

Janvier 2025

Mise à jour MEANS-InOut v5

Table des matières

I	Fonctionnalités agro-environnementales	2
I.A	Ajout des systèmes équins	2
I.A.1	Collecte des données.....	3
I.A.2	Calcul des flux directs	7
I.A.3	Génération des inventaires de cycle de vie.....	8
I.B	Mise à jour des systèmes de production disponibles	10
I.B.1	Mise à jour des systèmes de production végétale	10
I.B.2	Mise à jour des modèles d'émissions.....	11
I.C	Actualisation des flux d'énergie et d'eau dans les inventaires de cycle de vie en fonction de la localisation.....	11
I.D	Mise à jour des référentiels pour la collecte des données	12
II	Fonctionnalités logicielles	13
II.A	Mise à jour du calcul des indicateurs d'impacts via openLCA.....	13
II.A.1	Différences observées entre openLCA et SimaPro.....	13
II.B	Révision du fichier de sortie des indicateurs d'impact.....	13

Le but de ce document est de présenter les nouveautés la version v5 de MEANS-InOut.

I Fonctionnalités agro-environnementales

I.A Ajout des systèmes équins

La version v5 de MEANS-InOut offre un cadre méthodologique pour la réalisation d'analyses de cycle de vie (ACV) des productions équinnes. Ce développement a été mené en collaboration avec le bureau d'études O2M Lab et l'IFCE (Institut français du cheval et de l'équitation).

Ce cadre permet d'évaluer différents systèmes équins, tels que les écuries de course, les écuries de concours, les centres équestres, ainsi que les systèmes d'élevage et de pension. Il intègre plusieurs types d'équidés, représentant plus de 90 % des élevages équins en métropole.

En outre, plusieurs unités fonctionnelles sont disponibles en fonction des systèmes, soit par type d'activité (concours, courses, etc.), soit par UGB (unité de gros bétail). L'inventaire du cycle de vie généré prendra en compte le flux sélectionné pour les analyses.

Les détails des systèmes d'élevage équins et les paramétrages disponibles sont présentés dans le tableau suivant :

Systèmes modélisés	Type d'équidés représentés	Unités fonctionnelles disponibles	Modélisation dans MEANS-InOut
Naisseur-Eleveur	Cheval de trait, Cheval de sang/selle, poney et ânes (AB ou CD)	Animal vendu	Découpage en 6 ateliers : - Poulinières en gestation - Poulinières suitées - Equins en croissance (6 mois à 1 an) - Equins en croissance (1 à 2 ans) - Equins en croissance (2 à 3 ans) - Equins en fin de croissance (3 ans et plus)
Naisseur-Engraisseur	1 seul type d'équidé par atelier		
Eleveur			Découpage en 4 ateliers : - Equins en croissance (6 mois à 1 an) - Equins en croissance (1 à 2 ans) - Equins en croissance (2 à 3 ans) Equins en fin de croissance (3 ans et plus)
Engraisseur			

Le détail des systèmes équins en activité et les paramétrages disponibles est détaillé dans le tableau suivant :

Systemes modélisés	Type d'équidés représentés	Unités fonctionnelles disponibles	Modélisation dans MEANS-InOut
Ecurie de course	Cheval de sang/selle	de Course réalisée, UGB présent	1 atelier : Equins en activités
Ecurie de concours	Cheval de trait, Cheval de sang/selle, poney et ânes (AB ou CD)	de Concours réalisé, UGB présent	
Ferme équestre		Heure d'activité, UGB présent	
Pension ou ferme pédagogique	Plusieurs types d'équidé par atelier possible	UGB présent	
Centre équestre	Cheval de sang/selle, poney et ânes (AB ou CD) Plusieurs types d'équidé par atelier possible	Heure d'activité, UGB présent	

I.A.1 Collecte des données

I.A.1.a Création des Etapes atelier Equin

Comme pour les systèmes animaux, il est possible de créer un scénario pour les systèmes d'élevage équins (Naisseur-Éleveur, Naisseur-Engraisseur, Éleveur, Engraisseur). Cette approche permet de générer automatiquement les inventaires de cycle de vie des animaux vendus en combinant l'ensemble des ateliers constituant l'élevage (phases de gestation et de croissance). Il est toutefois possible de créer individuellement les Etapes de ces systèmes dans un scénario simple. Dans ce cas, la génération des inventaires du cycle de vie finaux devra être effectuée manuellement.

Lors de la création du système équin, l'utilisateur devra choisir le type d'équidé parmi les options suivantes : cheval de trait, cheval de sang/selle, poneys, ânes AB ou CD.

Figure 1 : Popup de création d'un système équins

Egalement, dans un scénario simple, lors de la création des étapes en production équine, l'utilisateur devra obligatoirement indiquer le ou les types d'équidés composant son atelier, en fonction des options offertes par le système. Cette information influencera la saisie des données d'itinéraire, notamment les données techniques et l'alimentation, qui devront être renseignées par type d'équidé.

Figure 2 : Popup de création d'une Etape équins en scénario simple

Une fois l'Etape créée, il n'est pas possible de modifier les type d'équidés sélectionnés.

I.A.1.b Documentation du système

Le formulaire de description des ateliers (Étape) est semblable à celui utilisé pour les autres ateliers animaux. C'est sur ce formulaire que se fait la sélection du type d'unité fonctionnelle.



Unité

Unité de collecte (UC)

Périmètre temporel (an) *  1.0

Unité de l'unité de collecte pour cette étape *  Cheptel

Unité fonctionnelle (UF)

L'unité fonctionnelle est une grandeur qui représente la fonction du système. En ACV, on compare deux systèmes qui remplissent une même fonction, et donc des systèmes sur lesquels on peut appliquer la même unité fonctionnelle.

Unité fonctionnelle pour cette étape *  heure d'activité

Type d'UF*  heure d'activité ▲

Unité internationale correspondante  |

Nombre d'UF produites par UC  Choisir
UGB (Unité de Gros Bétail)
heure d'activité

Figure 3 : Choix du type d'unité fonctionnelle

I.A.1.c Saisie des données d'itinéraires

Pour chacun des ateliers équins, la collecte des données d'itinéraire se découpe en 9 items :

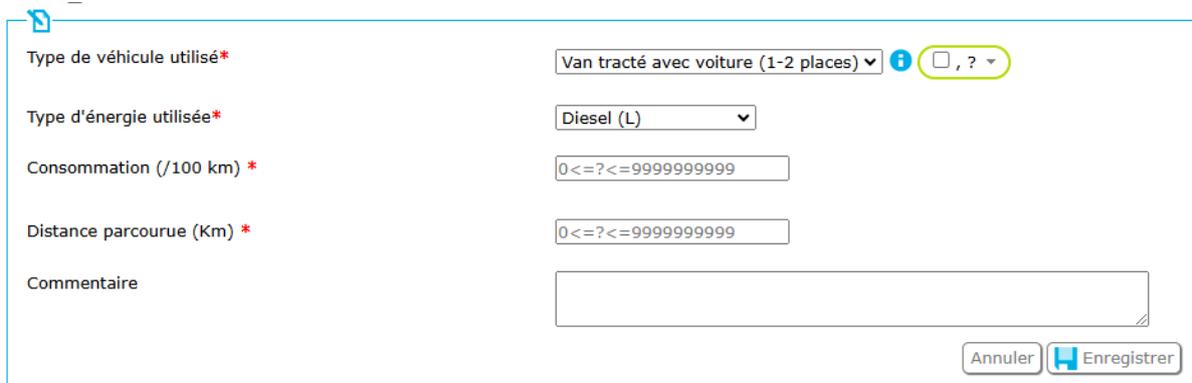
- **Données techniques** : les données à recueillir correspondent aux informations de flux d'animaux et dépendent du système et du type d'unité fonctionnelle choisies. Si plusieurs types d'équidés sont renseignés auparavant, alors les informations à renseigner sont par type d'équidé. C'est dans ce formulaire qu'est renseigné le pourcentage de temps passé au bâtiment, au paddock et au pâturage.
- **Alimentation** : le formulaire a été adapté pour les élevages équins :
 - **Renseignement du type d'équidé nourri**. Une ration ne concerne qu'un type d'équidé.
 - **% du troupeau concerné** : pourcentage des équidés qui reçoivent la ration
 - **Temps passé au bâtiment** : cette information n'est pas à renseigner pour les équidés
 - **Aliments** : quatre aliments ont été créés :
 - Aliment équin Club
 - Aliment équin Elevage
 - Aliment équin Sport
 - Aliment équin senior
- **Bâtiments d'élevage** : le formulaire est équivalent aux autres types d'animaux. Cinq bâtiments ont été ajoutés :
 - Aire stabilisée
 - Ecurie type barn avec box individuel, majoritairement en bois
 - Ecurie aire paillée intégrale, majoritairement en acier
 - Ecurie aire paillée intégrale, majoritairement en bois
 - Paddock sablé
- **Déjections au bâtiment et paddock** : le formulaire est équivalent aux autres types d'animaux. Trois effluents ont été ajoutés :
 - Compost équins à base de paille
 - Fumier équin à base de paille
 - Fumier équin à base de paille, de litière accumuléeCes effluents sont également disponibles dans le formulaire fertilisation en production végétale.

- **Infrastructure** : le formulaire est équivalent aux autres types d'animaux. Quinze infrastructures ont été ajoutées :
 - Manège sable, couvert et subirrigué
 - Manège sable, couvert et non subirrigué
 - Manège fibré (Sable + Géotextile), couvert et subirrigué
 - Manège fibré (Sable + Géotextile), couvert et non subirrigué
 - Carrière sable, couverte et subirriguée
 - Carrière sable, couverte et non-subirriguée
 - Carrière sable, extérieure et subirriguée
 - Carrière sable extérieure et non subirriguée
 - Carrière fibrée (Géotextile + Sable), couverte et subirriguée
 - Carrière fibrée (Géotextile + Sable), couverte et non subirriguée
 - Carrière fibrée (Géotextile + Sable), extérieure et subirriguée
 - Carrière fibrée (Géotextile + Sable), extérieure et non subirriguée
 - Rond de longe (sable)
 - Carrière en copeaux de bois, couverte et subirriguée
 - Carrière en copeaux de bois, couverte et non-subirriguée

- **Eau consommée** : Une seule quantité d'eau est à renseigner, il n'y a pas de distinction entre l'eau de nettoyage, l'eau de lavage du cheval et l'eau de refroidissement de l'air ambiant

- **Energie consommée** : le formulaire est équivalent aux autres types d'animaux.

- **Déplacement** : ce formulaire permet de renseigner les déplacements associés aux équins. Ils constituent une part importante des émissions. Les données à renseigner concernent le type de véhicule, le type d'énergie utilisée, la consommation moyenne du véhicule et la distance parcourue. Trois types de véhicules sont disponibles :
 - Van tracté avec voiture
 - Camion VL chevaux
 - Camion PL chevaux



The screenshot shows a web form titled 'Déplacement' with the following fields and options:

- Type de véhicule utilisé***: A dropdown menu showing 'Van tracté avec voiture (1-2 places)'. To its right is an information icon (i) and a help icon (question mark in a box).
- Type d'énergie utilisée***: A dropdown menu showing 'Diesel (L)'.
- Consommation (/100 km) ***: A text input field with the placeholder '0<=?<=9999999999'.
- Distance parcourue (Km) ***: A text input field with the placeholder '0<=?<=9999999999'.
- Commentaire**: A large text area for notes.
- At the bottom right, there are two buttons: 'Annuler' and 'Enregistrer'.

Figure 4 : Formulaire de déplacement

- **Equipement** : ce formulaire permet de renseigner le matériel spécifique aux équins comprenant le matériel pour monter à cheval, pour sauter et les fers à cheval.

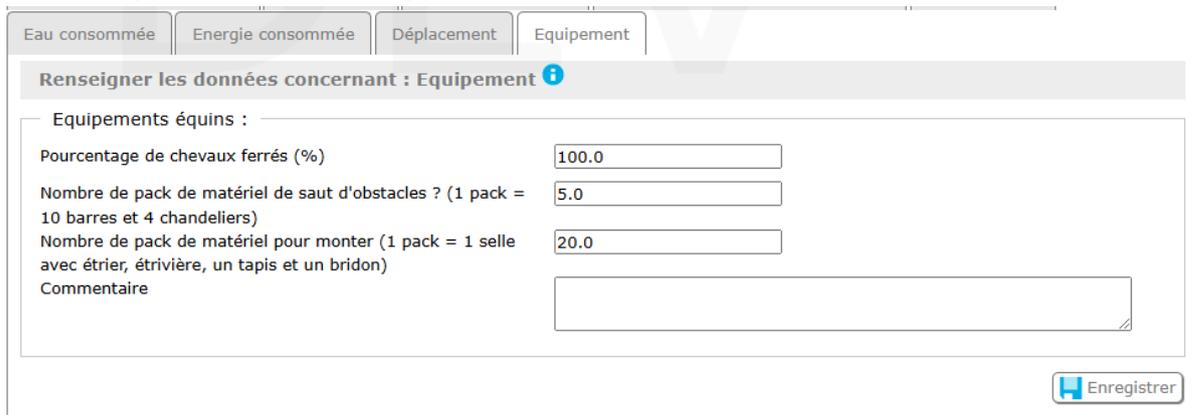


Figure 5 : Formulaire équipement

I.A.2 Calcul des flux directs

Les émissions directes calculées par MEANS-InOut et les modèles utilisés sont listés ci-dessous :

Substances émises	Modèle d'émission	Description
CH4 entérique	Vermorel, 1997*	Ce modèle est spécifique au chevaux. Dans ce modèle, l'énergie du méthane est calculé grâce à une équation dont les paramètres d'entrées sont la composition de la ration (% fibre, protéines, amidon). L'énergie du méthane est ensuite convertit en masse.
CH4 au stockage des déjections	IPCC 2019, tier 2	Ce modèle suit les recommandations de l'IPCC 2019, tier 2. Il calcule dans un premier temps les solides volatiles (SV) émis quotidiennement par animal dans ses déjections, comme fonction de la masse d'aliment ingéré et de la composition de l'alimentation. Le facteur d'émission du méthane par animal est ensuite calculé comme le produit de constantes, de la durée d'élevage, de la masse de SV émis par animal et par jour, et par un facteur de conversion des SV en méthane (FMC), qui dépend des conditions de stockage des déjections. Le FMC dépend du type de déjection, du type de stockage et du climat, qui sert de proxy pour évaluer la température des déjections au stockage.
N excrété	Vermorel <i>et al.</i> , 2008*	Ce modèle est spécifique au chevaux. Ce modèle utilise le N ingéré pour calculer le N excrété par l'animal. Ce modèle permet de différencier le N excrété solide du N excrété liquide (les équations sont différentes). C'est ensuite plus facile de différencier le N excrété au champ de celui au bâtiment.
NH3	EMEP 2019, tier 2	Ce modèle s'applique aux productions de monogastriques. Il calcule les émissions d'ammoniac au parcours, au bâtiment et au stockage, à partir des quantités d'azote

		excrété par les animaux. Le modèle applique d'abord une proportion d'azote ammoniacal (TAN) à l'azote total. Les émissions sont calculées à partir de cette fraction d'azote ammoniacal (TAN), avec des facteurs d'émission dépendant des espèces et (éventuellement) de leurs stades physiologiques. Le facteur d'émission dépend aussi du post d'émission (bâtiment, stockage, parcours).
NO	EMEP 2019, tier 1	Ce modèle estime les quantités de NOx émis par les déjections animales lors de leur stockage. Il applique à la quantité de N excrété moins les émissions de NH3 un facteur d'émission dépendant de chaque type d'animaux. La masse de NOx émises est calculée comme si toutes les émissions d'oxydes d'azote étaient sous forme de NO2.
N2O émission directe	– IPCC 2019, tier 2	Ce modèle calcule les émissions de N2O au stockage, à partir des quantités d'azote excrété par les animaux. Le facteur d'émission dépend du type de déjection (fumier, lisier) et du type de stockage.
N2O émission indirecte	– IPCC 2019, tier 2	Ce modèle prend en compte les émissions de N2O dues au processus de nitrification/dénitrification des émissions d'ammoniac, d'oxydes d'azote et de nitrate, par le biais de facteurs d'émission.

*Modèles d'émission spécifiques aux équidés, calculés à partir de la ration ingérée

Dans la page de sélection des modèles, un jeu de modèle *Equins* a été ajouté, permettant de sélectionner tous ces modèles.



I.A.3 Génération des inventaires de cycle de vie

L'application MEANS-InOut permet de générer les ICVs des productions équinées issus des systèmes présentés au point I.A. L'inventaire constitué dépend du choix de l'unité fonctionnelle sélectionnée dans la documentation de l'Etape.

Suivant les systèmes, la génération se fait au niveau :

- de l'Etape (pour les équidés dit en activité)

- du Scenario pour les élevages naisseur ou engraisseur. Des schémas de construction des ICVs sont disponibles au niveau du scénario et permettent de comprendre leur construction.

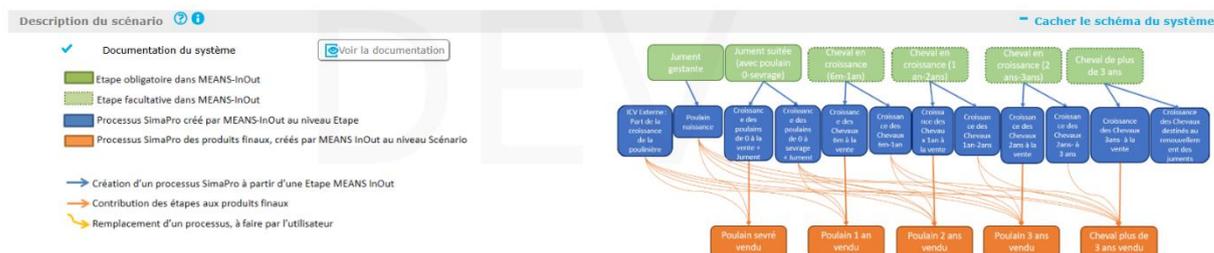


Figure 6 : Schéma présentant la construction des ICVs éleveur-naisseur

Il convient de noter que ces ICVs générés renvoient à des processus vides représentant les animaux intégrant ces systèmes (et doivent donc être remplacés pour une étude complète) :

- La phase de croissance des équins avant leur entrée en activité, pour les systèmes équins en activité.
- La poulinière avant la gestation, pour les systèmes naisseurs.
- Les équins en début de croissance, pour les systèmes d'élevage engraisseur.

Les différents intrants ajoutés mentionnés au point I.A.1.c sont liés à des inventaires créés par MEANS et qui sont disponibles dans la bibliothèque d'ICV externes au format Simapro, accessible depuis le navigateur de l'application. Ces ICVs nécessitent les bases de données Ecoinvent 3.9 et Agribalyse 3.1. Ils ne sont pas disponibles pour la version obsolète Ecoinvent 3.8 et Agribalyse 3.0.

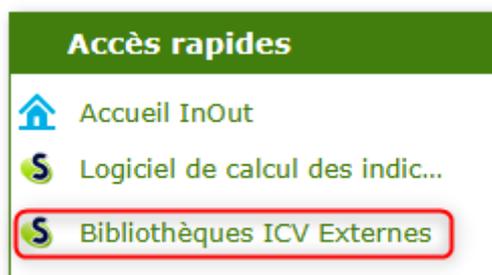


Figure 7 : Accès aux ICVs externes au format Simapro

Pour les utilisateurs disposant de leur propre instance de Simapro, une manipulation d'installation de cette bibliothèque dans Simapro sera requise avant l'import des ICV équins générés par MEANS-InOut (la procédure est décrite dans le manuel d'export). En revanche, pour ceux utilisant le Simapro fourni par MEANS (agents INRAE), cette étape n'est pas nécessaire.

I.B Mise à jour des systèmes de production disponibles

I.B.1 Mise à jour des systèmes de production végétale

I.B.1.a Ajout des productions chanvre, lin et sainfoin

En production végétale, trois nouvelles cultures ont été ajoutées : le chanvre, le lin et le sainfoin. Le chanvre et le lin ont été modélisés comme les cultures annuelles alors que le sainfoin est modélisé de la même manière qu'une prairie temporaire.

Système	Sous-système associé	Intégrable dans une succession culturale ?
Chanvre	Culture annuelle de plein champ, non spécifiée	Oui
Lin	Culture annuelle de plein champ, non spécifiée	Oui
Sainfoin	Type générique pour prairie temporaire/luzerne	Oui

Six opérations agricoles spécifiques à la culture de lin ont été intégrées à MEANS-InOut:

- Arrachage Lin automotrice 180ch, 2 rangs
- Arrachage Lin automotrice 100ch, 1 rang
- Retournage double Lin automotrice 110ch
- Enroulage, pressage Lin automotrice 120ch
- Enroulage, pressage Lin tractée
- Soulevage Lin tractée, 3 rangs

Les ICVs de ces opérations agricoles ont été ajoutés à la bibliothèque externe (au format Simapro) cf [I.A.3](#) pour y avoir accès.

I.B.1.b Modification des cultures annuelles de plein champ non spécifiées

Désormais, toutes les cultures associées au sous-système « Culture annuelle de plein champ, non spécifiée » peuvent être intégrées dans une succession culturale. Pour cela, deux évolutions ont été ajoutées :

- L'utilisateur doit renseigner l'exigence en P et K de la culture dans le RTT Produit. Cela est pris en compte dans le modèle fumure de fond

Exigence P₂O₅ du produit (0 ≤ ? ≤ 3.7) 

Exigence K₂O du produit (0 ≤ ? ≤ 2.3) 

Figure 8 : Ajout des champs Exigence P et K des cultures annuelles non spécifiées

- Le modèle Eau CropWat est utilisable pour le sous-système « Culture annuelle de plein champ, non spécifiée ».

I.B.2 Mise à jour des modèles d'émissions

I.B.2.a Nitrates - NO3-Miterra

Le modèle NO3-Miterra, initialement disponible pour les systèmes horticoles en pleine terre, est désormais étendu aux grandes cultures et aux prairies (permanentes et temporaires). Ce modèle évalue les pertes de nitrate par ruissellement (proportion de l'azote appliqué au champ) et par lixiviation (part des excédents d'azote dans le sol). Les fractions émises varient en fonction de facteurs pédo-climatiques, tels que les précipitations, la profondeur d'enracinement et la teneur en carbone organique des sols.

L'utilisation de ce modèle nécessite de renseigner l'onglet de paramétrage sur les éléments suivants :

- Usage des sols
- Pente du sol
- Texture de sol
- Teneur en argile
- Teneur en carbone organique du sol
- Profondeur du sol
- Profondeur d'enracinement
- Température moyenne annuelle
- Excédent de précipitation
-

Si un département est choisi, des **valeurs moyennes par défaut** (grisées) seront proposées pour :

- Texture de sol
- Teneur en argile
- Teneur en carbone organique du sol
- Température moyenne annuelle
- Excédent de précipitation

I.C Actualisation des flux d'énergie et d'eau dans les inventaires de cycle de vie en fonction de la localisation.

Dans les ICVs générés depuis MEANS-InOut, les flux d'eau et d'énergie sont désormais fléchés vers des processus en fonction de la localisation saisie. C'est-à-dire que la localisation renseignée dans la documentation de l'étape/du scénario est prise en compte dans le mapping vers les processus Eau et Energie dans SimaPro et OpenLCA. En détail les flux internationalisés sont les suivants :

- « Water, XX »
- « Water, river, XX »
- « Water, well, XX »
- « Tap water {XX}| market for | Cut-off, S - Copied from Ecoinvent U »
- « Electricity, low voltage {XX}| market for | Cut-off, S - Copied from Ecoinvent U »
- « Electricity, low voltage {XX}| market for electricity, low voltage | Cut-off, S »
- Electricity, low voltage {XX}| electricity production, photovoltaic, 3kWp slanted-roof installation, single-Si, panel, mounted | Cut-off, S
- Electricity, high voltage {XX}| electricity production, wind, 1-3MW turbine, onshore | Cut-off, S

- Electricity, high voltage {XX}| heat and power co-generation, natural gas, conventional power plant, 100MW electrical | Cut-off, S
- Electricity, high voltage {XX}| heat and power co-generation, biogas, gas engine | Cut-off, S
- Electricity, high voltage {XX}| heat and power co-generation, wood chips, 6667 kW, state-of-the-art 2014 | Cut-off, S
- Electricity, high voltage {XX}| electricity production, hydro, run-of-river | Cut-off, S

“XX” varie en fonction de la localisation de l’étape ou du scénario.

En production végétale, les flux concernés incluent les flux d'eau d'irrigation ainsi que les énergies de correction saisie par l'utilisateur sur les opérations agricoles ou celles saisies dans l'onglet "Autre Intransant".

En production animale, les flux concernés sont ceux liés à l'eau utilisée pour l'abreuvement, le nettoyage et le refroidissement de l'air ambiant, quelle que soit la source d'eau. Par ailleurs, les flux d'électricité indiqués dans le RTT "Énergie consommée" sont également pris en compte dans l'internationalisation.

i Attention ! Cette mise à jour ne concerne que les **flux directs**, les processus d'eau et d'électricité indirects (intégrés dans des ICVs d'arrière-plan) ne sont pas internationalisés.

I.D Mise à jour des référentiels pour la collecte des données

Plusieurs référentiels ont été mis à jour :

- Alimentation en production animale:
 - o La digestibilité des matières premières pour les lapins a été mise à jour
 - o Tous les ingrédients issus de soja associé à la déforestation ont été retirés d'Agribalyse et d'Ecoinvent, entraînant l'absence de données pour ces matières premières dans MEANS-InOut. Afin de maintenir la cohérence et la fiabilité des données, ces matières premières ont été supprimées de la base de données de MEANS-InOut et remplacées par les matières premières utilisées par des alternatives moyennes disponibles. Les matières premières concernées et substitutions :
 - Matières premières liées au soja grain, lécithine, tourteaux et huiles issues de la déforestation (e.g., soja "avec déforestation" au Brésil ou transformé en France).
 - Remplacement par des versions "moyennes" des mêmes produits dans Agribalyse/Ecoinvent (par exemple, "Soja, grain BR, moyen, au port français, FR" pour remplacer "Soja, grain BR, avec déforestation, au port français, FR").Cette approche garantit la continuité des calculs et la compatibilité avec les données disponibles tout en alignant MEANS-InOut avec les dernières mises à jour des bases de données externes.
 - o Les compositions de plusieurs matières premières ont été mises à jour
- Aquaculture, matériel :
 - o Le matériel "Plateforme à jet" a été ajouté, et un ICV associé a été créé dans la bibliothèque externe des ICVs au format Simapro. Ce dernier correspond à l'utilisation

d'une plateforme à jet en béton (6 m²) pendant un an, sans inclure l'énergie de fonctionnement, avec une durée de vie de 30 ans.

II Fonctionnalités logicielles

II.A Mise à jour du calcul des indicateurs d'impacts via openLCA

Le module de calcul des indicateurs d'impact intégré à MEANS-InOut a été mis à jour pour s'appuyer sur la version 2.1 des composants openLCA. Le paramétrage des calculs a également été révisé et repose désormais sur les éléments suivants :

- Méthode d'impact : Méthode EF 3.1 (adaptée)
- Jeu de normalisation et de pondération : EF 3.1
- Méthode d'allocation : Paramètres par défaut des processus
- Seuil d'exclusion : Aucun
- Base de données d'arrière-plan : Ecoinvent 3.9 et Agribalyse 3.1.1

En raison des restrictions d'accès aux données d'Ecoinvent et, par extension, d'Agribalyse, cette fonctionnalité de calcul suivant openLCA est par défaut uniquement accessible aux agents INRAE (qui disposent d'une licence Ecoinvent 3.9 portée par la plateforme). Les autres utilisateurs doivent contacter les administrateurs de MEANS-InOut pour évaluer la possibilité d'y accéder. À noter que cette fonctionnalité n'est pas disponible pour les comptes de démonstration.

II.A.1 Différences observées entre openLCA et SimaPro

Des écarts dans les calculs des indicateurs d'impact ont été identifiés entre openLCA et SimaPro. Voici les principales différences :

- Méthane dans l'air : Considéré comme fossile dans SimaPro, mais pas dans openLCA, ce qui entraîne des impacts plus élevés sur le changement climatique fossile dans SimaPro.
- Toxicité humaine pour le cancer : SimaPro suppose que le chrome ionique est du chrome VI (forme cancérigène), tandis qu'openLCA considère le chrome III (forme non cancérigène), conduisant à des résultats plus élevés dans SimaPro.
- Utilisation des sols : La transformation en terres arables est prise en compte dans openLCA mais pas dans SimaPro, entraînant des résultats légèrement plus élevés pour openLCA.
- Eau de pluie : Considérée dans openLCA mais pas dans SimaPro, ce qui donne des résultats légèrement plus élevés pour openLCA.

Pour plus de détails, veuillez consulter la note suivante : [AGRIBALYSE v3.1.1 Report](#).

II.B Révision du fichier de sortie des indicateurs d'impact.

Le fichier Excel généré après le calcul des indicateurs d'impact basé sur openLCA a été simplifié. Il contient désormais uniquement les onglets suivants :

- Calculation setup
- Impacts
- Inputs
- Outputs
- Flow impact contributions
- Contribution tree