



Quantification des micropolluants émis dans les milieux aquatiques via les rejets de station d'épuration à l'échelle française : estimation et monétarisation des impacts potentiels pour la santé humaine et pour les milieux aquatiques



# SOMMAIRE

1. Présentation des acteurs du projet
  - a) Synteau
  - b) Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement – Narbonne
2. Contexte de l'étude
3. Démarche de l'étude
4. Exemple de calculs d'impact
5. Conclusions et perspectives

# SOMMAIRE

1. **Présentation des acteurs du projet**
  - a) Synteau
  - b) **Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement – Narbonne**
2. Contexte de l'étude
3. Démarche de l'étude
4. Exemple de calculs d'impact
5. Conclusions et perspectives

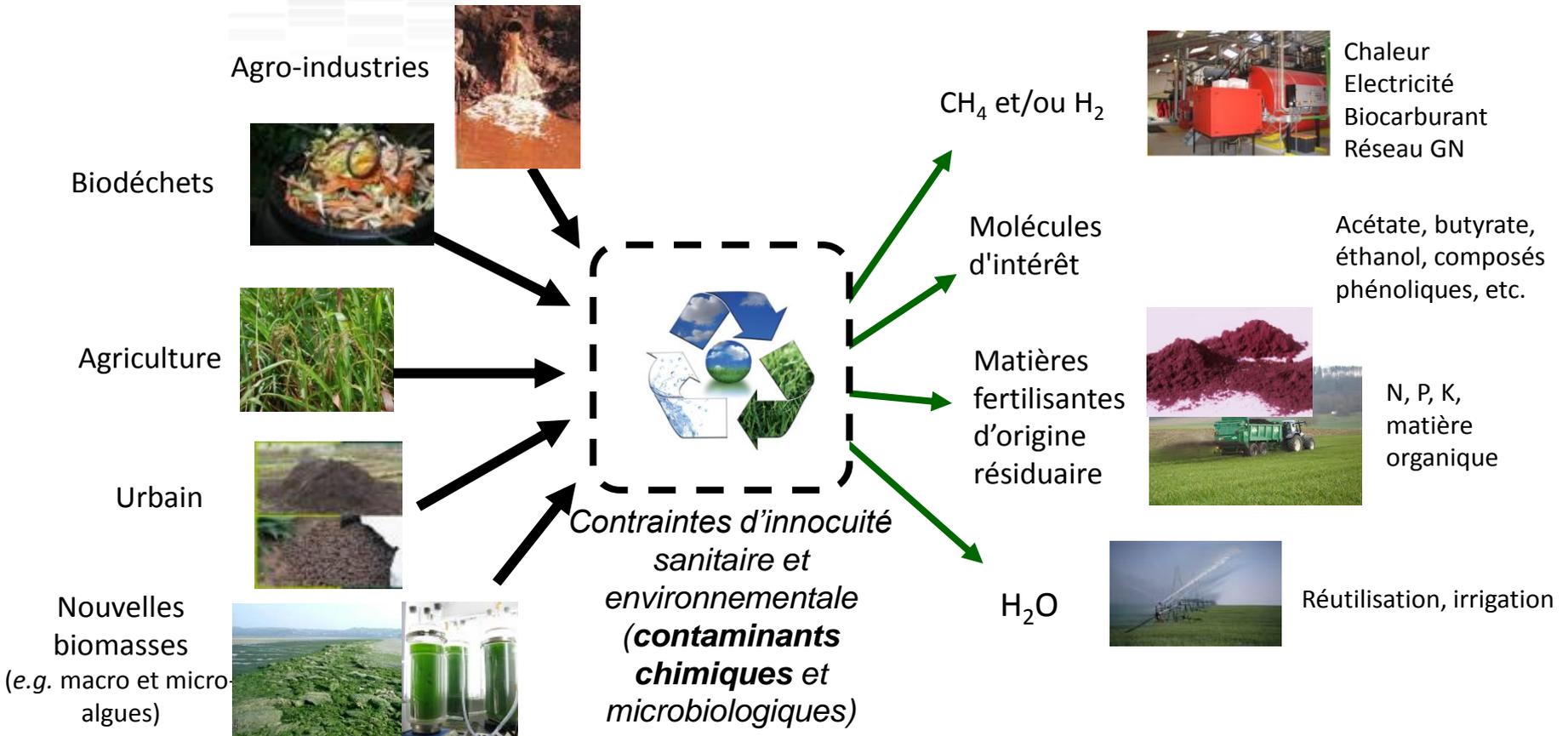
- **Syndicat national des entreprises du traitement de l'eau :**
  - Eau potable, eaux usées urbaines, eau de process, eaux usées industrielles
- **33 adhérents représentant environ 1 Md€ de chiffre d'affaire**
- **Le SYNTEAU représente ses adhérents auprès des institutions publiques et privées, au niveau français et européen**
- **Il favorise les évolutions techniques et l'innovation**



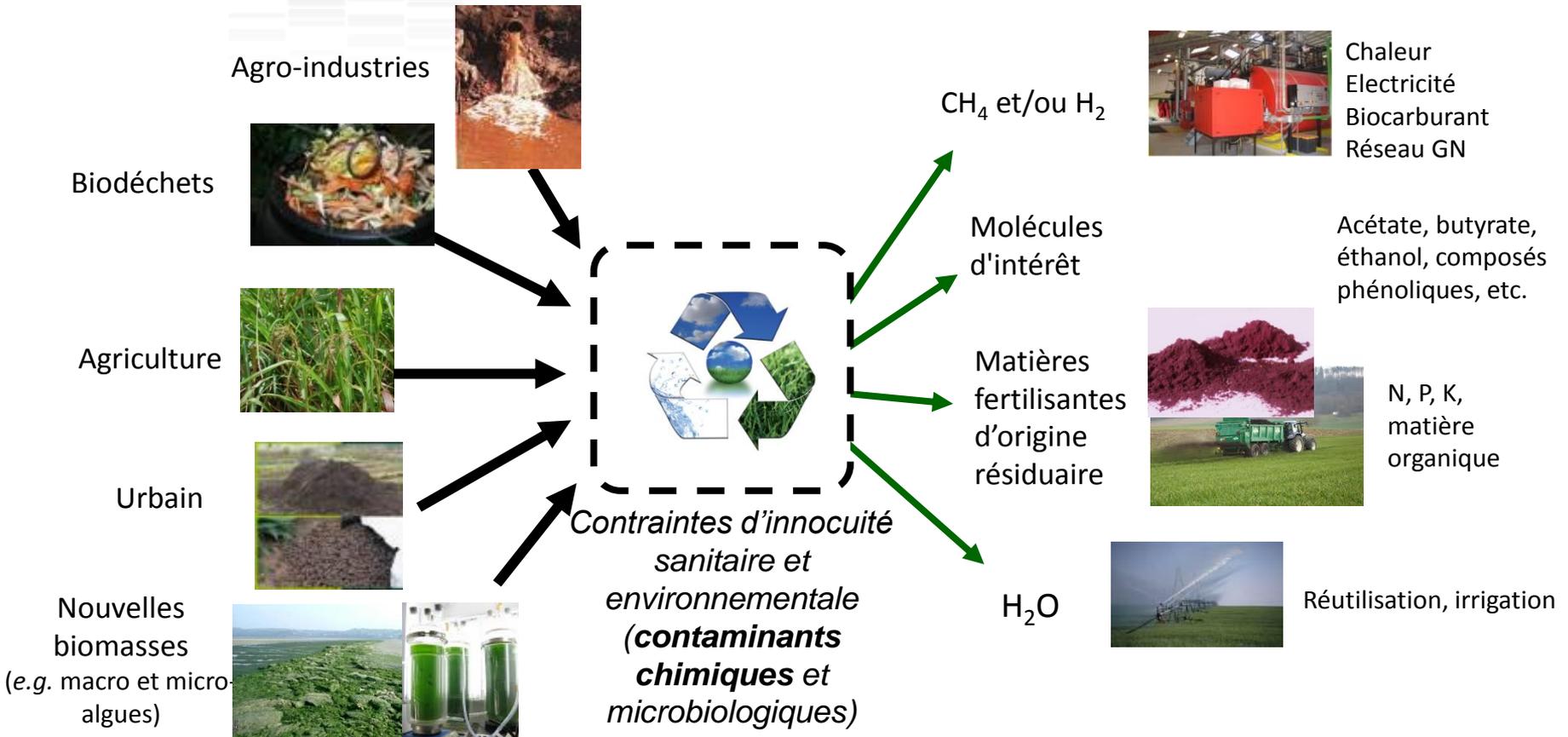
- La réduction des émissions en micropolluants dans les milieux aquatiques peut être réalisée par plusieurs approches complémentaires :
  - Sensibilisation (ménages, agriculteurs, industriels...)
  - Traitement à la source
  - Traitement sur station d'épuration
- Si les procédés biologiques conventionnels sont capables d'éliminer une fraction des micropolluants, il est nécessaire d'ajouter des étapes de traitement spécifiques pour améliorer cette élimination
- Ces étapes spécifiques entraînent des surcoûts (raisonnables) mais qui sont à mettre en perspective avec les impacts évités sur les écosystèmes et en terme de santé humaine
- Le Synteau souhaitait donc pouvoir comparer ces surcoûts avec le coût de l'inaction (ne pas traiter les micropolluants)



# Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement



# Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement



## Contaminants chimiques

Présence

Devenir

Risque

# SOMMAIRE

1. Présentation des acteurs du projet
  - a) Synteau
  - b) Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement – Narbonne
2. Contexte de l'étude
3. Démarche de l'étude
4. Exemple de calculs d'impact
5. Conclusions et perspectives

# Que sont les micropolluants ?

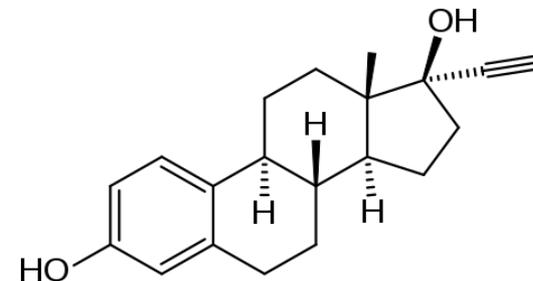
- Substances d'origine naturelle ou humaine
- Faibles concentrations dans les eaux ( $\text{ng} - \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ )



1 sucre dissous dans une piscine olympique  
=  
 $1 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$

- Toxiques pour l'Homme et l'Environnement :
  - Cancérigènes
  - Perturbateurs endocriniens
  - Résistance à des antibiotiques

Exemple : l'aluminium suspecté de favoriser la maladie d'Alzheimer

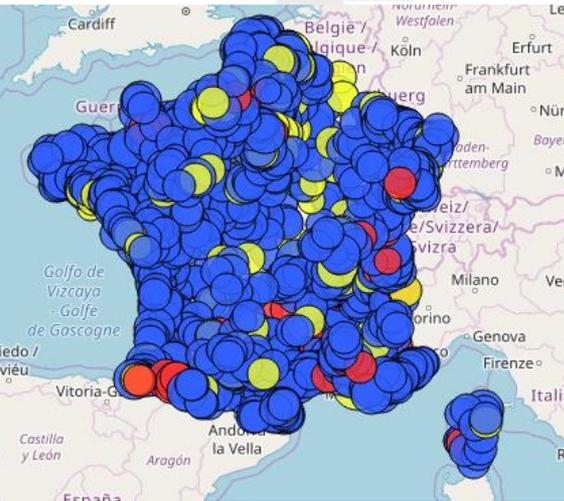


Exemple : éthinylestradiol (hormone de synthèse) au  $\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$  → féminisation des poissons mâles

# Contexte

**21 069 STEP traitant plus de 14 Mm<sup>3</sup>.j<sup>-1</sup>**

- Eaux usées contenant une grande variété de micropolluants
- Capacité de la station à **éliminer une partie** des micropolluants :
  - Sorption, volatilisation, minéralisation/transformation



STEP en France, Portail d'information sur l'assainissement communal

**Eau épurée :  
Contient toujours  
des micropolluants**



**Environnement**



**Quel est l'impact potentiel sur la santé humaine et les milieux aquatiques de ces micropolluants contenus dans les rejets de station d'épuration ?**

# Contexte

- Les micropolluants présents dans les eaux usées urbaines sont d'origine diverses :
  - rejets des industries, des commerces, des ménages...
  - Incluant des détergents, des plastifiants, des solvants, des pesticides, des hydrocarbures, des produits de soin, des médicaments, des hormones, des retardateurs de flamme...
  
- → les émissions de micropolluants sont le reflet de notre mode de vie

# SOMMAIRE

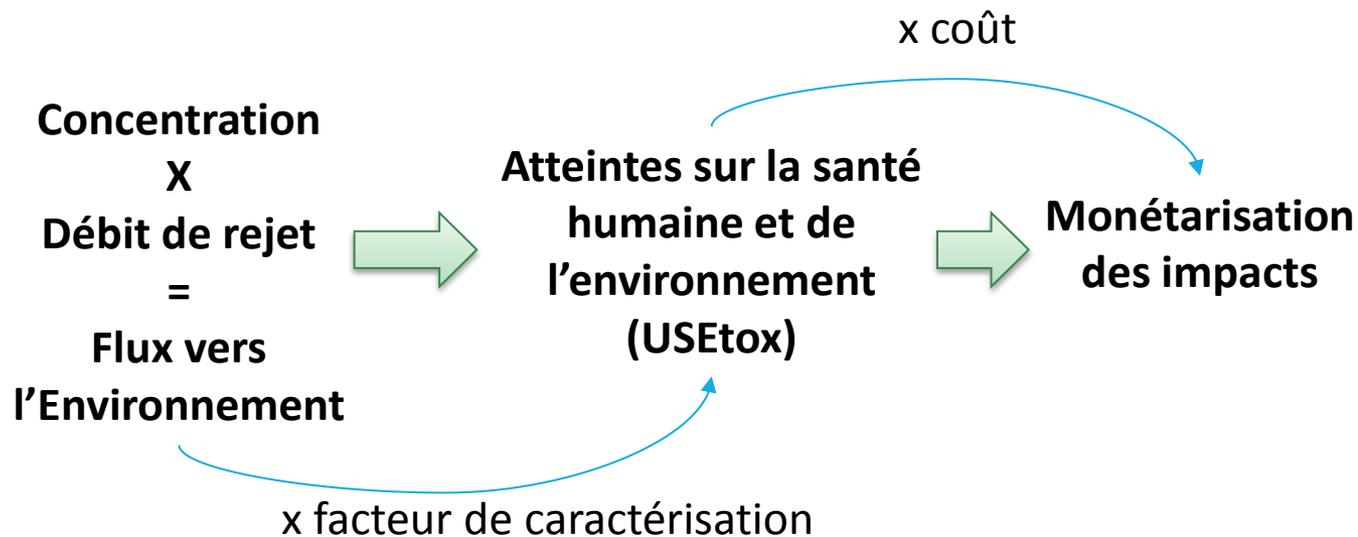
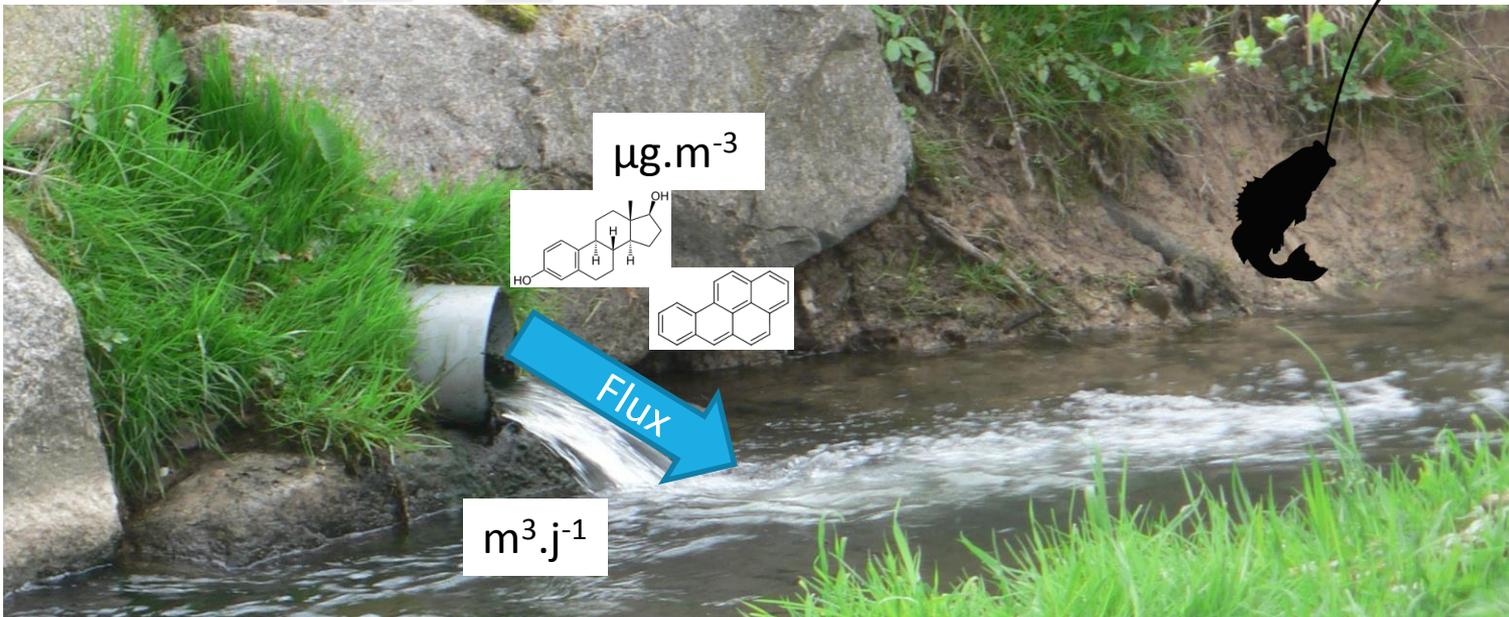
1. Présentation des acteurs du projet
  - a) Synteau
  - b) Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement – Narbonne
2. Contexte de l'étude
3. Démarche de l'étude
4. Exemple de calculs d'impact
5. Conclusions et perspectives

# Analyse du Cycle de Vie

Méthodologie de référence pour quantifier les impacts sur l'Environnement des biens et des services

$$\begin{aligned} &\text{Flux de polluants vers l'Environnement} \\ &\quad \times \\ &\quad \text{Facteurs de caractérisation} \\ &\quad = \\ &\text{Evaluation des impacts potentiels} \end{aligned}$$

# Démarche du projet

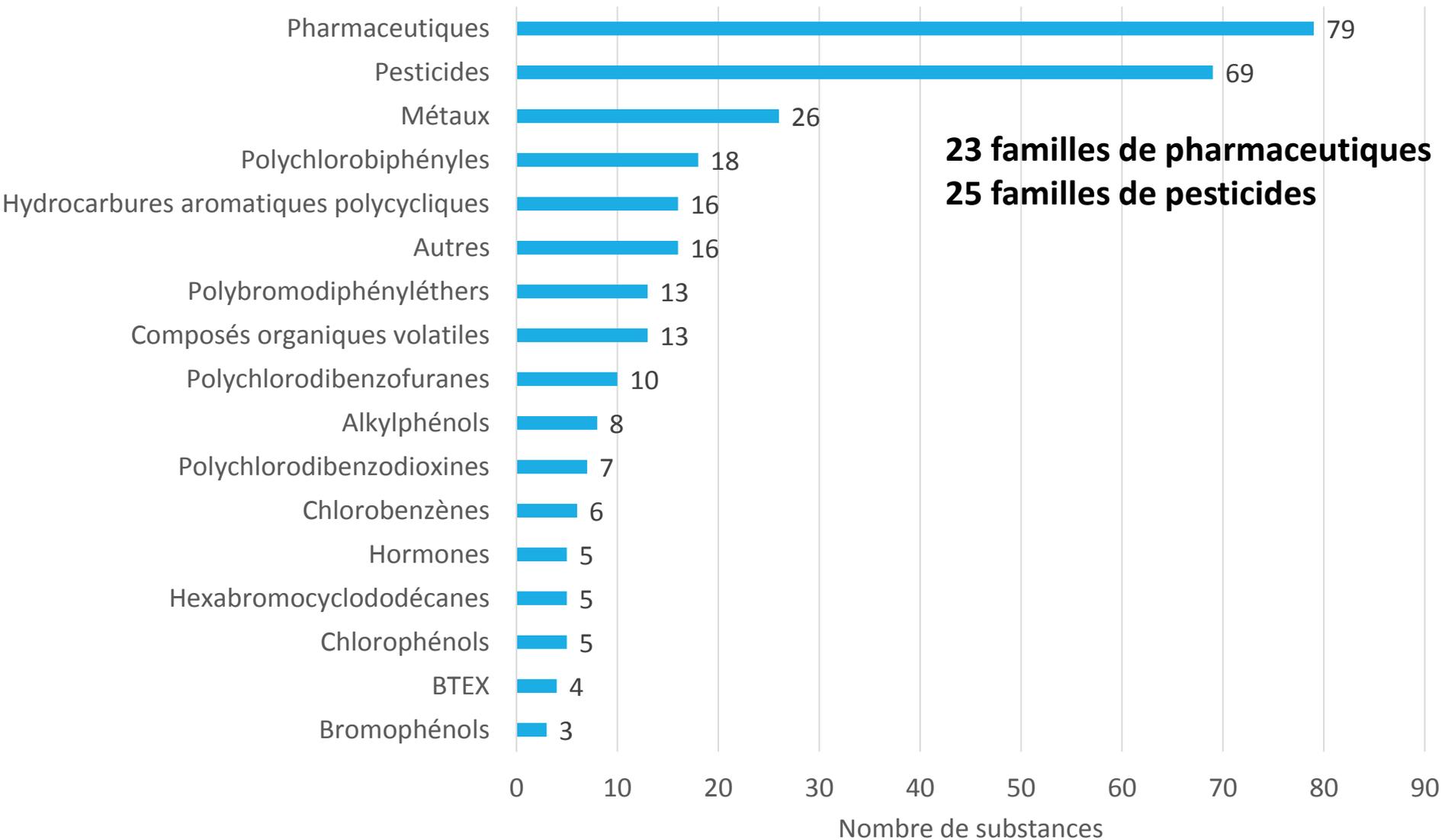


# Choix des molécules

- **303 substances organiques ou métalliques** choisies selon les **textes réglementaires**, les **actions et études faisant foi** au niveau français et l'**expertise** des chargés de l'étude :
  - Directive Cadre sur l'Eau
  - Action de recherche et de réduction de substances dangereuses dans les eaux (RSDE)
  - Projet ANR AMPERES – Analyse de micropolluants prioritaires et émergents dans les rejets et les eaux superficielles

# Choix des molécules

- **303 substances organiques ou métalliques**

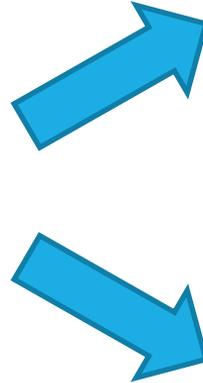


# Détermination des facteurs de caractérisation

**USEtox®**

Méthode de référence en ACV pour évaluer la toxicité humaine et l'écotoxicité en eau douce

- Propriétés physicochimiques
- Données de dégradation dans l'environnement
- Données écotoxicologiques (atteinte environnement)
- Données toxicologiques (atteinte santé humaine)



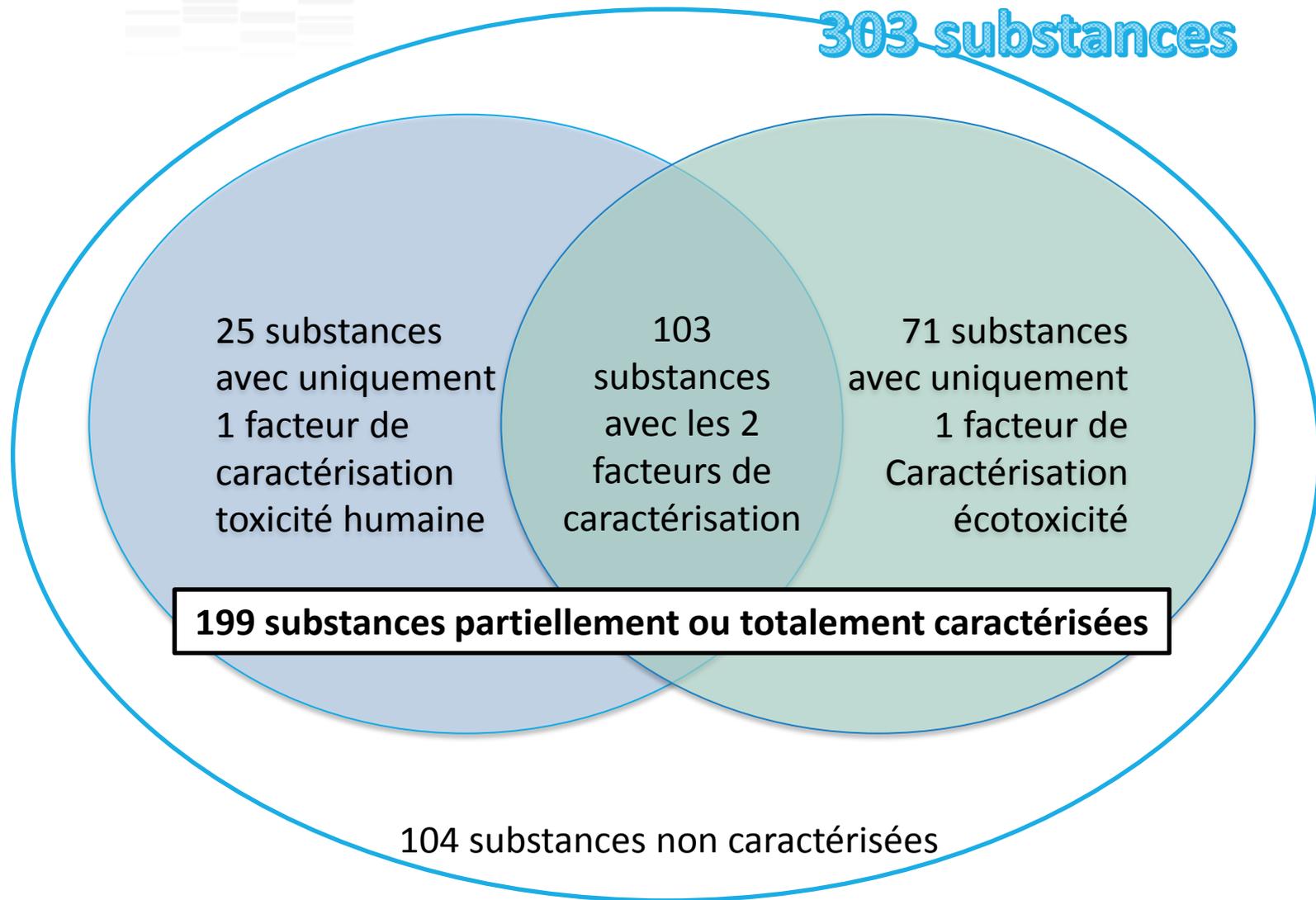
**Facteur de caractérisation toxicité humaine :**  
**DALY.kg émis<sup>-1</sup> dans l'eau**

**Facteur de caractérisation écotoxicité :**  
**PDF.m<sup>3</sup>.j.kg émis<sup>-1</sup> dans l'eau**

DALY = Disability Adjusted Life Years = nombre d'années de vie « perdues » à cause de la maladie, du handicap ou de la mort.

PDF.m<sup>3</sup>.j = Potentially Disappeared Fraction x mètre cube x jour = nombre d'espèces potentiellement disparues intégré au volume et au temps

# Disponibilité des facteurs de caractérisation



# Méthode de calcul retenue

**Concentration X Débit de rejet = Flux**

Thèses, articles scientifiques,  
littérature grise, etc.

Estimation du débit de rejet en France : Portail  
d'information sur l'assainissement communal (débits 2016)

**Flux X facteur de caractérisation = impact potentiel**

Calculé

Obtenu via USEtox

**Impact potentiel X coût unitaire = coût total**

Calculé

A déterminer selon la bibliographie

# SOMMAIRE

1. Présentation des acteurs du projet
  - a) Synteau
  - b) Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement – Narbonne
2. Contexte de l'étude
3. Démarche de l'étude
4. Exemple de calculs d'impact
5. Conclusions et perspectives

# Exemple : Ethinylestradiol

Concentration moyenne dans les rejets de STEP : **1 ng.L<sup>-1</sup>** (= 1 µg.m<sup>-3</sup>)

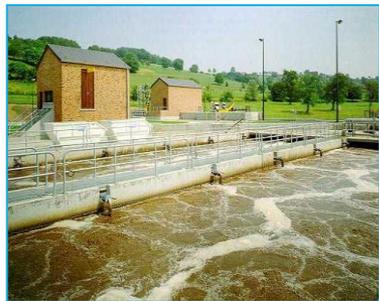
Flux moyen annuel en France : 1 µg.m<sup>-3</sup> x 14 120 492 m<sup>3</sup>.j<sup>-1</sup> x 365 j.an<sup>-1</sup> x 10<sup>-9</sup> kg.µg<sup>-1</sup> = **5 kg.an<sup>-1</sup>**

Impact Santé Humaine : 5 kg.an<sup>-1</sup> x 0,008 DALY.kg<sup>-1</sup> = **0,04 DALY.an<sup>-1</sup>**

Impact sur l'Environnement : 5 kg.an<sup>-1</sup> x 1 571 696 PDF.m<sup>3</sup>.j.kg<sup>-1</sup> = **8 100 487 PDF.m<sup>3</sup>.j.an<sup>-1</sup>**

Lame d'eau en France (donnée CNRS) : 165 Gm<sup>3</sup>

Normalisation de l'impact sur l'environnement : 8 100 487 ÷ 165.10<sup>9</sup> ÷ 365 = 10<sup>-7</sup> PDF



1 ng.L<sup>-1</sup>



5 kg.an<sup>-1</sup>



0,04 DALY (« années perdues »)



Normalisation de l'impact :  
10<sup>-7</sup> PDF (« fraction  
potentiellement disparue »)  
Soit 0,00001 % des espèces  
potentiellement disparues

# SOMMAIRE

1. Présentation des acteurs du projet
  - a) Synteau
  - b) Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement – Narbonne
2. Contexte de l'étude
3. Démarche de l'étude
4. Exemple de calculs d'impact
5. Conclusions et perspectives

# Conclusions

- **Méthodologie :**

**Concentrations x débit = Flux**

**Flux x facteur de caractérisation = impact potentiel**

**Impact potentiel x coût = coût total**

- **Estimation des impacts potentiels** des substances rejetées dans le milieu aquatique par les stations d'épuration :
  - Grâce à des **méthodes et outils de référence** (ACV, USEtox®) ;
  - Impact potentiel sur la **santé humaine** ;
  - Impact potentiel sur les **milieux aquatiques**.
- Etude d'un large panel de substances représentatives des familles, propriétés physicochimiques et devenir dans l'environnement.

# Perspectives

- Liste des molécules déterminées : inventaire des concentrations dans les rejets de stations d'épuration françaises en cours
- Inventaire des facteurs de caractérisation : effectué
- Calculs des flux rejetés dans l'environnement (métaux à traiter à part)
- Calculs des impacts potentiels sur la santé humaine et sur les milieux aquatiques
- Monétarisation des impacts

Merci de votre attention !



# Références

- Rapport public INERIS sur « Les substances dangereuses pour le milieu aquatique dans les rejets des stations de traitement des eaux usées urbaines – Action nationale de recherche et de réduction des rejets de substances dangereuses dans les stations de traitement des eaux usées urbaines (RSDE) – Synthèse des résultats de surveillance initiale », mars 2016
- Note technique du 12 août 2016 relative à la recherche de micropolluants dans les eaux brutes et dans les eaux usées traitées de stations de traitement des eaux usées et à leur réduction
  
- Directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000
- Décision n° 2455/2001/CE du Parlement Européen et du Conseil du 20 novembre 2001
- Directive 2008/105/CE du Parlement Européen et du Conseil du 16 décembre 2008
- Directive 2013/39/UE du Parlement Européen et du Conseil du 12 août 2013
- Décision d'exécution (UE) 2015/495 de la commission du 20 mars 2015
- Décision d'exécution (UE) 2018/840 de la commission du 5 juin 2018
  
- Bruchet, A., Martin, S., Coquery, M., 2015. Indicateurs chimiques d'efficacité de traitement et d'influence des rejets de stations d'épuration sur le milieu récepteur. Tech. Sci. Méthodes 15–30.
- Choubert, J.-M., Martin-Ruel, S., Budzinski, H., Miège, C., Esperanza, M., Soulier, C., Lagarrigue, C., Coquery, M., 2011. Évaluer les rendements des stations d'épuration. Tech. Sci. Méthodes 44–62.
- Miège, C., Choubert, J.M., Ribeiro, L., Eusèbe, M., Coquery, M., 2009. Fate of pharmaceuticals and personal care products in wastewater treatment plants – Conception of a database and first results. Environ. Pollut. 157, 1721–1726.
- Rogers, H.R., 1996. Sources, behaviour and fate of organic contaminants during sewage treatment and in sewage sludges. Sci. Total Environ. 185, 3–26.
  
- Biodiversité des rivières <http://www.riverview.fr/Eau-et-riviere/Biodiversite-des-rivieres>
- Consommation française domestique, industrielle et agricole en eau [https://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/france/11\\_consommation.htm](https://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/france/11_consommation.htm)
- Portail d'information sur l'assainissement communal <http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/>
- Site internet USEtox® <https://www.usetox.org/>