



**HAL**  
open science

## Demande énergétique et évaluation environnementale des systèmes d'assainissement

P. Roux, L. Lardon, Catherine Boutin

► **To cite this version:**

P. Roux, L. Lardon, Catherine Boutin. Demande énergétique et évaluation environnementale des systèmes d'assainissement. Progrès techniques appliqués aux domaines Air, Eau, Sol et Déchets, Jun 2010, Toulouse, France. hal-02595825

**HAL Id: hal-02595825**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02595825>**

Submitted on 1 Jul 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



## Demande énergétique et évaluation environnementale des systèmes d'assainissement

*JTED, Toulouse, 10 juin 2010*

Laurent Lardon
Philippe Roux  
Catherine Boutin



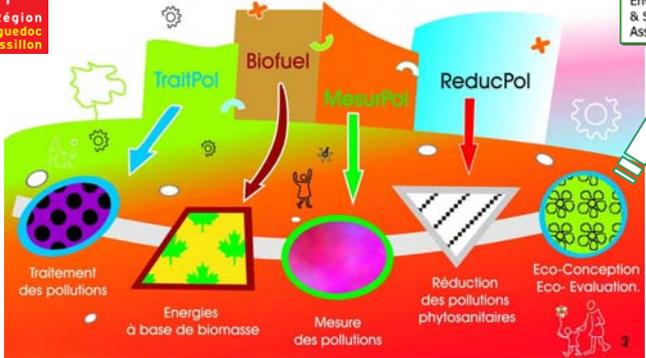

1

## Plateforme régionale Eco-Technologies

<http://www.ecotech-lr.org/>



Plate-forme Régionale Eco-Technologies  Languedoc Roussillon





- 14 membres, dont 8 situés sur le Campus SupAgro
- 3 thèses en cours
- ACV sociale en cours de développement






Pôle de recherche en analyses de cycles de vie et durabilité des systèmes

2

## Evaluation environnementale des systèmes d'assainissement:

### 1. Complémentarité des approches

- Approches « Produits/services (ACV) » versus « SITES »
- Energie et ACV

### 2. Exemples d'ACV environnementales

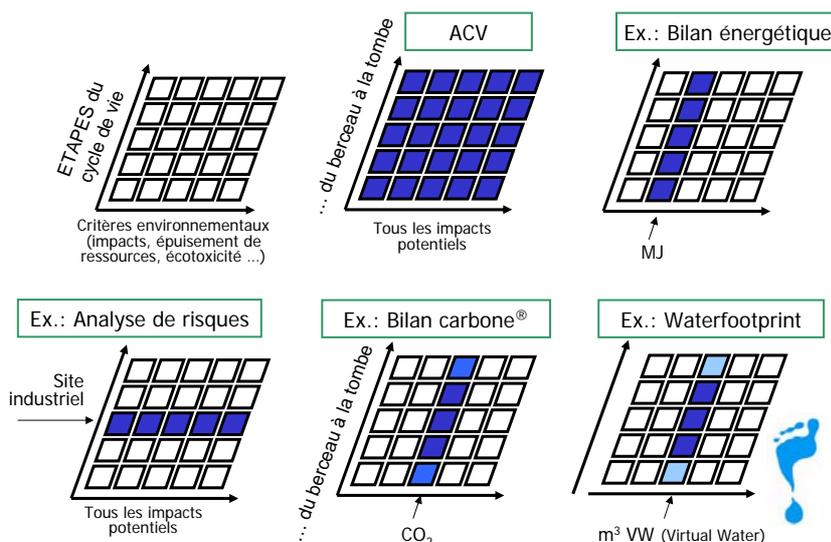
- Ex.1 - Filtres Plantés de Roseaux (FPR)
- EX. 2 - Epanchage de boues de STEP (projet ANR Ecodefi)
- Ex. 3 - Digestion anaérobie

### 3. Enjeux méthodologiques spécifiques

- Service rendu, UF, multifonctionnalité
- Limites des comparaisons de systèmes
- Evolution du statut de l'eau dans les ACV

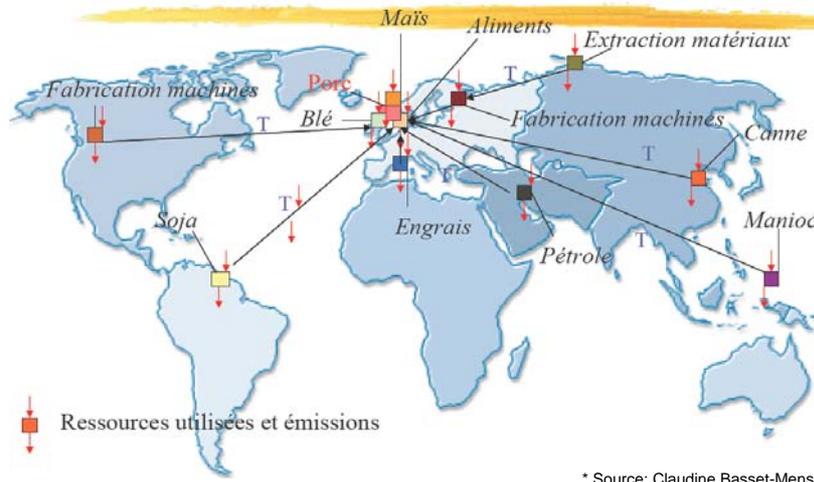


## Evaluation environnementale



## Complémentarité des approches globales/locales - Produits/Sites

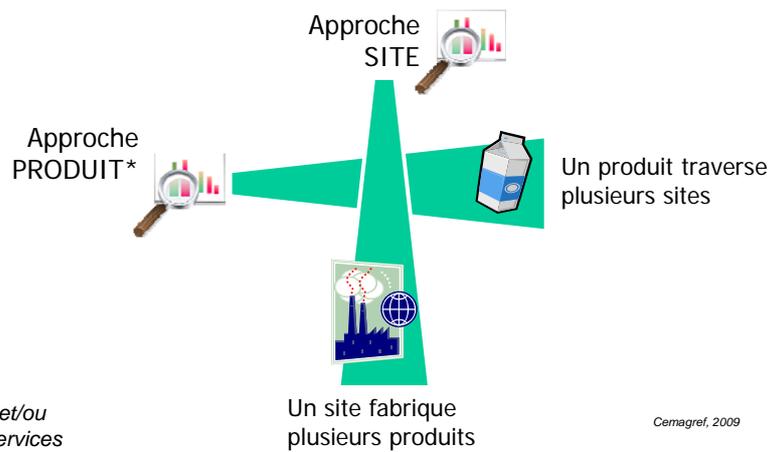
Exemple de l'élevage du porc en Bretagne\*



Pôle de recherche en analyses de cycles de vie et durabilité des systèmes

5

## Complémentarité des approches



Pôle de recherche en analyses de cycles de vie et durabilité des systèmes

6

## Complémentarité des approches



### Approche SITE: Etude d'impact locale

Impacts **LOCAUX** :

Bruit et qualité de l'air pour les riverains, empiètement sur le foncier, destruction d'écosystèmes très spécifiques ou à valeur patrimoniale, impacts paysagés, sensibilité très locale des lieux aux rejets, etc.

Impacts encourus lors de la **CONSTRUCTION** de la STEP sur le site et surtout lors de son **UTILISATION**

Influence essentiellement le **CHOIX DU SITE** d'implantation et des points de rejets ...

### Approche PRODUIT/SERVICE (ACV)

Impacts **REGIONAUX** et **GLOBAUX** :

Utilisation des terres, eutrophisation, smog, changements climatiques, acidification, épuisement de ressources, réchauffement climatique, etc.

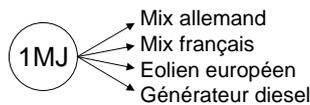
**TOUTES LES ETAPES** du cycle de vie sont prises en compte

Influence le choix des **matériaux**, des **procédés de réalisation de la STEP**, des **technologies mises en oeuvre**, du **mode d'exploitation et d'entretien**, etc.

Pôle de recherche en analyses de cycles de vie et durabilité des systèmes

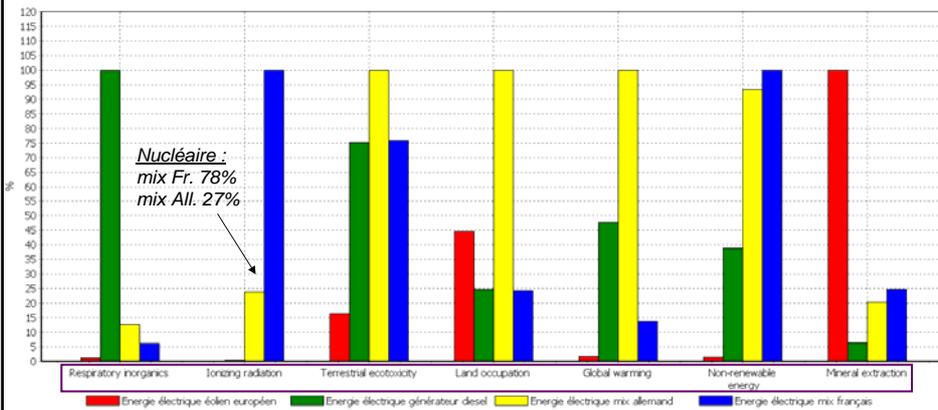
7

## ACV & demande énergétique: illustration 1 MJ élect.



Logiciel: SimaPro 7.1.8  
Base de données: Ecolinvent 2.0

Méthode de caractérisation:  
Impact 2002+ - indicateurs sélectionnés



Comparing 1 MJ 'Energie électrique éolien européen', 1 MJ 'Energie électrique générateur diesel', 1 MJ 'Energie électrique mix allemand' and 1 MJ 'Energie électrique mix français'; Method: IMPACT 2002+ pr

8

\*Cemagref, Pyrène Larrey-Lassalle, 2010

Pôle de recherche en analyses de cycles de vie et durabilité des systèmes

## Evaluation environnementale des systèmes d'assainissement:

### 1. Complémentarité des approches

- Approches « Produits/services (ACV) » versus « SITES »
- Energie et ACV

### 2. Exemples d'ACV environnementales

- Ex.1 - Filtres Plantés de Roseaux (FPR)
- EX. 2 - Epanchage de boues de STEP (projet ANR Ecodefi)
- Ex. 3 - Digestion anaérobie

### 3. Enjeux méthodologiques spécifiques

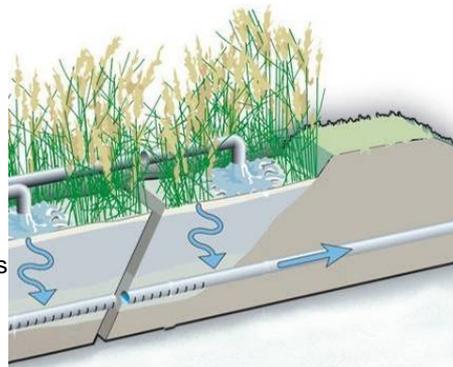
- Service rendu, UF, multifonctionnalité
- Limites des comparaisons de systèmes
- Evolution du statut de l'eau dans les ACV



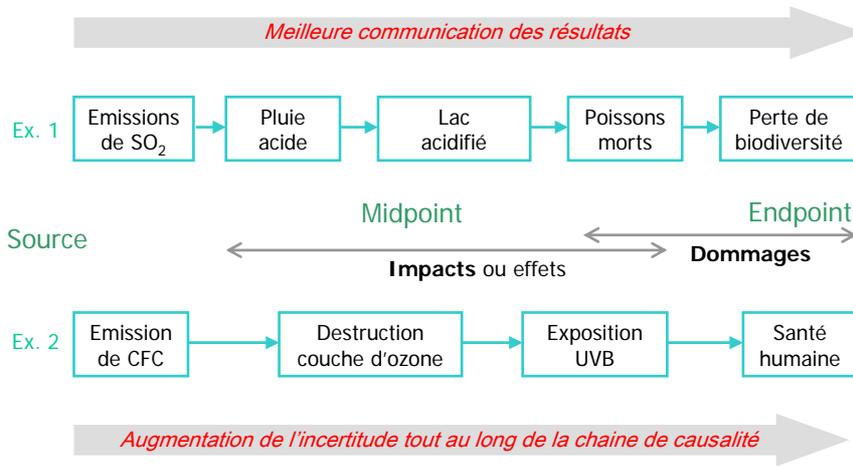
### Exemple 1: ACV d'une STEP filtres plantés de roseaux (FPR)

#### Champs de l'étude

- Unité Fonctionnelle : le kg de DBO<sub>5</sub> traité par une STEP de 967 habitants (cf. STEP BA d'Ecoinvent) en milieu rural français
- Périmètre de l'étude : réseau + station d'épuration
- Cycle de vie considéré :
  - ⇒ Construction
  - ⇒ Exploitation
    - procédés
    - Emissions /rejets
    - Élimination des boues
  - ⇒ Démantèlement



## Evaluation environnementale

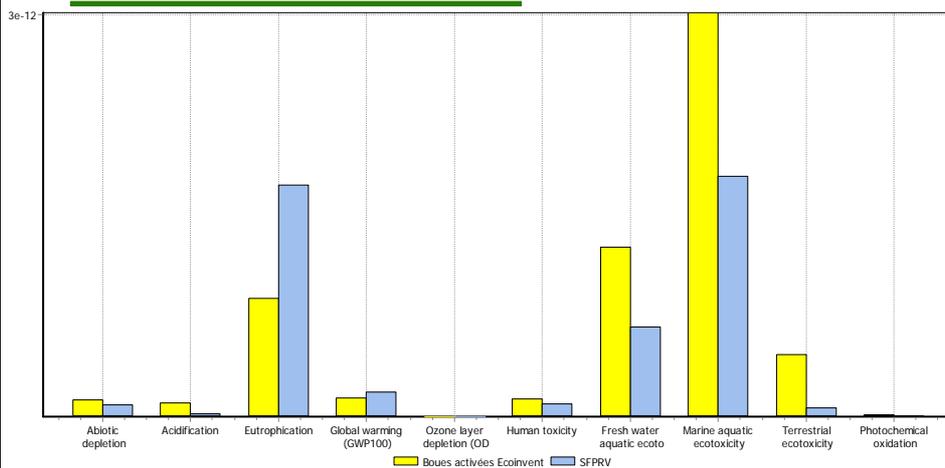


Adapté de Geyer, 2006

11

Pôle de recherche en analyses de cycles de vie et durabilité des systèmes

## FPR versus BA

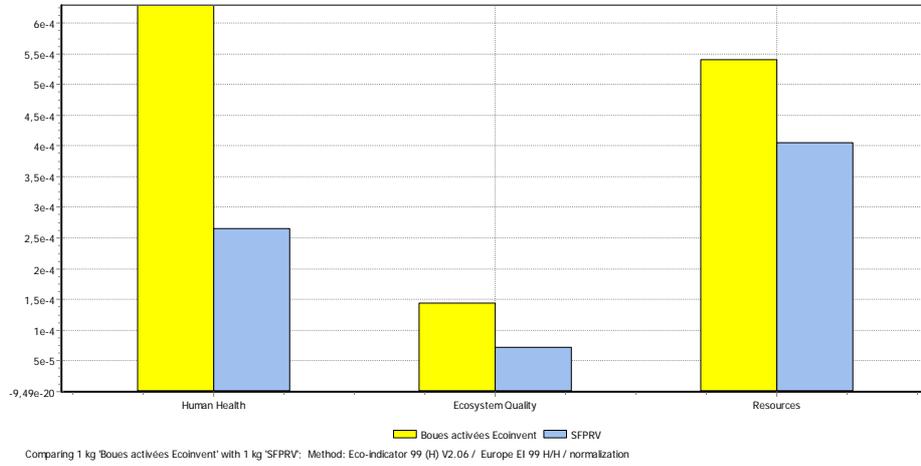


Indicateurs d'impacts (« mid-point »)

12



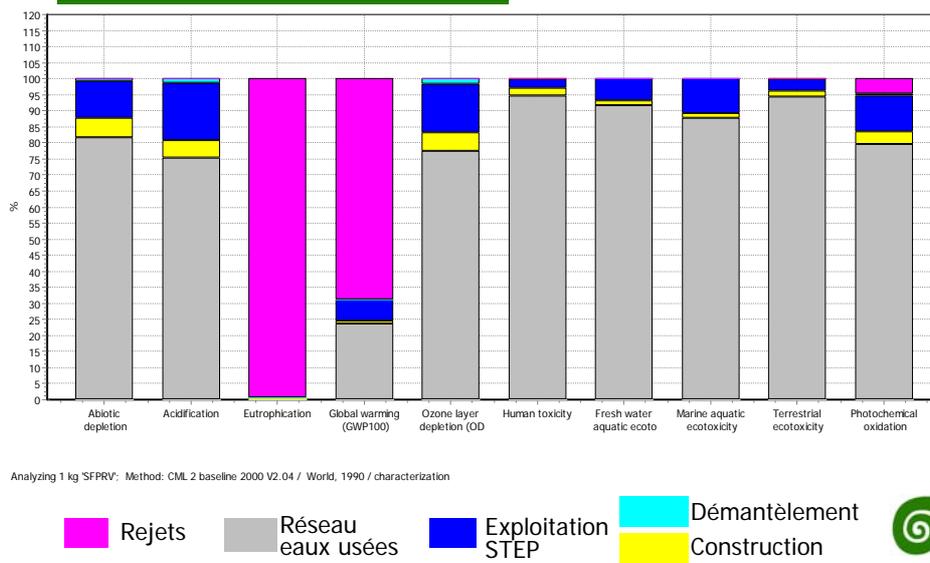
## FPR versus BA



Indicateurs de dommages (« end-point »)

13

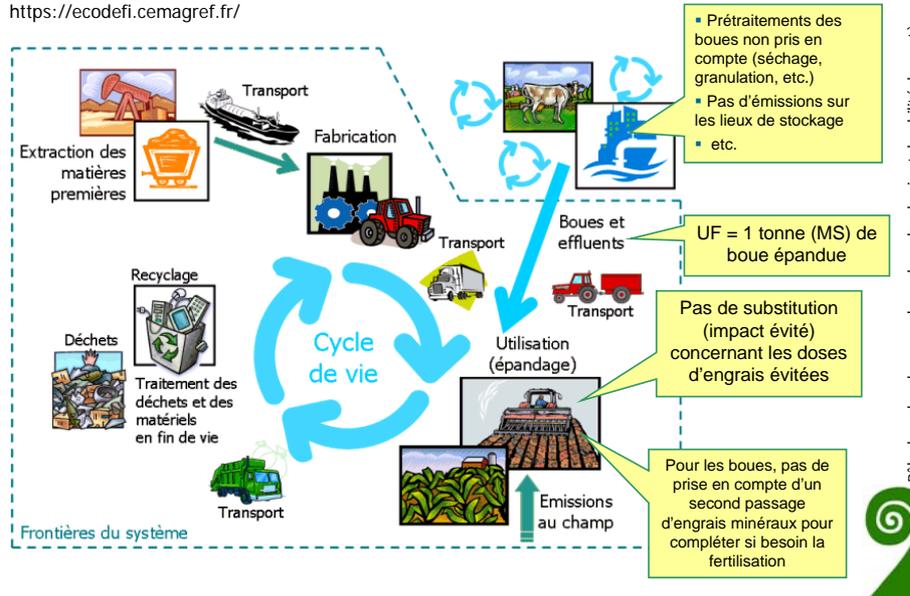
## FPR: diagramme des contributions



14

## Exemple 2: Epannage boues de STEP (ANR -ECODEFI)

<https://ecodefi.cemagref.fr/>



15

## ACV d'un scénario d'épannage de boues de STEP

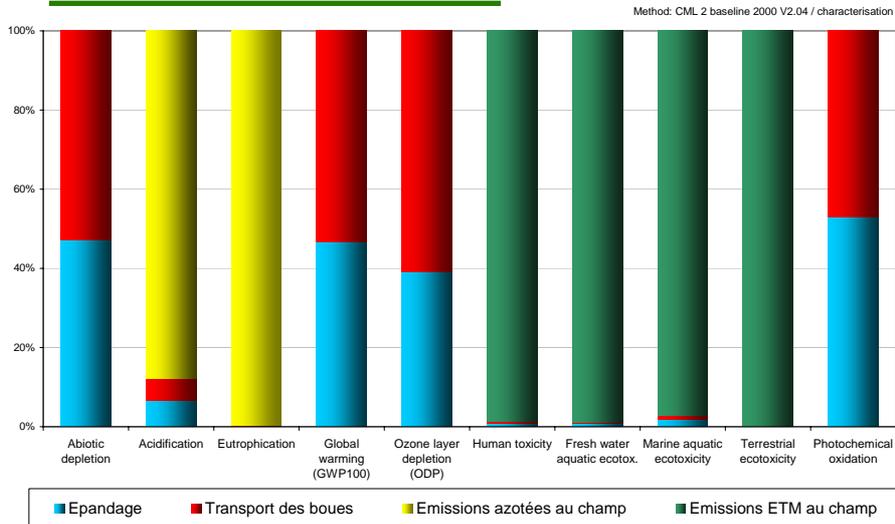
- Boue épannée:
  - ⇒ Boue de STEP compostée avec déchets verts (64 % MS) contenant des ETM\*
    - Dose: 12 tonnes par hectare
- Logistique :
  - Camion 16 t, distance de transport de 35 km\*\*
- Epannage:
  - ⇒ Transport du lieu de stockage intermédiaire au champ:
    - Distance: 2 km (point à point), conso fuel tracteur: 16,5 L/h en transport à plein et 14,5 en transport à vide
  - ⇒ Épandeur à hérissons verticaux avec enfouissement 24h après l'épannage
    - Tracteur 100 kw, conso fuel: 18 litres / heure en phase d'épannage, rendement de chantier: 8 ha / heure

\* Source: étude Ademe - SOGREAH 2007 (page 234)

\*\* du lieu de production des boues au lieu de stockage intermédiaire

16

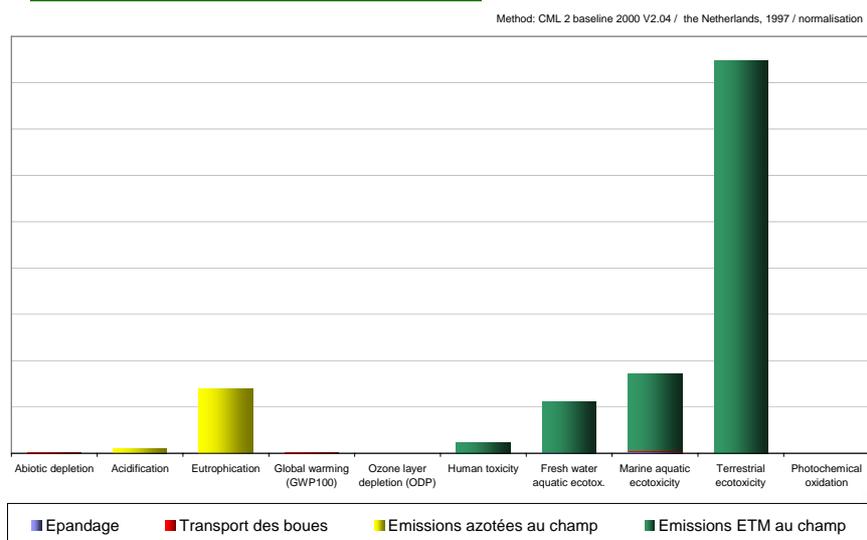
## ACV d'un scénario d'épandage de boues de STEP



Pôle de recherche en analyses de cycles de vie et durabilité des systèmes

17

## ACV d'un scénario d'épandage de boues de STEP

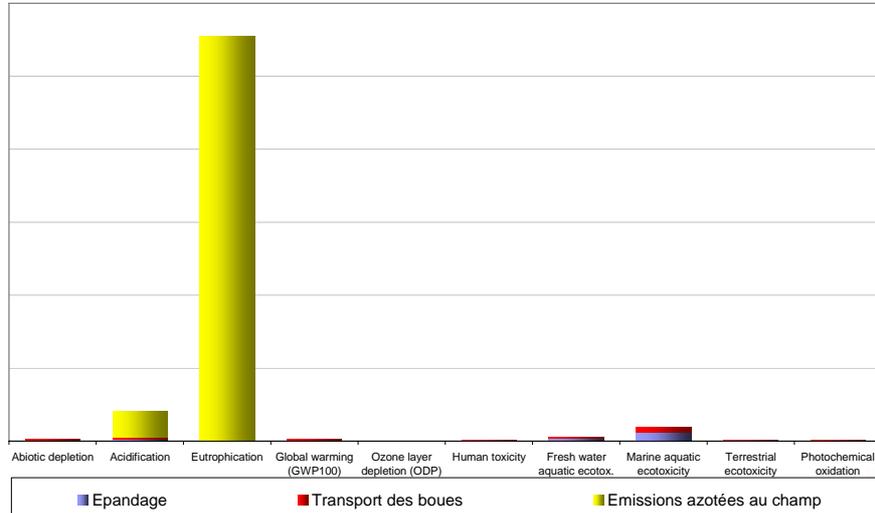


Pôle de recherche en analyses de cycles de vie et durabilité des systèmes

18

## ACV d'un scénario d'épandage de boues de STEP

Method: CML 2 baseline 2000 V2.04 / the Netherlands, 1997 / normalisation

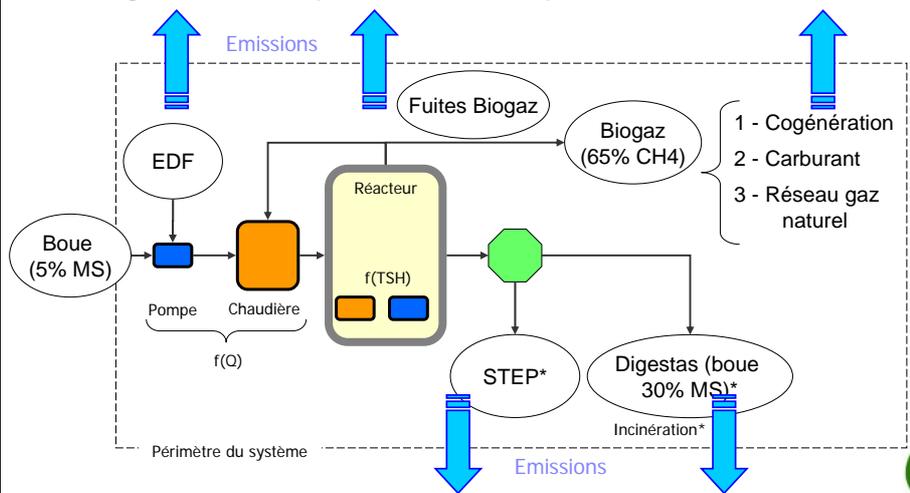


19

Pôle de recherche en analyses de cycles de vie et durabilité des systèmes

## Exemple 3: Digestion anaérobie

- Digestion mésophile en une étape de boues de STEP



20

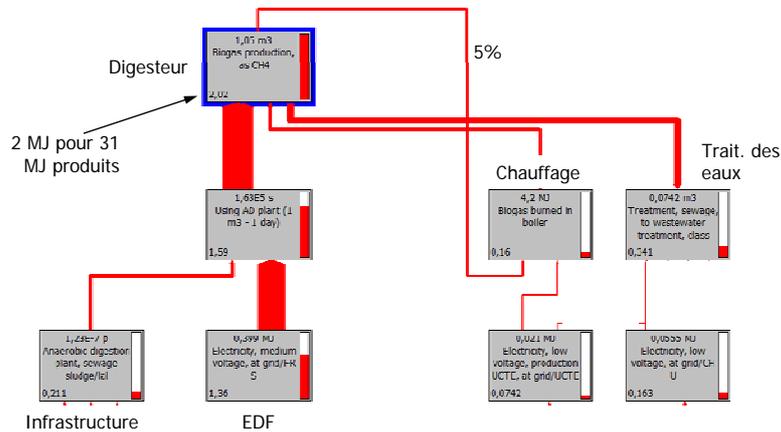
UF= traitement 1 kg de boue de STEP « primaire-secondaire »

\* Données de base Suisses (Ecoinvent)(Q)

Pôle de recherche en analyses de cycles de vie et durabilité des systèmes

### Exemple 3: Digestion anaérobie

- Diagramme de flux énergétique: Energie cumulée pour la production d'1 m<sup>3</sup> de méthane\* - biogaz (31 MJ)

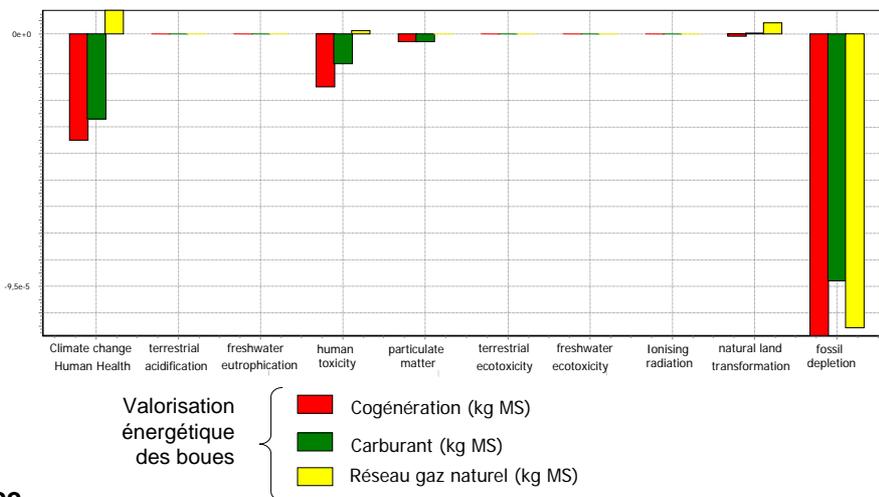


21

\* i.e. 1.53 m<sup>3</sup> de biogaz

### Exemple 3: Digestion anaérobie

- Impacts différenciés selon le traitement des boues



22

## Evaluation environnementale des systèmes d'assainissement:

### 1. Complémentarité des approches

- Approches « Produits/services (ACV) » versus « SITES »
- Energie et ACV

### 2. Exemples d'ACV environnementales

- Ex.1 - Filtres Plantés de Roseaux (FPR)
- EX. 2 - Epanchage de boues de STEP (projet ANR Ecodefi)
- Ex. 3 - Digestion anaérobie

### 3. Enjeux méthodologiques spécifiques

- Service rendu, UF, multifonctionnalité
- Limites des comparaisons de systèmes
- Evolution du statut de l'eau dans les ACV



### Service rendu, UF et multifonctionnalité

Fonction considérée (service rendu)		Unité(s) fonctionnelle(s) potentielle(s)
UF1	Traitement des eaux usées domestiques correspondant à un citoyen moyen	Rejets types d'un citoyen/an
UF2	Traitement d'un m <sup>3</sup> d'eau usée domestique dans des conditions définies	m <sup>3</sup> d'eau usée traitée
UF3	Débit d'eau usée traitée	m <sup>3</sup> /heure ou m <sup>3</sup> /jour
UF4	Quantité de polluant traité	kg de DBO <sub>5</sub> /jour
UF5	Valorisation énergétique	MJ d'énergie produite
		€ de C.A. généré

Pôle de recherche en analyses de cycles de vie et durabilité des systèmes



## Difficultés de comparaison (ex. FPR / BA)

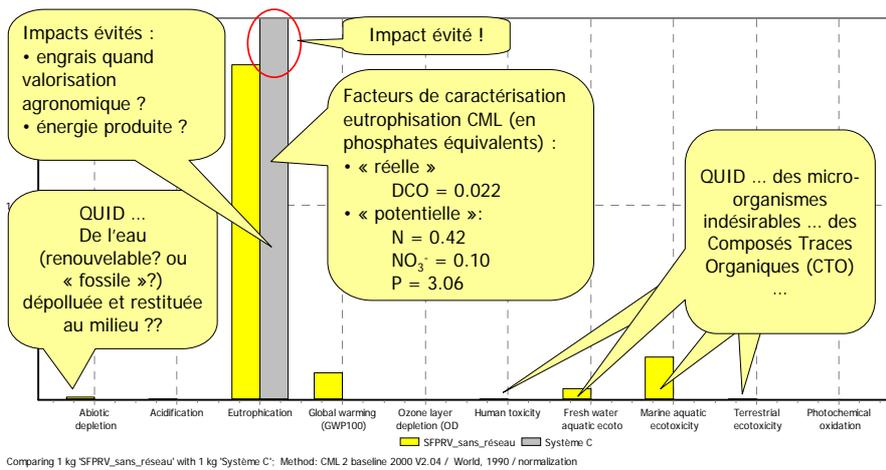
Eaux usées à traiter		Boues Activées EcoInvent	FPR
Charge organique DBO <sub>5</sub> (kg/j)		48,36	
Capacité de traitement		806 EH	967 hab
Charge hydraulique (m <sup>3</sup> /j)		445	145
Qualité des eaux :	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	108,7	333,5
	DCO (mg/l)	155,6	833
	Métaux	Oui	Non
Rejet en g/j par hab		Boues Activées EcoInvent	FPR
NK		5	2
N-NO <sub>3</sub> -		6,1	6,5
Ntot		11,3	10
P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>		0,7	2
Porg		0	0
Ptot		0,7	2

25

Pôle de recherche en analyses de cycles de vie et durabilité des systèmes



## Filtres plantés de roseaux versus REJET DIRECT



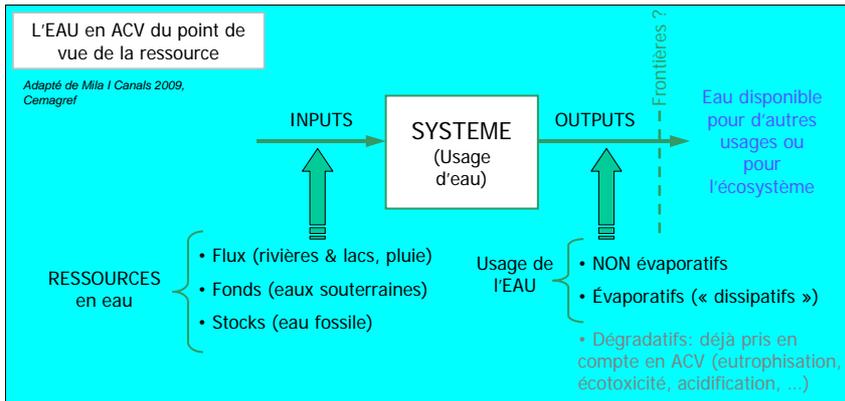
26

Pôle de recherche en analyses de cycles de vie et durabilité des systèmes



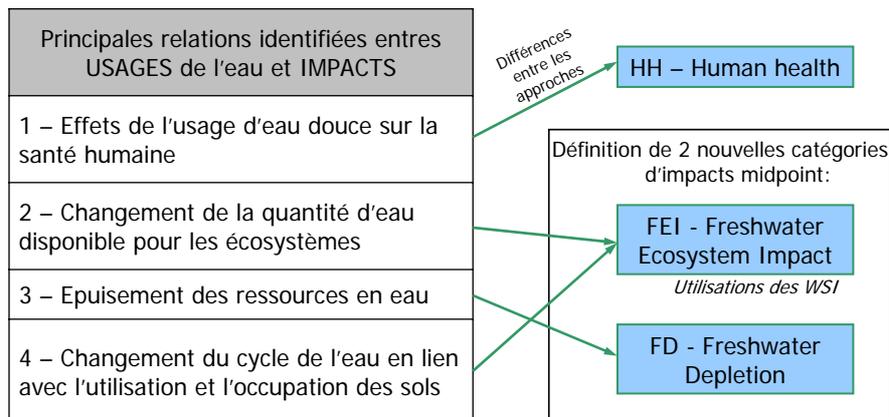
## Evolution du statut de l'eau dans les ACV

- Statut actuel :
  - ↳ compartiment environnemental (eau, air, sol)
  - ↳ dans la méthode EDIP, eau = « media de dilution » pour caractériser la toxicité
- Développements en cours : eau = ressource plus ou moins renouvelable



27

## Evolution du statut de l'eau dans les ACV



Travaux scientifiques en cours:

- Approche orientée « midpoint » de **Mila i Canals** et al., 2009, (Unilever, UK) – Int. JLCA
- Approche orientée « endpoint » de **Pfister**, Koehler et al, 2009, (ETH, Zurich) – Env. Sc.&Tech.

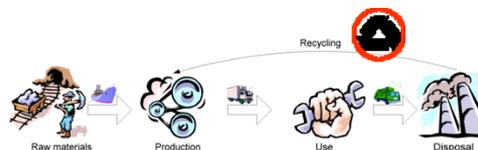
28

## Conclusions

- L'ACV est une approche « produit », complémentaire aux approches « sites »
- L'ACV est le meilleur outil disponible pour **comparer des technologies** de systèmes ou de sous-systèmes d'assainissement rendant un service comparable
- En l'état actuel, la comparaison peut soulever des questions lorsque les services rendus sont très différents:
  - ⇒ soit du fait du système lui-même et des objectifs qui lui sont assignés
  - ⇒ soit du fait de la qualité des eaux entrantes
- Il manque beaucoup de données d'inventaire notamment pour les réseaux (projet en cours Cemagref – ONEMA)
- Analyse globale du système d'assainissement pour harmoniser les hypothèses à retenir en terme d'allocations, d'impacts évités, ...
- Des travaux de recherche internationaux sont en cours pour couvrir les manques actuels en ACV notamment concernant le statut de l'eau.



Merci pour votre attention...



Penser globalement (Cycle de Vie) ...  
Agir localement !

