

Etude N°2023-01 Comptabilisation des GES biogéniques

Synthèse

Mai 2024

Version	2024-05-23	
Rédacteurs	Vérificateurs	Approbateurs
Lisa Duval (CIRAIG) Pablo Tirado Seco (CIRAIG)	Annie Levasseur (ÉTS) Julien Pedneault (CIRAIG) Nicolas Roy Heppell (CIRAIG)	François Saunier (CIRAIG)

Centre international de référence sur l'analyse du
cycle de vie et la transition durable (CIRAIG)
www.ciraig.org



L'association SCORE LCA est une structure d'étude et de recherche dédiée aux travaux relatifs à l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) et à la quantification environnementale. Elle vise à promouvoir et à organiser la collaboration entre entreprises, institutionnels et scientifiques afin de favoriser une évolution partagée et reconnue, aux niveaux européen et international, de la méthode d'Analyse du Cycle de Vie et de sa mise en pratique.

- En Bibliographie, ce document sera cité sous la référence :
SCORE LCA, Comptabilisation des GES biogéniques, Synthèse, 2024, 128 pages, n°01-2023.
- Ces travaux ont reçu le soutien de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) : www.ademe.fr
- Les points de vue et recommandations exprimés dans ce document n'engagent que les auteurs et ne traduisent pas nécessairement, sauf mention contraire, l'opinion de l'ensemble des membres de SCORE LCA.
- Les informations et les conclusions présentées dans le présent document ont été établies au vu des données scientifiques et techniques et d'un cadre réglementaire et normatif en vigueur à la date de l'édition des documents.

1. Contexte et objectif de l'étude

En Analyse du Cycle de Vie (ACV), la comptabilisation du carbone biogénique est très discutée, mais peu harmonisée. Des approches différentes, voire contradictoires, sont recensées dans les guides, normes et réglementations en vigueur pour les différents secteurs de l'économie (biocarburant, plastiques biosourcés, construction, etc.).

Cette étude répond aux objectifs suivants :

- Établir l'état de l'art des enjeux méthodologiques identifiés dans la littérature scientifique pour la comptabilisation du carbone biogénique en ACV ;
- Synthétiser les exigences réglementaires et normatives, ainsi que la position de plusieurs parties prenantes et donner un éclairage sur l'évolution de la normalisation en la matière ;
- Aborder les différents enjeux méthodologiques avec un regard plus opérationnel dans une étude de cas ;
- Émettre des recommandations pour les instances normatives, les parties prenantes et les praticiens ACV pour une meilleure compréhension de l'intérêt et des limites de la prise en compte du carbone biogénique ;
- Diffuser les résultats de ces travaux auprès de différentes audiences.

Ce document est la synthèse de l'étude complète disponible en ligne sur le site de ScoreLCA :

SCORE LCA, Comptabilisation des GES biogéniques, 2024, 128 pages, n°01-2023.

2. État de l'art scientifique

2.1 Contexte et définition des termes

Un atome de carbone est qualifié de biogénique lorsqu'il a été absorbé de l'atmosphère par la **biomasse** par le processus de **photosynthèse**, et qu'il demeure au sein du **cycle court** du carbone. Le terme 'biogénique' se réfère spécifiquement au **mécanisme** par lequel un atome de carbone est absorbé de l'atmosphère vers la biosphère. Cet atome de carbone est **identique à un atome de carbone fossile**, et les émissions de GES, qu'elles soient d'origine fossile ou biogénique, ont le **même effet sur le forçage radiatif et les changements climatiques**.

En ACV, on distingue **trois catégories de flux élémentaires** pouvant contenir du carbone biogénique.

- Les **flux de CO₂ captés lors de la photosynthèse** (séquestration). Le CO₂ capté lors de la croissance de la biomasse et éventuellement stocké par la suite dans les sols est comptabilisé comme un flux de carbone biogénique provoqué par des changements d'utilisation des terres (voir ci-dessous).
- Les **flux de carbone biogénique (CO₂, CH₄ ou CO) issus du contenu carbone de la biomasse**, généralement émis à l'atmosphère au cours des étapes de combustion et dégradation de la biomasse (compostage, enfouissement, etc.).
- Les **flux de carbone biogénique (CO₂, CH₄ ou CO) provoqués par l'usage et la transformation des terres (en anglais, « land use land use change (LULUC) »)**. Ces flux sont liés à l'impact des activités humaines nécessitant d'occuper et/ou de transformer un territoire pour une activité.

Les flux de GES, qu'ils soient d'origine fossile ou biogénique, exercent une **influence identique sur l'évolution du climat**. Ainsi, les flux d'inventaires listés **Erreur ! Source du renvoi introuvable** contribuent à l'impact sur les changements climatiques.

2.2 Description des principales approches de comptabilisation

Les quatre principales approches de comptabilisation du carbone biogénique sont décrites et analysées de manière critique pour en faire ressortir les avantages et inconvénients méthodologiques et opérationnels dans le Tableau 2-1. Ces méthodes de comptabilisation **n'affectent pas** les flux de carbone biogénique provoqués par **l'usage et la transformation des terres**, qui font l'objet d'une section spécifique.

Tableau 2-1: Tableau récapitulatif des approches de comptabilisation du carbone biogénique, et de leurs avantages et inconvénients

	Inventaire = 0/0	FC=0/0	FC=-1/+1	Dynamique
Description	Flux de CO _{2bio} non inventoriés, non caractérisés	Flux de CO _{2bio} inventoriés, caractérisés avec un facteur de caractérisation nul	Flux de CO _{2bio} inventoriés, caractérisés comme fossiles	Flux de CO _{2bio} et chronologie inventoriés, caractérisés comme fossiles
	Autres flux de GES _{bio} inventoriés, caractérisés comme fossiles	Autres flux de GES _{bio} inventoriés, facteur de caractérisation adapté	Autres flux de GES _{bio} inventoriés, caractérisés comme fossiles	Autres flux de GES _{bio} et chronologie inventoriés, caractérisés comme fossiles
Enjeux méthodologiques	<ul style="list-style-type: none"> ● Impact environnemental surestimé si émissions sous formes non-CO₂ (CH₄, CO) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Émissions sous formes non-CO₂ (CH₄, CO) prises en compte par les facteurs de caractérisation ajustés 	<ul style="list-style-type: none"> ● Émissions sous formes non-CO₂ (CH₄, CO) prises en compte par les facteurs de caractérisation fossiles 	<ul style="list-style-type: none"> ● Émissions sous formes non-CO₂ (CH₄, CO) prises en compte par les facteurs de caractérisation fossiles
	<ul style="list-style-type: none"> ● Stockage permanent non comptabilisé 	<ul style="list-style-type: none"> ● Stockage permanent non comptabilisé 	<ul style="list-style-type: none"> ● Stockage permanent comptabilisé 	<ul style="list-style-type: none"> ● Stockage permanent comptabilisé
	<ul style="list-style-type: none"> ● Dimension temporelle non considérée 	<ul style="list-style-type: none"> ● Dimension temporelle non considérée 	<ul style="list-style-type: none"> ● Dimension temporelle non considérée 	<ul style="list-style-type: none"> ● Dimension temporelle considérée
	<ul style="list-style-type: none"> ● Non-respect du bilan de masse des processus 	<ul style="list-style-type: none"> ● Respect du bilan de masse des processus 	<ul style="list-style-type: none"> ● Respect du bilan de masse des processus 	<ul style="list-style-type: none"> ● Respect du bilan de masse des processus
	<ul style="list-style-type: none"> ● Calcul d'impact non influencé par de potentiels choix ou erreurs de comptabilisation des flux de CO_{2bio}, mais influencé pour les autres flux de GES_{bio}, 	<ul style="list-style-type: none"> ● Calcul d'impact non influencé par de potentiels choix ou erreurs de comptabilisation des flux de CO_{2bio}, mais influencé pour les autres flux de GES_{bio} 	<ul style="list-style-type: none"> ● Calcul d'impact influencé par de potentiels choix ou erreurs de comptabilisation des flux de carbone 	<ul style="list-style-type: none"> ● Calcul d'impact influencé par de potentiels choix ou erreurs de comptabilisation des flux de carbone

	Inventaire = 0/0	FC=0/0	FC=-1/+1	Dynamique
Enjeux opérationnels	<ul style="list-style-type: none"> ● Pas d'étape de collecte de données pour les flux de CO₂ biogéniques 	<ul style="list-style-type: none"> ● Collecte de données nécessaire pour les flux de CO₂ biogéniques 	<ul style="list-style-type: none"> ● Collecte de données nécessaire pour les flux de CO₂ biogéniques 	<ul style="list-style-type: none"> ● Collecte de données nécessaire pour les flux de CO₂ biogéniques et ajout de la dimension temporelle pour l'ensemble des flux d'inventaire
	<ul style="list-style-type: none"> ● Analyse de sensibilité avec d'autres méthodes de comptabilisation impossible 	<ul style="list-style-type: none"> ● Analyse de sensibilité avec d'autres méthodes de comptabilisation possibles 	<ul style="list-style-type: none"> ● Analyse de sensibilité avec d'autres méthodes de comptabilisation possibles 	<ul style="list-style-type: none"> ● Analyse de sensibilité avec d'autres méthodes de comptabilisation possibles
	<ul style="list-style-type: none"> ● Analyse de contribution faussée 	<ul style="list-style-type: none"> ● Analyse de contribution faussée 	<ul style="list-style-type: none"> ● Analyse de contribution non faussée 	<ul style="list-style-type: none"> ● Analyse de contribution non faussée
	<ul style="list-style-type: none"> ● Pas d'attention particulière à porter sur la modélisation des flux de carbone (frontières du système, multifonctionnalité, traçabilité (<i>mass-balance</i>)) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Pas d'attention particulière à porter sur la modélisation des flux de carbone (frontières du système, multifonctionnalité, traçabilité (<i>mass-balance</i>)) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Attention particulière à porter sur la modélisation des flux de carbone (frontières du système, multifonctionnalité, traçabilité (<i>mass-balance</i>)) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Attention particulière à porter sur la modélisation des flux de carbone (frontières du système, multifonctionnalité, traçabilité (<i>mass-balance</i>))

Des pastilles de couleurs indiquent si la caractéristique listée est davantage un atout (pastille verte), un inconvénient (pastille rouge) ou ni l'un ni l'autre (pastille orange) relativement aux autres méthodes

2.3 Enjeux méthodologiques

2.3.1 Suivi des flux de carbone

Des enjeux de comptabilisation du carbone biogénique liés au choix des frontières du système, à la multifonctionnalité et à la traçabilité (*mass-balance*) apparaissent quand l'approche de comptabilisation FC=-1/+1 est utilisée.

- **Choix des frontières du système** : les ACV qui n'incluent pas l'ensemble des étapes du cycle de vie (particulièrement les étapes pendant lesquelles le carbone biogénique est séquestré et émis) peuvent résulter en une interprétation faussée des résultats. Des résultats obtenus avec une ACV « du berceau à la porte » ou « de la porte au tombeau » peuvent respectivement conduire à sous-estimer ou à surestimer l'impact d'un produit sur les changements climatiques.
- **Multifonctionnalité** :
 - Une allocation des co-produits **non basée sur le contenu en carbone biogénique** des produits **perturbe le bilan** des flux de carbone biogénique à l'échelle des processus : la quantité de carbone biogénique entrante, allouée selon la méthode d'allocation choisie, n'est pas égale à la quantité de carbone biogénique sortante. Une **correction** de ces bilans peut être faite à la main pour les processus d'avant-plan, et dans les bases de données pour les processus d'arrière-plan.
 - L'approche **cut-off** attribue les impacts des flux de carbone biogénique des sous-produits et déchets entrants ou sortants aux **cycles de vie respectivement en amont ou en aval** du cycle de vie considéré. En excluant des processus du système de produit pouvant potentiellement séquestrer ou émettre du carbone biogénique, le **bilan** des flux de carbone biogénique est **perturbé** à l'échelle du système. Une correction de ces bilans peut également être faite, à la main et par défaut dans les bases de données.
- **Traçabilité (*mass-balance*)** :
 - Il existe quatre modèles de chaînes de traçabilité pour lier des entrants à un produit final sortant. Dans les modèles *mass-balance* et *book and claim*, la traçabilité ne reflète pas toujours le contenu en carbone « réel », ou physique, du produit.
 - L'utilisation d'un contenu en carbone certifié dans une modélisation ne reflète pas nécessairement le contenu en carbone biogénique réel du produit, mais permet de récompenser les choix et efforts des acteurs engagés.
 - Tous les modèles peuvent être mis en place, mais la **transparence**, la **standardisation** des pratiques et le **contrôle** de la part d'entités indépendantes sont nécessaires pour garantir le bon fonctionnement de la chaîne.

2.3.2 Aspect temporel/dynamique et stockage

Le calcul de l'impact sur les changements climatiques dépend notamment de deux paramètres :

- **l'horizon temporel** choisi pour comptabiliser les émissions et calculer les impacts. En ACV statique, il est généralement fixé à 100 ans ;
- **le moment où le flux élémentaire** est émis ou absorbé. En ACV statique, tous les flux élémentaires sont supposés émis ou absorbés à t=0.

De plus, deux enjeux principaux sont plus spécifiquement liés à la dynamique de la comptabilisation des flux de carbone biogéniques en ACV :

- la dynamique **entre la captation et l'émission du carbone**, liée au cycle de la croissance de la biomasse. Plus la biomasse repousse lentement, plus la séquestration est longue, plus le carbone reste dans l'atmosphère et a un impact ;

- la question du **stockage** (temporaire ou permanent) de carbone dans les matériaux et produits. Le **stockage temporaire** de carbone correspond à la rétention du carbone hors de l'atmosphère pendant un certain temps. Il est parfois associé à un crédit environnemental (impact évité). Le **stockage permanent** correspond à une émission qui a lieu au-delà de l'horizon temporel choisi, et qui n'est donc pas considérée dans l'ACV.

Plusieurs méthodes **dynamiques** existent pour tenir compte des aspects temporels et de stockage.

- Certaines méthodes, appelées dans le cadre de cette étude « **dynamiques sélectives** », permettent de prendre en compte les aspects dynamiques spécifiquement liés aux flux de carbone biogénique et sont combinées avec l'ACV statique, mais présentent des incohérences d'un point de vue méthodologique.
- Les approches de comptabilisation **dynamiques** considèrent l'ensemble des paramètres dynamiques pour l'ensemble de l'inventaire (flux biogéniques et non biogéniques), mais requièrent un effort supplémentaire de collecte de données et l'utilisation d'outils spécifiques. Les approches dynamiques permettent de visualiser l'évolution de l'impact dans le temps. Les résultats obtenus ne sont pas facilement comparables avec ceux des approches statiques, mais donnent une information supplémentaire pour la prise de décision.

En général, les praticiens **ne considèrent pas les approches dynamiques en ACV** en raison du manque de consensus quant à l'approche à adopter, la difficulté de leur mise en œuvre et la complexité de leur interprétation. **Excepté le stockage temporaire**, qui est **parfois considéré** avec des approches dynamiques sélectives.

2.3.3 Usage et transformation de terres

Le **carbone biogénique** stocké dans le sol et la végétation sont affectés par l'usage et la transformation des terres (couramment désigné par l'abréviation anglophone de **land use and land use change (LULUC)**).

- Deux types d'activité sont différenciés : l'**occupation des terres** (maintenir un usage à une certaine intensité pendant un certain temps) et le **changement d'utilisation des terres**, qui comprend le changement d'affectation des terres (convertir une terre d'un usage vers un autre) et le changement de gestion des terres (changement de pratique agricole ou forestière).
- Deux types de LUC sont différenciés : les **LUC directs** (dLUC, causés directement par les terres qui sont occupées et/ou transformées par le système de produit étudié) et les **LUC indirects** (iLUC, causés à l'extérieur du système étudié par des mécanismes de marché). Des deux, **seuls les dLUC sont généralement comptabilisés**.
- Les LULUC exercent une influence sur les changements climatiques, la qualité des sols et la biodiversité. L'enjeu de comptabilisation des émissions des LULUC pour l'impact sur les changements climatiques est lié à la **quantification des émissions au niveau de l'inventaire**. Ces émissions contribuent ensuite à l'impact sur les changements climatiques de la même façon que les autres émissions dans l'inventaire.
- La plupart des modèles pour quantifier les émissions liées aux LULUC sont basés sur l'approche du GIEC (IPCC Tier 1). Cependant, une autre approche est recommandée par la Life Cycle Initiative (GLAM) : l'approche Müller-Wenk et Brandão.

Cet enjeu demeure un sujet de recherche en cours nécessitant davantage de développement pour une opérationnalisation harmonisée.

3. État de l'art des exigences et pratiques de comptabilisation du carbone biogénique

Le Tableau 3-1 donne une vue d'ensemble des exigences réglementaires et normatives et du positionnement des acteurs publics et privés relatifs à la comptabilisation des GES biogéniques.

Tableau 3-1 : Tableau synthétisant les exigences réglementaires et normatives et du positionnement des acteurs publics et privés pour a comptabilisation des GES biogéniques

Enjeux	Réponse des normes
<p>Approche de comptabilisation</p> <p>Inventaire</p> <hr/> <p>Méthode de caractérisation</p>	<p>Suivi souvent obligatoire des flux de carbone biogénique.</p> <p>Nomenclature : flux explicitement identifié par "biogénique" dans son nom.</p> <p>Dans les Product Category Rule (PCR), il est souvent demandé de faire le suivi des flux de carbone biogénique entre les modules (EN 15 804 et PCRs dérivés).</p> <p>Approche FC=0/0 : obligatoire dans le PEF (2018) (facteur ajusté pour le CH₄, sauf contre-indication par un PCR), parfois possible (par exemple dans le ILCD Handbook (2010) qui ne donne pas de méthode spécifique à suivre).</p> <p>Approche FC=-1/+1 : généralement recommandée (GHG Protocol (2011), PAS 2050 (2011), EN 15804+A2 (2019), EN16485, EN 16760, ISO 14067 (2018)...).</p>
<p>Multifonctionnalité</p> <p>Hiérarchie générale</p> <hr/> <p>Spécifique aux flux de carbone</p>	<p>En général, hiérarchie ISO 14040-44.</p> <p>En général, le carbone biogénique doit être alloué selon la réalité des flux physiques indépendamment du choix d'allocation.</p>
<p>Aspect temporel/dynamique et stockage</p> <p>ACV dynamique</p> <hr/> <p>Stockage</p>	<p>Non mentionnée sauf dans ISO 14 067, méthode générale proposée pour prendre en compte les aspects temporels</p> <p>● Stockage temporaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ne pas le prendre en compte (EN 15804+A2 (2019), PEF (2018)) - Ne pas prendre en compte sauf si spécifié dans les objectifs de l'étude (ILCD Handbook (2010)) - Possibilité de le calculer, mais à déclarer à part (ISO 14 067, GHG Protocol (2011)) - À prendre en compte (PAS 2050 (2011)) <p>Si pris en compte, les méthodes pour le calcul sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Méthode de Lashof simplifiée (ILCD Handbook (2010), EN 16760)

Enjeux	Réponse des normes
	<ul style="list-style-type: none"> - Facteur multiplicatif (PAS 2050 (2011)) - Méthode Levasseur simplifiée (RE2020) ● Stockage permanent : - Non considéré (ISO 14067 (2018), EN 15 804) - Pris en compte (carbone considéré stocké indéfiniment si émission après 100 ans) (PEF (2018), PAS 2050 (2011))
<p style="text-align: center;">Usage et transformation des terres (LULUC)</p>	<p style="text-align: center;">dLUC</p> <p>À inclure dans le bilan pour toutes les normes et guidelines, mais parfois à déclarer séparément</p> <ul style="list-style-type: none"> - Souvent, amortissement de 20 ans et méthode IPCC Tier 1 pour le calcul des émissions (PAS 2050 (2011), PEF (2018)) - Méthode Müller-Wenk et Brandão (ILCD Handbook (2010)) <p>Les LULUC à partir des forêts anciennes sont parfois comptabilisés comme des émissions fossiles</p> <p>Les stockages de carbone liés aux dLUC sont considérés à inclure</p> <hr/> <p style="text-align: center;">iLUC</p> <p>Non considérés en général, dû au manque de consensus pour les calculer</p> <p>Le ILCD Handbook (2010) permet sa quantification si l'objectif de l'étude le justifie (approche conséquentielle)</p>

4. Étude de cas

L'objectif de cette étude de cas est **d'illustrer la manière dont les enjeux soulevés sont opérationnalisés** dans une base de données et un logiciel ACV. Différents matériaux utilisés dans la **construction d'un bâtiment** (béton, bois et bambou) sont comparés. Réalisée avec le logiciel SimaPro et la base de données *ecoinvent* version 3.9.1, cette étude teste les approches **FC=0/0**, **FC=-1/+1** et plusieurs **approches dynamiques**, et propose un exemple d'adaptation des flux biogéniques liés à **l'usage et à la transformation des terres** au contexte de l'étude.

Les approches FC=0/0 et FC=-1/+1 donnent des scores d'impact différents, principalement en raison d'un **déséquilibre du bilan de masse du carbone biogénique à l'échelle du système**. Ce déséquilibre est principalement causé par le **stockage permanent** du carbone (notamment par enfouissement en fin de vie), **l'allocation de co-produits** et le **cut-off**. Les **corrections** apportées dans la base de données *ecoinvent*, ainsi que celles recommandées aux praticiens, sont discutées en détail. Cette étude de cas met en lumière la **complexité de suivre les flux de carbone biogénique** dans le système avec les logiciels actuellement disponibles.

Les approches dynamiques sélectives testées incluent l'approche **tonne.année adaptée selon le ILCD Handbook** et l'approche **GWPbio**, qui ajoutent une contribution aux résultats obtenus avec les approches statiques. Malgré leur relative facilité de mise en œuvre, ces approches ne traitent pas de manière exhaustive tous les flux d'inventaire de manière cohérente. De plus, l'approche **dynamique Levasseur** est évaluée, offrant la possibilité de suivre l'évolution de l'impact sur les changements climatiques dans le temps, ce qui complète les résultats statiques pour la prise de décision. Toutes les étapes des calculs sont explicitées afin de faciliter leur mise en œuvre par les praticiens.

Enfin, l'intégration de l'impact sur les changements climatiques de **l'usage et de la transformation des terres** dans *ecoinvent* est exposée en détail. L'exemple de la culture de palmier à huile est utilisé pour démontrer l'importance **d'adapter le calcul** de l'impact lié à l'usage et à la transformation des terres **au contexte de l'étude**, particulièrement pour les produits agricoles et forestiers où cet impact peut être significatif.

5. Conclusions et recommandations

Synthèse des recommandations

Approche de comptabilité

Recommandations générales

Le carbone biogénique étant le même atome et ayant les mêmes impacts que le carbone fossile, il ne devrait pas être traité différemment en ACV.

- Toujours prioriser l'approche FC=-1/+1.
- L'approche FC=0/0 peut être utilisée pour des systèmes où les produits biosourcés ne sont pas l'objet de l'étude ou si les flux de carbone biogéniques ne contribuent pas significativement à l'impact final.

Recommandations pour les praticiens

- S'assurer que l'inventaire des flux de carbone biogénique est complet.
- Ajuster le bilan de carbone biogénique en cas de déséquilibre, en priorisant l'avant plan et les processus les plus contributeurs.
- Utiliser des bases de données qui incluent l'ensemble des flux de carbone biogéniques (séquestration et émissions de GES biogéniques).
- Utiliser des bases de données désagrégées pour accéder aux flux de carbone biogénique (et éventuellement les corriger) dans les processus.

Recommandations pour les bases de données

- Inclure l'ensemble des flux de carbone biogénique (conservation de la masse).

Synthèse des recommandations

Suivi des flux de carbone : choix de frontières du système, multifonctionnalité et traçabilité (*mass-balance*)

Recommandations générales

- Le traitement de la multifonctionnalité doit être ajusté pour le carbone biogénique (allocation selon le contenu en carbone biogénique ou correction).
- Le choix de la méthode pour la traçabilité n'affecte pas le bilan de carbone final. Cependant, la traçabilité des flux et la documentation sont nécessaires pour le calcul de ces bilans.

Recommandations pour les praticiens

- Considérer l'ensemble des étapes du cycle de vie impliquant une séquestration ou des émissions de carbone biogénique. À défaut, explicitement mettre en évidence l'influence du choix des frontières du système sur les résultats et leur interprétation.
- Calculer et vérifier le bilan de carbone biogénique.
- Utiliser des bases de données qui corrigent les problèmes liés à l'allocation (de co-produits et *cut-off*).
- Ajuster manuellement les déséquilibres issus de la multifonctionnalité (co-produits et *cut-off*).
- Dans le cas d'une expansion des frontières, considérer l'ensemble des étapes du cycle de vie impliquant une séquestration ou des émissions pour le système substitué.
- L'utilisation de contenu en carbone biogénique réel ou certifié doit être documentée de façon transparente tout au long de la chaîne de valeur du produit.

Recommandations pour les bases de données

- Inclure le contenu en carbone biogénique pour l'ensemble des flux
- Inclure des flux de correction pour l'arrière-plan (allocation de co-produit et *cut-off*).
- Paramétrer les processus en fonction du contenu en carbone biogénique des flux entrants ou sortants.
- Faciliter le suivi du carbone biogénique dans le système (ex. permettre une analyse de flux de matière du carbone biogénique).

Synthèse des recommandations

Aspects temporels et stockage

Recommandations générales

- Réaliser une ACV dynamique uniquement si pertinent dans le contexte de l'étude (ex. dans le cas d'un stockage temporaire important ou de cycles de rotation de la biomasse longs).
- Prioriser les approches dynamiques plutôt que les approches dynamiques sélectives, qui gardent une cohérence pour tous les flux d'inventaire.
- Poursuivre le développement et la mise à jour des facteurs de caractérisation, des approches et des outils d'ACV dynamiques.

Recommandations pour les praticiens

- Déterminer la pertinence de l'approche avec une analyse de contribution et un bilan du carbone mobilisé et stocké temporairement.
- Construire un inventaire dynamique (quelle émission à quel moment) de façon itérative pour trouver l'équilibre entre le niveau de détail et le temps passé pour la modélisation.
- Présenter séparément les contributions obtenues en utilisant les méthodes dynamiques sélectives (tonne.année, GWPbio).
- Présenter et interpréter les résultats obtenus en utilisant les approches dynamiques sans les comparer à ceux de l'ACV statique.

Recommandations pour les bases de données

- Intégrer de l'information temporelle sur les flux quand pertinente (durée de vie, période de rotation de la biomasse, chronologie des flux ...).
- Développer des données spécifiques sur la dynamique de croissance de la biomasse (particulièrement pour le bois).
- Permettre la construction d'un inventaire dynamique
- Intégrer la possibilité de faire des ACV dynamiques directement au sein des logiciels d'ACV.



Synthèse des recommandations

Usage et transformation de terres

Recommandations générales

- Si possible, inclure les impacts de l'occupation et la transformation des terres sur le changement climatique.
- Choisir l'outil le plus pertinent pour identifier les LUC en fonction des ressources allouées à l'étude.
- Si possible, inclure les changements de gestion des terres lors de l'évaluation des impacts des LUC.
- Inclure les iLUC si requis, en fonction du contexte de l'étude.

Recommandations pour les praticiens

- Utiliser des bases de données qui incluent les émissions des LUC.
- Utiliser des bases de données désagrégées qui permettent l'adaptation des processus au contexte de l'étude.
- Si possible, adapter les processus des bases de données avec des données spécifiques à l'étude.

Recommandations pour les bases de données

- Paramétriser et désagréger les données pour calculer les émissions des LUC, et les documenter de manière claire.
- Suivre l'évolution de la recherche sur le calcul et l'inclusion des iLUC.

