

**RECOMMANDATIONS PRATIQUES**  
pour l'évaluation environnementale des  
produits chimiques d'origine biosourcée



# INTRODUCTION



La chimie du végétal est une filière innovante qui représente **une opportunité pour le développement de nouvelles solutions à base de biomasse.**

L'Association Chimie du Végétal est **la première et la seule association européenne qui regroupe tous les secteurs impliqués dans la chimie à base de plantes** (producteurs d'agro ressources, industriels de la chimie, formulateurs, etc.).

**Elle encourage l'utilisation de l'Analyse de Cycle de Vie (ACV)** qui se positionne comme la méthode de référence pour l'évaluation des impacts environnementaux des produits. Cependant, l'évaluation du vivant et notamment des matières premières issues de la biomasse pose un certain nombre de problématiques spécifiques qui ne sont pour l'instant pas résolues de manière consensuelle.

Ce document est constitué de **22 fiches de synthèse** qui présentent les points essentiels abordés dans le guide complet **« Recommandations pratiques pour l'évaluation environnementale des produits chimiques d'origine biosourcée »** commandité par l'Association.

Le guide qui se veut pragmatique est basé sur des pratiques mises en œuvre par 5 industriels : Arkema, Bostik, Oleon, Roquette et Solvay.

# SOMMAIRE



## MODÉLISATION DE L'INVENTAIRE DU PRODUIT GÉNÉRAL

Cycle de vie.....	Fiche N° 1
Unité fonctionnelle.....	Fiche N° 2
Qualité des données génériques.....	Fiche N° 3
Qualité des données spécifiques.....	Fiche N° 4
Règle de coupure.....	Fiche N° 5
Gestion des coproduits et allocations.....	Fiche N° 6
Emissions à long terme.....	Fiche N° 7



## MODÉLISATION DE L'INVENTAIRE DU PRODUIT SPÉCIFICITÉ DU BIOSOURCÉ

Prise en compte du carbone biogénique : stockage.....	Fiche N° 8
Prise en compte du carbone biogénique : émissions décalées.....	Fiche N° 9



## MODÉLISATION DE L'AMONT AGRICOLE

Périmètre temporel.....	Fiche N° 10
Choix entre données génériques et spécifiques pour l'amont.....	Fiche N° 11
Emissions de l'amont agricole.....	Fiche N° 12
Infrastructures de l'amont.....	Fiche N° 13



## LES INDICATEURS D'IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX EN ACV.....

Fiche N° 14

Changement climatique.....	Fiche N° 15
Empreinte eau.....	Fiche N° 16
Consommation de ressources.....	Fiche N° 17
Utilisation des sols.....	Fiche N° 18
Qualité des sols.....	Fiche N° 19
Toxicité et éco-toxicité.....	Fiche N° 20
Biodiversité.....	Fiche N° 21

RÉDACTION DES MÉTADONNÉES.....	Fiche N° 22
--------------------------------	-------------



## CONTEXTE



La norme ISO 14044 définit le cycle de vie comme **les phases consécutives et liées d'un système de produits**, de l'acquisition des matières premières ou de la génération des ressources naturelles à l'élimination finale.

Cependant, il arrive que des études ne soient pas portées sur l'ensemble du cycle de vie (mais plutôt du berceau à la porte de l'usine), notamment dans le cas **des produits intermédiaires** où les **usages et fin de vie vont être variables**.

**Certaines étapes du cycle de vie sont difficiles à évaluer**, et non directement imputables à un produit, par exemple, les déplacements de consommateurs, les impacts liés aux services R&D ou marketing des entreprises.

## PROBLÉMATIQUE

🔍 **Quelles phases du cycle de vie doivent être prises en compte lors d'une ACV ?**

## ÉTAT DE L'ART

- 🔍 Tous les documents précisent qu'il faut prendre en compte **un maximum de phases de cycle de vie**, y compris la fin de vie.
- 🔍 Les données créées dans le cadre du projet AGRIBALYSE® sont des données « Cradle to Farm Gate » (jusqu'à la sortie du champ). Le projet de norme (Pr EN 16760, 2014) cadre l'utilisation des résultats d'ACV en « Cradle to Gate » (du berceau à la tombe) : ceux-ci **ne doivent être utilisés** pour un comparatif qu'après **une évaluation complète** de la **comparabilité des impacts environnementaux aval du produit**.
- 🔍 Il n'y a pas de consensus clair sur les phases du cycle de vie à exclure. Cependant les pratiques couramment utilisées sont l'exclusion du trajet domicile-travail ainsi que l'exclusion des phases sur lesquelles une allocation est difficile (ex : administratif, R&D, marketing, ...).

## PRATIQUES SUR LES CAS INDUSTRIELS

- 🔍 Du fait de la **diversité d'applications possibles des produits biosourcés** en sortie d'usine, l'analyse sur **un cycle de vie complet du berceau à la tombe**, pour la majorité des cas d'étude, **n'a pas été possible**.
- 🔍 Le périmètre de quatre des cinq cas d'étude est du **berceau jusqu'à la porte de l'usine**.
- 🔍 Un seul industriel analyse son produit du **berceau à l'application chez son client**. Cette seconde alternative n'est possible que si le producteur connaît de façon **précise l'utilisation chez le client et la fin de vie probable** de son produit.

## RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

Il est recommandé, dans la mesure du possible, de réaliser **une analyse exhaustive sur l'ensemble du cycle de vie** du produit, mais également, **de proposer dans la communication des résultats d'ACV, les résultats d'impact par unité de produit sorti d'usine**.

Le **périmètre** choisi doit être justifié **en fonction des objectifs de l'étude**.

Dans tous les cas, il est intéressant de se projeter sur une application donnée dans une logique d'éco-conception en réalisant une analyse de type « Cradle to Grave ».



## CONTEXTE

L'unité fonctionnelle est une **unité commune** servant de référence pour exprimer le bilan environnemental d'un produit. Elle permet de quantifier les résultats d'une étude ACV **par rapport au service rendu**.

Pour comparer les bioproduits avec leurs équivalents fossiles, il est nécessaire de se baser sur un **service rendu égal**, en tenant compte des différences de propriétés éventuelles.

## PROBLÉMATIQUE

🔍 **Quelle est l'unité fonctionnelle à retenir pour l'évaluation de bioproduits ?**

## ÉTAT DE L'ART

🔍 **Les référentiels étudiés sont relativement consensuels concernant l'unité fonctionnelle à retenir.** L'unité fonctionnelle (UF) porte sur le service rendu par un produit fini : km parcourus, mL de café, une portion alimentaire... Pour les produits intermédiaires, l'unité fonctionnelle la plus simple et cohérente est **la masse ou le volume de produit** (ex : kg, m<sup>3</sup>).

🔍 **Les référentiels apportent plusieurs précisions ou recommandations sur l'unité fonctionnelle :**

- Utiliser le kg de matière sèche (Pr EN 16760, 2014)
- Préciser les choix réalisés (kg matière sèche, kg matière brute...) (ADEME, 2009) (Pr EN 16760, 2014)
- Le produit fini est généralement considéré nu (sans conditionnement)
- Pour une **ACV comparative**, il semble nécessaire d'affiner l'unité fonctionnelle (ADEME, 2009)

**Quelle que soit l'unité fonctionnelle retenue, il est crucial de préciser s'il s'agit d'un poids de matière sèche, d'un poids brut, etc.**

## PRATIQUES SUR LES CAS INDUSTRIELS

🔍 Majoritairement, les industriels ont choisi, comme unité fonctionnelle, **une unité massique en produit fini sans conditionnement**, ce dernier étant à rajouter de manière spécifique par l'acteur en aval de la chaîne de valeur.

🔍 L'industriel ayant réalisé l'ACV jusqu'à l'application chez son client (cradle to grave) se base sur les **caractéristiques techniques du produit fini** pour définir son unité fonctionnelle (2 à 3 g de produit appliqué/m<sup>2</sup> entre 2 films plastiques alimentaires).

## RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

**Il est recommandé, dans la mesure du possible, d'analyser les résultats d'impacts selon deux types d'unité fonctionnelle :**

- 🔍 **Unité fonctionnelle orientée sur le service rendu** par le produit, dans le cas d'analyses du berceau à la tombe.
- 🔍 **Unité fonctionnelle simplifiée par unité de masse de matière sèche sortie d'usine** (en précisant le taux d'humidité dans le produit ainsi que la prise en compte ou non du conditionnement).

# 03 QUALITÉ DES DONNÉES GÉNÉRIQUES



## CONTEXTE

Les Inventaires de Cycle de Vie (ou ICV) **compilent les intrants et les extrants nécessaires** pour un système de produits donné au cours de son cycle de vie. Basés sur les normes ISO en vigueur, ils servent de point de départ à toute analyse de cycle de vie.

Ces inventaires peuvent ensuite être publiés **dans des bases de données** publiques ou privées, qui intègrent chacune **des choix de modélisation différents** ainsi que des jeux de données de **représentativité différente**.

**Le choix de la base de données d'inventaire influence le résultat final** et est à l'origine d'une part non négligeable de la variabilité possible entre différentes études.

## PROBLÉMATIQUE

📌 **Quelles bases de données est-il préférable d'utiliser pour les données génériques ?**

## ÉTAT DE L'ART

Les référentiels étudiés ne **proposent pas d'exigences quantitatives** sur la qualité des données génériques à utiliser. Ils proposent d'utiliser des **bases de données de référence en ACV** : ecoinvent, AGRIBALYSE®, GaBi, ELCD,... Se pose néanmoins la question de **la qualité de ces inventaires** en ce qui concerne les données sur **l'amont agricole**, et d'une éventuelle hiérarchisation des bases de données disponibles.

## PRATIQUES INDUSTRIELLES & ANALYSES DE SENSIBILITÉ

📌 Les cinq industriels impliqués dans l'étude utilisent **la base de données ecoinvent** comme base générique. **Selon les besoins, ces données génériques sont adaptées ou affinées** par des publications scientifiques adaptées au cas d'étude. Une base de données proposant de **nombreux inventaires agricoles** a été sollicitée par un industriel car l'ICV de la culture en question **n'était pas présent dans ecoinvent**.

📌 **Analyse de sensibilité** : Sur le changement climatique, le choix de la base de données peut faire varier le résultat de 30%. Les résultats peuvent varier du simple au double sur 4 indicateurs.

## RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

📌 La qualité des données génériques dépend de la base de données choisie et de sa pertinence vis-à-vis du système étudié.

📌 Dans la mesure du possible, le praticien se doit d'analyser et de comparer les ICV issus des bases de données à sa disposition. **Cette comparaison permet de tester les différences entre données et choisir ainsi l'ICV le plus pertinent.**

📌 L'usage de **grandes bases de données homogènes et reconnues** par l'ensemble des praticiens ACV (telles que ecoinvent, AGRIBALYSE®, ...) permet d'éviter toute critique sur le sujet.

📌 Concernant les bases de données fournies en termes d'ICV de production agricole, il est important de noter que **les bases ecoinvent, AGRIBALYSE® et World Food LCA database** sont les plus exhaustives sur la prise en compte **des émissions agricoles et des infrastructures.**

📌 En revanche, le périmètre des inventaires ainsi que son ancienneté (+ de 10 ans) font de LCA Dk Food une base de données à utiliser avec précautions.

# 04 QUALITÉ DES DONNÉES SPÉCIFIQUES



## CONTEXTE

De la même manière que pour les données génériques, les données spécifiques présentent un **caractère primordial dans le résultat final**. Elles sont à la source d'une part non négligeable de la **variabilité** qui peut exister entre études.

Deux points sont essentiels à garantir lors d'utilisation de données spécifiques : **la transparence** et **la qualité** de ces données.

## PROBLÉMATIQUE

### 📍 Comment s'assurer de la qualité des données spécifiques ?

## ÉTAT DE L'ART

Quelle que soit l'échelle géographique utilisée, les données doivent toujours être issues de **sources reconnues** et sur un **espace géographique suffisamment étendu** pour permettre un **effet de moyenne suffisant**. Les données et échelles retenues doivent être **clairement mentionnées**, pour une **transparence** maximale.

N.B. Pour les processus industriels, il est recommandé d'utiliser les émissions déclarées (type ICPE) pour le calcul des émissions (projet de norme PrEN16760).

## PRATIQUES SUR LES CAS INDUSTRIELS

### 📍 Obtentions des données spécifiques :

- Pour les industriels, il est parfois **difficile d'obtenir les données spécifiques sur l'amont agricole**. L'effort à fournir étant important, les **données génériques**, lorsqu'elles sont disponibles, sont **privilégiées**.
- **Pour les données industrielles de transformation chimique** de la matière première, l'effort de collecte est moins important puisque les industriels ont **une forte connaissance et maîtrise de leurs procédés**.

## RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

Le praticien ACV doit garder **en tête les critères d'évaluation** d'une donnée, dictés par la **matrice de Pedigree Weidema et Wesnaes (1996)** : pertinence géographique, pertinence temporelle, pertinence technologique, complétude et représentativité.

### 📍 Afin d'obtenir une qualité minimale et de permettre une transparence des données collectées, il faut :

- Prendre des **données représentatives** : c'est-à-dire, soit d'une année de référence (représentativité validée par un expert), soit d'une moyenne lissée sur plusieurs années (5 ans)
- Considérer les **émissions de l'amont agricole** :  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{CO}_2$ , pesticides et éléments traces métalliques
- Appliquer une **règle de coupure la plus basse possible** (au moins inférieur à 5%) : dans l'idéal collecter toutes les données disponibles collectées directement sur site ou via un système ERP
- Pour les **processus industriels** il est recommandé d'utiliser les **émissions déclarées**
- Transparence exigée des données : source des données précises.

# 05 RÈGLE DE COUPURE



## CONTEXTE

Selon l'ISO 14044, le **critère de coupure** est la spécification de la quantité de flux de matière, ou d'énergie, ou du niveau de contribution environnementale associé aux processus élémentaires ou au système de produits étant **exclus d'une étude**.

Cette règle définit les critères **d'inclusion ou d'exclusion** des entrants et des sortants du cycle de vie. Elle autorise de petites **simplifications dans l'inventaire de cycle de vie**.

Elle propose comme critères d'exclusion des entrants ou des sortants : **la masse, l'énergie ou la pertinence environnementale**.

## PROBLÉMATIQUE

🔍 **Quelles règles de coupure peuvent être appliquées lors de l'inventaire ?**

## ÉTAT DE L'ART

📌 **Le guide (ADEME, 2009)** propose, conformément à ce qu'autorise la norme ISO 14 044, un seuil de **coupure maximale de 5% sur l'ensemble des impacts**.

📌 Le projet de norme (Pr EN 16760, 2014), comme le rapport AGRIBALYSE® (Koch & Salou, 2013), ne fournissent pas de recommandations précises sur le critère de coupure à retenir.

📌 Les autres documents et notamment le BP X30-323 (ADEME / AFNOR, 2011) et le PAS 2050 (BSI, 2008) sont unanimes :

- **Règle de coupure proposée de 5%**

- **Idéalement en utilisant un critère de portée environnementale**

**Pour simplifier**, certains documents proposent d'utiliser le **critère de masse**.

📌 Même si certains flux sont sciemment négligés (car marginaux), il est important de faire figurer explicitement ces **simplifications dans le rapport d'étude**.

## PRATIQUES SUR LES CAS INDUSTRIELS

📌 De manière générale, la règle de coupure dans les différents cas d'étude est assez basse voire nulle sur les procédés chimiques de transformation (étape où interviennent les industriels).

📌 Concernant l'amont agricole, il n'y a pas de règle de coupure chiffrée lorsque la donnée provient d'une base de données.

📌 Lorsque l'inventaire de l'amont agricole est réalisé par l'industriel, le taux de données collectées est soumis à la disponibilité des données.

## RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

📌 Il est recommandé de réaliser l'inventaire avec **a minima 95% de tous les intrants et sortants**.

📌 Pour chaque intrant identifié, le praticien doit essayer de trouver une donnée d'inventaire. Si une lacune est identifiée (aucune donnée générique ou spécifique), l'intrant peut **être sorti du système** et sera pris en compte lors du calcul de la règle de coupure et de l'interprétation des résultats.



## CONTEXTE

La production de produits biosourcés implique souvent la production de coproduits et de résidus agricoles indivisibles de la production principale, notamment liés aux cultures en amont.

La question de l'extension des frontières du système ou de la répartition des charges environnementales générées par la production de ces différents produits se pose. Appelée « allocation », cette répartition influence fortement les résultats de l'ACV. Les différentes approches possibles peuvent conduire à des variations de résultats importantes.

## PROBLÉMATIQUE

🔍 **Comment gérer les charges environnementales sur les différents produits et coproduits générés?**

## ÉTAT DE L'ART

🔍 **Les logiques retenues par les différents référentiels existants sont relativement proches.**

		ISO 14044	ADEME guide	PrEN16760	AGRIBALYSE®	BP X30-323	PAS 2050	Référentiel biocarburants
Subdivision		1	1	1	1	1	1	
Extension – substitution		2	2	2	2	2	2	1
Allocation : analyse de sensibilité sur les méthodes			3	3				
Allocation physique massique		3			3	3		
Allocation physique énergétique		3			3	3		2
Allocation économique		4			4	4	3	

Les principaux référentiels traitant le sujet sont la norme ISO 14 044 régissant l'ACV, le Guide ADEME sur l'affectation pour l'agriculture et la première transformation (octobre 2014), le projet de norme PrEN 16 670, les règles fixées par AGRIBALYSE®, par le référentiel BPX 30-323, le PAS 2050 et le référentiel biocarburants.

EVEA®

🔍 **Les différentes alternatives de gestion des produits et coproduits sont :**

- **Subdivision** : subdivision du processus étudié en deux sous-processus distincts permettant d'éviter la présence d'un procédé générant des co-produits dans le cycle de vie du produit étudié.
- **Substitution** : soustraction aux impacts du procédé des impacts évités par la valorisation du coproduit.
- **Allocation physique massique** : applicable à l'ensemble des produits matériels, mais ne permet pas de prendre en compte les écarts de valeur entre produit et coproduit.
- **Allocation physique énergétique** : applicable pour les produits pour lesquels le contenu énergétique traduit bien les différences de contenu et donc de valeur de la matière (huile et tourteaux, éthanol et vinasses, huile et glycérine,...)
- **Allocation économique** : applicable lorsque les valeurs marchandes sont connues et assez stables pour les produits. Pertinent si deux produits issus de la même étape ont des valeurs de marché très éloignées.



## PRATIQUES & ANALYSES DE SENSIBILITÉ SUR LES CAS INDUSTRIELS

### Pratiques industrielles :

La subdivision est réalisée de manière intuitive lorsque cela est possible. Ensuite, lorsque l'extension du système n'a pas été possible ou n'est pas pertinente, les industriels se sont tournés vers l'allocation physique. Aucun industriel n'a utilisé une allocation autre que massique ou énergétique. Chaque industriel a choisi son type d'allocation en fonction des caractéristiques de ses produits et coproduits. Dans certains cas, l'ensemble des charges environnementales est alloué au produit principal étudié.

### Analyse de sensibilité :

Les résultats induits par une allocation énergétique, une allocation économique, et une maximisation des impacts ont été comparés à une allocation massique. Ceci a montré que **le choix de la méthode d'allocation influence de façon forte la plupart des indicateurs**. Les résultats peuvent varier du simple au double sur 9 indicateurs.

## RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

**1 - Subdiviser si possible le processus en deux sous-processus.**

**2 - Sinon privilégier l'extension des frontières du système (substitution), si possible et pertinent.** Il s'agit de calculer les impacts évités par la valorisation du coproduit.

**3 - A défaut, réaliser une allocation (*en pratique ce cas de figure est assez fréquent*) ou maximiser les impacts du produit étudié.**



**Privilégier les allocations physiques** (massiques, énergétiques ou autres...)

Allocation massique :  
se baser sur **le contenu en matière sèche** des coproduits.



En dernier recours, des **allocations sur des critères économiques** peuvent être appliquées.

**⚠ N.B. Le choix de l'allocation doit découler du système étudié et des objectifs de l'étude ACV.**

- **Stockage de carbone biogénique** : réaliser dans tous les cas **une allocation spécifique** sur la base du **contenu carbone** des produits et coproduits pour ne pas biaiser **le stockage de carbone** et les résultats d'impacts sur l'indicateur **changement climatique**.

- **Réaliser**, quelle que soit l'allocation choisie, une **analyse de sensibilité**.



## CONTEXTE

Les émissions à long terme correspondent aux émissions ayant lieu à un horizon **temporel supérieur à 100 ans**. Bien qu'entrant pleinement dans le cadre méthodologique de l'ACV, ces émissions posent un certain nombre de problématiques liées aux incertitudes sur les quantités émises (intégration à l'infini dans les modèles d'émissions à long terme) et aux compartiments d'émission (de nombreuses émissions sont considérées comme émises dans l'océan à très long terme).

## PROBLÉMATIQUE

🔍 **Les émissions à long terme doivent-elles être exclues du calcul d'impact potentiel ?**

## ÉTAT DE L'ART

- 🔍 Parmi les référentiels étudiés, **aucun ne fournit de recommandations** sur la prise en compte ou non des émissions à long terme.
- 🔍 Ecoinvent recommande plutôt d'exclure les émissions à long terme, pour ne pas **augmenter « artificiellement »** les résultats sur les **indicateurs de toxicité et écotoxicité** (lixiviats des décharges émis à très long terme et sur lesquels il existe des incertitudes importantes).

## PRATIQUES SUR LES CAS INDUSTRIELS

- 🔍 La réflexion sur la prise en compte des émissions à long terme n'est pas toujours menée. **Ces dernières sont souvent mal connues**. La prise en compte de ces émissions est généralement faite par défaut et non en connaissance de cause.
- 🔍 Une analyse de sensibilité a été menée en incluant les émissions à long terme. L'inclusion ou l'exclusion des émissions à long terme **influence très fortement les résultats sur 4 indicateurs** : toxicité humaine, radiations ionisantes, eutrophisation d'eau douce et écotoxicité eau douce. Par exemple, sur l'eutrophisation d'eau douce, les résultats sont multipliés en moyenne par 2,5 si l'on inclut les émissions à long-terme.

## RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

- 🔍 **La communauté ACV exclut généralement du calcul d'impact les émissions à long terme** du fait des fortes incertitudes associées aux inventaires (modèle d'intégration à l'infini des émissions).
- 🔍 Une approche à court terme est contraire au fondement même de l'ACV et il est donc très **délicat d'omettre ces émissions potentielles à long terme** qui peuvent affecter de manière significative les problématiques de **toxicité, d'écotoxicité, d'eutrophisation et d'ionisation par radiation**.
- 🔍 Il est ainsi recommandé **d'inclure ces émissions à long-terme** afin d'avoir une vision la plus exhaustive possible du produit étudié.
- 🔍 Il est néanmoins recommandé d'analyser ce choix en **analyse de sensibilité** pour identifier l'influence de ce dernier sur les conclusions de l'étude. Il est également possible de présenter de manière distincte la part que représentent ces émissions à long-terme sur les résultats d'impact globaux.
- 🔍 Les **incertitudes** concernant les émissions à long terme **sont fortes** car elles augmentent avec l'horizon de temps (de 100 ans à l'infini) et ne présentent pas les mêmes problématiques car « diluées » dans le temps.



## CONTEXTE

Les gaz à effet de serre comme le CO<sub>2</sub> ou le CH<sub>4</sub> ont le même effet sur notre climat, que leur atome de carbone soit originaire de la biomasse ou fossile. Cependant, le carbone originaire de la biomasse (ou carbone biogénique) provient de CO<sub>2</sub> capté par la plante lors de sa croissance et, à ce titre, a **un impact compensé par ce prélèvement initial dans l'atmosphère**.

## PROBLÉMATIQUE

🔍 **Comment prendre en compte le bénéfice sur le changement climatique lié au prélèvement de CO<sub>2</sub> par la plante ?**

## ÉTAT DE L'ART

🔍 **Les 3 principales approches sont présentées ci-dessous :**

**1 - « Neutralité carbone » :** Le CO<sub>2</sub> capté par la plante et les émissions de CO<sub>2</sub> biogénique **ne sont pas comptabilisés dans l'inventaire** et sont donc neutres sur le changement climatique. Cette approche a été recommandée par l'ADEME en 2009. Cependant, elle ne permet ni une juste valorisation du produit biosourcé par rapport à un produit pétrosourcé dans une approche « cradle to gate », ni de prendre en compte le fait que le CO<sub>2</sub> biogénique n'est pas forcément réémis.

**2 - « Comptabilisation totale » :** **Bilan des flux détaillés** (étape de photosynthèse, stockage du carbone, contenu carbone de la partie valorisée de la plante ...) **> démarche complexe (risque d'erreur) et chronophage.**

**3 - « Stockage carbone » :** Calcul de la quantité de CO<sub>2</sub> capté initialement par la plante et correspondant à la teneur en carbone biogénique du produit final (et de lui seul), sur la base de la structure chimique de la molécule. Ce calcul peut être vérifié par une analyse du carbone 14.

## PRATIQUES SUR LES CAS INDUSTRIELS

La plupart des industriels participant à l'étude ont pris en compte le carbone biogénique, ou du moins, ont évalué ce choix en analyse de sensibilité.

## RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

🔍 **Utilisation de la méthode « Stockage carbone »**  
**Il est nécessaire de prendre en compte le stockage de CO<sub>2</sub> dans la plante** car il permet une comparaison pertinente entre des produits fossiles et biosourcés, notamment en « **cradle to gate** » mais aussi en « **cradle to grave** » lorsque le carbone n'est pas entièrement réémis (ex : enfouissement) ou sous d'autres formes que du CO<sub>2</sub> (ex : émission sous forme de COV par exemple). *Se référer au chapitre 5.1 du rapport complet pour les étapes du calcul.*

🔍 **Comptabilisation systématique des flux de méthane biogénique**, qui a un pouvoir de réchauffement plus fort que celui du CO<sub>2</sub> capté à l'origine par la plante dans l'atmosphère.

🔍 **Nécessité de préciser le contenu carbone biogénique** dans la communication des résultats.



## CONTEXTE

L'effet de serre peut être calculé sur **20 ans, 100 ans ou 500 ans**. Si l'on considère une période de 100 ans telle que retenue pour définir les objectifs du protocole de Kyoto, on s'intéresse à l'impact des émissions de gaz à effet de serre causé par le produit étudié entre sa production à **t0 et t0 + 100 ans**.

Un décalage dans le temps des émissions par rapport à son stockage peut, dès lors, avoir des **conséquences sur l'effet de serre** calculé en moyenne au cours de cette période fixée de 100 ans.

## PROBLÉMATIQUE

❗ **Faut-il prendre en compte le décalage dans le temps des émissions de CO<sub>2</sub> dans le cas des produits biosourcés ?**

## ÉTAT DE L'ART

❗ **Le guide (ADEME, 2009) recommande de ne pas tenir compte du décalage dans le temps des émissions de CO<sub>2</sub>** lors du calcul du bilan environnemental des **bioproducts**. Leur durée de vie est en effet considérée inférieure à 10 ans, durée à partir de laquelle la séquestration du carbone est considérée influente.

❗ Si la **durée de vie du produit est longue**, plusieurs référentiels recommandent de **prendre en compte une séquestration du carbone**, à partir d'une durée de vie du produit variable selon les référentiels (de 1 à 25 ans).

## PRATIQUES INDUSTRIELLES & ANALYSES DE SENSIBILITÉ

❗ **Aucun industriel de l'étude ne prend en compte le décalage des émissions de CO<sub>2</sub>** [phases d'usage et/ou de fin de vie non considérées, ou durée de vie du produit faible].

❗ Une **analyse de sensibilité** conduite sur 4 cas montre que la **prise en compte du décalage** dans le temps des émissions de carbone biogénique **fait varier l'impact sur le changement climatique de -10 à -13% lorsque la durée de vie des produits est fixée à 20 ans**. La réduction d'impact est proportionnelle à la durée de vie du produit.

## RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

❗ **Ne pas prendre en compte le décalage dans le temps des émissions de GES.**

- Enjeux faibles (environ 10% pour une durée de vie de 20 ans).
- Approche critiquable scientifiquement car fortement liée au fait que le protocole de Kyoto définit comme horizon temporel une intégration des impacts sur 100 ans.

Néanmoins, **dans certains cas spécifiques, la prise en compte de ce bénéfice peut s'avérer pertinente**. Le cas échéant, il est recommandé de représenter de manière distincte l'influence de ce bénéfice sur les résultats d'impacts et de le spécifier de manière explicite dans la communication des résultats.



## CONTEXTE

Lors de la collecte de données sur l'amont agricole, un point crucial est de savoir si ces données sont représentatives **d'un cycle de culture dit « normal »** (sans aléas climatiques, ou d'une autre nature, exceptionnels). Deux thématiques sont abordées ici :

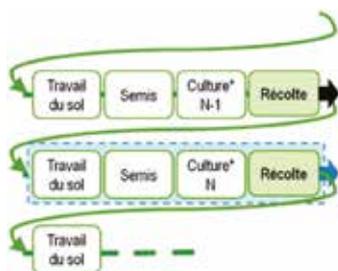
- **règles pour réaliser la collecte de données** : il s'agit d'obtenir un inventaire le plus représentatif possible.
- **périmètre temporel à considérer** : plusieurs itinéraires culturaux se succèdent sur une même parcelle. Les impacts de certaines étapes (ex : le travail du sol, fertilisation de fond) pourraient être affectés à plusieurs récoltes.

## PROBLÉMATIQUES

- 🔍 **Quelles sont les principales règles à suivre garantissant une bonne représentativité ?**
- 🔍 **Quelles sont les étapes culturales à relier au produit agricole étudié ?**

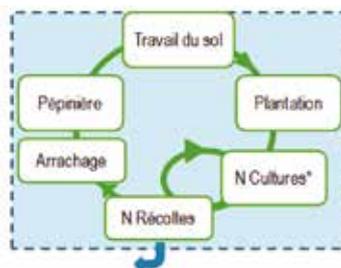
## ÉTAT DE L'ART

- 🔍 D'après (Koch & Salou, 2013) et (Agroscope / ecoinvent, 2012), **le périmètre temporel à considérer** est :



Pour les **cultures annuelles**, la limite temporelle est de **récolte à récolte**

EVEA°



Pour les **cultures pérennes**, la limite temporelle est égale à la durée de la culture, de l'implantation jusqu'à sa destruction.

EVEA°

- 🔍 Les documents étudiés ne fournissent **pas de règles à retenir** pour identifier une **culture-type** ou une **année-type**, et n'imposent pas de règle pour réaliser une moyenne pertinente.

## PRATIQUES INDUSTRIELLES & ANALYSES DE SENSIBILITÉ

- 🔍 Les industriels utilisent des données d'amont agricole, spécifiques ou génériques, **moyennées sur plusieurs années**. Si la collecte sur plusieurs années s'avère difficile ou impossible, ceux-ci se tournent vers une collecte de données sur une **année représentative**.
- 🔍 Les résultats d'impacts peuvent varier jusqu'à 30% sur l'indicateur eutrophisation eau douce si les données sont issues d'une année spécifique et non d'une année représentative.

## RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

- 🔍 Pour obtenir des données représentatives, l'inventaire devra être réalisé sur une **année de référence ou une moyenne sur plusieurs années** du système de culture.
- 🔍 Pour s'affranchir de données collectées non-représentatives, il est recommandé de :
  - **consulter un expert** pouvant valider la représentativité d'une année ou le **lissage des données sur plusieurs années**.
  - avoir recours à des **bases de données statistiques** (FAOSTAT, EUROSTAT), pour la collecte de données de référence pour les systèmes agricoles (rendement, etc.).
  - pour les cas français, consulter **la base AGRIBALYSE®** qui reprend les principaux produits agricoles français. Les données AGRIBALYSE® sont lissées sur cinq années.



## CONTEXTE

Il existe deux types de données utilisés lors d'une Analyse de Cycle de Vie :

- Les données dites **génériques ou secondaires** qui sont issues de **bases de données** (type : ecoinvent, AGRIBALYSE® , ...), de **rapports** ou de **publications scientifiques**.
- Les données **spécifiques ou primaires** qui sont directement collectées par le praticien ACV sur le terrain ou sur le procédé.

## PROBLÉMATIQUE

🔍 **Comment déterminer le type de donnée nécessaire : générique ou spécifique ?**

## ÉTAT DE L'ART

🔍 Il n'y a pas de **règles générales** pour le choix entre données génériques et spécifiques. Généralement, si les **données primaires** ne sont **pas disponibles, peu fiables ou coûteuses à collecter**, le praticien a recours à des **données secondaires**.

🔍 Dans le cadre de **l'affichage environnemental** (ADEME/AFNOR, 2012) les référentiels demandent d'utiliser les données génériques de la **base AGRIBALYSE®** (ou données génériques dans le référentiel produit).

## PRATIQUES SUR LES CAS INDUSTRIELS

- 🔍 Deux industriels sur cinq ont collecté les données de l'amont agricole de manière spécifiques à leurs cas d'étude.
- 🔍 Les trois autres industriels ont utilisé des données génériques issues de bases de données, telles qu'ecoinvent, plus ou moins adaptées à leur contexte pédoclimatique.

## RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

- 🔍 Le choix du type de données à utiliser doit être en lien avec les **objectifs de l'étude** et est soumis aux contraintes de temps et de moyens.
- 🔍 Une **transparence maximale** sur les inventaires utilisés est indispensable et ce, quelle que soit la nature des données utilisées (générique ou spécifique).
- 🔍 Il doit y avoir une **cohérence entre les moyens mis en œuvre** pour la collecte d'une donnée et **l'influence potentielle** de cette donnée **sur les résultats**.
- 🔍 Des données génériques représentatives du système considéré peuvent être utilisées dans un premier temps. Dans un second temps, si le procédé ou l'étape engendre **une part non négligeable des impacts environnementaux**, une collecte spécifique devra être conduite pour améliorer la précision des résultats.
- 🔍 Attention : toute donnée spécifique n'est pas toujours de **qualité supérieure** à son **équivalence générique**. Une mauvaise procédure de collecte et de traitement des données peut conduire le praticien à omettre des éléments importants tels que des émissions agricoles, des traitement des déchets...
- 🔍 **Réaliser** autant que faire se peut une **vérification (revue critique) de l'ICV par un expert** à la double compétence dans le domaine agricole ou sylvicole et de l'ACV.



## CONTEXTE

L'utilisation d'intrants agricoles (fertilisants et produits phytosanitaires) engendrent des émissions directes et indirectes dans l'environnement (air, eau et sol) : nitrates, pesticides, ...

Les substances émises lors de cette phase amont agricole peuvent avoir des **conséquences environnementales importantes sur plusieurs indicateurs d'impacts potentiels** : changement climatique, acidification, émission de particules, formation d'ozone photochimique, eutrophisation, toxicité et écotoxicité.

**Il est donc important de quantifier les principales émissions au champ afin de déterminer le profil environnemental du produit biosourcé.**

## PROBLÉMATIQUES

- 🔍 **Quelles sont les émissions à quantifier ?**
- 🔍 **Quelles données sont nécessaires pour calculer les émissions ?**
- 🔍 **Quels sont les modèles d'émission à utiliser pour calculer ces émissions ?**

## ÉTAT DE L'ART

🔍 **Types d'émissions** : Tous les documents citent l'importance de quantifier les émissions (directes et indirectes) de  $N_2O$ , mais seuls le rapport méthodologique AgriBalyse (2010) et les rapports ICV de Ecoinvent mentionnent les émissions à quantifier de manière plus exhaustive :  **$N_2O$ ,  $NO_3^-$ ,  $NH_3$ ,  $NO_x$ ,  $CO_2$ , phosphates, pesticides et éléments-traces métalliques (Cu, Zn, Cr, Cd, Ni, Pb, Hg).**

🔍 **Modèles d'émission** : Les documents étudiés précisent que le choix est à réaliser en fonction du **contexte géographique** et des **objectifs** de l'étude.

**Un consensus se dégage sur l'utilisation des facteurs d'émissions directes et indirectes de  $N_2O$  (via lixiviation et volatilisation d'azote) proposés par le GIEC 2006.**

## PRATIQUES INDUSTRIELLES & ANALYSES DE SENSIBILITÉ

### 🔍 Analyse de sensibilité sur la quantification des émissions agricoles

Influence forte (jusqu'à 60%) sur 6 indicateurs : changement climatique, émissions de particules, acidification, eutrophisation d'eau douce, eutrophisation marine, et écotoxicité d'eau douce.

L'indicateur d'oxydation photochimique est également sensible aux émissions considérées.

### 🔍 Analyse de sensibilité sur les modèles d'émissions agricoles azotées

Influence forte sur l'indicateur Acidification (émissions de  $NH_3$  et  $NO_x$ ) ainsi que sur 3 autres indicateurs : changement climatique (émissions de  $N_2O$ ), émissions de particules (émissions de  $NH_3$  et  $NO_x$ ) et eutrophisation marine (émissions d'azote).



## RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

Emissions à quantifier en fonction des indicateurs d'impacts analysés :

Impacts Emissions	Changement climatique	Acidification	Emission de particules	Formation d'ozone photochimique	Eutrophisation eau douce	Eutrophisation marine	Toxicité et éco-toxicité
N <sub>2</sub> O	X						
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	X*					X	
NH <sub>3</sub>	X*	X	X**			X	
NO <sub>x</sub>	X*	X	X**	X		X	
CO <sub>2</sub>	X						
Phosphates					X		
Pesticides							X
ETM							X

\* : émission à quantifier pour le calcul de l'émission indirecte de N<sub>2</sub>O

\*\* : effet indirect par la formation de particules secondaires

Retenir le modèle le plus adapté au cas d'étude d'un point de vue pédo-climatique (modèles AGRIBALYSE® ou ecoinvent si adaptés).

En première approche, le modèle simplifié d'estimation des émissions azotées proposé dans le rapport du GIEC 2006 peut être utilisé.

## EXEMPLE D'APPLICATION

### Application du modèle simplifié GIEC 2006 pour le calcul des émissions azotées

#### Exemple :

Apport de 200 kg de sulfate d'ammonium (21% d'azote)

Calcul de la quantité d'azote minéral apporté :

Azote minéral = 200 x 21 % = 42 kg N

Calcul de la lixiviation de nitrates :

Lixiviation = 42 x 30 % = 12,6 kg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> as N  
(soit 12,6 x 62 / 14 = 55,5 kg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

Calcul de la volatilisation d'azote sous forme NH<sub>3</sub>/NO<sub>x</sub> :

Volatilisation = 42 x 10 % = 4,2 kg NH<sub>3</sub>/NO<sub>x</sub> as N

Calcul de l'émission directe de N<sub>2</sub>O :

Emission directe = 42 x 1 % = 0,42 kg N<sub>2</sub>O as N

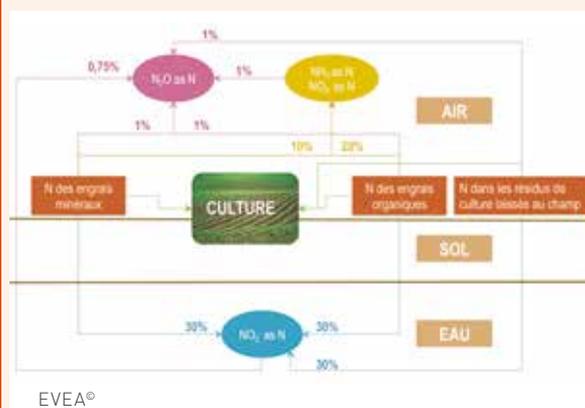
Calcul de l'émission indirecte de N<sub>2</sub>O via lixiviation :

Emission indirecte lixiv. = 12,6 x 0,75 % = 0,0945 kg N<sub>2</sub>O as N

Calcul de l'émission indirecte de N<sub>2</sub>O via volatilisation :

Emission indirecte volat. = 4,2 x 1 % = 0,042 kg N<sub>2</sub>O as N

Représentation schématique des facteurs d'émissions du modèle simplifié GIEC 2006 cf. Chapitre 6.2 du guide.



EVEA®

Bilan de l'émission totale de N<sub>2</sub>O :

0,42 + 0,0945 + 0,042 = 0,5595 kg N<sub>2</sub>O as N

Soit 0,5595 x 44 / 28 = 0,879 kg N<sub>2</sub>O



## CONTEXTE

L'inventaire de l'amont agricole peut inclure ou non l'amortissement des infrastructures agricoles (bâtiments, machines etc.).

Si le praticien souhaite exclure les infrastructures, il peut le faire de deux façons: soit lors de la réalisation de l'inventaire (ne pas collecter les données correspondantes), soit lors du calcul d'impact (en choisissant de les exclure *a posteriori*).

**L'exclusion des infrastructures peut être un choix méthodologique ou s'expliquer par un manque de données disponibles.**

## PROBLÉMATIQUE

🔍 **Faut-il ou non prendre en compte l'amortissement des infrastructures agricoles ?**

## ÉTAT DE L'ART

🔍 **Le guide (ADEME, 2009) préconise de prendre en compte les amortissements dans la mesure du possible.**

Cependant n'étant pas identifiées comme un enjeu majeur, les **infrastructures pourront être similaires pour une étape donnée**, (ex : même infrastructure pour différents procédés). **PlasticsEurope** indique que les infrastructures ne sont pas toujours incluses dans leurs données, et que cela dépend des secteurs. **Ecoinvent** inclut les amortissements des intrants et souligne la difficulté d'évaluer l'amortissement du matériel agricole.

🔍 **Recommandations issues des référentiels :**

- **Cas d'une ACV non comparative** ➤ Prendre en compte les infrastructures pour une évaluation exhaustive en vue de l'éco-conception.
- **Cas d'une ACV comparative fossile / biosourcé** ➤ Du fait d'une insuffisance des données disponibles sur certaines filières fossiles en terme d'infrastructures, il ne faut pas prendre en compte les amortissements des matériels et infrastructures des filières agricoles pour ne pas les pénaliser (différence de périmètre d'analyse).

## PRATIQUES SUR LES CAS INDUSTRIELS

🔍 Trois cas d'étude sur cinq prennent en compte les infrastructures pour l'amont agricole de façon générique (issues des bases de données). La difficulté de collecte est un frein à la prise en compte de celles-ci.

🔍 Une analyse de sensibilité sur un cas d'étude montre que **l'inclusion ou l'exclusion des infrastructures est un choix qui influence tous les indicateurs** mais dont la **variabilité des résultats** dépend de l'indicateur étudié (caractérisation des ressources minérales, de l'emprise au sol...).

## RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

🔍 **Par défaut, il est recommandé d'inclure les infrastructures**, notamment pour l'affichage environnemental et l'éco-conception.

🔍 Toutefois, **dans le cas d'une comparaison avec d'autres données pétrosourcées** (génériques ou spécifiques) ne prenant pas en compte les infrastructures (type PlasticsEurope) **il est recommandé de les exclure afin d'éviter tout biais sur les résultats et conclusions.**

🔍 **Le choix** d'inclure ou non les infrastructures devra être **notifié dans les métadonnées** de l'étude.

🔍 Lors de la **communication des résultats**, il pourra être pertinent pour plus de **clarté de représenter de manière distincte l'impact des infrastructures** (différence entre le résultat avec et sans infrastructures).



## CONTEXTE

- 📌 L'agriculture engendre des impacts sur l'environnement essentiellement dus :
  - aux pertes d'éléments nutritifs non assimilés par les plantes,
  - à la transformation de ces éléments en d'autres substances,
  - aux émissions de produits phytosanitaires et de métaux lourds.
- 📌 Les substances émises lors de cette phase amont agricole peuvent avoir des **conséquences environnementales importantes** sur plusieurs indicateurs d'impacts potentiels :
  - changement climatique,
  - acidification,
  - émission de particules,
  - formation d'ozone photochimique,
  - eutrophisation,
  - toxicité et écotoxicité.

## PROBLÉMATIQUE

- 📌 **Quel sont les indicateurs à considérer lors d'une ACV de produit chimique biosourcé ?**

## ÉTAT DE L'ART

- 📌 **Recommandations du WBCSD pour les produits chimiques :**
  - **7 indicateurs primordiaux** : changement climatique, formation d'ozone photochimique, acidification, consommation des ressources, consommation des ressources abiotiques, eutrophisation et toxicité/écotoxicité.
  - **3 indicateurs recommandés** : formation de particules, occupation des sols, diversité des espèces.
  - **2 indicateurs optionnels** : diminution de la couche d'ozone, rareté de l'eau.
- 📌 **Recommandations du référentiel sectoriel des produits alimentaires (ADEME/AFNOR) :**
  - **5 indicateurs prioritaires** : émissions de GES, biodiversité, consommation d'eau, écotoxicité aquatique, eutrophisation.

## RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

- 📌 **Conserver un indicateur sur l'eau** car c'est une ressource sensible pour les produits biosourcés (à minima un indicateur de flux et si possible l'empreinte eau).
- 📌 **Indicateurs toxicité/écotoxicité** non primordiaux en raison de la forte incertitude de leurs facteurs de caractérisation.
- 📌 **L'ACDV a réalisé une fiche méthodologique pour chacun des 7 indicateurs présentant des enjeux méthodologiques :**
  - **Le changement climatique**
  - **L'empreinte eau**
  - **La consommation de ressources non renouvelables**
  - **La qualité des sols**
  - **L'utilisation des sols**
  - **La toxicité et l'écotoxicité**
  - **La biodiversité**



## CONTEXTE

L'agriculture est, en France, le troisième secteur émetteur de gaz à effet de serre et le premier secteur émetteur de méthane ( $\text{CH}_4$ ) et de protoxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}$ ), deux gaz à effet de serre à durée et pouvoir de réchauffement global forts.

- Le méthane émis peut provenir de filières animales ou de la riziculture.
- Les émissions de  $\text{N}_2\text{O}$  sont engendrées par l'utilisation d'engrais azotés, minéraux ou organiques. Elles résultent également de la combustion de matières organiques.
- Les émissions de  $\text{CO}_2$  proviennent de la combustion de carburant par les machines agricoles, de la fabrication des matières premières agricoles telles que les engrais ainsi que des consommations d'énergie fossile et de l'application d'urée ou du chaulage des terres agricoles.

Pendant, l'agriculture peut également avoir un effet bénéfique sur la pollution. Les sols, ainsi que certaines cultures, permettent notamment le stockage de carbone biogénique. Les conférences des parties de Bonn et de Marrakech ont inclus la possibilité de comptabiliser les stocks liés aux forêts et à l'agriculture.

## PROBLÉMATIQUE

🕒 **L'effet de serre peut être calculé sur 20 ans, 100 ans ou 500 ans. Quelle méthode de calcul utiliser ?**

🕒 *Problématiques relatives à l'inventaire (carbone biogénique) et décalage dans le temps des émissions de gaz à effet de serre : voir les fiches dédiées*

## ÉTAT DE L'ART

**L'utilisation du modèle IPCC horizon 100 ans dans sa version la plus à jour pour caractériser l'indicateur « changement climatique » fait consensus.**

Le protocole de Kyoto a défini ses objectifs en considérant les conséquences des émissions de gaz à effet de serre en moyenne au cours d'une période de 100 ans. Il a validé les valeurs de Potentiel de Réchauffement Global (PRG), calculées dans le deuxième rapport du GIEC afin de convertir les émissions des gaz à effet de serre en équivalent  $\text{CO}_2$ .

## RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

🕒 **Utiliser la méthode IPCC horizon 100 ans, faisant consensus et adoptée dans le cadre du protocole de Kyoto;**

🕒 La prise en compte d'un indicateur à horizon 500 ans serait plus pertinente d'un point de vue scientifique (ILCD handbook) mais ne représente pas la norme adoptée dans le cadre du protocole de Kyoto. Ainsi, l'industriel peut être amené à suivre cet indicateur en interne sans pour autant qu'une communication externe ne soit faite sur cet indicateur.



## CONTEXTE

La prise en compte de l'impact de la consommation d'eau, et plus particulièrement de la consommation nette d'eau, est un enjeu majeur pour l'évaluation environnementale des produits biosourcés.

La prise en compte de la privation d'eau est relativement récente en ACV. La notion d'empreinte eau a été cadrée au niveau normatif en août 2014, par la publication de la norme ISO 14 046.

## PROBLÉMATIQUES

- 📌 **Quel type d'eau considérer et quelle utilisation de l'eau prendre en compte ?**
- 📌 **Quelle méthode et quelles données utiliser pour tenir compte du stress hydrique ?**

## ÉTAT DE L'ART

### Les principales initiatives sur la mesure de l'empreinte eau :

- 📌 le **Water Footprint Network (WFN)** a développé une méthodologie d'évaluation de l'empreinte eau qui distingue entre eau bleue (eau consommée), eau verte (eau évapotranspirée par les plantes) et eau grise (eau polluée). Il ne s'agit pas ici d'une approche d'ACV.
- 📌 **L'ISO** et son groupe de travail **Water Footprint (WG8)** ont publié en août 2014 la **norme ISO 14046** sur **l'empreinte eau**. Elle précise le vocabulaire à utiliser et limite le terme d'«empreinte eau» à une évaluation en cycle de vie (évaluation des impacts sur la quantité et la qualité de la ressource).
- 📌 le **WBCSD** (World Business Council for Sustainable Development, 2010) a lancé le Global Water Tool et publié des cas d'étude ;
- 📌 **L'UNEP/SETAC** et son groupe de travail sur l'évaluation de l'usage et de la consommation en eau douce dans un contexte ACV (WULCA, 2008) ont publié plusieurs documents de référence.

## PRATIQUES INDUSTRIELLES & ANALYSES DE SENSIBILITÉ

📌 Dans tous les cas d'étude où l'eau est considérée, **l'indicateur de flux** (consommation nette d'eau) a été préféré à un indicateur d'impact (empreinte eau) de fait de la difficulté d'accès à des données pertinentes. Deux cas d'études n'ont **pas pris en compte cet indicateur** à cause de la difficulté à l'appréhender.

## RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

Une étude utilisant le terme **Empreinte eau** doit se référer à la norme **ISO 14046** (août 2014).

### 📌 **Utiliser un vocabulaire précis :**

- **Empreinte eau** : Evaluation en cycle de vie, évaluant les conséquences de l'usage de l'eau à la fois sur des indicateurs de quantité et de qualité de la ressource (pollution aquatique).
- **Consommation nette** : Fraction du volume d'eau superficielle ou souterraine, **prélevée et non restituée** au milieu aquatique (rivière ou nappe), c'est-à-dire non rejetée après usage (eau consommée par les plantes et évapotranspiration, évaporation, ...).

📌 **Comptabiliser les flux d'eau (indicateur de flux)** : Considérer dans l'ICV **les flux nets d'eau**.

📌 **Aller plus loin (indicateur d'impact)** : Utiliser la **méthode Swiss Ecoscarcity** intégrant des indicateurs de

stress hydrique (également disponible dans la méthode ILCD 2011 midpoint). Réaliser en parallèle une collecte de données fine sur l'eau afin d'anticiper les évolutions méthodologiques sur ce sujet :

- **Données indispensables** : nature des eaux, volume d'eau consommé, volume d'eau envoyé pour traitement, qualité de l'eau rejetée, pays dans lequel les flux ont lieu.
- **Données complémentaires conseillées** : détail de l'eau consommée entre volume d'eau prélevé, volume d'eau évapo-transpiré par les cultures et volume d'eau restitué au milieu. Idéalement : bassins versants dans lesquels les flux ont lieu (voire localisation précise) et période de l'année.
- **Attention** : Si le système étudié modifie l'équilibre hydrique de la région (construction d'un barrage supplémentaire, modification de grande ampleur de l'occupation du sol ...), les Water Stress Indicators nécessitent d'être recalculés.



## CONTEXTE

La caractérisation de **l'impact de la consommation de ressources** est un enjeu important pour l'évaluation des performances environnementales des produits biosourcés, notamment lorsqu'ils sont en compétition avec des produits issus de ressources non renouvelables.

A l'heure actuelle et dans la majeure partie des cas, seule la consommation **de ressources non renouvelables** (énergétiques et minérales) est caractérisée en ACV.

Plusieurs approches ont été développées pour créer **des facteurs de caractérisation spécifiques à chaque ressource**.

## PROBLÉMATIQUE

🎯 **Quelles méthodes utiliser pour prendre en compte la consommation des ressources ?**

## ÉTAT DE L'ART

🎯 La méthode CML 2002 (Guinée et al., 2002) est recommandée par le BPX 30-323 (ADEME / AFNOR, 2011) et l'ILCD Handbook (Joint Research Center, 2011). Elle évalue la gravité de l'extraction de minéraux et de carburants fossiles en fonction des réserves disponibles et de leur consommation actuelle à l'échelle mondiale.

🎯 L'étude ScoreLCA portant sur les indicateurs d'épuisement des ressources en ACV recommande pour la communication des résultats d'utiliser des indicateurs :

- d'impact de l'extraction à partir de la rareté de la ressource (ex : CML-ADP)
- de flux tels que CED (Cumulative Energy Demand) avec une présentation des résultats par type de ressources (non renouvelables et renouvelables).

🎯 Enfin une analyse de sensibilité est recommandée afin de tester la robustesse des résultats.

## PRATIQUES INDUSTRIELLES & ANALYSES DE SENSIBILITÉ

🎯 Les industriels abordent la problématique des ressources principalement par l'axe des ressources énergétiques : **utilisation de la méthode Cumulative Energy Demand** (unité en MJ).

🎯 Analyse de sensibilité sur 3 méthodes différentes : Impact 2002+, CED, ILCD. Les profils d'impact obtenus entre Impact 2002+ et CED sont très proches. Le profil est légèrement différent avec ILCD. La différence provient essentiellement de l'énergie ; dans ILCD, les facteurs de caractérisation des ressources énergétiques sont plus faibles que dans les autres méthodes.

## RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

**Il est recommandé d'aborder la problématique des ressources grâce à deux indicateurs complémentaires :**

🎯 Un indicateur de ressources minérales (information sur la rareté de certaines matières premières): indicateurs pertinents « épuisement des ressources » de CML 2001 ou « ressources minérales » de CML-IA.

🎯 Un indicateur de ressources énergétiques (suivi énergétique notamment sur les procédés) : indicateurs pertinents Cumulative Energy Demand ou « ressources énergétiques » de CML-IA.



## CONTEXTE

La problématique d'utilisation des sols fait référence à deux processus : la transformation (changement d'affectation des sols) et l'occupation des terres. Ces processus se traduisent par des variations du taux de matière organique dans le sol, impactant la « santé » des sols.

L'étape agricole des filières biosourcées fait généralement apparaître une occupation d'espace non négligeable et un changement d'affectation des sols qu'il est important de caractériser pour s'assurer de la performance globale de la filière.

## PROBLÉMATIQUE

### 📌 Comment prendre en compte les impacts associés à l'utilisation des sols ?

## ÉTAT DE L'ART

📌 **Indicateur d'utilisation des sols (Land use)**, recommandé par l'ILCD Handbook et basé sur le changement en Matière Organique des Sols (modèle de Milà i Canal *et al*, 2007b).

Nb : la finesse des données génériques disponibles ne permet pas une utilisation pertinente de cet indicateur.

📌 **Approche alternative (M. Corson)** : Quantification au niveau de l'inventaire des flux d'évolution de la matière organique des sols puis agrégation de ces différents flux dans un indicateur d'impact.

📌 **Outil d'évaluation du changement d'affectation des sols** et de calcul des émissions nettes de GES associées, développé par Blonk consultant. Recommandé et/ou utilisé par le protocole européen ENVIFOOD, la méthode Product Environmental Footprint (PEF), la base de données Agri-Footprint et la World Food LCA Database.

📌 **Méthode d'Étude d'Impacts Environnementaux (EIE)** (Udo de Haes, 2006). Analyses très locales ne répondant pas au périmètre global d'une ACV.

## PRATIQUES INDUSTRIELLES & ANALYSES DE SENSIBILITÉ

📌 Les industriels ont montré un **intérêt important** pour cet indicateur.

📌 3 industriels mesurent l'occupation de surface en **m<sup>2</sup> de surface occupée** (indicateur de flux) sans pour autant distinguer le type de surface utilisé.

## RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

📌 **Utilisation de préférence d'un indicateur de flux (en m<sup>2</sup>.an) pour une pratique industrielle.**

📌 **Utilisation de l'indicateur d'impact « Utilisation des sols » (Land use)** tel que proposé par Milà i Canals (et recommandé par l'ILCD Handbook) :

- **Déconseillé** si la modélisation agricole est basée sur une **donnée générique** (absence de flux pertinents pour le calcul de l'indicateur).

- **Déconseillé** en cas d'évaluation comparative.

- **Recommandé** dans des projets de R&D et d'éco-conception, si une **donnée spécifique** est créée (quantification par le praticien ACV de l'effet des pratiques agricoles sur l'évolution de la matière organique des sols).



## CONTEXTE

La qualité du sol est un **paramètre important à tout travail agricole**. Ainsi, de nombreux développements méthodologiques ont été réalisés sur **l'évaluation du sol en ACV** au cours de la dernière décennie.

Cependant, elle demeure **une composante très difficile à évaluer**, notamment de par les multiples caractéristiques qui la définissent (climat, pratiques...). **Il n'existe pas à ce jour une méthode standardisée** avec des facteurs de caractérisation précis pour une analyse universelle des impacts sur la qualité du sol.

## PROBLÉMATIQUE

📌 **Est-il possible de quantifier les impacts sur la qualité du sol en ACV ?**

## ÉTAT DE L'ART

📌 Comme l'expose le rapport (GESSOL ACV-SOL ; 2012) dans son introduction, la qualité du sol a été prise en compte par **diverses approches plus ou moins complexes** :

- via des **indicateurs réduits** : l'érosion ou fertilité du sol (Lindeijer, 2000; Achten *et al.*, 2009; Nuñez, 2010)
- via des impacts de **l'utilisation des terres sur la qualité du sol** (impact de l'érosion sur la désertification) (Nuñez *et al.*, 2010; Nuñez *et al.*, 2012)
- via des méthodes de **classification qui prédisent l'érosion LANCA** (Beck *et al.*, 2010)
- via l'indicateur **Matière Organique du Sol** comme indicateur de qualité du sol (Milà i Canals *et al.*, 2007b)
- via le changement dans la MOS grâce au modèle de Hénin-Dupuis (1945) (Bosco *et al.*, 2013)
- via **9 propriétés physiques du sol** : méthode SALCA-SQ (Oberholzer *et al.*, 2006)
- via **3 indicateurs** extraits des travaux de Cowell et Clift, 2000, méthode proposée dans le rapport GESSOL.

📌 L'indicateur recommandé au niveau de **l'ILCD Handbook** est exprimé en carbone dans la **matière organique des sols**.

📌 Néanmoins, en pratique, la qualité des sols n'est actuellement **pas prise en compte en ACV** du fait de la **complexité de l'inventaire**.

## PRATIQUES SUR LES CAS INDUSTRIELS

📌 Cette notion n'est prise en compte par aucun industriel. Toutefois plusieurs industriels suivent les évolutions méthodologiques d'un point de vue R&D.

## RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

📌 **Un expert a été sollicité sur la question** de l'évaluation de la qualité des sols. (*cf. guide méthodologique section 7.7.3*)

📌 Cependant, il s'avère que **les méthodes actuellement disponibles et applicables sont trop chronophages** pour une pratique industrielle. Dans l'état actuel des travaux, **il est recommandé de ne pas prendre en compte cet indicateur**.

📌 Il n'en demeure pas moins un enjeu important pour les produits biosourcés car il se situe **au centre de la durabilité des systèmes agricoles**. Il est donc important de suivre à titre R&D les développements méthodologiques et les éventuelles applications pratiques.



## CONTEXTE

Différents modèles existent pour caractériser la toxicité et l'écotoxicité des émissions dans l'environnement selon une approche d'ACV. Cependant, ils présentent une incertitude importante, et les résultats sont fortement dépendants du modèle utilisé.

Dans ce contexte, un modèle consensuel (USEtox) a été développé via un travail collaboratif entre les différentes équipes de recherche en ACV. Ce modèle est en amélioration continue, mais a déjà permis de fortement réduire l'incertitude relative aux résultats.

## PROBLÉMATIQUE

🎯 **Comment caractériser dans le cadre d'une ACV la toxicité et l'écotoxicité d'un produit chimique biosourcé ?**

## ÉTAT DE L'ART

🎯 **Une méthode de caractérisation des impacts écotoxicologiques de substances doit permettre :**

- la traçabilité du devenir de la substance,
- la prise en compte de l'exposition des espèces et des différentes réponses toxicologiques.

🎯 **L'ILCD Handbook recommande d'utiliser la méthode USEtox :**

- permet une modélisation complète du devenir des substances dans les différents compartiments.
- distingue deux types de facteurs de caractérisation selon leur niveau de fiabilité :
  - Facteurs « interim » : niveau d'incertitude relativement élevé (facteurs de caractérisation écotoxicologiques pour les métaux notamment).
  - Facteurs « recommandés » : niveau d'incertitude plutôt faibles.

➤ USEtox recommande de pratiquer une analyse de sensibilité en utilisant uniquement les facteurs de caractérisation « recommandés » afin d'observer la variabilité des résultats.

## PRATIQUES SUR LES CAS INDUSTRIELS

🎯 Les industriels considèrent généralement qu'il n'existe pas de méthode suffisamment robuste sur ces indicateurs d'impact. Un des industriels a montré un **intérêt important** pour cet indicateur.

## RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

🎯 **Utiliser le modèle USEtox** faisant consensus, malgré certaines limites.

🎯 **Conserver une approche site et réglementaire en parallèle de l'approche ACV.**



## CONTEXTE

Tout produit a potentiellement un impact sur la biodiversité, de par les émissions polluantes émises lors des phases de production des matières premières, distribution, d'utilisation, ou de fin de vie. Cela est d'autant plus intéressant à étudier dans le cas de produits biosourcés, dont l'impact de l'amont agricole peut être très variable selon le type de matière première agricole et notamment selon la gestion de la ressource et le type d'agriculture.

En ACV, l'impact sur la biodiversité s'évalue sous l'aspect d'une perte supposée de la biodiversité due à l'occupation de la surface considérée.

## PROBLÉMATIQUE

📌 **Comment prendre en compte toute la complexité d'une perte de biodiversité pour un système ?**

## ÉTAT DE L'ART

📌 Les référentiels étudiés ne fournissent pas de recommandations sur cet indicateur, dans la mesure où il n'existe pas d'indicateur suffisamment robuste pour l'évaluer en ACV.

## PRATIQUES INDUSTRIELLES

📌 Les industriels considèrent qu'il n'existe pas de méthode suffisamment robuste. Un industriel suit les évolutions méthodologiques d'un point de vue R&D et a montré un intérêt certain pour cet indicateur.

## APPROCHES POTENTIELLES

📌 **La méthode « diversité des espèces »** : Il est recommandé par l'ILCD de concentrer la quantification des dommages aux écosystèmes sur la perte de biodiversité, et pour cela d'appliquer la fraction des espèces potentiellement disparue (PDF) aux dimensions spatiales et temporelles. Ce concept est considéré comme le seul vraiment opérationnel.  $Land\ use\ impact = Land\ use [m^2 \cdot years] * Characterization\ factor [PDF/m^2]$

Les valeurs obtenues ne permettent pas de différenciation suivant la richesse des territoires, d'où la nécessité d'une régionalisation de l'approche, et une construction des bases de données correspondantes conséquentes.

📌 **La méthode « infrastructures agro-écologiques »** : Le Ministère de l'Environnement (CGDD, 2013) propose un indicateur basé sur les Infrastructures Agro-Écologique (IAE). L'indicateur de biodiversité se calcule comme le ratio des surfaces d'IAE sur les quantités de production agricole.

📌 **La méthode « services écosystémiques »** : Des valeurs monétaires sont attribuées aux services écosystémiques pour un service donné dans un type d'habitat donné. Une première spatialisation est donc possible, ainsi qu'une approche multi-étape. Des précautions doivent cependant être apportées sur l'interprétation des résultats qui en découlent et cette évaluation doit simplement avoir une vocation « pédagogique » ou de première approche pour aller plus loin dans l'analyse d'un produit.

## DISCUSSIONS

📌 Il est à garder à l'esprit que l'Analyse de Cycle de vie connaît des limites dans l'évaluation de la biodiversité avec la méthode de diversité des espèces (dont l'unité est fraction d'espèces potentiellement disparue par m<sup>2</sup> par an : PDF.m<sup>2</sup>.an).

📌 Dans l'état de l'art actuel des méthodes de prise en compte de la biodiversité en ACV et leur applicabilité, nous recommandons d'aborder cette problématique par des approches plus locales.

# 22 RÉDACTION DES METADONNÉES

## CONTEXTE

Toute communication de l'étude ACV et de ses résultats doit être accompagnée de sa fiche de métadonnées. Celle-ci permet de conserver une transparence et une traçabilité des informations (choix méthodologiques et hypothèses de l'étude).

### 📌 Ces métadonnées sont essentielles :

- pour comparer les résultats de l'étude à ceux d'un autre produit, en identifiant les biais et en évaluant la fiabilité de la comparaison
- pour intégrer les résultats sur un produit intermédiaire dans une étude environnementale en aval : ces informations sont cruciales pour éviter les doublons ou les oublis d'étapes du cycle de vie par l'utilisateur de la donnée.

La liste suivante, non exhaustive, présente les recommandations de l'ACDV pour la rédaction des métadonnées.

DONNÉES ET PRÉCISION SUR LE PRODUIT	
<b>Carbone biogénique</b>	Détailler la façon dont le carbone biogénique est pris en compte dans l'étude. Indiquer le contenu en carbone biogénique par unité de produit fini.
<b>Unité fonctionnelle</b>	Si l'unité est massique, préciser si elle est exprimée en masse de matière sèche ou de matière brute. Préciser le pourcentage d'humidité du produit. Si l'unité est volumique, préciser la densité du produit. Préciser si l'unité fonctionnelle concerne le produit nu (sans conditionnement) ou conditionné.
DONNÉES ET PRÉCISIONS SUR LA MODÉLISATION	
<b>Champ de l'étude</b>	Lister de façon exhaustive les flux inclus et exclus : notamment transports, activités hors production, packaging... Préciser si les infrastructures de premier-plan et d'arrière-plan sont prises en compte ou non.
<b>Allocation</b>	Préciser les allocations choisies pour chaque procédé multiproduits. Quel que soit le choix préciser les valeurs utilisées pour le calcul des facteurs d'allocation et leurs sources.
<b>Règle de coupure</b>	Préciser et justifier la règle de coupure appliquée lors de l'étude (entre 5% et 0% selon les recommandations ACDV).
<b>Bases de données génériques utilisées</b>	Lister les bases de données génériques utilisées dans la modélisation.
<b>Données spécifiques agricoles</b>	Lister les émissions quantifiées et les modèles d'émissions associés.
PRÉCISIONS SUR LES INDICATEURS D'IMPACTS UTILISÉS	
<b>Méthode de calcul</b>	Préciser les méthodes de calculs (incluant la version de l'indicateur) dont sont issus les résultats d'impacts. Préciser si les émissions à long terme sont prises en compte ou non lors du calcul.

AGRICULTURE

AGRO-INDUSTRY  
COMPETITIVE

ENVIRONNEMENT

BIOREFINERIE  
INDUSTRIE

BIOMASS  
ECONOMIC STAKES

GROWTH

BIO-BASED

RENEWABLE RESOURCES

CHEMISTS

SUSTAINABLE RESOURCES

MARKET

FEEDSTOCK



## À PROPOS DE L'ASSOCIATION CHIMIE DU VÉGÉTAL (ACDV)

Créée fin 2007 sous l'impulsion de chimistes et d'agro-industriels, l'Association Chimie Du Végétal (ACDV) favorise l'accélération du développement industriel de la chimie du végétal en France.

L'ACDV est spécifique de par la multiplicité des acteurs et des secteurs qu'elle représente : entreprises de la chimie, de l'agro-industrie et des industries aval, pôles de compétitivité et organismes professionnels. Ses fondateurs ont en effet souhaité réunir en son sein des entreprises en amont et en aval de la filière.

### Les missions principales de l'Association sont de :

- Représenter la chimie du végétal
- Identifier les grands enjeux pour les industriels
- Mener des réflexions stratégiques sur les actions à mener en fonction de l'intérêt des marchés
- Promouvoir la filière, notamment au travers de Plant Based Summit (PBS)

Avec ses adhérents, l'ACDV a constitué des groupes de travail. Plus de 100 experts produisent des travaux utiles à l'ensemble de la profession.

En plus de promouvoir la chimie du végétal et en tant qu'interlocuteur clé reconnu des pouvoirs publics et des institutions, l'ACDV participe à la définition de la stratégie nationale de la bioéconomie.



Association Chimie du Végétal :  
contact@chimieduvegetal.com - 01 46 53 11 68  
www.chimieduvegetal.com

Merci aux membres du Groupe d'experts Analyse de Cycle de Vie de l'Association Chimie du Végétal d'avoir contribué à la rédaction de cette brochure.