



ACV fin de vie

Enjeux, méthodes et limites

Pour mieux
affirmer
ses missions,
le Cemagref
devient Irstea



www.irstea.fr

Lynda AISSANI – Irstea Rennes

Atelier thématique 21 juin 2012

RMT E&E ACV



Plan de la présentation

➤ Enjeux

→ Pourquoi évaluer environnementalement les impacts des scénarios de fin de vie ?

➤ Méthodes

→ Comment faire cette évaluation environnementale ?

➤ Limites

→ L'ACV se heurte à la complexité de la modélisation et de l'évaluation des performances des systèmes de gestion des déchets



Enjeux

→ Pourquoi évaluer les impacts des scénarios de fin de vie ?

Pour mieux
affirmer
ses missions,
le Cemagref
devient Irstea



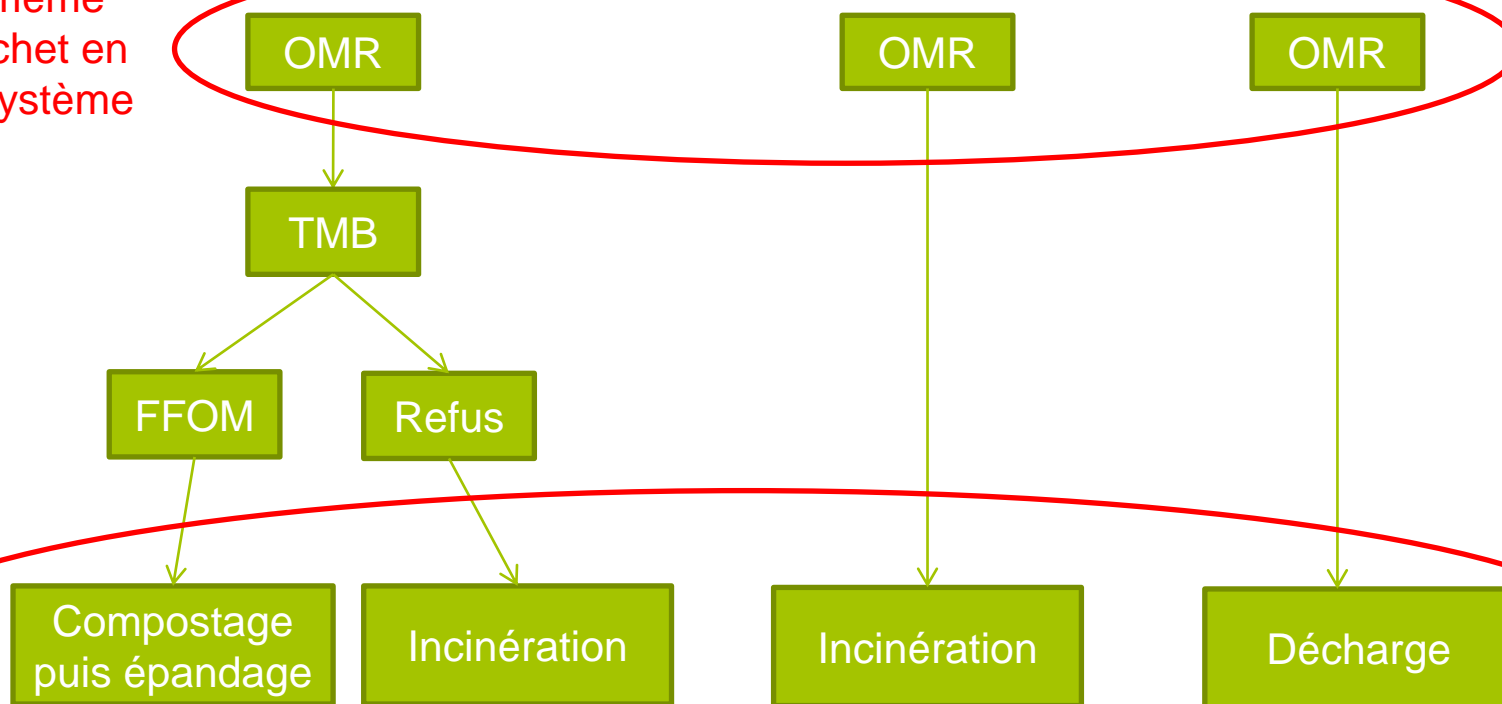
www.irstea.fr

Des systèmes orientés "déchet"

Un déchet peut avoir plusieurs fins de vie possibles.

Quelle est la moins mauvaise gestion (celle engendrant le moins d'impact et permettant une valorisation matière et/ou énergie pertinente) ?

1 seul et même
type de déchet en
entrée du système

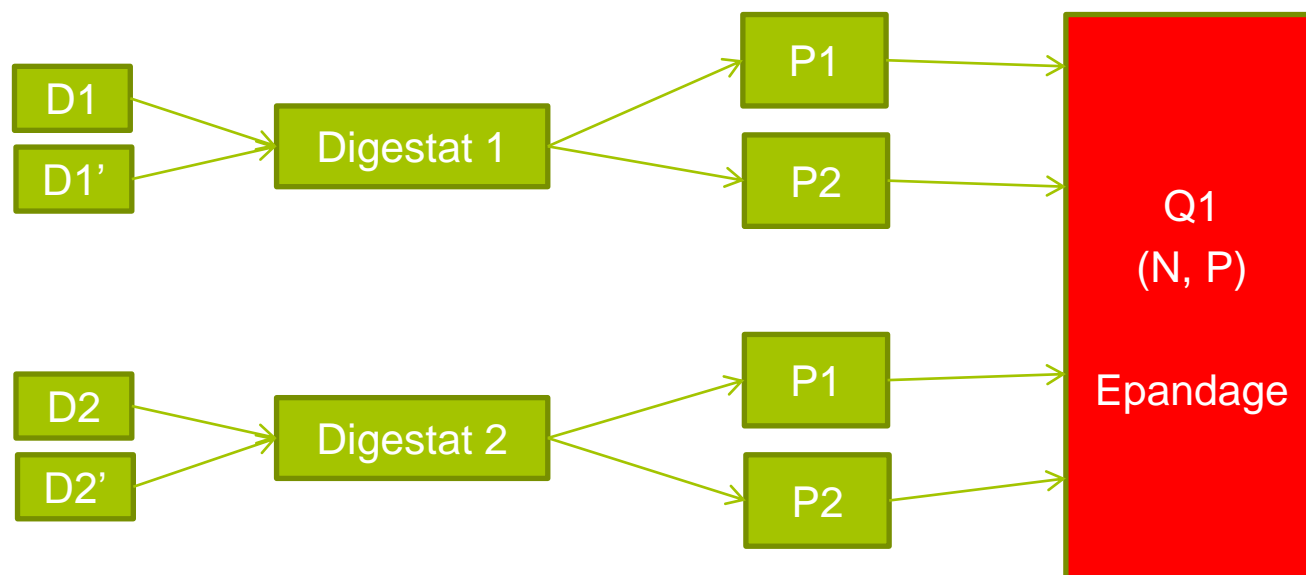


RMT E&E ACV
21 juin 2012

Des systèmes orientés "produits issus de déchets"

Plusieurs déchets peuvent subir différents traitements et ne produire qu'un seul type de produit final de qualité recherchée identique.

Quel est le substrat le plus pertinent au regard des performances environnementalement de son traitement ?



Qualité recherchée
du produit sortant
identique



Méthodes

→ Comment faire cette évaluation
environnementale ?

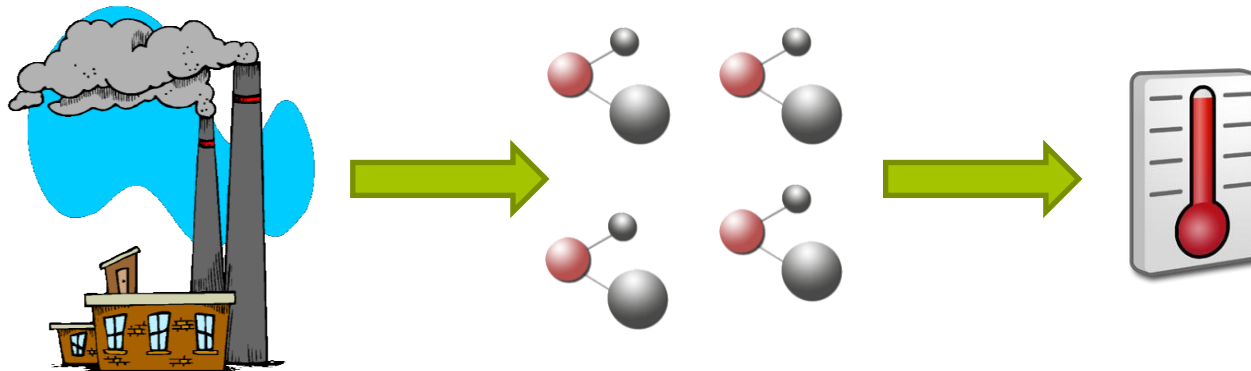
Pour mieux
affirmer
ses missions,
le Cemagref
devient Irstea



www.irstea.fr

Qu'est-ce qu'une évaluation environnementale ?

- Bilan systématique d'un système au regard de ses potentielles performances environnementales (impacts négatifs ou positifs sur l'environnement)
- Un système = un produit ou un service
- Identification des aspects et des impacts environnementaux d'un système

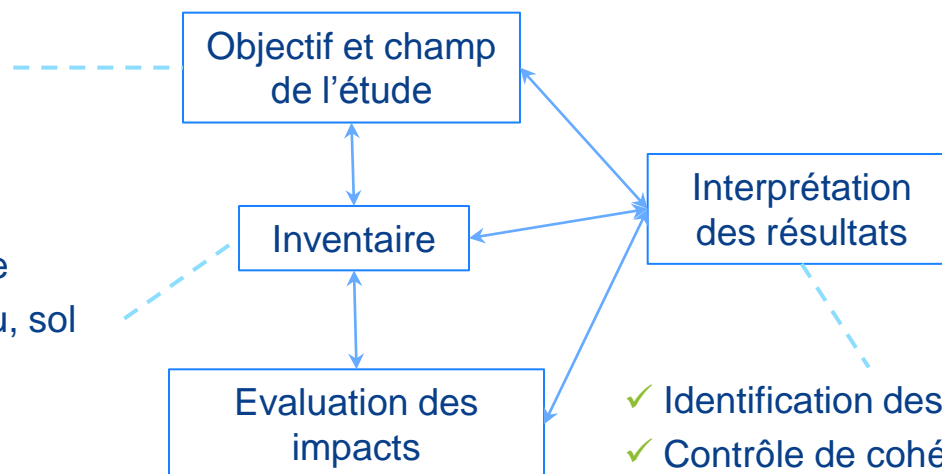


Qu'est-ce qu'une ACV?

Outil standardisé: ISO 14040 et 14044, ILCD Handbook

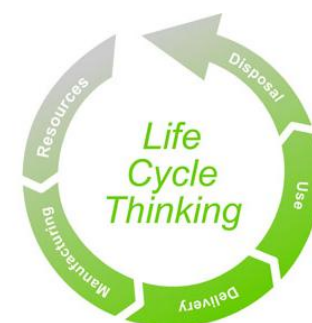
- ✓ Fonction du système
- ✓ Unité fonctionnelle
- ✓ Frontières du système

- ✓ Bilan matière et énergie
- ✓ Emissions dans air, eau, sol
- ✓ Hypothèses de calcul



- ✓ Classification des émissions
- ✓ Caractérisation des impacts

- ✓ Identification des hot spots
- ✓ Contrôle de cohérence
- ✓ Analyse de robustesse

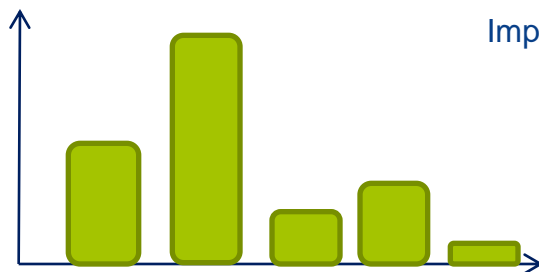


Identification des transferts d'impacts potentiels

RMT E&E ACV
21 juin 2012

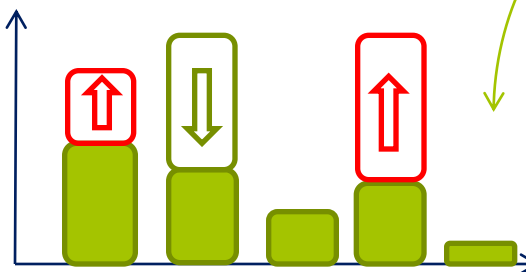


Impacts



Etapes du cycle de vie

Impacts

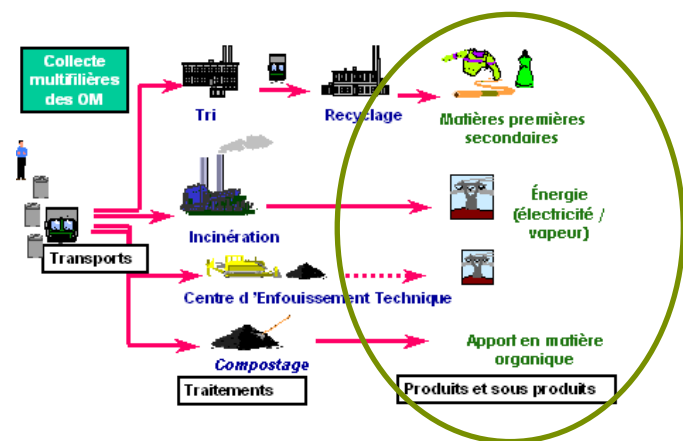


Etapes du cycle de vie

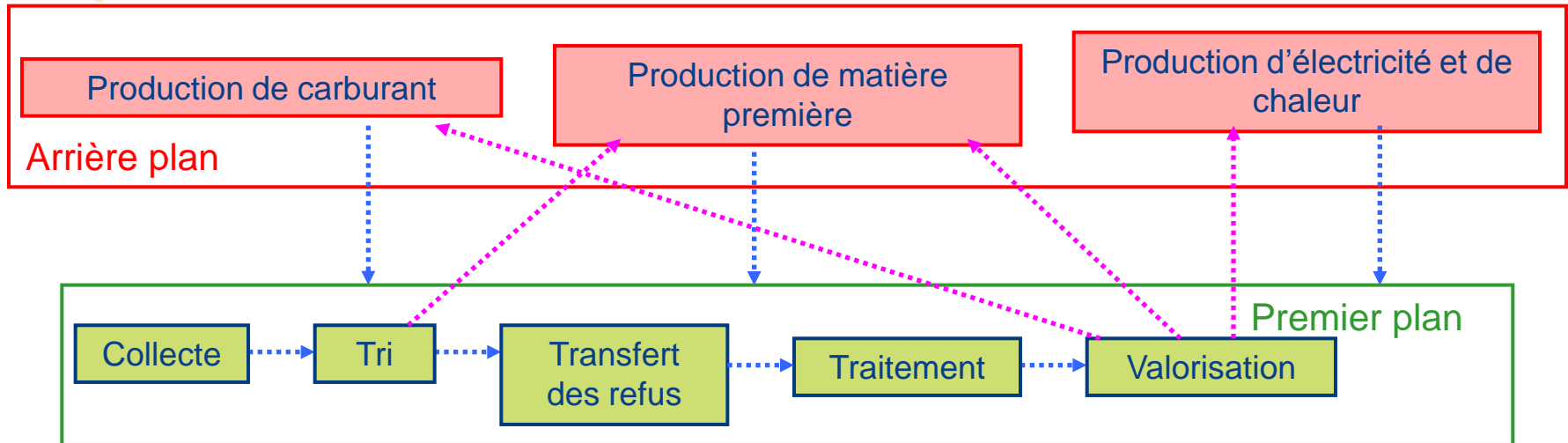
Qu'est-ce qu'une ACV "fin de vie" ?

Les particularités et difficultés méthodologiques

- Focus sur la fin de vie d'un système
 - Hypothèse sur l'entrant déchet : charge environnementale nulle
- Utilisation de la notion d'impacts évités
 - Valorisation matière et énergie gérée par extension des frontières des systèmes (substitution par soustraction)
- Activités de premier plan la plupart du temps concentrées géographiquement prenant en charge les déchets produits sur le territoire essentiellement
 - Approche territoire forte



Les questions relatives à la modélisation de ces systèmes de gestion de déchets

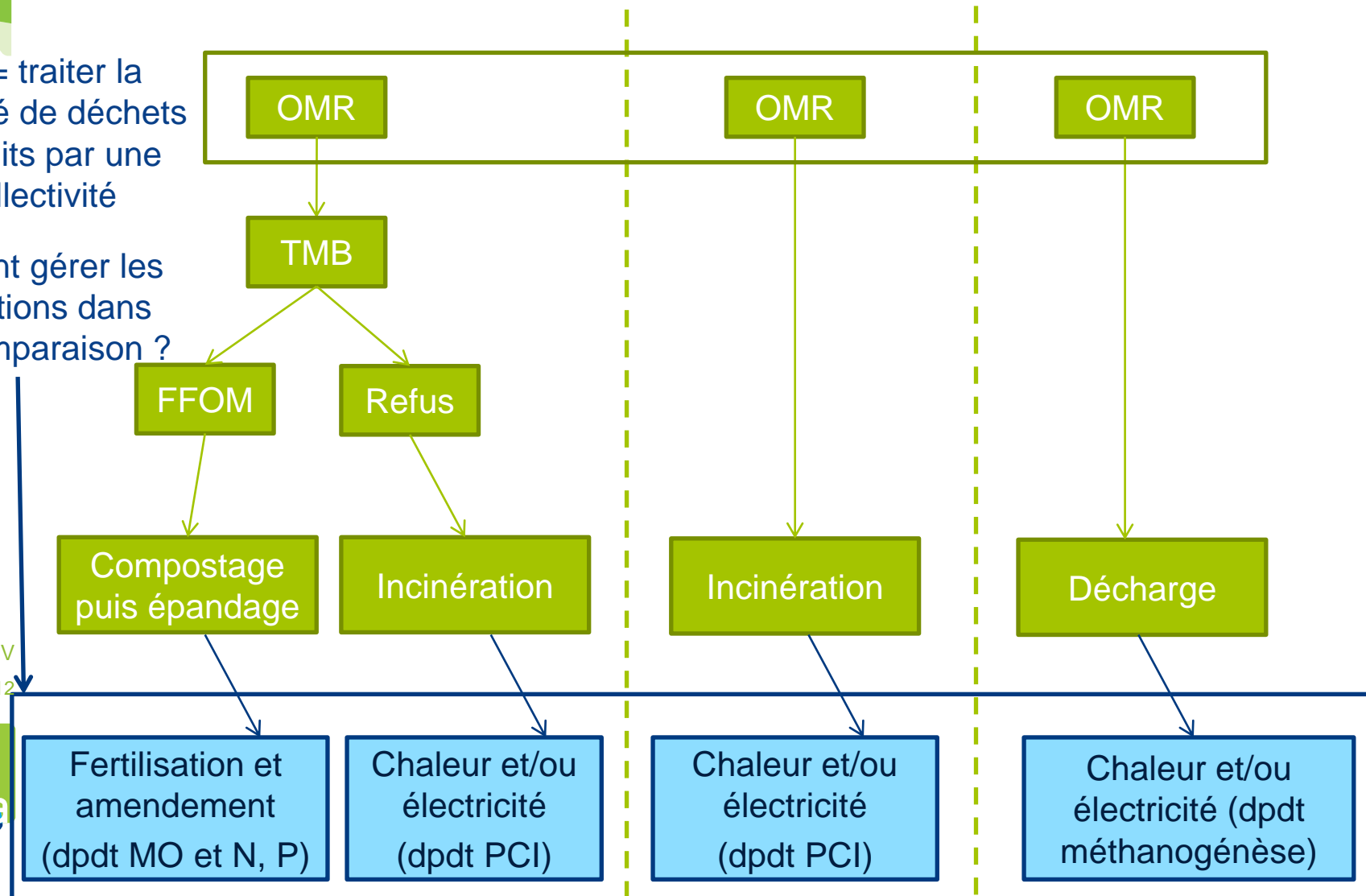


- Nécessité de prise en compte des enjeux globaux et locaux à travers l'ensemble du cycle de vie
 - Notion de transfert d'impact potentiel et d'équité nord-sud et intergénérationnelle
- Nécessité d'une prise en compte particulière et différenciée des impacts locaux (bénéfiques ou impacts négatifs) qui se produiront sur le « territoire » concerné
 - Décision locale avec des enjeux locaux (préservation de la santé, de la qualité de vie et des ressources)

Frontières des systèmes et Unité fonctionnelle

UF = traiter la quantité de déchets produits par une collectivité

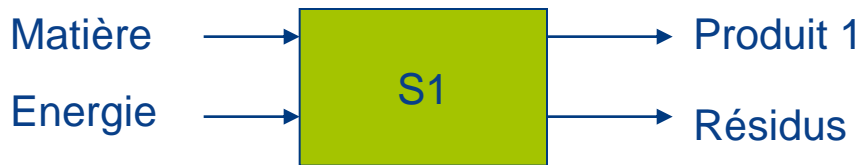
Comment gérer les co-fonctions dans cette comparaison ?



Comment gérer la multifonctionnalité quand procédé "indivisible"?(1/2)

UF = produire Produit 1

UF = produire Produit 1 et Produit 2



Addition



Soustraction

Comment gérer la multifonctionnalité quand procédé "indivisible"? (2/2)

UF = Traiter la FFOM



aux co-fonctions

Incinérateur



Traiter les déchets

Produire de l'énergie

Substitution à

Chaufferie collective et
électricité réseau

Soustraction

Compostage



Traiter les déchets

Produire du compost

Substitution à

Fertilisation minérale
(avec TS ???)

Soustraction

RMT E&E ACV
21 juin 2012



Utilisation de la méthode d'extension des systèmes et comparabilité

UF = Produire de la chaleur

UF = traiter des déchets et produire de la chaleur

Incinérateur OM



Produire de la chaleur

Traiter les déchets

Chaufferie collective bois



Produire de la chaleur



Traiter les déchets

Addition



Problématique du retour au sol de la MO – Complexification et comparabilité

Compostage industriel



Fertilisant minéral



Compostage domestique



Substitution certaine mais avec quel taux

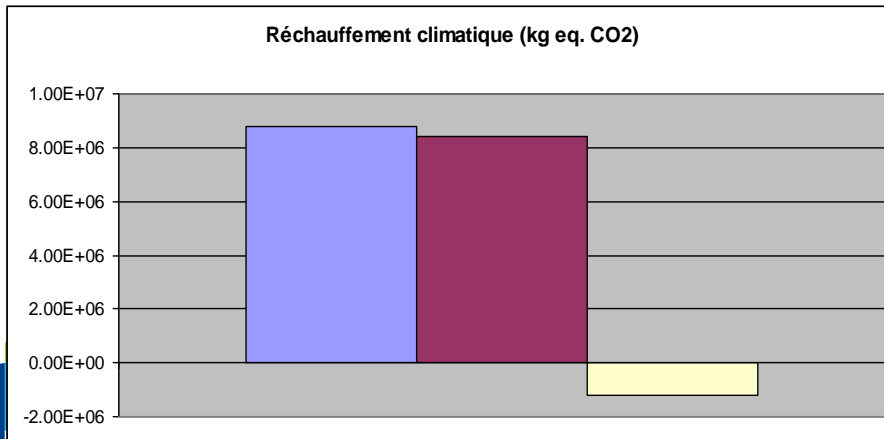
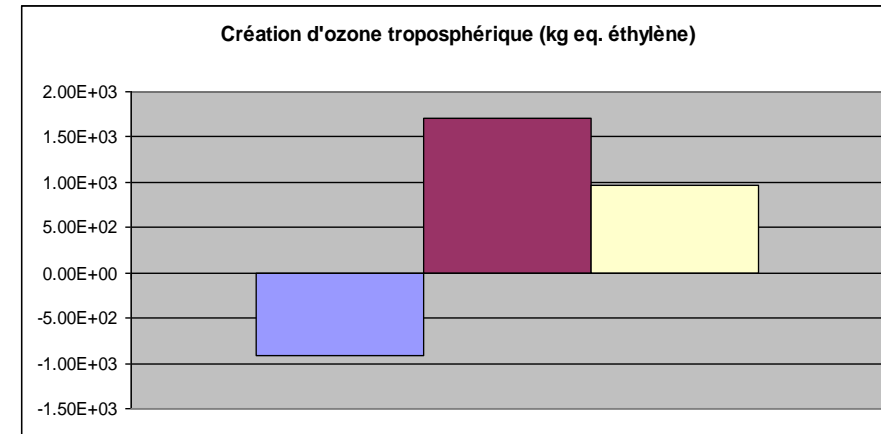
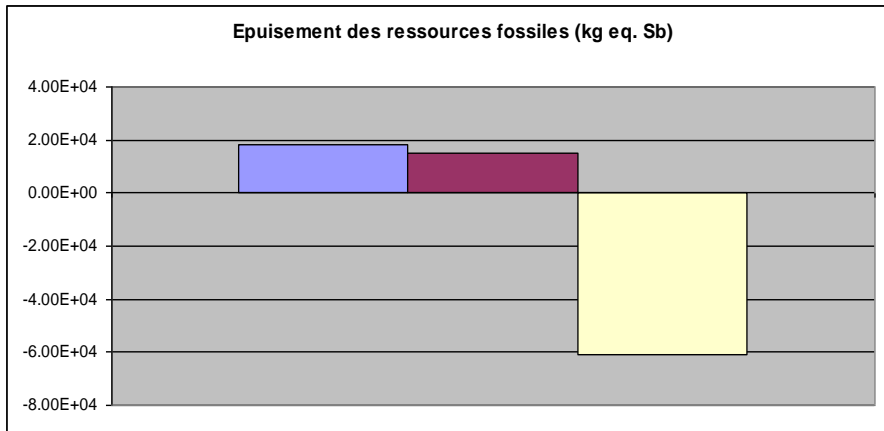
Substitution nulle voire faible

RMT E&E ACV
21 juin 2012



- Impacts évités en amont pris en compte : production et transport
- Impacts évités en aval pas ou peu pris en compte : différentiel du devenir dans le sol
- Manque de critères.....

Impacts des choix de substitution : variabilité des résultats



- Substitution chaufferie bois BUWAL
- Substitution chaufferie bois Ecoinvent
- Substitution Chaudière gaz

Définition des deux approches : conséquentielle et attributive

- Approche attributive (classique en ACV) :
Approche où l'ensemble des processus du système de produits étudié sont modélisés afin d'appréhender leurs impacts environnementaux dans les conditions actuelles de consommation et de production
= approche très descriptive aussi appelée approche rétrospective [Ekvall et al., 2005]
- Approche conséquentielle :
Approche où les conséquences de la réalisation du scénario étudié sur son arrière plan (production de matières premières et énergie, mode de transport,...) sont prises en compte
= approche prospective, permet une prise de recul en tentant de déterminer les éventuels biais d'évaluation (uniquement si les différences de résultats entre ces deux approches sont significatives et si le niveau d'incertitudes est relativement acceptable) [Finnveden et al., 2009]

RMT E&E ACV
21 juin 2012

Employée notamment [Ekvall et al., 2005] :

- pour les systèmes en rupture technologique
- lorsque parmi les systèmes étudiés, un des systèmes peut avoir des conséquences sur l'arrière plan des systèmes étudiés et notamment sur le marché de l'énergie ou des matières premières et sur les modes de consommation (loi de l'offre et de la demande)

Quelle approche choisir ?

- La portée et les objectifs de l'étude déterminent le choix de l'approche la plus appropriée pour la réalisation d'une ACV [Ekvall et Weidema, 2004]. Ce choix entraîne des conséquences importantes sur la façon dont les systèmes sont modélisés et interprétés notamment lors de la modélisation d'impacts évités [Rebitzer et al., 2004].
- L'approche conséquentielle est *a priori* l'approche à privilégier dans le cadre d'un processus décisionnel même si les deux approches peuvent chacune être utilisées légitimement [Ekvall et al., 2005] :
 - l'approche attributive pour identifier globalement les impacts des systèmes étudiés avec plutôt un objectif « d'écrémage »
 - l'approche conséquentielle pour évaluer l'ensemble des conséquences environnementales d'une décision « précise »
- Le déploiement d'une approche conséquentielle plutôt qu'une approche attributive pour une application de l'ACV en gestion de déchets peut alors s'avérer pertinente notamment dans un objectif de planification ou de soutien à l'innovation car on pourra observer des effets à la marge sur la production de matières premières, de fertilisants, les vecteurs énergétiques.

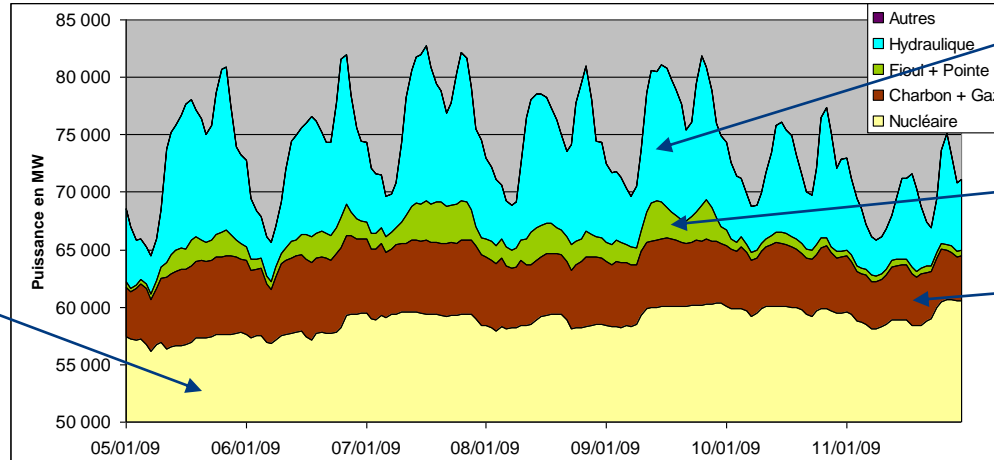
RMT E&E ACV
21 juin 2012



Cette approche est cependant à manipuler précautionneusement car il s'agit d'une approche complexe conceptuellement et difficile à mettre en pratique notamment parce qu'elle intègre des concepts d'économie de marché [Finnveden et al., 2009].

En pratique pour la substitution énergétique (1/2)

Nucléaire =
base

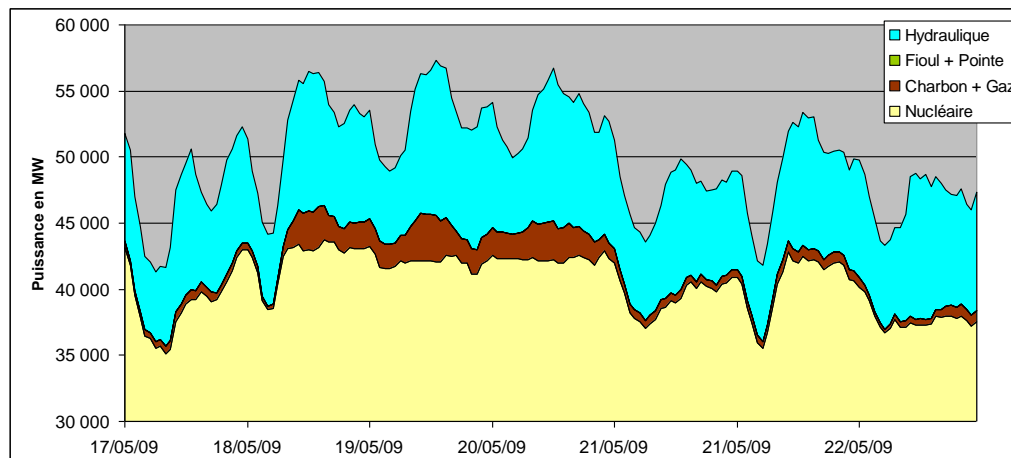


Hydraulique =
énergie fatale

Fioul + pointe

Charbon + pointe

Production électrique en France pendant une semaine hivernale (du 05/01/2009 au 11/01/2009)



Production électrique en France pendant une semaine de printemps (du 17/05/2009 au 22/05/2009)

En pratique pour la substitution énergétique (2/2)



Énergie réinjectée sur le réseau qui se substitue à.....

kWh moyen mix français

kWh de base français

NON

NON

Que va faire EDF..... ???

kWh de base européen ????

kWh de pointe (marginale)

Finalemment



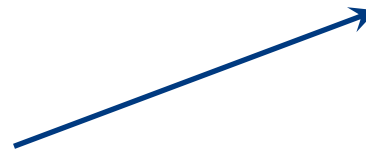
RMT E&E ACV
21 juin 2012



En pratique pour le recyclage

Intérêt du recyclage du papier-carton

- Différents devenir de ce déchet avec différents avantages :
 - Recyclage objet : conservation des énergies grises et du PCI
 - Recyclage matière : conservation des énergies grises
 - Valorisation énergétique : conservation du PCI
- Si recyclage matière, quelle substitution ?





Les difficultés de mise en pratique

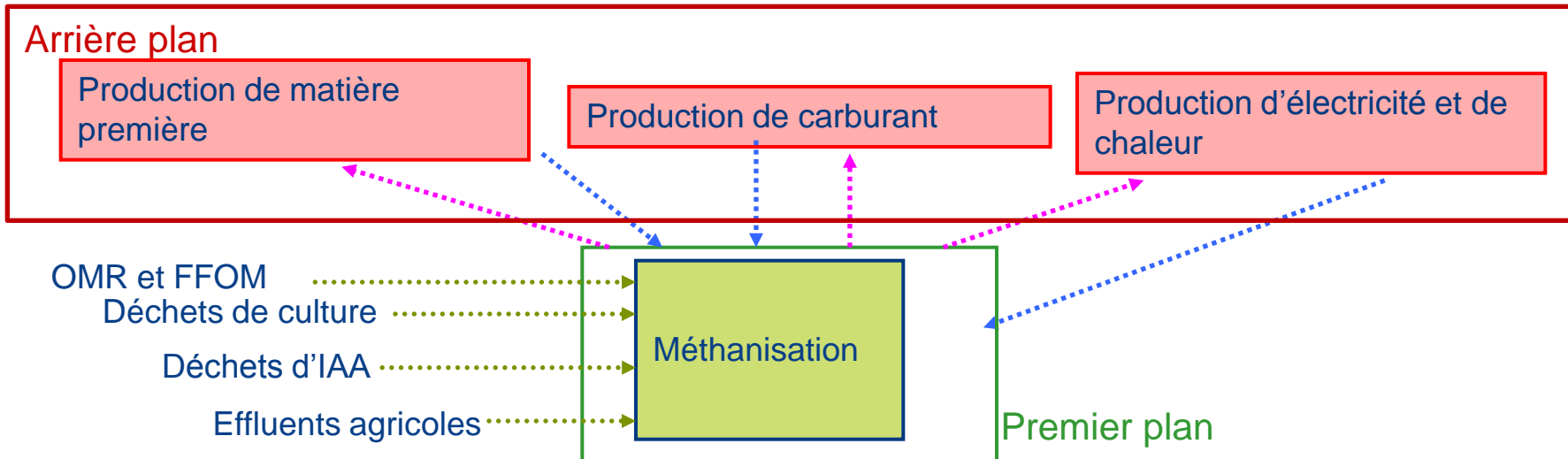
- Un scénario peut entraîner des changements contextuels qui, s'ils ne sont pas pris en compte, peuvent biaiser les résultats
→ Ex des biocarburants, des ampoules à économie d'énergie = changement d'usage
- Utiliser des données moyennes peut être trompeur car un changement n'affecte pas tous les systèmes « d'arrière plan » de la même façon
- En ACV déchets, on pourra observer des effets du fait des modifications marginales sur : la production de matières premières, les vecteurs énergétiques et la production des fertilisants
- Manipulation concomitante de la substitution et de la notion d'impacts évités....
- Hypothèses d'allocation liées à l'économie de marché, à des projections à moyen et long terme, à des changements réels sur l'arrière plan... → non maîtrisable et non robuste ?
- Difficile d'étendre la règle de substitution à l'ensemble du système substitué (prise en compte du cycle de vie du système substitué...)



Solutions envisagées

- Approche conséquentielle en ligne de mire notamment quand décision à la clé
- Travailler à la compréhension des procédés au regard de leurs co-fonctions
- Tester plusieurs hypothèses de substitution afin d'en déterminer la sensibilité
→ pédagogie des acteurs et éviter manipulation des résultats
- Désagréger les résultats : impacts générés et évités à l'arrière plan et au premier plan

Cas particulier du co-traitement : vrai procédé indivisible ?



Comment faire si l'on veut considérer uniquement le traitement de l'un de ces substrats ?

- Question de la dépendance de son traitement aux autres substrats ?
- Doit-on également considérer leur traitement en tant que déchets ?
- Doit-on les considérer comme des réactifs ?



Limites

→ L'ACV se heurte à la complexité de la modélisation et de l'évaluation des performances des systèmes de gestion des déchets

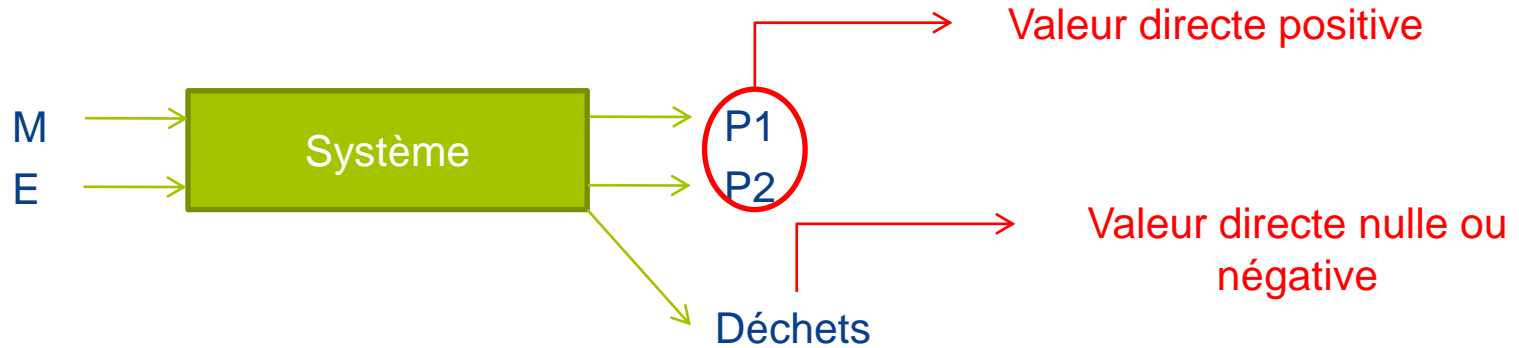
Pour mieux
affirmer
ses missions,
le Cemagref
devient Irstea



www.irstea.fr

Problèmes méthodologiques apparaissant lors de valorisation

Si charge environnementale non nulle
=> comment attribuer une charge environnementale ?



Création d'une valeur économique indirecte

Filière de traitement

Valorisation



Quelle charge environnementale leur attribuer ?

À considérer comme un nv produit au même titre que P1 ou P2 ?

Interprétation des résultats d'ACV "fin de vie"

1. Interprétation difficile car très dépendante des hypothèses : pas de résultats tranchés mais des tendances...
2. Des règles cependant :
 1. Pas d'agrégation des impacts évités et générés (car non sens !)
 2. Analyse de sensibilité des hypothèses de substitution au regard de leur manque vraisemblable de fiabilité...
 3. Désagrégation premier et arrière plans pour une mise en perspective de la pensée cycle de vie et des impacts locaux sur le territoire

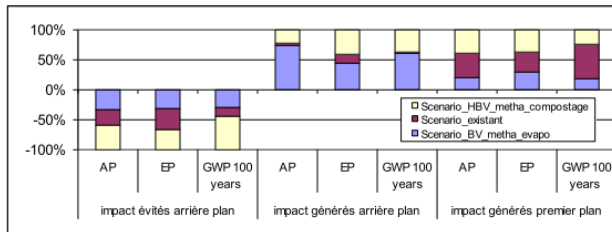


Figure 20 : comparaison des trois scénarios, en valeur relative, entre les impacts évités et générés au premier plan et à l'arrière plan pour les trois impacts étudiés

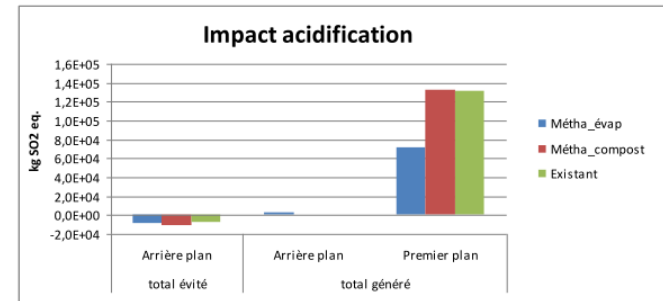


Figure 21 : vue globale, arrière et premier plan et évité/généré, de l'impact acidification pour les trois scénarios

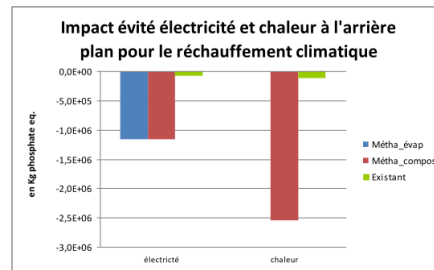


Figure 31 : impact évité électricité et chaleur à l'arrière plan pour le réchauffement climatique

La modélisation face aux conventions

Convention vis-à-vis :

1. De la définition réglementaire de ce qu'est un "déchet" (matière ou produit que son détenteur destine à l'abandon) : réglementation commune mais bcp de cas de jurisprudence, directive EoW
2. Du marché : attribution d'une valeur économique et donc le déchet devient produit (exemple du compost)
3. De la conjecture : évolution du marché, de la réglementation, de l'offre et de la demande, du territoire...
4. De l'ACV : attribution d'une charge environnementale nulle au déchet

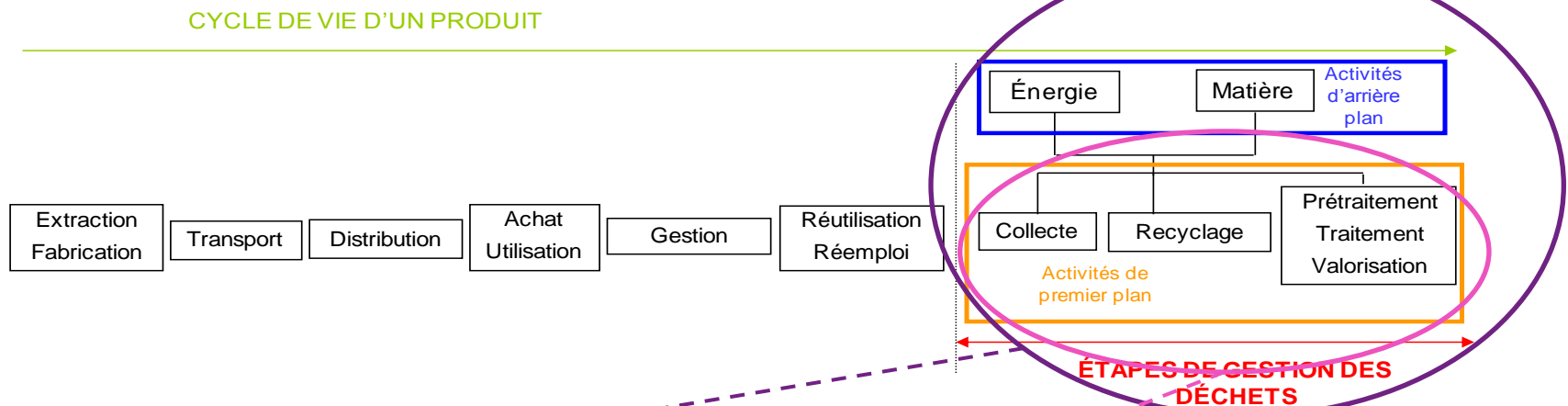
Comment établir une méthodologie robuste qui puisse s'affranchir de ces conventions (si elles changent) ?

Pose également la question de la comparabilité des systèmes au regard de la diversité en qualité et en quantité des co-fonctions.

Problématique des impacts locaux – Décision locale

➤ Santé humaine

Emissions de substances potentiellement toxiques à court et long terme (COV, NO_x, ...)
 → Problème d'acceptabilité des installations dans les bassins de vie (concentration des activités de collecte et traitement sur un territoire)



Besoin d'un calcul sur l'ensemble du cycle de vie relativement grossier

Besoin d'un calcul plus précis pour les activités de premier plan sur le territoire



Besoin de méthode de différenciation spatiale (en cours de développement)

Problématique des impacts locaux – Décision locale

➤ Nuisances olfactives

Emissions odorantes des installations de traitement : NH_3 , COV et H_2S ...

→ Problème de nuisances et d'acceptabilité des traitements notamment biologiques (compostage, méthanisation, centre de stockage) dans les bassins de vie

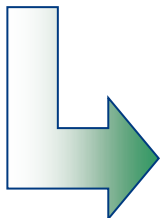
Prétexte aux blocages, mauvaise perception ou nuisance forte ?



+ + Impacts environnementaux du fait des besoins énergétiques et de réactifs pour le traitement de l'air

- - Impacts environnementaux car procédé « rustique » mais des odeurs

RMT E&E ACV
21 juin 2012

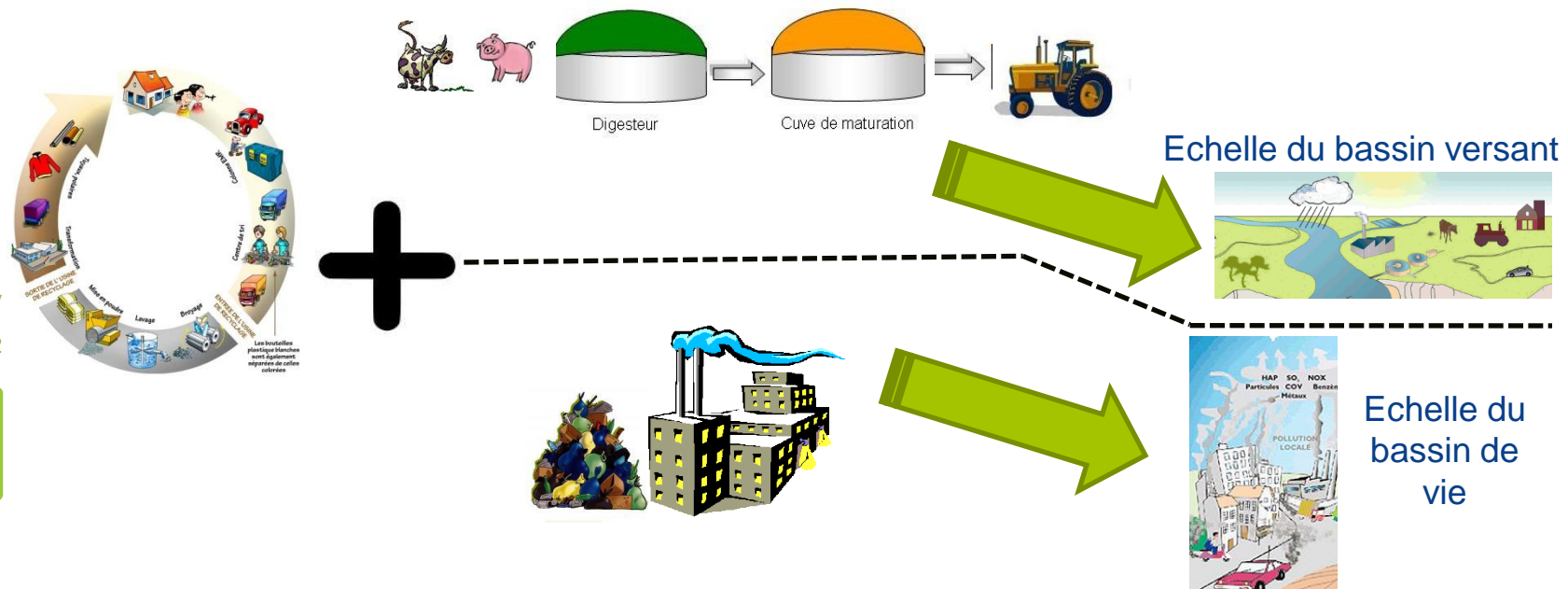


- Création d'une nouvelle catégorie d'impact « odeurs » ?
- Différentiation des émissions locales dues au process ?

ACV et spatialisation....

Compatibilité de ces deux approches

- Focus sur certains impacts représentant des enjeux pour le territoire et/ou au regard de la nature et fonction du système évalué
- Focus sur les activités de premier plan (concentrées géographiquement)
- Mais ne dispense pas de l'évaluation classique sur l'ensemble du cycle de vie
→ Seulement une mise en perspective de certains enjeux





Merci de votre
attention !

Pour mieux
affirmer
ses missions,
le Cemagref
devient Irstea



www.irstea.fr