

RECOMMANDATIONS PRATIQUES POUR L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES PRODUITS CHIMIQUES D'ORIGINE BIOSOURCÉE

Notes de synthèse

Septembre 2023



Propriété :

Association Chimie Du Végétal, ACDV
Le Diamant A
14 rue de la République
92800 PUTEAUX

MISE EN ŒUVRE :

EVEA
11 rue Arthur III
44000 NANTES

INTRODUCTION

La chimie du végétal est une filière innovante qui représente **une opportunité pour le développement de nouvelles solutions à base de biomasse**. Elle constitue un pilier important du concept plus général de "chimie durable" ou "chimie verte".

L'Association Chimie Du Végétal est **la première et unique association européenne regroupant tous les secteurs impliqués dans la chimie du végétal** (producteurs d'agro-ressources, fabricants de produits chimiques, formulateurs, ...).

En 2020, la Stratégie Nationale Bas-Carbone a défini une trajectoire de réduction des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050. Représentant 25 % des émissions totales de l'industrie, l'industrie chimique française s'est engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre (GES) de 26 % en 2030 par rapport à 2015 (soit 5,7 MtCO₂eq, à production constante).

L'**analyse du cycle de vie (ACV)** est la **méthode de référence** pour évaluer l'**impact environnemental** des produits (biens ou services). L'**ACDV encourage l'utilisation de l'ACV**, qui se positionne comme la méthode de référence pour l'évaluation des impacts environnementaux des produits. L'ACV, et en particulier celle des matières premières biosourcées, soulève cependant un certain nombre de **problématiques spécifiques** qui ne sont pour l'instant pas résolues de manière consensuelle.

L'**objectif de ce guide** est donc de **proposer une méthodologie consolidée et harmonisée pour réaliser, selon la méthodologie d'ACV, l'évaluation environnementale des produits chimiques d'origine biosourcée afin de promouvoir la performance environnementale de ces produits**.

Le document est constitué de **23 notes 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 couvre notamment :

- Choix méthodologiques pour l'évaluation des produits biosourcés
- Catégories d'impact à couvrir pour proposer une évaluation environnementale pertinente
- Informations clés à fournir lors de la communication des résultats de l'ACV

TABLE DES MATIÈRES

MODÉLISATION DE L'INVENTAIRE DES PRODUITS - GÉNÉRALITÉS

Cycle de vie	Note de synthèse 1
Unité fonctionnelle.....	Note de synthèse 2
Qualité des données génériques	Note de synthèse 3
Qualité des données spécifiques.....	Note de synthèse 4
Règles de coupure.....	Note de synthèse 5
Gestion des coproduits et des allocations.....	Note de synthèse 6
Infrastructure.....	Note de synthèse 7
Emissions à long terme.....	Note de synthèse 8

MODÉLISATION DE L'AMONT AGRICOLE

Choix des données pour l'amont agricole	Note de synthèse 9
Perimètre et représentativité.....	Note de synthèse 10
Émissions de l'amont agricole.....	Note de synthèse 11

INDICATEURS D'IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DANS L'ACV.....

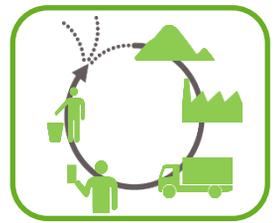
Raréfaction de l'eau.....	Note de synthèse 13
Épuisement des ressources minérales.....	Note de synthèse 14
Impacts de l'utilisation des terres et sur la qualité des sols.....	Note de synthèse 15
Toxicité humaine et écotoxicité.....	Note de synthèse 16
Biodiversité.....	Note de synthèse 17

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES ENJEUX

Choix des métriques.....	Note de synthèse 18
Prise en compte du carbone biogénique : stockage.....	Note de synthèse 19
Approche dynamique et prise en compte du carbone biogénique.....	Note de synthèse 20
Changement d'usage des sols et changement climatique.....	Note de synthèse 21

COMMUNICATION

Communication des résultats.....	Note de synthèse 22
Rédaction des métadonnées.....	Note de synthèse 23



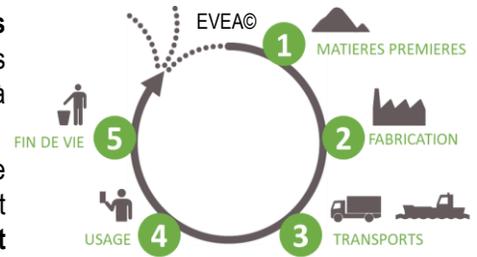
CYCLE DE VIE

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, des impacts liés aux services R&D ou marketing des entreprises.



Enjeu :

➤ **Quelles phases du cycle de vie doivent être prises en compte dans une ACV ?**

L'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 » : ceux-ci **doivent être utilisés** pour un comparatif qu'après **une évaluation complète** de la **comparabilité des impacts environnementaux aval du produit**.

Dans le PEF (2013/179/EU ; n. d. ; Commission européenne 2021) et dans le rapport "Product Carbon Footprint Guideline for the Chemical Industry" de Tfs, 2022 : il est indiqué que toute exclusion d'étapes de la chaîne d'approvisionnement doit être **explicitement justifiée et examinée**, et que **son impact sur les résultats finaux doit être étudié**.

Il n'existe pas de consensus clair sur les étapes du cycle de vie à exclure. Toutefois, les pratiques couramment utilisées consistent à exclure les déplacements domicile-travail et les autres phases pour lesquelles l'attribution est difficile (par exemple, l'administration, la R&D, le marketing, ...).

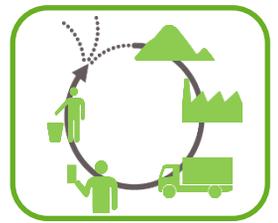
RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

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**. **L'étape de la fin de vie peut avoir un impact important** sur certains indicateurs, la modélisation de la fin de vie peut donc être cruciale dans certains cas.

Le **champ d'application choisi** doit être **justifié en fonction des objectifs de l'étude** :

- Le périmètre du berceau à la tombe permet de comparer des produits différents mais remplissant la même fonction.
- Le périmètre du berceau à la porte présente un intérêt du point de vue de la communication interentreprises (B2B) tout au long de la chaîne de valeur, en fournissant des résultats d'impact aux clients et aux utilisateurs du produit intermédiaire. Dans ce cas, la communication doit respecter les bonnes pratiques détaillées dans la note de synthèse n°22. Ce périmètre d'analyse permet également de comparer des produits identiques d'origines différentes ; les phases aval de transport, d'utilisation et de fin de vie étant identiques, une analyse du berceau à la porte est suffisante dans ce cas.

Dans tous les cas, il est intéressant de supposer une application donnée dans une logique d'éco-conception, en réalisant une analyse du berceau à la tombe.



UNITÉ FONCTIONNELLE

CONTEXTE

- L'unité fonctionnelle est une **unité commune** servant de référence pour exprimer la performance environnementale d'un produit. Elle permet de quantifier les résultats d'une étude ACV **par rapport au service rendu**.
- Pour comparer les bioproduits à leurs équivalents fossiles, il est nécessaire de se baser sur un **service rendu égal**, en tenant compte des différences de propriétés éventuelles.

Sujet :

- **Quelle unité fonctionnelle doit être utilisée pour l'évaluation des produits biosourcés ?**

L'ÉTAT DE L'ART

Les références étudiées sont relativement consensuelles sur l'unité fonctionnelle à utiliser. L'unité fonctionnelle (UF) concerne le service rendu par un produit fini : km parcouru, ml de café, portion alimentaire, ... Pour les produits intermédiaires, l'UF la plus simple et la plus cohérente est la **masse ou le volume du produit** (par exemple, kg, m).³

Les références fournissent plusieurs spécifications et recommandations pour le FU :

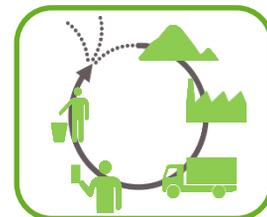
- Utilisation kg de matière sèche (Pr EN 16760, 2014)
- Préciser les choix effectués (kg de matière sèche, kg de matière première, ...) (ADEME, 2009) (NF EN ISO 16760 2015)
- Le produit fini est généralement considéré nu (sans conditionnement)
- Pour une **ACV comparative** il semble nécessaire d'affiner l'unité fonctionnelle.

Quelle que soit l'unité fonctionnelle retenue, **il est crucial de préciser** s'il s'agit d'une **masse en matière sèche**, d'une **masse brute**, etc.

RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

Il est recommandé, dans la mesure du possible, d'analyser les résultats des impacts selon deux types d'unités fonctionnelles :

- **Unité fonctionnelle orientée vers le service fourni** par le produit, dans le cas de l'analyse "du berceau à la tombe".
- **Unité fonctionnelle simplifiée par unité de masse de matière sèche sortant de l'usine** (en précisant le taux d'humidité dans le produit ainsi que la prise en compte ou non du conditionnement)



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 base 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.

Sujet :

- **Quelle est la meilleure base de données pour les données secondaires génériques ?**

L'ÉTAT DE L'ART

Il existe plusieurs standards de données :

- 1) Les données au standard ISO 14040 et 14044
- 2) Les données au standard ILCD et ISO 14040/14044
- 3) Les données au standard EF, ILCD et ISO 14040/14044



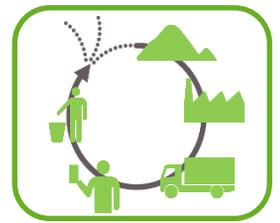
La ligne directrice PEF recommande d'utiliser d'abord des bases de données compatibles avec la norme EF, puis des bases de données compatibles avec la norme ILCD. Cependant, la base de données EF 3.0 est actuellement moins fournie que d'autres bases de données génériques telles que ecoinvent, elle n'est disponible que sous forme agrégée (données "boîte noire") pour le moment et n'est pas prise en charge par SimaPro. La base de données EF 3.1 est en cours de développement. Elle devrait être prise en charge par SimaPro et disponible en 2023 ("Environmental Footprint Database" n.d.).

Les autres références consultées ne proposent pas d'**exigences quantitatives** quant à la qualité des données génériques à utiliser. Elles proposent d'utiliser les **bases de données de référence de l'ACV** : ecoinvent, AGRIBALYSE3.1®, WFLDB 3.5, Agri-footprint 5, LCDN node platform, USLCl,...

Néanmoins, la question de la **qualité de ces inventaires** reste posée en ce qui concerne les données **sur l'agriculture en amont**, et une éventuelle hiérarchisation des bases de données disponibles.

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 (comme ecoinvent ou AGRIBALYSE3.1®) 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, AGRIBALYSE3.1® 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.



LA 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.

Sujet :

➤ **Comment garantir la qualité des données spécifiques ?**

L'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.

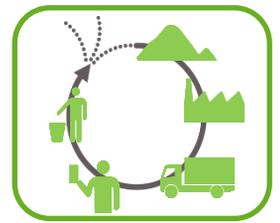
Pour évaluer la qualité des données, il est possible de **noter** chaque ICV grâce à **une matrice pedigree** (note de pertinence/qualité/représentativité). Ces matrices sont différentes d'une méthodologie à une autre. Deux matrices intéressantes à creuser sont celles de la PEF, et celle d'Ecoinvent (qui est appliquée à chaque ICV générique contenu dans la base de données mais qui est mobilisable pour d'autres applications et a notamment servi à l'élaboration de celle de la PEF).

RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

Le praticien ACV doit garder en tête les critères d'évaluation d'une donnée dictés par la **matrice Pedigree Weidema et Wesnaes (1998)** : représentativité géographique, représentativité temporelle, représentativité technologique, exhaustivité et fiabilité.

Afin d'obtenir au moins une qualité minimale et de permettre la transparence des données collectées, il est essentiel d'établir des règles pour la compilation des inventaires du cycle de vie à l'aide de données spécifiques. Ce guide aborde un certain nombre de questions relatives aux inventaires, notamment les règles de coupure, l'infrastructure, la gestion des coproduits et les inventaires de l'amont agricole.

Dans le cas des produits biosourcés, la variabilité des impacts environnementaux est principalement due à la variabilité des pratiques agricoles (itinéraires techniques, mécanisation, intensif vs extensif, etc.) et non au mix énergétique comme dans la chimie conventionnelle. C'est pourquoi la qualité des données spécifiques collectées sur le terrain est cruciale. Le choix des données pour la modélisation de l'amont agricole est détaillé dans la note 9. Il est important de rappeler que la cohérence entre les objectifs, les moyens mis en œuvre, notamment en termes de qualité des données, et les conclusions est cruciale. La **qualité des données doit être discutée lors de l'interprétation des résultats d'impact**.



RÈGLES 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**.

Sujet :

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

L'ÉTAT DE L'ART

- **Le guide PEF recommande d'éviter toute coupure (2013/179/EU ; n.d.)**. Toutefois, il permet d'exclure de l'étude les **processus élémentaires et les flux** contribuant de manière cumulée pour **moins de 3 %** à l'importance environnementale (score unique), ainsi que les flux de matières et d'énergie (Commission européenne 2021).
- Le rapport AGRIBALYSE3.0® (Koch & Salou, 2013) ne fournit pas de recommandations précises sur le critère de coupure à utiliser.
- D'autres documents, dont la BP X30-323 (ADEME / AFNOR, 2011) et la PAS 2050 (BSI, 2008), s'accordent sur : **1) La règle de coupure proposée est de 5 %. 2) Idéalement en utilisant un critère de portée environnementale**.
- Le guide TfS "Product Carbon Footprint Guideline for the Chemical Industry" (TfS 2022) recommande :
 - 1) Tous les intrants matériels dont le total cumulé représente au moins 95% des intrants massiques totaux du processus unitaire doivent être inclus. Mais il est recommandé de couvrir 98% ou plus pour éliminer les incertitudes potentielles et augmenter le niveau d'exhaustivité
 - 2) Idem pour l'énergie
 - 3) Dans les cas où l'apport et l'influence sur l'empreinte carbone du produit ne sont pas clairs, un calcul global doit être effectué avec des chiffres génériques pour décider si un seuil peut être appliqué ou non (approche itérative)
 - 4) Les flux de matières entrants qui ont une empreinte environnementale considérable en amont (par exemple, les catalyseurs contenant des métaux précieux comme ceux du groupe du platine) doivent être pris en compte dans le calcul de l'empreinte carbone du produit, quelle que soit leur contribution relative à la masse totale des flux de matières, même si leur masse entrante est $\leq 1\%$ de la masse totale
- Bien que certains flux soient délibérément négligés (parce que marginaux), il est important d'**écrire explicitement ces simplifications dans le rapport d'étude**.

RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

- Il est recommandé de réaliser l'inventaire avec au **moins 97 % des entrées/sorties de masse et au moins 97 % des entrées/sorties d'énergétique (règle de coupure de 3 %)**.
- Le praticien ACV doit, pour chaque intrant identifié, essayer de trouver une donnée d'inventaire. Lorsqu'une lacune est identifiée (aucune donnée spécifique ou générique disponible et approximation impossible), 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.
- Cette règle doit être adaptée lorsque les flux de matières entrants ont une empreinte environnementale importante en amont : par exemple, les catalyseurs contenant des métaux précieux comme ceux du groupe du platine doivent être pris en compte dans l'ACV du produit, quelle que soit leur contribution relative à la masse totale des flux de matières, même si leur masse entrante est $\leq 1\%$ de la masse totale.
- Il est important de garder une ambition maximale dans la collecte de données quitte à revoir ces objectifs à la baisse si indisponibilité de celles-ci.



GESTION DES COPRODUITS ET ALLOCATION (1/2)



CONTEXTE

La production de produits biosourcés implique souvent la production de coproduits et de résidus agricoles, indissociables de la production principale, notamment liés à la culture en amont.

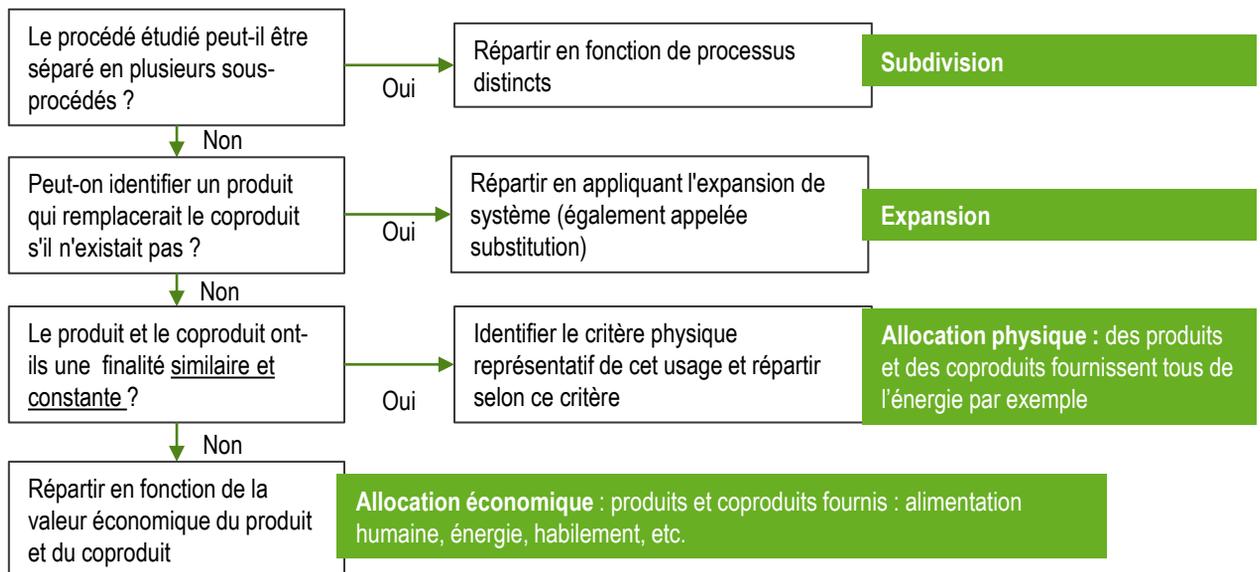
La question de l'extension des limites du système ou de la répartition des charges environnementales générées par la production de ces produits se pose. Appelée "répartition", cette distribution influence fortement les résultats de l'ACV. Différentes approches peuvent conduire à des résultats très variables.

Sujet :

➤ Comment gérer les charges environnemental des différents produits et coproduits générés ?

L'ÉTAT DE L'ART

Les justifications retenues par les différentes références existantes sont relativement proches.



Les différentes alternatives pour la gestion des produits et des coproduits sont les suivantes :

Subdivision : subdivision du processus étudié en deux sous-processus distincts, afin d'éviter la présence d'un processus générant des coproduits dans le cycle de vie du produit étudié.

Expansion (ou substitution) : L'extension du système consiste à étendre le système en incluant des fonctions supplémentaires liées aux coproduits. La substitution est la soustraction des impacts évités (par la valorisation des coproduits) aux impacts totaux du processus.

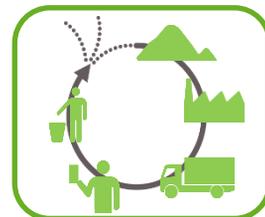
Allocation physique massique : applicable à tous les produits matériels, mais ne tenant pas compte de la différence de valeur entre les produits et les coproduits.

Allocation physique énergétique : applicable aux produits pour lesquels le contenu énergétique traduit de manière pertinente les différences de contenu et donc de valeur de la matière (huile et tourteau, éthanol et vinasse, huile et glycérine, ...).

Avantage économique : applicable lorsque les valeurs de marché sont connues et stables pour tous les produits. Applicable si deux produits issus de la même étape ont des valeurs de marché très éloignées.



GESTION DES COPRODUITS ET ALLOCATION (2/2)



L'ÉTAT DE L'ART

Le tableau suivant montre l'ordre de priorité dans le choix de l'allocation dans le benchmark (dans l'ordre : 1,2,3,4)

	ISO 14044	Guide ADEME 2009	PrN16760	AGRIBALYSE	BPX30-323	PAS 2050	Référentiel biocarburant	PEF 2013	TfS, 2022
Subdivision	1	1	1	1	1	1		1	1
Extension du système – substitution	2	2	2	2	2	2	1	2	2
Allocation : analyse de sensibilité des méthodes		3	3						
Allocation physique massique	3			3	3			3	2-3
Allocation physique énergétique	3			3	3		2	3	2-3
Allocation économique	4			4	4	3		4	2-3

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**

- ① • **Privilégier les allocations physiques** (massiques, énergétiques ou autres...)

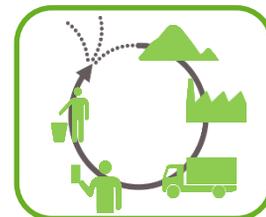
- Allocation massique : se baser sur le **contenu en matière sèche** des coproduits.

- ② • En dernier recours, des **allocations sur des critères économiques** peuvent être appliquées

NB: 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**.



INFRASTRUCTURE

CONTEXTE

- Les infrastructures peuvent représenter des enjeux environnementaux significatifs (particulièrement pour les productions en petite série) tout comme « tomber » dans le critère de coupure dans le cas où, ramenées aux volumes produits, elles sont très amorties.
- L'exclusion des infrastructures peut être réalisée à 2 étapes : soit lors de la réalisation de l'inventaire (pas de collecte de ces informations), soit lors de l'utilisation de l'inventaire (fonction « exclure les infrastructures » de certains logiciels ACV).
- **L'exclusion des infrastructures peut constituer un choix méthodologique, ou s'expliquer par un manque d'information lors de la collecte des données.**

Sujet :

- **Faut-il tenir compte de l'infrastructure ?**

L'ÉTAT DE L'ART

Le guide (ADEME, 2009) préconise de prendre en compte **les amortissements** dans la mesure du possible. **PlasticsEurope** indique que **les infrastructures ne sont pas toujours incluses dans ses données** et que cela dépend du secteur. **Selon le PEF**, les biens d'équipement (y compris les infrastructures) et leur fin de vie doivent être inclus, à moins qu'ils ne puissent être exclus sur la base de la **règle de coupure de 1,0 %**.

Recommandations des standards :

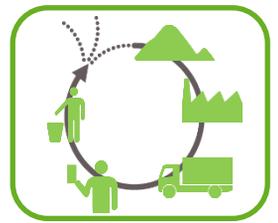
- **Pour une ACV non comparative** → Prendre en compte les infrastructures pour une évaluation exhaustive en vue de l'éco-conception
- **Pour une ACV comparative fossile vs biosourcé** → Du fait d'une insuffisance des données disponibles sur la filière pétrolière en termes d'infrastructure, il ne faut pas prendre en compte les amortissements énergétiques des matériels et infrastructures des filières agricoles pour ne pas les pénaliser (différence de périmètre d'analyse).

ILLUSTRATION PAR UNE ÉTUDE DE CAS

- Une analyse de sensibilité a été menée sur l'inclusion des infrastructures. Cette inclusion ou exclusion a **fortement influencé les résultats de 5 indicateurs** : la toxicité humaine (cancérogène et non cancérogène), l'eutrophisation des eaux douces, l'écotoxicité et **surtout l'épuisement des ressources minérales et métalliques** (impacts multipliés par plus de 2 sur cet indicateur).

RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

- Par défaut, il est recommandé d'inclure les infrastructures, en particulier 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 l'infrastructure doit 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 infrastructure)



ÉMISSIONS À LONG TERME

CONTEXTE

Les émissions à long-terme correspondent aux émissions ayant lieu à un horizon temporel supérieur à 100 ans. Même si elles rentrent 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'émission à long terme) et aux compartiments d'émission (de nombreuses émissions sont considérées comme émises dans l'océan à très long terme).

Enjeu :

➤ **Les émissions à long terme doivent-elles être exclues du calcul de l'impact potentiel ?**

L'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).

ILLUSTRATION PAR UNE ÉTUDE DE CAS

- Une analyse de sensibilité a été menée sur l'inclusion des émissions à long terme. L'inclusion ou l'exclusion des émissions à long-terme influence fortement 2 indicateurs d'impact (radiations ionisantes, eutrophisation eau douce). Ainsi, sur l'eutrophisation eau douce, les résultats sont par exemple multipliés en moyenne par 4,8 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).
- Néanmoins, cette approche à court terme est **contraire au fondement même de l'ACV** et **il est donc très délicat d'omettre** et de ne pas prêter attention à ces émissions potentielles à long terme qui **peuvent affecter de manière significative** les problématiques d'eutrophisation et d'ionisation par radiation.
- **Il est ainsi recommandé d'exclure ces émissions long termes dans les résultats de base pour en limiter l'incertitude.**
- **Il est recommandé d'inclure ces émissions à long-terme en analyse de sensibilité afin d'avoir une vision la plus exhaustive possible du produit étudié** et d'identifier l'influence de ce choix 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 sur le long terme **sont fortes** car elles augmentent avec l'horizon de temps (de 100 ans à l'infini) et ne posent pas les mêmes problèmes lorsqu'elles sont "diluées" dans le temps.



CONTEXTE

Le praticien a le choix d'utiliser des données secondaires ou primaires. Ces choix doivent toujours être faits en fonction des objectifs de l'étude. L'utilisation de données pour l'étape agricole répond aux mêmes exigences, avec la spécificité que les impacts des produits agro-sourcés sont très souvent étroitement liés aux impacts de la fabrication des matières premières, en particulier l'étape agricole. Il est donc très important de déterminer s'il est nécessaire ou non de modéliser des données spécifiques au système étudié, ou d'utiliser des données génériques issues de bases de données.

Enjeux :

➤ **Quand des données spécifiques doivent-elles être modélisées pour l'amont agricole ? Le cas échéant, quelles sont les lignes directrices pour créer un ensemble de données de bonne qualité ?**

L'ÉTAT DE L'ART

A travers la DNM (Data Needs Matrix), le PEF définit 3 situations différentes pour l'entreprise :

- 1) L'entreprise est responsable de la réalisation du procédé → l'entreprise doit utiliser (donc construire) des données spécifiques (sauf pour les procédés les moins impactants du cycle de vie d'après la PEF).
- 2) L'entreprise n'est pas responsable de la réalisation du procédé mais a accès à des informations concernant sa réalisation → plusieurs options se présentent : soit l'entreprise construit des données spécifiques, soit elle utilise des données EF-compliant en adaptant des paramètres clés tels que les distances de transport ou mix électriques.
- 3) L'entreprise n'est pas responsable de la réalisation du procédé et n'a pas accès aux informations concernant sa réalisation → l'entreprise peut utiliser des données génériques.

Ainsi dans les PEFCR représentant des produits agro-sourcés disponibles jusqu'en 2023 (Tee-shirt, Feed, Pasta...) il est souligné que l'entreprise fabriquant le produit fini étudié n'est généralement pas en charge de la fabrication de la matière première (production agricole de coton, de céréales...). Alors, l'utilisation de données génériques (données EF-compliant ou à défaut des données ILCD-compliant) est recommandée. Dans le cas où l'entreprise fabriquant le produit fini étudié est bien en charge de cette étape de production agricole, alors il est recommandé d'avoir recours à des informations spécifiques concernant cette étape, en suivant les recommandations de modélisation agricole du PEF.

RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

Il est recommandé de choisir l'approche la plus adaptée au cas d'étude d'un point de vue de la disponibilité en données.

➤ Dans un premier temps le praticien pourra utiliser des données génériques disponibles dans les bases de données sectorielles de type AGRIBALYSE ou la WFLDB. La base de données multi-sectorielle ecoinvent contient parfois des données qui n'existent dans aucune autre base de données et doit être consultée à ce titre. L'origine de la matière agricole est importante à considérer, mais à défaut d'une donnée spécifique du pays, une zone de production proche peut être choisie.

Trois grandes situations requièrent la création de données spécifiques ou semi-spécifiques :

- Le souhait de prendre en compte les spécificités d'une production certifiée (ex. AB, Rainforest Alliance...), auquel cas la création d'une donnée semi-spécifique, par l'adaptation d'une donnée existante sur les paramètres influencées par la certification est une bonne option.
- Le cas d'une culture de niche ou peu développée non présente dans les bases de données
- Le cas d'un focus fort de l'étude sur l'amont agricole souvent motivé par l'existence d'une filière d'approvisionnement dédiée sur laquelle l'utilisateur de la matière première a une emprise.



CONTEXTE

Un point crucial lors de la collecte de données sur l'amont agricole est de savoir si ces données sont représentatives d'un cycle de culture dit « normal », i.e. sans aléas climatiques, ou d'une autre nature, exceptionnels. Trois thématiques sont abordées ici :

- **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..
- **Règles pour réaliser la collecte de données** : il s'agit d'obtenir un inventaire le plus représentatif possible.
- **Représentativité géographique et technique**

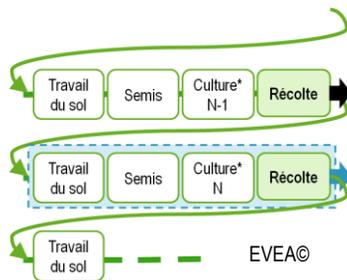
Enjeux :

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

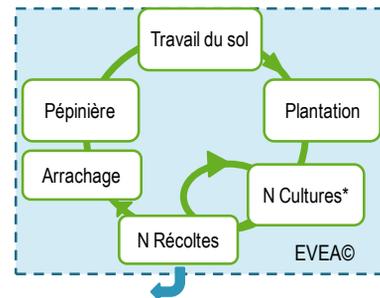
L'ÉTAT DE L'ART

Périmètre temporel à considérer

Les documents AGRIBALYSE (Koch & Salou, 2013), ecoinvent (Agroscope / ecoinvent, 2012), le guide GES'TIM+ (Aurélie Tailleur, Le Gall, et Lorinquer 2020) et le PEF fournissent des explications claires concernant le périmètre temporel à considérer dans l'ACV de cultures.



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



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

- Afin d'augmenter la représentativité de l'inventaire, la PEF recommande de prendre une moyenne de collecte des données sur 3 années.
- AGRIBALYSE a quant à elle retenu une moyenne de 5 ans pour l'évaluation des systèmes de production.

Règles pour la collecte des données

Les grands enjeux de collecte de données communs à tout projet d'évaluation d'impact de données agricoles **minima** sont les suivants :

- Rendement des cultures (t/ha)
- Consommation de carburant pour les opérations mécaniques (L/ha)
- Consommation d'électricité pour l'irrigation et toute autre opération effectuée à l'aide de matériel électrique (kWh/ha)
- Types d'engrais et quantités appliquées (kg Neq, kg P2O5 eq. et kg K2O eq./ha)
- Types de produits phytosanitaires et quantités appliquées (kg de substance active/ha)
- Quantité d'eau d'irrigation (mm/ha)

Représentativité géographique et technique

La représentativité technique et géographique d'un inventaire du cycle de vie agricole doit être clairement établie. La collecte des données est spécifique à une zone géographique (modèle d'émissions) et aux pratiques des agriculteurs. □ La pluralité des pratiques en lien avec les débouchés (maïs doux vs maïs grain vs maïs ensilage) et les modes de production (agriculture biologique, agroforesterie, etc.) requièrent un effort de caractérisation des inventaires en lien avec le débouché et le mode de production.



RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

- Pour obtenir des données représentatives, l'inventaire doit être réalisé sur une période d'au **moins 1 an pour les cultures annuelles, sachant qu'une période de 3 années de référence est recommandée**. Les cultures étant soumises à des aléas pédoclimatiques, il est important de collecter des données sur **un périmètre temporel représentatif, en évitant les années extrêmes**.
- **La représentativité géographique et technique** sont extrêmement liées pour les productions agricoles au vu de la variabilité des pratiques.
- Pour remédier à la non-représentativité des données collectées, voici quelques recommandations :
 - Consulter un expert qui pourra valider la représentativité d'une année ou le **lissage des données sur plusieurs années**,
 - Recours aux **bases de données statistiques reconnues** (FAOSTAT, EUROSTAT, AGRESTE, INSEE) peuvent également fournir des chiffres de référence pour les données agricoles (rendement, etc.),
 - Pour les cas français, consulter la **base AGRIBALYSE®** qui comprend les principaux produits agricoles français. Les données AGRIBALYSE® sont lissées sur cinq ans.
- **Cas particulier des études approfondies des opérations agricoles en amont :**
Les recommandations ci-dessus excluent les situations où le focus de l'étude est portée sur l'amont agricole auquel cas le recours à un outil d'inventaire spécifique de type Means In-out permet une modélisation fine des opérations agricoles. Dans ce cas, il est nécessaire de se référer au guide d'utilisation de l'outil choisi pour identifier les données complémentaires à collecter.



DE L'AGRICULTURE EN AMONT(1/2)

CONTEXTE

- L'utilisation d'intrants agricoles (fertilisants et produits phytosanitaires) engendre 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

Enjeux :

- Quelles sont les émissions à quantifier ?
- Quelles données et quels modèles d'émission utiliser pour calculer ces émissions ?

L'ÉTAT DE L'ART

Modèles d'estimation des émissions basés sur les émissions et les bases de données des matières premières agricoles

Émissions	Empreinte agricole (Durlinger et al. 2017)	ecoinvent v3 (Thomas Nemecek et Kägi 2007a)	AGRIBALYSE® (Koch et Salou 2015)	WFLDB (T Nemecek et al. 2014)
Ammoniac (NH ₃)	(GIEC 2006)	Agrammon (Kupper, Häni, et Bühler, s. d.) (méthodologie Tier 3 Suisse)	EMEP Tier 2 (Agence européenne pour l'environnement. 2016)	EMEP Tier 2 (Agence européenne pour l'environnement. 2013)
Oxyde nitreux (N ₂ O)	(GIEC 2006)	(GIEC 2006) : cultures : Niveau 1 bétail : Niveau 2	(GIEC 2019) : cultures : Niveau 1 bétail : Niveau 2	(GIEC 2006) : cultures : Niveau 1 bétail : Niveau 2
Nitrate (NO ₃) ⁻	(GIEC 2006)	Europe : SALCA-Nitrate (Richner et al. 2014), Autres pays : SQCB (Faist et al. 2009)	Cultures annuelles en France : Adaptation du COMIFER 2001 (A. Tailleur et al. 2012) Cultures pérennes : SQCB (Faist, Zah, et Reinhard 2009)	Europe : SALCA-Nitrate (Richner et al. 2014), Autres pays : SQCB (Faist, Zah, et Reinhard 2009)
Phosphore (P, PO ₄) ³⁻	(Struijs et al. 2011)	SALCA-P (Prasuhn 2006)		
Métaux lourds (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)	(Mels, Bisschops, et Swart 2008 ; Romkens et Rietra 2008 ; T. Nemecek et Schnetzer 2011)	Méthode SALCA (Freiermuth 2006)		
Pesticides	100 % émis dans le sol	Modèle de consensus PestLCI (PestLCI 2023)		100 % émis dans le sol (agriculture)

- Aujourd'hui toutes les bases de données quantifient les émissions d'azote (NH₃, N₂O, NO₃, NO_x), de pesticide, de phosphore et de métaux lourds avec **des approches plus ou moins complexes.**
- Les émissions de N₂O sont systématiquement estimées avec la méthode IPCC (GIEC), dont la dernière mise à jour a été réalisée en 2019. .
- Plusieurs modèles simples peuvent être décrits pour calculer les émissions de pesticides :
 - l'approche proposée par (Thomas Nemecek et Kägi 2007a), qui consiste à émettre 100% des substances actives dans le sol, a été la pratique courante pendant plusieurs années
 - le PEF recommande, à titre d'approche temporaire, que les pesticides appliqués sur une parcelle soient modélisés comme étant émis à 90 % dans le compartiment agricole du sol, à 9 % dans l'air et à 1 % dans l'eau.
 - Pest-LCI 2.0 est le modèle d'allocation des émissions le plus fin actuellement disponible dans les modèles d'ACV et représente une avancée majeure dans la robustesse de la quantification des impacts sur les indicateurs de toxicité et d'écotoxicité (PestLCI 2023). Pest-LCI 2.0 a été ajouté à MEANS InOut en 2022 dans une version par défaut.



DE L'AGRICULTURE EN AMONT(1BIS/2)

CONTEXTE

- L'utilisation d'intrants agricoles (fertilisants et produits phytosanitaires) engendre 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

Enjeux :

- Quelles sont les émissions à quantifier ?
- Quelles données et quels modèles d'émission utiliser pour calculer ces émissions ?

L'ÉTAT DE L'ART

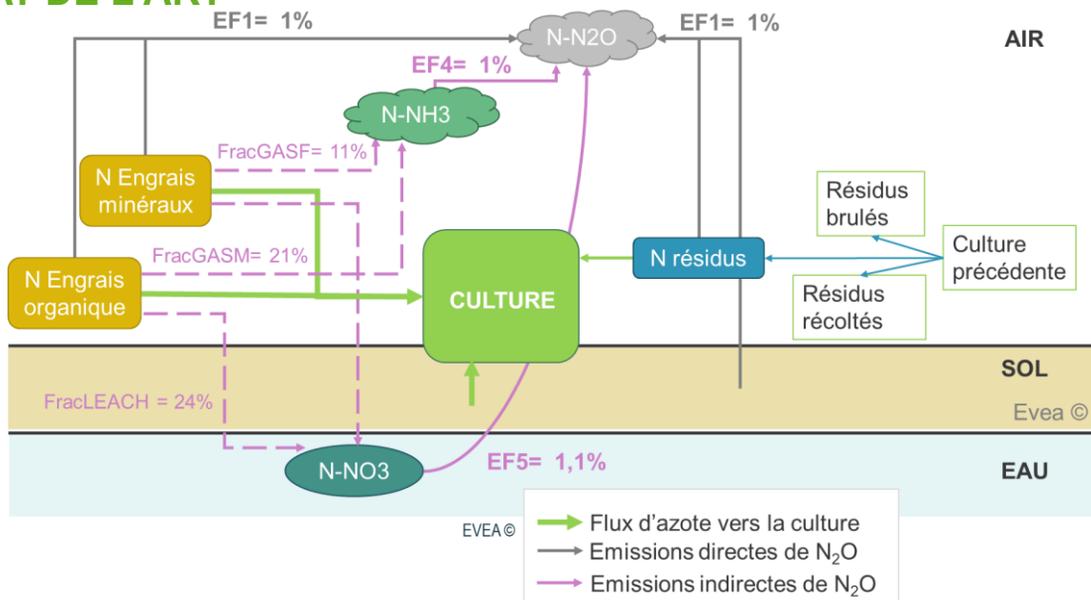
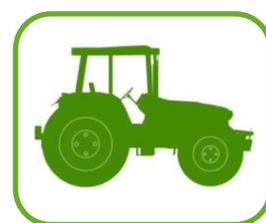


Schéma représentant le modèle d'estimation des émissions de N₂O (et chemin faisant NH₃ & NO₃) selon l'IPCC (2019)

- Aujourd'hui toutes les bases de données quantifient les émissions d'azote (NH₃, N₂O, NO₃, NO_x), de pesticide, de phosphore et de métaux lourds avec **des approches plus ou moins complexes.**
- Les émissions de N₂O sont systématiquement estimées avec la méthode IPCC (GIEC), dont la dernière mise à jour a été réalisée en 2019. .
- Plusieurs modèles simples peuvent être décrits pour calculer les émissions de pesticides :
 - l'approche proposée par (Thomas Nemecek et Kägi 2007a), qui consiste à émettre 100% des substances actives dans le sol, a été la pratique courante pendant plusieurs années
 - le PEF recommande, à titre d'approche temporaire, que les pesticides appliqués sur une parcelle soient modélisés comme étant émis à 90 % dans le compartiment agricole du sol, à 9 % dans l'air et à 1 % dans l'eau.
 - Pest-LCI 2.0 est le modèle d'allocation des émissions le plus fin actuellement disponible dans les modèles d'ACV et représente une avancée majeure dans la robustesse de la quantification des impacts sur les indicateurs de toxicité et d'écotoxicité (PestLCI 2023). Pest-LCI 2.0 a été ajouté à MEANS InOut en 2022 dans une version par défaut.



DE L'AGRICULTURE EN AMONT(2/2)

RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

Émissions à quantifier en fonction des indicateurs d'impact analysés :

Impacts Émissions	Changement climatique	Acidification	Émissions de particules	Formation d'ozone photochimique	Eutrophisation des eaux douces	Eutrophisation marine	Toxicité et écotoxicité
N O ₂	X						
NON ₃	X*					X	
NH ₃	X*	X	X**			X	
NON _x	X*	X	X**	X		X	
LE CO ₂	X						
Phosphates					X		
Pesticides							X
MTE							X

* : Emission à quantifier pour calculer l'émission indirecte de N₂O

** Effet indirect par la formation de particules secondaires

ÉMISSION D'AZOTE

Plusieurs modèles existent pour calculer ces émissions, du plus simple au plus complexe, du plus générique au plus spécifique.

Étant donné la complexité des phénomènes biologiques et physico-chimiques à l'origine de ces émissions, il est important de souligner l'incertitude importante des résultats de ces estimations.

La recommandation concernant le choix du modèle d'émission est de retenir le modèle le plus adapté au cas d'étude d'un point de disponibilité en données.

- **Pour une première approche** des émissions azotées, le praticien pourra opter pour l'approche simplifiée proposée par le modèle IPCC (GIEC) le plus récent.
- **Pour aller plus loin**, selon la disponibilité des données, les efforts doivent se concentrer principalement sur l'affinage des facteurs d'émissions de **la lixiviation des nitrates et de la volatilisation de l'azote**
 - Pour les émissions d'ammoniac, le praticien peut opter pour l'approche simplifiée proposée par le **modèle EMEP** le plus récent.
 - Pour les émissions de nitrates, le calcul d'un **bilan azoté simplifié tel que recommandé par le PEF** est une bonne alternative pour estimer les quantités d'azote perdues par lixiviation.

ÉMISSION DE PESTICIDES

- **Dans une approche prudente, il est recommandé que 100 % des pesticides appliqués soient émis dans le sol.**

ÉMISSIONS DE PHOSPHORE ET DE MÉTAUX TRACES

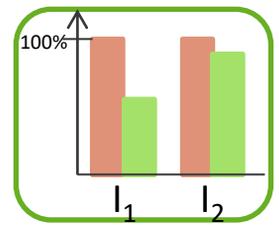
Les émissions de phosphore et d'ETM sont principalement liées à l'érosion des sols, au ruissellement et au lessivage et, dans une moindre mesure, aux intrants. Le domaine de validité restreint et la complexité limitent la pertinence des approches existantes.

- **Il est recommandé de négliger ces émissions.**

CAS PARTICULIER DES ÉTUDES APPROFONDIES SUR L'AGRICULTURE EN AMONT :

Les recommandations ci-dessus excluent les situations où le focus de l'étude est portée sur l'amont agricole.

- **Dans ce cas, le recourt à un outil d'inventaire spécifique de type Means In-out permet une modélisation fine des opérations et de toutes les émissions.**



LES INDICATEURS D'IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX EN ACV

CONTEXTE

- L'agriculture génère des impacts sur l'environnement, principalement en raison de :
 - perte de nutriments non assimilés par les plantes,
 - la transformation de ces éléments en d'autres substances,
 - les émissions de pesticides et de métaux lourds
- Les substances émises au cours de cette phase agricole peuvent avoir des **conséquences environnementales importantes**, sur plusieurs indicateurs d'impact potentiels :
 - le changement climatique,
 - l'acidification,
 - les émissions de particules,
 - la formation d'ozone photochimique,
 - l'eutrophisation,
 - toxicité et écotoxicité.
- En outre, l'irrigation des cultures utilisées comme matières premières pour les produits chimiques biosourcés peut entraîner des problèmes de pénurie d'eau.

Sujet :

- **Quels sont les indicateurs à considérer dans l'ACV des produits chimiques biosourcés ?**

L'ÉTAT DE L'ART

Recommandations du WBCSD pour les produits chimiques :

- **7 indicateurs primordiaux** : changement climatique, formation d'ozone photochimique, acidification, consommation de ressources fossiles, consommation de ressources abiotiques, eutrophisation et toxicité/écotoxicité.
- **3 indicateurs recommandés** : formation de particules, utilisation des sols, diversité des espèces.
- **2 indicateurs facultatifs** : réduction de la couche d'ozone, rareté de l'eau.

Recommandations du référentiel sectoriel des produits alimentaires (ADEME / AFNOR) :

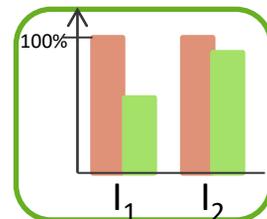
- **5 indicateurs prioritaires** : changement climatique, biodiversité, consommation d'eau, écotoxicité aquatique, eutrophisation.

RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

- **Maintenir un indicateur relatif à l'eau** car il s'agit d'une ressource sensible pour les produits biosourcés (au moins un indicateur de flux et éventuellement l'empreinte eau).

L'ACDV a réalisé une note méthodologique pour chacun des sept indicateurs présentant des enjeux méthodologiques :

- **Changement climatique**
- **Épuisement de l'eau**
- **Épuisement des ressources non renouvelables (fossiles et minérales)**
- **Utilisation des terres et qualité des sols**
- **Toxicité et écotoxicité**
- **Biodiversité**



RAREFACTION DE L'EAU

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.

Depuis 2014, des améliorations majeures ont été apportées à la mesure de l'impact de la consommation d'eau.

Il existe différentes approches pour évaluer l'impact de l'utilisation de l'eau. Le praticien peut évaluer :

- les prélèvements d'eau
- la consommation nette d'eau (*consommation nette d'eau = prélèvements d'eau - rejets d'eau*)
- la disponibilité de l'eau ou raréfaction de l'eau (stress hydrique)
- l'empreinte eau (disponibilité et qualité de l'eau)

Il existe différents types d'eau : l'eau douce, l'eau de mer, les eaux souterraines, l'eau douce utilisée pour le refroidissement, l'eau douce utilisée pour l'irrigation, les eaux usées, etc.

Enjeux :

- **Quelle méthode utiliser pour mesurer l'impact de l'utilisation de l'eau ?**

L'ÉTAT DE L'ART

- Le groupe **WULCA** recommande la méthode **AWARE** (Available Water Remaining), qui évalue la disponibilité de l'eau une fois que les besoins des humains et des écosystèmes ont été satisfaits.
- La méthode PEF et le système international EPD (Environment Product Declaration) recommandent la méthode AWARE.
- La norme **ISO 14046:2014** fournit les principes, les exigences et les lignes directrices pour la conduite et le compte rendu d'une évaluation de l'**empreinte eau**. L'empreinte eau est l'évaluation des impacts de l'ACV sur la quantité et la qualité de la ressource en eau (c'est-à-dire la disponibilité de l'eau, l'eutrophisation de l'eau douce, l'écotoxicité, l'acidification, etc.) Pour évaluer la quantité d'eau, il est recommandé d'utiliser la méthode AWARE.
- La norme NF EF 16760 ne préconise aucune méthode.

RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

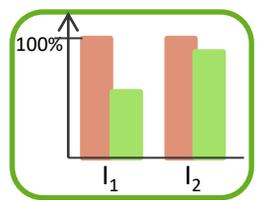
- L'ACDV recommande d'évaluer la disponibilité de l'eau à l'aide de la **méthode AWARE**. La méthode AWARE est une méthode régionalisée : il est important de régionaliser les flux d'eau des principaux contributeurs à la disponibilité de l'eau.
- Il est recommandé d'utiliser la dernière version d'AWARE : AWARE 1.2c (téléchargeable sur le site de la WULCA)

NB : la méthode PEF utilise AWARE 1.2

- Si la disponibilité de l'eau est un enjeu important pour votre projet, vous pouvez affiner les facteurs de caractérisation (pour les adapter à un usage agricole, au mois de prélèvement et au bassin versant). Voir le site web de WULCA pour plus d'informations (<https://wulca-waterlca.org/aware/download-aware-factors/>).

NB : dans la méthode PEF, l'eau d'irrigation est considérée comme consommée, la consommation d'eau de l'agriculture est donc maximisée.

- Il n'est pas recommandé d'utiliser le flux "eau, GLO" : si vous ne pouvez pas régionaliser vos données (parce que vous n'avez pas d'informations à ce sujet), il est préférable d'utiliser la méthode ReCiPe plutôt que la méthode AWARE. La méthode ReCiPe évalue la consommation nette d'eau (flux d'eau).



CONSOMMATION DES RESSOURCES

CONTEXTE

- La caractérisation de l'impact de la consommation de ressources est un enjeu important de l'évaluation et de la promotion 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 (minérales énergétique ou non) est caractérisée en ACV.
- Plusieurs approches ont été développées pour créer des **facteurs de caractérisation spécifiques à chaque ressource**.

Enjeu :

- **Quelle méthode utiliser pour prendre en compte l'épuisement des ressources ?**

L'ÉTAT DE L'ART

- Plusieurs modèles ont été développés pour caractériser l'impact sur les ressources abiotiques. Ces modèles peuvent être regroupés en 4 catégories :
 - Modélisation basée sur la thermodynamique. Ces méthodes visent à évaluer l'extraction en fonction d'une grandeur intrinsèque à la ressource. Les méthodes CExD (Cumulative Exergy Demand) et CEENE (Cumulative Exergy Extracted from the Natural Environment) sont basées sur cette approche.
 - Modélisation basée sur le taux d'épuisement des ressources et le calcul d'un rapport entre le taux d'extraction de la ressource et les réserves disponibles pour cette ressource. Ce type de modélisation est utilisé dans les méthodes CML-IA et Anthropogenic stock extended, Abiotic Depletion Potential (ADP).
 - Modélisation basée sur l'effort économique et énergétique nécessaire à l'extraction d'une ressource dans le futur. Ce type de modélisation est utilisé par ReCiPe (endpoint category) (basé sur le coût économique supplémentaire), la méthode Ecoindicator99 (EI99) et Impact2002+ (FC EI99 resource i / FC EI99 Fe) (basé sur les coûts énergétiques supplémentaires).
 - Catégorie "méthodes de risque d'approvisionnement" qui prend en compte à la fois la probabilité d'une rupture d'approvisionnement (par exemple, en raison de barrières commerciales, de conflits armés,...) et la vulnérabilité à la perturbation de l'approvisionnement (par exemple, évaluée en fonction des impacts socio-économiques potentiels que causerait cette perturbation de l'approvisionnement).

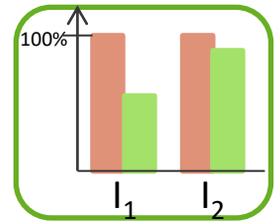
Le JRC et l'UNEP (projet GLAM) recommandent tous le modèle ADP (Abiotic Depletion Potential, réserve ultime ; Guinée et al., 2002 ; van Oers et al, 2002).

Il s'agit de l'indicateur actuellement inclus dans la méthode EF3.0.

RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

Il est recommandé d'évaluer la question des ressources à l'aide de deux indicateurs complémentaires :

- Un indicateur de ressources minérales (qui apporte une information sur la rareté de certaines matières premières) : Le modèle ADP (Abiotic Depletion Potential, ultimate reserve ; Guinée et al., 2002 ; van Oers et al, 2002) est actuellement recommandé.
- Indicateur de ressources énergétiques (qui permet un suivi énergétique, notamment des procédés) : L'indicateur "ADP fossile" est recommandé pour évaluer l'épuisement des vecteurs énergétiques. Il est important de noter que cet indicateur est basé sur le contenu énergétique de chaque ressource. La rareté des ressources n'est donc pas prise en compte dans l'indicateur et les contributions relatives des différentes ressources sont identiques à celles obtenues avec l'indicateur CED.
- Au niveau Endpoint, tous les modèles évalués sont considérés comme trop immatures pour être recommandés. Toutefois, le Surplus Cost Potential peut être utilisé comme solution provisoire (disponible dans Recipe Endpoint 2016 calculé par Vieira et Huijbregts).



IMPACTS DE L'UTILISATION DES TERRES SUR LA QUALITE DES SOLS

CONTEXTE

L'utilisation des terres et la qualité des sols sont étroitement liées. En effet, les pratiques culturales et les activités industrielles affectent plus ou moins la qualité des sols.

La question de l'utilisation des sols se réfère à deux flux : l'occupation des sols et la transformation des sols. Ces deux flux sont caractérisés par un indicateur de qualité des sols.

Cependant, il n'existe pas de consensus pour caractériser la qualité des sols. En effet, la complexité spatiale et temporelle des fonctions et des propriétés des sols rend difficile l'évaluation de la qualité des sols. Les modèles d'ACV actuels ne fournissent pas une évaluation complète de la qualité des sols. Ils se concentrent sur différents paramètres couvrant diverses propriétés physiques, chimiques et biologiques (c'est-à-dire la matière organique du sol, l'érosion du sol, la production biotique, la biodiversité, etc.)

Le modèle LANCA® est un modèle multicritère qui prend en compte la résistance à l'érosion du sol, la filtration mécanique, la filtration physico-chimique, régénération des eaux souterraines et le potentiel de production biotique.

NB : pour les incidences de l'utilisation des sols sur la biodiversité, voir la note de synthèse 17. Pour le stockage du carbone dans les sols, voir la note de synthèse 22.

Sujet :

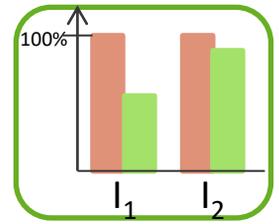
➤ **Comment prendre en compte les impacts liés à l'utilisation des sols ?**

L'ÉTAT DE L'ART

- En 2010, l'ILCD a recommandé le modèle de Milà i Canal *et al* (2007), basé sur la teneur en carbone organique du sol.
- En 2013, le PEF a recommandé un modèle LANCA adapté (basé sur 4 paramètres : production biotique, résistance à l'érosion, filtration mécanique, la régénération des eaux souterraines).
- En 2015, la norme EN16760 ne recommande aucune méthode.
- En 2019, l'initiative du l'UNEP sur le cycle de vie (Programme des Nations unies pour l'environnement) recommande d'utiliser le potentiel de déficit en carbone organique du sol (Milà Canals *et al* (2007)) et le modèle LANCA® pour caractériser l'érosion.
- En 2019, le JRC réaffirme la recommandation de la méthode PEF : le modèle LANCA® est actuellement le modèle qui tente le mieux de modéliser l'impact sur les différentes propriétés du sol. Il est considéré comme applicable dans un contexte EF.

RECOMMANDATIONS DE L'ACDV

- Pour l'instant, il n'y a pas de consensus sur la caractérisation de la qualité des sols.
- La méthode la plus aboutie pour les praticiens de l'ACV est la méthode LANCA®. Nous recommandons la méthode LANCA®, tout en gardant à l'esprit qu'elle ne caractérise que la perte de qualité physique du sol ; elle ne caractérise pas la qualité biologique du sol ni l'impact de l'utilisation des terres sur la biodiversité.
- Compte tenu du caractère régionalisé de l'indicateur (les facteurs de caractérisation dépendent du pays), une attention particulière doit être portée à la régionalisation (au niveau du pays) des flux de premier plan ou des flux les plus contributeurs.



TOXICITÉ ET ÉCOTOXICITÉ

CONTEXTE

Après leur émission dans l'environnement, les substances chimiques peuvent avoir des conséquences sur les écosystèmes (écotoxicité) et la santé humaine (toxicité). Il existe différents modèles pour caractériser la toxicité et l'écotoxicité en ACV. Cependant, ces modèles présentent une grande incertitude et les résultats dépendent fortement du modèle utilisé. Dans ce contexte, un modèle consensuel (USEtox) a été développé grâce à une collaboration entre les différentes équipes de recherche sur l'ACV. Ce modèle est en constante amélioration, mais il a permis de réduire considérablement l'incertitude des résultats.

Enjeu :

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

L'ÉTAT DE L'ART

Le modèle USEtox contient environ 3000 facteurs de caractérisation pour les substances chimiques organiques et inorganiques qui représentent leur toxicité et écotoxicité potentielles. Les résultats sont exprimés en CTUe (Comparative Toxicity Unit) pour l'écotoxicologie en eau douce et en CTUh pour la toxicologie.

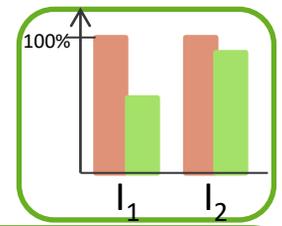
Pour inclure une évaluation écotoxicologique dans leur champ d'application, la plupart des méthodes LCIA utilisent les modèles USEtox après quelques modifications :

- LC-IMPACT a ajouté USEtox en endpoint et l'a étendu à l'écotoxicité terrestre et marine.
- IMPACT World +, en ajoutant un horizon temporel de 100 ans pour les métaux et les polluants organiques persistants, ne s'est pas démarqué de la méthodologie de USEtox.
- C'est EF qui a pris le plus de libertés en s'approvisionnant en données sur REACH, en utilisant l'HC20 de EC10 au lieu de HC50 de EC50 (concentration dangereuse pour 20 % de l'écosystème au lieu de 50 %) et en attribuant sa propre note à la qualité des données. Pour les métaux, EF a introduit un facteur de robustesse de 0,1 pour les substances inorganiques et de 0,01 pour les métaux essentiels.
- Toutes les méthodes n'utilisent pas USEtox, car ReCiPe a choisi le modèle USES-LCA qui inclut l'écotoxicité terrestre et marine.

Les limites de USEtox concernent principalement le manque de facteurs, les incertitudes (environ 2 à 3 ordres de grandeur) et la catégorie des métaux (en raison de leur temps de séjour conséquent, leur facteur de caractérisation ne peut pas être comparé aux facteurs des substances organiques).

RECOMMANDATIONS DE L'ACDV

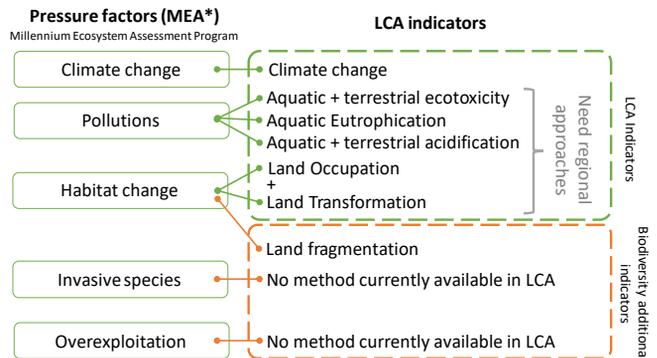
- Il est recommandé d'inclure l'écotoxicité de l'eau douce et la toxicité pour l'homme dans l'ACV malgré les incertitudes, car les mettre de côté reviendrait à masquer certains problèmes importants dans la chaîne de valeur des produits chimiques biosourcés.
- La différence entre deux facteurs de caractérisation doit être supérieure à 10^4 pour couvrir les incertitudes. Il est donc préférable de présenter les résultats à l'échelle logarithmique (\log_{10}).
- Les métaux et les métalloïdes se comportant différemment, il est recommandé de présenter leurs résultats séparément.
- Tous les résultats ne doivent comporter que deux chiffres significatifs.
- Selon l'arbre de décision de ScoreLCA, pour mener une étude multi-indicateurs incluant les questions de toxicité et d'écotoxicité, vous devez choisir LC-Impact ou IMPACT World +.
- Il convient de noter que l'évaluation de la toxicité humaine dans le cadre de l'ACV porte sur l'exposition indirecte. En ce sens, il ne s'agit pas d'une évaluation des risques et elle ne doit pas être considérée comme telle. Les deux approches sont complémentaires et toutes deux sont très pertinentes dans les cycles de vie des substances chimiques.



BIODIVERSITÉ (1/2)

CONTEXTE

- Tous les produits sont susceptibles d'avoir un impact sur la biodiversité : les facteurs de pression vont de l'émission de substances polluantes tout au long de la chaîne de valeur au réchauffement climatique, en passant par la modification de l'habitat (changement d'affectation des sols), la propagation d'espèces exotiques envahissantes et la surexploitation des ressources. Ces questions, qui se posent dans la chaîne de valeur des produits chimiques, sont encore plus importantes pour les produits biosourcés. Les impacts de l'agriculture en amont peuvent en effet varier considérablement en fonction de la matière première agricole et, en particulier, de la gestion des ressources et du type d'agriculture.
- Bien que certains indicateurs d'ACV disponibles abordent certains aspects des impacts potentiels sur la biodiversité, les scientifiques et les experts en ACV reconnaissent qu'il existe des lacunes et que les méthodes de caractérisation et de pondération (pour parvenir à un indicateur global de "biodiversité") doivent encore être développées.

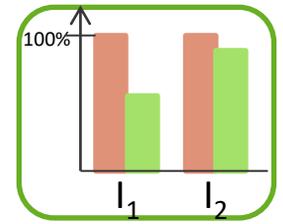


Enjeu :

- Comment prendre en compte la complexité de la perte de biodiversité pour un système ?

ÉTAT DE L'ART : LCA

- La méthode EF de la Commission européenne (CE), comme toute méthode intermédiaire, n'inclut pas de catégorie "impact sur la biodiversité". La CE reconnaît actuellement l'absence de consensus international sur la caractérisation de cet impact en ACV. Néanmoins, le guide de recommandations PEF de décembre 2021 indique que le sujet d'un indicateur de biodiversité était l'un des axes de travail. Aucune mention n'est faite de la date effective de mise en œuvre.
 - La Commission européenne souligne le fait que la biodiversité est une question importante sur l'agenda politique et recommande, lors de l'élaboration d'un PEF, de traiter la biodiversité séparément (par le biais de systèmes de certification, en plus des catégories d'impact du PEF). Cette approche complémentaire a toutefois ses limites (par exemple, pour les secteurs où il n'existe pas de système de certification pertinent).
- 3 méthodologies sont détaillées dans le guide : LC-IMPACT, Impact World +, ReCiPE 2016
- Les trois méthodologies de quantifications des dommages sur la biodiversité présentées ont l'avantage d'être directement incrémentées en ACV. Les principaux flux d'inventaire sont régionalisés de manière à pouvoir être caractérisés pour l'évaluation des impacts sur la biodiversité. Si la régionalisation à l'échelle du pays est suffisante, aucune donnée ne doit être collectée en supplément.
 - Néanmoins, toutes les questions méthodologiques ne sont pas résolues (hétérogénéité des impacts sur les taxons couverts par les indicateurs au sein et entre les méthodes, périmètres entre les indicateurs, et la vie du sol (bactéries et champignons) essentielle au maintien des mécanismes de fertilité du sol n'est pas couverte...).
 - Il n'existe actuellement aucune pondération différenciée des indicateurs dans les méthodologies présentées pour le calcul des dommages causés à la qualité des écosystèmes. L'impact de la catégorie est obtenu en additionnant les indicateurs. Toutefois, l'indicateur de l'utilisation des terres contribue plus fortement à l'érosion de la biodiversité que le changement climatique ou la pollution, qui sont généralement représentés par plusieurs indicateurs.
 - De plus, l'intensivité des pratiques, notamment sur l'indicateurs d'utilisation des sols, n'est pour l'instant pas implémentée dans les méthodologies de calcul (voir note de synthèse n°15).



BIODIVERSITÉ (2/2)

ÉTAT DE L'ART : approches complémentaires

Des méthodes émergentes alternatives à l'ACV, plus spécifiques à l'amont agricole pour l'évaluation de la biodiversité, apparaissent. Leur objectif est de quantifier les impacts spécifiques sur la biodiversité, en tenant compte des pratiques culturelles :

- **Approche Lindner** : Cette méthodologie nécessite la collecte de données spécifiques en plus de l'ICV, et il n'est actuellement possible de quantifier que l'impact des activités de l'amont agricole.
- **Méthode des "infrastructures agro-écologiques"** : Une étude du ministère français de l'environnement présente une proposition d'indicateur pour la prise en compte de la biodiversité dans l'ACV, basée sur les infrastructures agro-écologiques (IAE). Cette méthode se concentre sur la phase de production agricole et n'est applicable que dans un contexte européen.
- **Méthode des "services écosystémiques"** : Les travaux du Millenium Ecosystem Assessment (MEA) et de The Economics of Ecosystem and Biodiversity (TEEB) ont mis en évidence les liens entre activités anthropiques et biodiversité, ces liens peuvent être traduits en services écosystémiques. Les services écosystémiques peuvent être abordés de deux manières : par un **indicateur des fonctions écologiques** qui peut les définir ("au début de la chaîne") ou par **leur valeur monétaire** ("à la fin de la chaîne"). La première n'est pas disponible à l'heure actuelle ; la seconde est actuellement disponible et opérationnelle, mais il y a des imprécisions dues au manque d'informations sur la manière dont ces valeurs économiques ont été obtenues.

APPROCHES POTENTIELLES

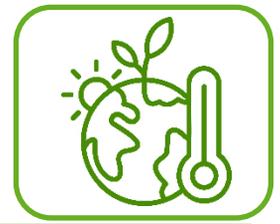
La bibliographie des méthodes globales a permis une comparaison macroscopique du niveau d'analyse (nombre de substances analysées, nombre d'indicateurs concernés). L'application de ces méthodologies à l'étude de cas a donné un premier aperçu de la caractérisation des facteurs et de leur robustesse.

- Sur la base de ces analyses, nous ne recommandons l'utilisation d'aucune de ces 3 méthodologies pour l'évaluation des impacts sur la biodiversité. Les 3 méthodologies testées ont révélé des faiblesses, et les méthodologies alternatives sont biaisées du point de vue de leur applicabilité directe en ACV (non prise en compte de certains facteurs de pression, contribution hétérogène des étapes, etc.)
- Néanmoins, comme le montre l'étude de sensibilité sur la régionalisation des flux, l'adaptation des des flux d'occupation et de transformation des sols peut être un premier pas vers la compréhension des enjeux de biodiversité, lors de l'utilisation de la **méthode Chaudhary**. Ces flux sont souvent à l'origine de la plupart des impacts sur la biodiversité dans les cas étudiés liés au facteur de pression de la perte d'habitats naturels
- En plus des impacts agrégés associés à chaque flux donnant une valeur d'impact en PDF.m².an, il est possible de dissocier les impacts sur les 5 groupes taxonomiques en utilisant le tableur du facteur de Chaudhary disponible en ligne. Ainsi, en combinant zone de culture, pratiques culturales, cultures et taxons principalement impactés, un plan d'action plus concret peut être élaboré.
- Conjointement aux études quantitatives ACV, une évaluation qualitative des enjeux liés à la biodiversité peut conduire au cas-par-cas à l'identification d'un indicateur supplémentaires parmi ceux présentés précédemment permettant si les données sont disponibles de représenter les impacts sur le vivant.



CHANGEMENT CLIMATIQUE

CHOIX DE LA METRIQUE



CONTEXTE

L'agriculture est, en France, le deuxième secteur émetteur de gaz à effet de serre premier secteur émetteur de méthane (CH₄) et de protoxyde d'azote (N₂O), deux gaz à effet de serre à durée et pouvoir de réchauffement global forts.

- Le méthane émis peut provenir de l'élevage (fumier et lisier) ou de la culture de riz.
- Les émissions de N₂O sont dues à l'utilisation d'engrais azotés, minéraux ou organiques. Elles résultent également de la combustion de matières organiques.
- Les émissions de CO₂ proviennent de la combustion de carburant par les machines agricoles, de la transformation des produits agricoles (tels que les engrais), de la consommation d'énergie fossile, du changement d'affectation des terres (*voir la note de synthèse n°21*) ainsi que de l'épandage d'urée ou du chaulage des terres agricoles.

Cependant, l'agriculture peut également avoir un effet bénéfique sur la pollution. Les sols ainsi que certaines cultures permettent le stockage du carbone biogénique. Les conférences des parties de Bonn et de Marrakech ont inclus la possibilité d'enregistrer les stocks liés aux forêts et à l'agriculture qui sont donc reconnus dans le "Label Bas Carbone" en France...

Enjeu :

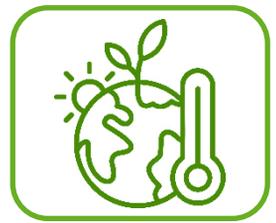
- Il existe plusieurs paramètres permettant de mesurer l'impact du changement climatique, qui peuvent être regroupés en deux catégories principales : les paramètres instantanés (global warming potential GWP) et les paramètres cumulatifs (Global Temperature Potential GTP). L'effet de serre peut être calculé sur 20, 100 ou 500 ans. Quelle méthode de calcul faut-il utiliser ?
- Pour les questions concernant le carbone biogénique et des émissions retardées de GES, voir les notes de synthèse correspondantes.

L'ÉTAT DE L'ART

- Les accords de Paris de 2015 stipulent que les valeurs du GWP-100 ans de l'AR5 ou du dernier rapport disponible du GIEC doivent être utilisées pour déclarer les émissions et absorptions mondiales de GES, exprimées en équivalent CO₂. Il est également mentionné que chaque partie peut également utiliser d'autres paramètres (par exemple le GTP) pour communiquer des informations supplémentaires sur les émissions et les absorptions mondiales de GES, exprimées en équivalent CO₂.
- Dans la communauté des ACV, l'UNEP (Frischknecht et Jolliet, 2016) préconisent les deux indicateurs (GWP et GTP). Il est important de noter qu'en descendant la chaîne de causalité, le GTP présente une plus grande incertitude que le GWP. Toutefois, cette incertitude est jugée acceptable par rapport aux incertitudes plus élevées entourant les facteurs de caractérisation de certaines catégories d'impact.
- Les horizons proposés dans les 4 premiers rapports du GIEC sont 20, 100 et 500 ans. Le rapport précise que ces trois valeurs "sont présentées comme des sujets de discussion et ne doivent pas être considérées comme ayant une signification particulière". L'horizon de 100 ans est actuellement le plus utilisé. Dans les 5e et 6e rapports du GIEC, l'horizon de 500 ans a été abandonné en raison des grandes incertitudes à long terme concernant les valeurs de l'efficacité radiative et le rôle des puits de carbone.

RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

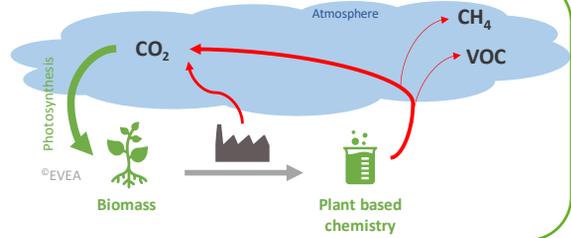
- Utiliser le modèle d'horizon de 100 ans du GWP du GIEC, qui fait l'objet d'un consensus et a été adopté dans le cadre du protocole de Kyoto.
- Une analyse de sensibilité peut être effectuée sur :
 - le GTP-100ans, en particulier lorsqu'une part importante des émissions de gaz à effet de serre provient des émissions de méthane.
 - Le GWP-20ans peut être utilisé pour compléter l'analyse, car il prend mieux en compte l'impact des GES à très courte durée de vie (méthane et autres).



INCLUSION DU STOCKAGE DU CARBONE BIOGÉNIQUE (1/2)

CONTEXTE

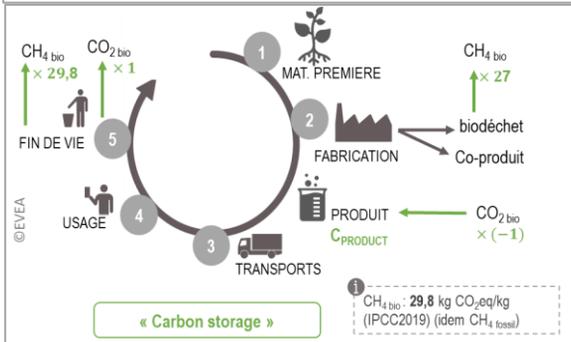
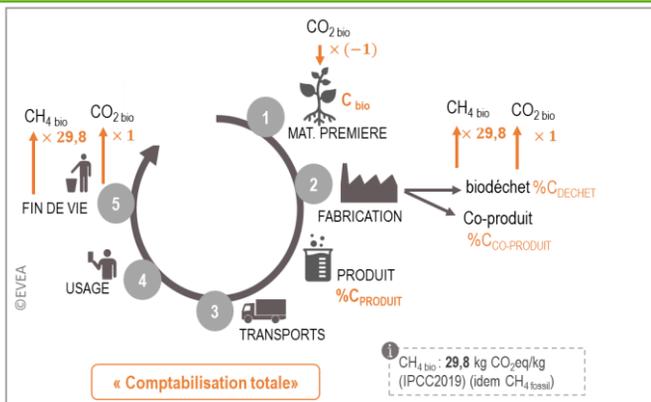
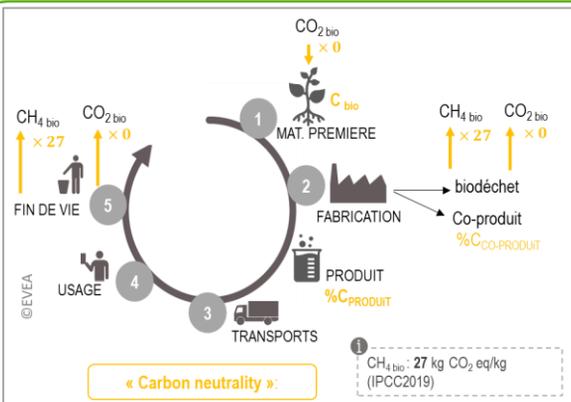
Les gaz à effet de serre tels que le CO₂ ou le CH₄ ont un effet sur notre climat, que leur atome de carbone provienne de la biomasse ou d'une source fossile. Cependant, le carbone issu de la biomasse (ou carbone biogénique) provient du CO₂ capturé par la plante au cours de sa croissance par le biais de la photosynthèse. En tant que tel, **son impact est compensé par son élimination initiale de l'atmosphère.**



Sujet :

➤ Comment prendre en compte l'effet bénéfique sur le changement climatique de l'absorption du CO₂ par la plante ?

L'ÉTAT DE L'ART



Lorsque le méthane (CH₄) est libéré dans l'atmosphère, il finit par se dégrader en CO₂ par le biais de processus naturels, avec une durée de vie moyenne d'environ 12 ans. La différence entre les facteurs de caractérisation du méthane biogénique dans ces trois approches provient de la manière dont le dioxyde de carbone (CO₂) résultant de la dégradation du méthane est pris en compte dans les calculs des émissions de gaz à effet de serre.

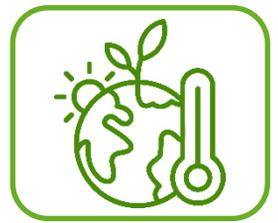
Les trois principales approches sont présentées ci-dessus.

Veuillez noter que les **trois méthodes donnent le même résultat d'un point de vue global** (sauf lorsque du carbone est stocké dans le sol ou dans le produit à long terme (>100 ans) : ce cas n'est pas illustré dans les diagrammes ci-dessus).

1- "Neutralité carbone" : Le CO₂ capturé par la plante et les émissions biogènes de CO₂ **ne sont pas inclus dans l'inventaire**, et sont donc neutres sur le changement climatique. C'est l'approche actuellement utilisée dans la méthode EF recommandée par la Commission européenne. Cependant, elle ne permet pas une évaluation équitable du produit biosourcé par rapport à un produit fossile dans une approche "du berceau à la porte", et ne tient pas compte du fait que le CO₂ biogénique peut ne pas être réémis (ce qui conduit au stockage du carbone). Un facteur de caractérisation du CH₄ biogénique est nécessaire.

2- "Comptabilité totale" : Comptabilisation détaillée des flux (stockage du carbone par photosynthèse, contenu en carbone de la partie valorisée de la plante, CO₂ émis aux différentes étapes du produit ...). Il s'agit d'un processus long et complexe qui présente un **risque élevé d'erreurs** (par exemple, la plupart des bases de données actuelles ne tiennent pas compte des flux correspondants).

3- "Stockage de carbone" : Calcul du CO₂ capturé par la plante, correspondant au contenu en carbone biogénique, du produit final uniquement. Par exemple, ce calcul peut être basé sur la structure chimique de la molécule. Ce calcul peut être vérifié par une analyse du carbone 14 si des preuves physiques sont nécessaires. Un facteur de caractérisation CH₄ biogénique est nécessaire ainsi qu'un facteur de caractérisation CO₂ biogénique égal à 0 pour les étapes en amont.

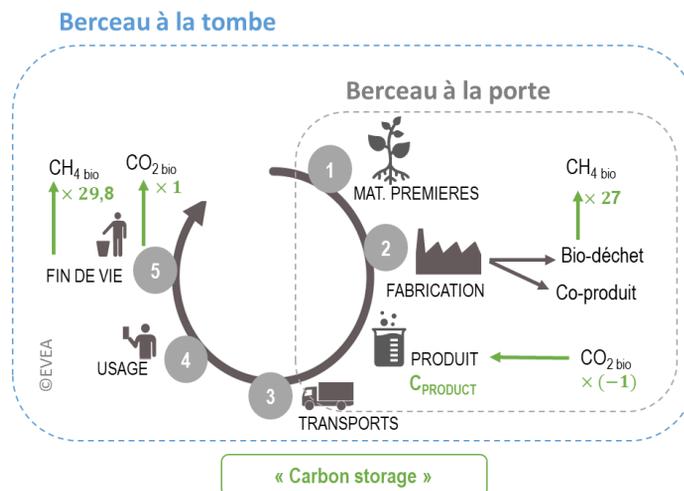


INCLUSION DU STOCKAGE DE CARBONE BIOGÉNIQUE (2/2)

RECOMMANDATIONS DE L'ACDV

➤ Utilisation de la méthode " Carbon storage " :

Il est **nécessaire de prendre en compte le stockage du CO₂ dans l'usine**, car il permet une comparaison pertinente entre les produits d'origine biologique et ceux d'origine fossile. Ainsi, cette comparaison peut être effectuée dans un cadre "**du berceau à la porte**" ainsi que "**du berceau à la tombe**", lorsque le carbone n'est pas entièrement réémis (par exemple, la mise en décharge) ou est émis sous des formes autres que le CO₂ (par exemple, l'émission sous forme de COV).



- **Comptabilisation systématique du flux de méthane biogénique**, qui a un pouvoir de réchauffement plus fort que celui du CO₂ capté à l'origine par la plante dans l'atmosphère.
- Il est également fortement recommandé de **ne pas utiliser les méthodes «including CO₂ uptake»** en chimie végétale mais **d'utiliser des méthodes n'incluant pas l'absorption de CO₂** (en effet, le contenu physique du carbone biogénique dans les données ecoinvent est très souvent erroné du fait des allocations économiques). Forcer la prise en compte du carbone biogénique stocké au niveau du produit via un flux de CO₂ fossile auquel est associée une valeur de flux négative (-1 kg de CO₂ fossile par kg de CO₂ stocké) utiliser les versions " fossiles " des flux de carbone pour l'ensemble de l'inventaire en aval du produit, notamment pour la fin de vie.

RECOMMANDATIONS CONCERNANT LA COMMUNICATION

- **Nécessité de préciser le contenu en carbone biogénique du produit** dans la communication des résultats de ce produit.
- **La TRANSPARENCE** sur le contenu en carbone biogénique du produit est essentielle dans la communication tout au long de la chaîne de valeur afin de garantir
 - une prise en compte cohérente du changement climatique tout au long de la chaîne de Valeur d'un produit d'un praticien de l'ACV à l'autre
 - Une présentation claire sur les avantages que les produits biosourcés peuvent avoir sur le changement climatique.



APPROCHE DYNAMIQUE ET APPLICATION À LA PRISE EN COMPTE DU CARBONE BIOGÉNIQUE

CONTEXTE

L'absence de considération des dynamiques temporelles dans l'évaluation de l'impact des gaz à effet de serre peut poser un problème au niveau de la cohérence dans les profils temporels impliqués dans le cycle de vie d'un produit / d'un service. Comparer des produits ayant des profils temporels d'émission différents revient donc à évaluer des résultats sur des périodes différentes, ce qui doit être souligné lors de l'interprétation des résultats.

L'utilisation du principe de neutralité du carbone biogénique dans l'ACV est également critiquée pour ne pas prendre en compte les aspects temporels des flux de carbone. En effet, même si le bilan carbone biogénique est nul (c'est-à-dire que la quantité de carbone séquestrée par la biomasse est égale à la quantité de carbone émise), le délai entre l'émission et la séquestration peut faire que, selon l'horizon temporel considéré, l'impact sur le climat n'est pas nul.

Enjeu :

- **Le retard des émissions de CO₂ doit-il être pris en compte dans le cas des produits biosourcés ?**

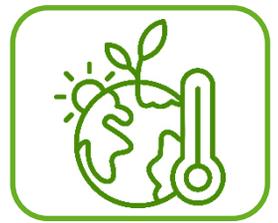
L'ÉTAT DE L'ART

- Plusieurs auteurs (Cherubini et al. 2011, Levasseur et al. 2010, Kendall 2012, Benoist 2009) ont proposé des **méthodes basées sur une distribution temporelle des flux de carbone et l'utilisation de facteurs de caractérisation dynamiques**. Cela permet d'évaluer l'impact du changement climatique par rapport à **un point de référence fixe dans le futur**.
- Afin d'intégrer cette dimension temporelle, **un inventaire dynamique** est nécessaire pour obtenir un impact en fonction du temps. Les flux de carbone biogénique doivent donc être désagrégés au stade de l'inventaire et les profils d'émission temporels (flux de stockage et de déstockage) doivent être pris en compte à tous les stades du cycle de vie.
- Ces profils temporels d'émissions/stockage de carbone biogénique ont été proposés de diverses manières dans la littérature, allant de modèles de croissance de la biomasse relativement simples (distribution normale (Cherubini et al. 2011) à des approches plus complexes (Rosa et al. 2018). Tous sont très difficiles à appliquer en termes de calcul dans les logiciels d'ACV.
- Le RE2020 décrit une méthodologie d'ACV dynamique simplifiée. Elle tient compte de l'année d'émission et considère l'impact sur un horizon fixe de 100 ans. Le poids des émissions au début du cycle de vie est plus important que celui des émissions à la fin du cycle de vie. Une émission temporaire augmente l'impact carbone, et un stockage temporaire diminue l'impact carbone (Gouvernement français 2020). Cette approche simplifiée est relativement facile à mettre en œuvre dans des cas simples, à condition que l'on connaisse le calendrier des émissions de GES tout au long du cycle de vie du produit. En revanche, elle peut s'avérer longue et laborieuse dans les cas où les émissions de GES ont lieu au cours d'années différentes.
- **Si la durée de vie d'un produit est "longue"** (de plus d'un an à plus de 25 ans, selon les sources), de nombreuses références recommandent de prendre en compte la **séquestration du carbone**.

RECOMMANDATIONS DE L'ACDV

Ne tient pas compte le décalage des émissions de GES :

La prise en compte du décalage dans le temps des émissions de gaz à effet de serre est critiquable scientifiquement car fortement liée au fait que le protocole de Kyoto définit comme horizon temporel une intégration des impacts sur 100 ans. Dans le cas d'une intégration des impacts à l'infini, cette notion n'aurait aucun sens



CHANGEMENT D'AFFECTATION DES SOLS ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

CONTEXTE

L'agriculture et les changements d'usage des sols représentent environ 30% des émissions de gaz à effet de serre ou GES à l'échelle mondiale. L'utilisation des terres et les changements d'affectation des terres sont intrinsèquement liés car ils affectent tous deux le sol. Usages et changements d'usage sont intrinsèquement liés du fait du socle commun qu'ils affectent : le sol. Plus de 57% des émissions de carbone dues à l'agriculture et aux changements d'usage des sols (LUC en anglais) sont issues du déstockage de carbone du sol. Si des cadres méthodologiques ou réglementaires existent (IPCC , ILCD , PAS2050 , MDP , RED etc.), ils ne s'appuient pas tous sur un consensus scientifique unique et ne sont pas immédiatement applicables pour améliorer les ACV agricoles. **Ce manque de consensus et de prise en compte holistique de l'usage des sols dans l'ACV contrastent avec les enjeux majeurs liés au rôle potentiel du carbone du sol dans le changement climatique.**

Enjeu :

➤ **Faut-il prendre en compte l'impact des changements d'affectation des sols ?**

L'ÉTAT DE L'ART

- Il n'y a pas de consensus sur la manière de prendre en compte les effets du changement d'affectation des sols (LUC) sur le changement climatique.
- Aucune approche ne distingue les changements directs d'usage du sol (dLUC) et les changements indirects d'usage des sols (iLUC). En l'absence de consensus scientifiques, la règle de déclenchement du calcul des émissions liées au changement d'usage des sols, reprise par ecoinvent et la WFDB a le mérite d'être opérationnelle avec les données FAO et est implémentée dans l'outil Blonk. Cette règle définit un changement d'usage des sols si :
 - la surface de la culture dans le pays a augmenté pendant les 20 dernières années
 - la surface occupée par les espaces naturels dans le pays a diminué pendant les 20 dernières années

Cependant, cette règle exclue les émissions de déstockage et de stockage liées à un changement de pratiques culturales.

- Le référentiel ILCD repris par AGRIBALYSE est en ce sens plus inclusif.
- Pour le calcul des émissions, les facteurs d'émission de l'IPCC sont largement utilisés même s'ils sont critiqués car ils permettent de distinguer les différents usages de sol de manière limitée.
- À l'exception de la méthode de Muller-Wenk & Brandão (2010), il semble y avoir un consensus sur le fait que les émissions doivent être amorties sur une période de 20 ans.

RECOMMANDATIONS DE L'ACDV

La recommandation est de prendre en compte l'impact du changement d'usage des sols (et particulièrement de la déforestation), notamment pour la comparaison de différents produits biosourcés pour guider les industriels sur leur choix d'alternatives aux produits pétrosourcés. Dans ce cadre, les inventaires « land use change » proposés par ecoinvent apparaissent comme la solution la plus facile à mettre en œuvre. Si nécessaire, pour de nouvelles cultures et de nouveaux pays, il peut être combiné avec l'utilisation de l'outil Blonk consultant pour calculer les surfaces transformées.

NB : le praticien devra être vigilant dans l'interprétation de l'impact du changement d'usage des sols des données issues de base de données en lien avec les variations de la méthodologie de calcul.



COMMUNICATION DES RÉSULTATS

CONTEXTE

• Normes

La norme ISO14020 :2022 fournit les principes et les exigences générales pour des déclarations environnementales et programmes associés qui permettent la communication des aspects environnementaux et des impacts environnementaux des produits.

Pour aller plus loin, la famille de normes ISO 14020 énonce des principes et des exigences pour la communication des aspects environnementaux et des impacts environnementaux des produits au moyen de déclarations environnementales.

Par ailleurs, la norme européenne NF EN 16848:2016 fixe les exigences pour que les entreprises communiquent les caractéristiques des produits biosourcés à l'aide d'une fiche technique.

Enfin, la norme ISO 14067 sur les empreintes carbone fournit quelques recommandations sur les exigences en matière de contenu des rapports à publier.

• Exigences

Pour communiquer les résultats de l'ACV, le commissaire doit se conformer aux exigences des normes 14040 et 14044.

Une revue critique peut être nécessaire, notamment en cas de comparaison avec un produit concurrent. Dans ce cas, le processus de revue critique décrit dans la norme ISO 14071 doit être suivi.

En ce qui concerne l'empreinte carbone des produits, la norme ISO 14067 recommande que l'effet du stockage du carbone dans les produits soit documenté séparément dans le rapport d'étude.

RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE L'ACDV

Exigences générales	Recommandations
Transparence : Détailler le contexte de l'étude, la méthodologie utilisée, l'inventaire du cycle de vie, les résultats et les interprétations.	L'Association Chimie Du Végétal recommande de rédiger un rapport d'ACV. Il est recommandé de suivre un plan basé sur les 4 étapes principales décrites dans les normes ISO 14040 & 14044. Par ailleurs, l'ACDV recommande d'accompagner toute communication de l'étude ACV et de ses résultats de sa fiche de métadonnées (voir la note de synthèse suivante)
Qualité des résultats : Justifier les interprétations, les choix méthodologiques, les données et les hypothèses.	Les analyses de sensibilité garantissent la fiabilité des résultats : l'Association Chimie Du Végétal recommande de réaliser des analyses de sensibilité pour toutes les ACV afin de consolider les conclusions de l'ACV. Pour une communication comparative avec un concurrent, la réalisation d'analyses de sensibilité et d'incertitude est obligatoire.



ÉDITION DE MÉTADONNÉES

CONTEXTE

Toute communication de l'étude ACV et de ses résultats doit être accompagnée de sa fiche de métadonnées. Elle permet de préserver la transparence et la 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	
Carbone biogénique	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
Unité fonctionnelle	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 informations sur la modélisation	
Champ de l'étude	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
Allocation	Préciser les allocations choisies pour chaque procédé multiproduit Quel que soit le choix préciser les valeurs utilisées pour le calcul des facteurs d'allocation et leurs sources
Règle de coupure	Préciser et justifier la règle de coupure appliquée lors de l'étude (entre 5% et 0% selon les recommandations ACDV).
Bases de données génériques	Lister les bases de données génériques utilisées dans la modélisation
Données agricoles spécifiques	Lister les émissions quantifiées et les modèles d'émissions associés
Détails des indicateurs d'impact utilisés	
Méthode de calcul	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.