD - 19

INERIS

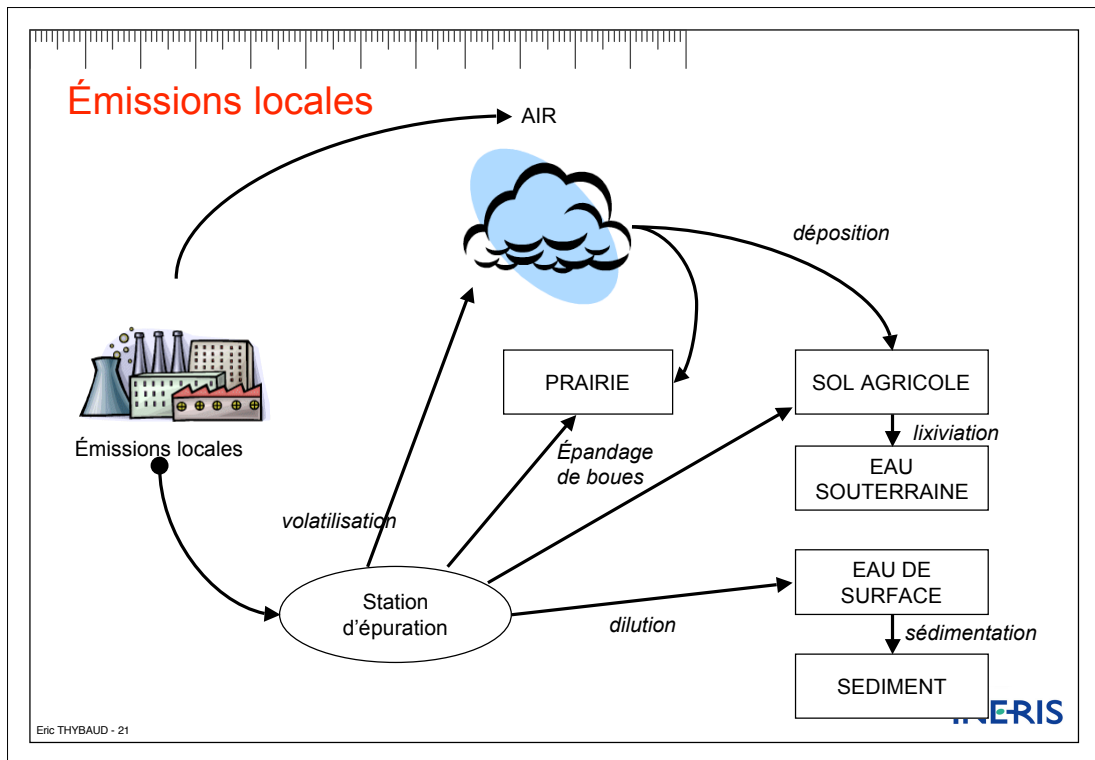
Evaluation des expositions

- ④ Estimer les concentrations dans chaque compartiment

↪ TGD

Eric THYBAUD - 20

INERIS



Evaluation des expositions : les différents outils

- » **Les essais**

A différents niveaux d'organisation depuis les essais en laboratoire jusqu'aux essais grandeur nature
- » **Les indicateurs *in situ***

Mesure de polluants ou biomarqueurs d'exposition
- » **Les modèles mathématiques**

Modèle de devenir dans le sol, modèle de dispersion dans les eaux, l'air, etc.

INERIS

Eric THYBAUD - 22

LES ESSAIS DE BIODÉGRADABILITÉ

Eric THYBAUD - 23

INERIS

Principe des essais de biodégradabilité

Biodégradabilité primaire : altération plus ou moins profonde de la structure de la molécule

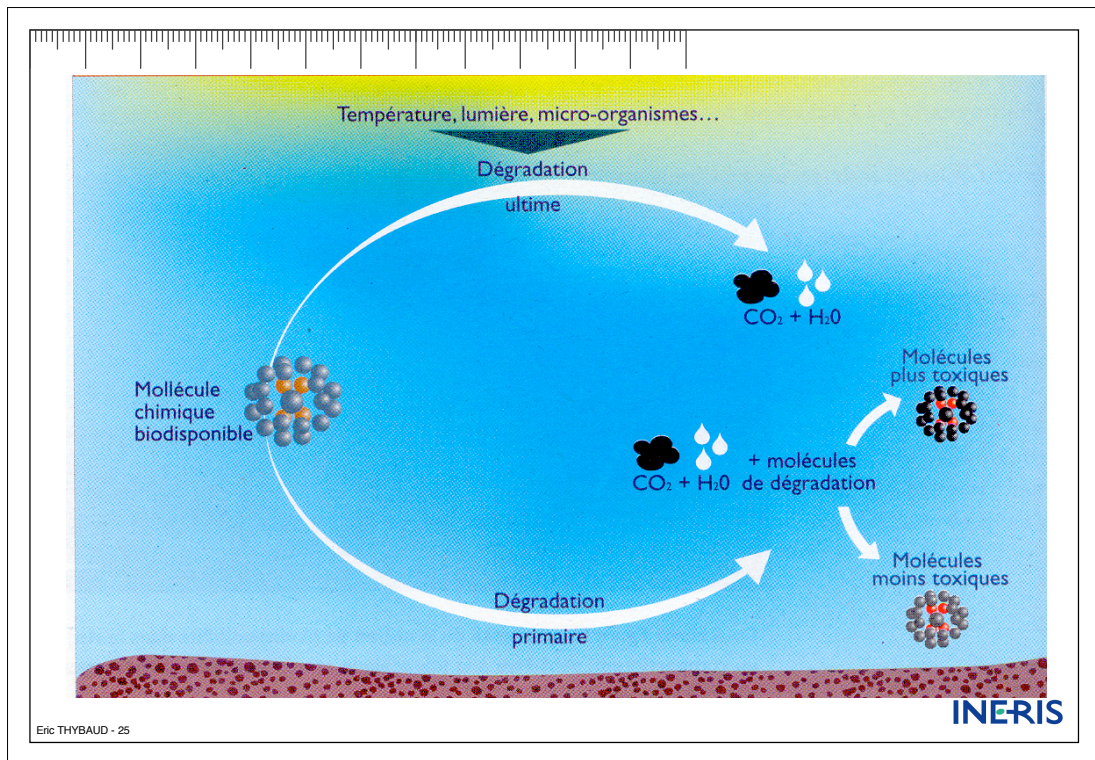
→ Formation de **métabolites**

Biodégradabilité ultime : dégradation complète de la molécule et formation de **produits ultimes** :

- Dégradation aérobie :
 $\text{Substance (COD)} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Biomasse}$
- Dégradation anaérobie
 $\text{Substance (COD)} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{Biomasse}$

Eric THYBAUD - 24

INERIS



3 critères de mesures

- Décroissance du COD
- Dégagement de CO₂
- Consommation d 'oxygène

Réglementairement

- Biodégradabilité facile
- Biodégradabilité intrinsèque

Les essais de biodégradabilité normalisés

Biodégradabilité « facile »

Organisme de normalisation	% de dégradation	AFNOR	CEE	OCDE	ISO	90-302	AO	1977	92/69/CEE	C4	Ad	Décembre

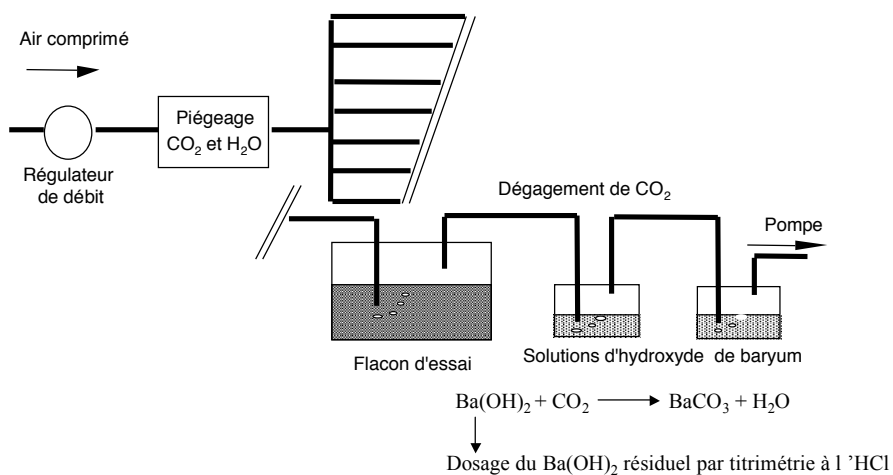
Essai de dégagement du CO₂ : Sturm

- Mise en présence de la substance à étudier et de microorganismes provenant de STEP
- Mesure de la quantité de CO₂ produite en 28 jours et comparaison avec la quantité théorique de CO₂ (fonction de la concentration de la substance à tester)
- Substance facilement dégradable si la dégradation est supérieure à 60 % en 28 jours

Eric THYBAUD - 29

INERIS

Dispositif du Sturm



Eric THYBAUD - 30

INERIS

Dispositif du Sturm (suite)

- 2 flacons d 'essai : substance à 10 et 20 mg/l de C + inoculum
- 2 flacons d 'essai à blanc : inoculum
- 1 flacon test activé : substance de référence + inoculum
- 1 flacon dégradation abiotique : substance à tester
- 1 flacon inhibition : substance à tester + référence + inoculum
- 1 flacon abiotique : inoculum + chlorure mercurique

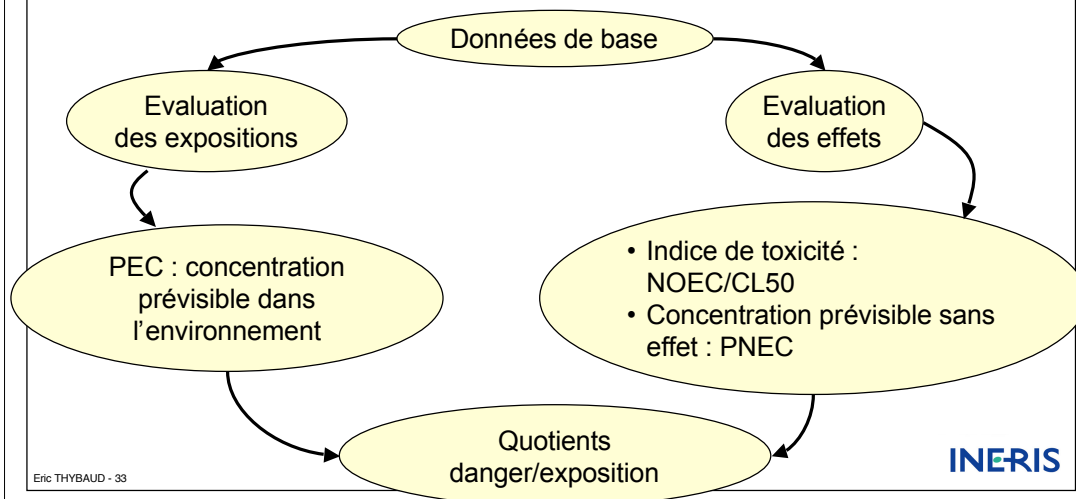
Les essais de biodégradabilité normalisés

Biodégradabilité intrinsèque

Organisme de normalisation % de dégradation CEE OCDE ISO 87/302 mai 1988 (test Zahn-Wellens) 302 B mai 1981 (te

Caractérisation du risque

Estimation de l'incidence et de la sévérité des effets susceptibles d'apparaître dans un compartiment de l'environnement à cause de l'exposition réelle ou prévue à une substance.



Prévision des risques

Directive 92-32 CEE du 30 avril 1992 portant 7^{ème} modification à la directive 67-548 CEE

PRINCIPE : $RISQUE = \frac{PEC}{PNEC}$

PEC : concentration prévisible dans l'environnement

PNEC : concentration prévisible sans effet

$$\frac{PEC}{PNEC} < 1 \quad \rightarrow \text{Absence de risque}$$

$$\frac{PEC}{PNEC} > 1 \quad \rightarrow \text{Risque}$$

Calcul du risque

Méthodes des quotients de type Danger - Exposition

Danger → indice de toxicité

Exposition → dose / concentration d'exposition

Directive 93/67 et règlement EC 1488/9

PEC / PNEC

PEC : Predicted Environmental Concentration

PNEC : Predicted No Effect Concentration

Directive 91/414

Indice de toxicité / PEC Indice de toxicité → CL50 - NOEC, ...

Calcul du risque : Facteur d'incertitude / Sécurité

Directive 93/67 et règlement EC 1488/9

↪ Inclure dans le calcul de la PNEC

Directive 91/414

↪ Seuils de sécurité