

# Vers un référentiel des flux de matière des filières agricoles françaises

## Note méthodologique et rapport d'exécution

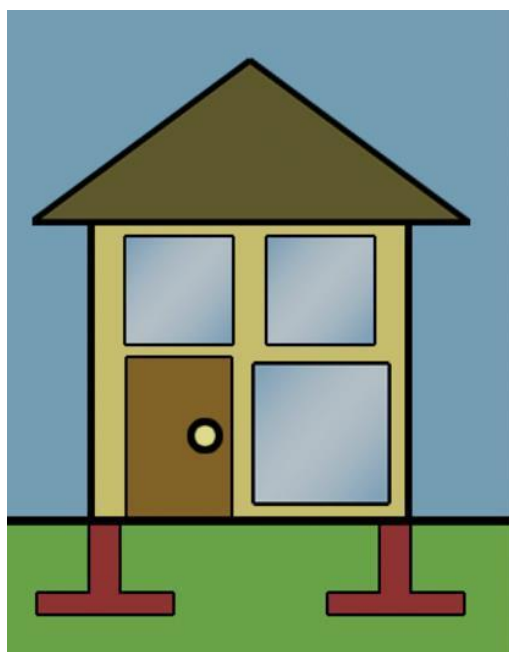
Juin 2023



Avec la collaboration scientifique de :



Avec le financement de :



### Les constructions possibles sur les fondations :

*Enjeux  
environnementaux,  
socio-économiques,  
autonomie protéique,  
Bioéconomie,  
prospective etc.*

### Les fondations :

*Référentiel flux*

## Table des matières

1	Contexte et objectifs .....	2
1.1	Contexte global.....	2
1.2	Contexte du présent projet .....	3
1.3	Opportunités .....	4
1.4	Objectifs.....	4
1.5	Terminologie.....	4
2	Méthodologie.....	5
3	Déroulement et processus de travail de co-construction pour la réalisation de l'étude .....	6
4	Résultats.....	8
4.1	Traitements des données .....	8
4.2	Les vues générées.....	9
4.3	Outil de sankey et réconciliation .....	11
4.4	Connaissance des filières.....	12
4.5	Homogénéisation .....	12
5	Apports du conseil scientifique du projet RefFlux .....	12
5.1	Faisabilité de l'intégration des pertes et gaspillages dans le référentiel .....	13
5.2	Facteurs de conversion dans les filières fruits et légumes .....	13
5.3	Intérêt d'initier un « référentiel coefficients » .....	14
6	Perspectives .....	14
6.1	Approfondissement .....	14
6.2	Valorisation académique .....	15
6.3	Valorisation Instituts Techniques Agricoles.....	15
6.4	Valorisation FranceAgrimer .....	15
6.4.1	Vers un observatoire des flux agro-alimentaires français.....	15
6.4.2	Utilisation des diagrammes par l'OFPM .....	15
6.5	Applications dérivées de cette étude .....	16
6.5.1	Dépendance au reste du monde .....	16
6.5.2	Usages et Concurrences d'usage : .....	17
6.5.3	Coproduits, pertes et gaspillages : .....	17
7	Annexes.....	18
7.1	Les sites en ligne .....	18
7.2	Les fichiers Excel .....	18
7.3	Détail du calendrier et des rencontres .....	25
7.3.1	V0 .....	25
7.3.2	V1 .....	26
7.3.3	V2 .....	26
7.4	A propos du « Référentiel coefficients » .....	27
7.5	Membres du conseil scientifique du projet RefFlux .....	29
7.6	Description des projets de recherche SCALABLE, CECAM/SISAE et POPCORN .....	30

## 1 Contexte et objectifs

### 1.1 Contexte global

Les filières agroalimentaires constituent un atout majeur pour la France. Elles sont génératrices de croissance économique, d'emplois et de localisation d'activités économiques dans les territoires. Caractérisée par sa grande diversité en termes d'exploitations, de productions, de marchés, d'organisation des filières, l'agriculture française doit aujourd'hui faire face à plusieurs enjeux pour assurer sa pérennité économique, sociale et environnementale et contribuer aux objectifs nationaux en la matière :

- se positionner dans un contexte de libéralisation des marchés agricoles et de mondialisation des échanges commerciaux (fins des quotas, traités de libre échange etc.),

- en lien avec le point précédent, analyser sa dépendance aux importations pour certains produits, les vulnérabilités associées, et les potentialités pour aller vers davantage d'autonomie,
- assurer la reprise des exploitations à l'amont des filières en proposant des emplois plus attractifs du point de vue du revenu et des conditions de travail, mais également développer l'activité des différents maillons des chaînes de valeur dans les territoires,
- conjuguer viabilité économique et performance environnementale via une meilleure prise en compte des interactions avec les milieux et ressources naturelles, des émissions/séquestrations de GES, mais également de la vulnérabilité au changement climatique.
- jouer son rôle de moteur au cœur de la bioéconomie tout en gérant les concurrences pour l'usage des sols et des matières premières : concurrence usages alimentaires / matériaux biosourcés et énergie, concurrence alimentation humaine / animale, synergies/concurrences entre filières...
- enfin, répondre à une demande sociétale en termes de qualité et traçabilité des produits, en particulier via la labellisation/certification, mais également en termes de relocalisation et reconnexion entre production et consommation.

Le pilotage de l'évolution de ces filières nécessite une bonne connaissance des flux matières mis en jeu ainsi qu'une bonne connaissance des flux monétaires desquels dérivent la répartition de la valeur ajoutée ainsi que les emplois associés.

## **1.2 Contexte du présent projet**

Trois projets financés par l'Ademe et décrits en annexe ont développé des bilans de matières des filières agricoles à l'échelle nationale : Scalable, CECAM/SISAE, outil d'analyse de chaînes de valeurs territoriales. Un groupe de travail a été mis en place en décembre 2020 entre des membres de chaque projet afin de : (i) faire converger les méthodologies employées, (ii) partager les travaux déjà réalisés et ne pas refaire le travail en double. Ces réflexions font également écho à d'autres projets, comme le projet Popcorn (également décrit en annexe) qui vise à améliorer la quantification de la consommation alimentaire territoriale puis à remonter aux matières premières nécessaires à l'aide de facteurs de conversion correspondant aux chaînes de transformation/approvisionnement.

Ce travail de consolidation a permis de disposer dès le lancement de RefFlux des bilans matière pour chaque filière retenue présentés sous un format identique. C'est ce que nous appelons par la suite les modèles version 0.

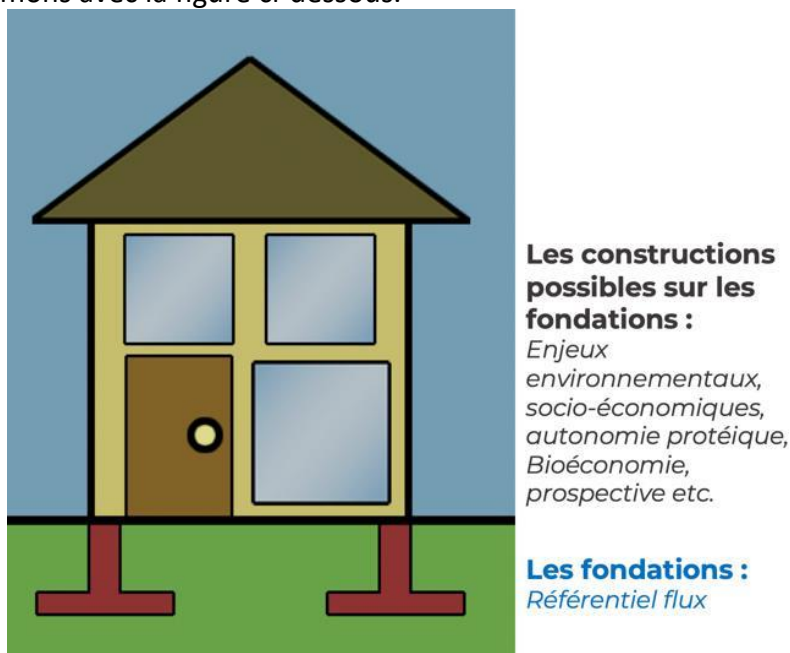
Parallèlement à ces réflexions, le RMT Filarmoni a mis en place en 2020 un groupe de travail visant à partager et mutualiser entre ses membres (18 partenaires dont 7 ITA, INRAE, FranceAgriMer, l'APCA, et 8 établissements d'enseignement agricole supérieur et secondaire) les travaux et méthodes de caractérisation des flux de matières et monétaires dans les filières agroalimentaires des produits auxquels il s'intéresse (viandes, produits laitiers, œufs, céréales, oléoprotéagineux, fruits et légumes). Parmi les membres du RMT, les ITA réalisent en effet régulièrement des cartographies de filières à l'échelle nationale, dans le but d'obtenir une vision quantitative et actualisée de la production, la consommation et des marchés qui les composent. La convergence d'intérêts est donc très forte entre le RMT Filarmoni et les autres membres du consortium qui participent aux 3 projets précédemment énumérés.

### 1.3 Opportunités

Il est apparu aux membres du consortium qu'il y avait une vraie opportunité pour que les bilans réalisés ne soient pas simplement utilisés en interne mais puissent à terme devenir un **référentiel partagé des flux de matières dans les filières**, mobilisé tant par les praticiens des filières que par le monde académique.

Actuellement, ce travail, très fastidieux, d'estimation de bilans matière est réalisé en parallèle par de nombreuses personnes dans plusieurs institutions. Les hypothèses, sources de données, méthodes d'ajustement peuvent diverger et rendre difficiles les comparaisons et le suivi. Le plus souvent, ces bilans ne constituent qu'une étape pour aborder les questionnements décrits en introduction (étude des gisements disponibles pour la bioéconomie, autonomie protéique, empreintes environnementales ou socio-économiques des filières, vulnérabilités matérielles des filières, prospective...).

Tout le monde gagnerait donc à la création d'un tel référentiel pour **mutualiser le travail, le rendre plus robuste**, et permettre ensuite à chacun de construire des analyses par-dessus. C'est ce que nous résumons avec la figure ci-dessous.



### 1.4 Objectifs

L'objectif du projet RefFlux était de partir des modélisations existantes (v0), de les tester auprès des ITA et d'itérer (améliorer les modèles) pour aboutir à un référentiel partagé des flux de matières des filières agricoles françaises.

Un objectif secondaire est de commencer à former les ITA à la méthode des bilans matière dans l'optique de mises à jour futures.

### 1.5 Terminologie

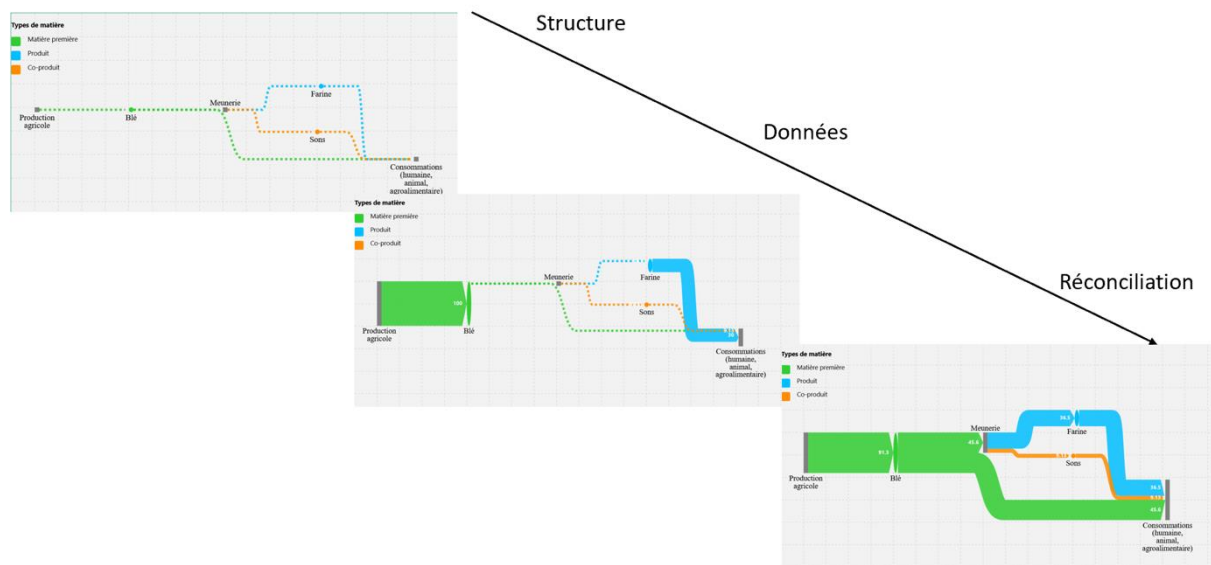
Dans la suite :

- On appellera « modèle v0 » le modèle existant initialement issu du groupe de travail Inria / TerriFlux / Basic / CIRED (et pour partie du projet flux de matières premières de l'alimentation animale). Ce modèle est matérialisé sous deux formes : (i) un fichier Excel contenant les données et hypothèses utilisées ainsi que les résultats, (ii) une première ébauche de diagramme de Sankey de la filière.
- ITA désigne les Instituts Techniques Agricoles.

- On appelle « les modélisateurs » les partenaires TerriFlux / Inria / Le Basic.

## 2 Méthodologie

La méthodologie développée dans le projet AF Filières (financement ADEME Graine 2016) permet d'estimer le bilan matière d'une filière en 5 étapes :



- 1 Définition de la structure de la filière, c'est à dire, la définition des produits et des secteurs modélisés ainsi que les flux pouvant exister entre ces produits et ces secteurs.
- 2 Collecte des données pour renseigner un maximum de flux. Trois modalités sont possibles : a) donner la valeur d'un flux avec une estimation de son incertitude (ex : 10%), b) donner une borne inférieure ou supérieure pour le flux, c) imposer des relations linéaires entre plusieurs flux (par exemple, pour exprimer un coefficient de rendement ou pour indiquer que plus de x% de ce qui est utilisé localement est importé etc.)
- 3 Réconciliation des données lacunaires et incohérentes entre elles issues de l'étape précédente. Ce processus consiste en de l'optimisation sous contraintes où l'on minimise l'écart entre données d'entrée (collectées) et de sortie (résultats du modèle) en tenant compte de la fiabilité des sources (plus une donnée est jugée fiable, plus le modèle est pénalisé s'il s'en éloigne) et en respectant un certain nombre de contraintes comme la conservation de la masse sur certains produits.
- 4 Analyse des résultats sur le fichier Excel et en visualisant les données sous forme de diagramme de Sankey. Confrontation à des experts de la filière et itérations (étape 1 et/ou 2) pour améliorer le modèle.
- 5 Une fois le modèle global validé, on extrait des vues spécifiques sous forme de diagrammes de Sankey qui répondent à une question ou qui se focalisent sur une zone du diagramme. (voir parties sur les vues ci-dessous)

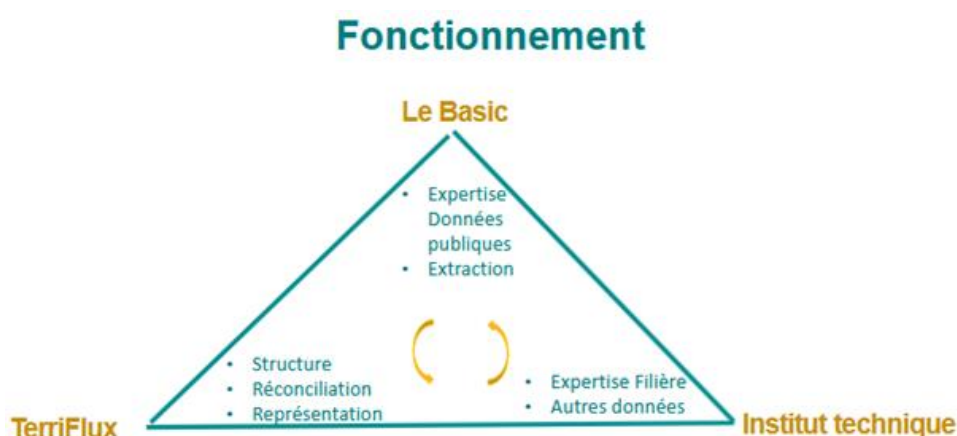
Cette méthode a déjà été mobilisée avec succès dans le projet Flux de matières premières pour l'alimentation animale du GIS Avenir Élevages, au niveau national, ainsi que sur la filière forêt-bois à différentes échelles géographiques (France, régions, cas d'étude départemental).

### 3 Déroulement et processus de travail de co-construction pour la réalisation de l'étude

Le projet s'est appuyé sur le réseau déjà constitué d'Instituts techniques agricoles et de chercheurs réunis au sein d'un groupe de travail du RMT FILARMONI dédié aux méthodes d'analyse et de cartographie des flux dans les filières agroalimentaires.

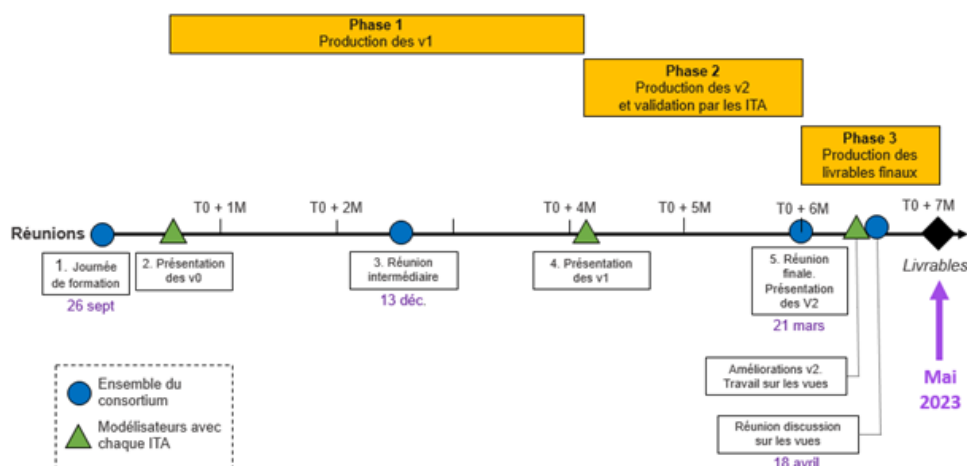
Sept ITA membres de FILARMONI ont participé au projet : l'IFIP pour la filière porc, l'IDELE pour les filières viande bovine et lait, l'ITAVI pour les filières volaille de chair et œufs, l'IFCE pour la filière viande de cheval, le CTIFL pour les filières fruits et légumes, Terres Univia pour les filières oléagineux et protéagineux et Arvalis pour les filières céréales.

Le fonctionnement global du projet est représenté sur le schéma ci-dessous. Il repose sur l'entreprise TerriFlux qui fournit l'outil et l'expertise technique pour l'analyse des flux matière par les diagrammes de Sankey, le bureau d'étude Le Basic chargé d'apporter son expertise et réaliser les extractions de données publiques et les ITA qui apportent des données complémentaires ainsi qu'une expertise propre à leurs filières respectives.



Un Comité scientifique, constitué de chercheurs de l'Inria et d'INRAE impliqués dans des travaux de modélisations des flux a également été constitué pour fournir l'état de l'art académique et nourrir les discussions tout au long du projet notamment sur les utilisations possibles par la recherche de ce travail.

Le diagramme suivant illustre le déroulement du projet. Celui-ci s'est déroulé sur une période de 7 mois organisée en 3 phases ponctuées par des réunions regroupant l'ensemble du consortium et par des rencontres bilatérales entre les modélisateurs et chacun des ITA.



Le point de départ du projet a été initié le 26 septembre 2022 à l'occasion d'une journée de formation collective dans les locaux du Basic à Paris. Les membres participants se sont vu exposer les différentes étapes d'une analyse AFM filière et ont été formés à la lecture des fichiers Excel contenant les modèles de filière à partir d'un fichier exemple simplifié puis d'un fichier correspondant à sa propre filière.

Entre fin septembre et début octobre 2022, les membres de TerriFlux et du Basic ont rencontré individuellement les membres des ITA du projet pour leur présenter les v0 de leur filière, discuter des sources de données, des hypothèses retenues et définir la structure et le périmètre des diagrammes à produire. Ces échanges ont abouti, suite à une période de 3 mois constituée d'interactions régulières, à une restitution des bases communes et des choix méthodologiques adoptés. Lors de cette réunion intermédiaire du 13 décembre 2022, à laquelle étaient également présents les membres du Comité Scientifique, ont ainsi été définis le périmètre des filières représentées (période, unités de références, exclusion des pertes et gaspillages après achats ...), les sources de données privilégiées (Agreste, ProdCom, Comtrade,...), les structures des filières représentées (niveaux de détail et de regroupements des produits, niveaux de détail des secteurs, exclusions de certains coproduits, attribution de produits à telle ou telle filière...).

De fin janvier à début février, les modélisateurs ont été en mesure de présenter individuellement aux ITA les versions v1 de leurs filières intégrant leurs données et leurs retours d'expertise. Les échanges lors de ces réunions ont été fertiles en informations utiles largement documentées sur les feuilles Excel supports des modèles et dans des prises de notes répertoriées dans un espace partagé (sharepoint) dédié au projet. L'équipe de modélisateurs a ainsi pu procéder à l'amélioration des différents modèles de filières dans ce que nous nommons la phase 2 du projet pour parvenir à la production de modèles de filières détaillés validés par les ITA.

La présentation en réunion plénière le 21 mars 2023 de ces v2 en présence du Comité Scientifique a montré le haut niveau de détail et la complexité des diagrammes réalisés et mis en lumière la nécessité d'un travail complémentaire pour l'élaboration d'un rendu sous forme de visuels thématiques plus pertinents. Cette réunion a donné lieu à des échanges et discussions sur les utilisations et valorisations possibles des diagrammes de Sankey élaborés : valorisation auprès

des professionnels, des pouvoirs publics, valorisation académique. Par rapport au programme prévisionnel initial, s'est donc ajouté un nouveau cycle de rencontres entre modélisateurs et ITA courant avril et début mai pour travailler à la mise au point des représentations pertinentes pour les acteurs de la filière, les acteurs de la recherche et le grand public.

Au bilan, l'organisation s'est révélée pertinente pour atteindre les objectifs fixés en un temps relativement limité grâce à un réel investissement de chacun des partenaires. 24 personnes au total ont été impliquées et étaient présentes physiquement ou par visio aux réunions organisées en présentiel dans les locaux du Basic à Paris. Chaque ITA était représenté par une à deux personnes et participaient généralement par visio aux réunions bilatérales avec les modélisateurs.

De manière complémentaire aux livrables (diagrammes de Sankey interactifs en lignes, vues, fichiers Excel), l'ensemble des compte rendus des différents moments d'échange ont été consignés et constituent une mine d'information importante sur les spécificités, les limites ou les manques pouvant illustrer des besoins d'informations supplémentaires de chaque filière. Ils montrent également les éléments constituant le référentiel commun et les attentes et opportunités de ce type de travail.

## 4 Résultats

### 4.1 Traitements des données



# Toutes Filières

## Périmètres

- Années : 2015 et 2019.
- Bio et SIQO de manière générale ne sont pas dans le périmètre de l'étude. Cependant la filière des œufs étant suffisamment petite nous l'utiliserons comme filière pilote sur ce sujet.
- Bilan matière sur plusieurs unités pour le Lait
- On ne considère pas les pertes et gaspillage après l'achat

Le tableau ci-dessous résume les résultats, en termes de volumes de données traitées. A partir de 1280 points de données qui ont été l'objet des différences réunions, nous avons reconstitué 10208 flux « feuilles » et 18900 flux au total, en considérant les flux agrégés<sup>1</sup>.

	Nœuds feuilles	Tous noeuds	Flux feuilles	Tous flux	Points de données flux
Céréales	300	433	1934	3839	282
OléoProtéagineux	165	253	884	1891	148
Fruits et Légumes	234	389	3258	5648	452
<b>Total végétaux</b>	<b>699</b>	<b>1075</b>	<b>6076</b>	<b>11378</b>	<b>882</b>
Bovins	49	97	460	983	35
Volailles	103	203	1562	3700	111
Porcins	33	58	228	372	53
Equins	16	29	80	140	16
<b>Total élevage</b>	<b>201</b>	<b>387</b>	<b>2330</b>	<b>5195</b>	<b>215</b>
Lait	157	208	1422	1798	151
Œufs	53	82	380	505	32
<b>Total produits animaux</b>	<b>210</b>	<b>290</b>	<b>1802</b>	<b>2303</b>	<b>183</b>
<b>Total</b>	<b>1110</b>	<b>1752</b>	<b>10208</b>	<b>18876</b>	<b>1280</b>

x15

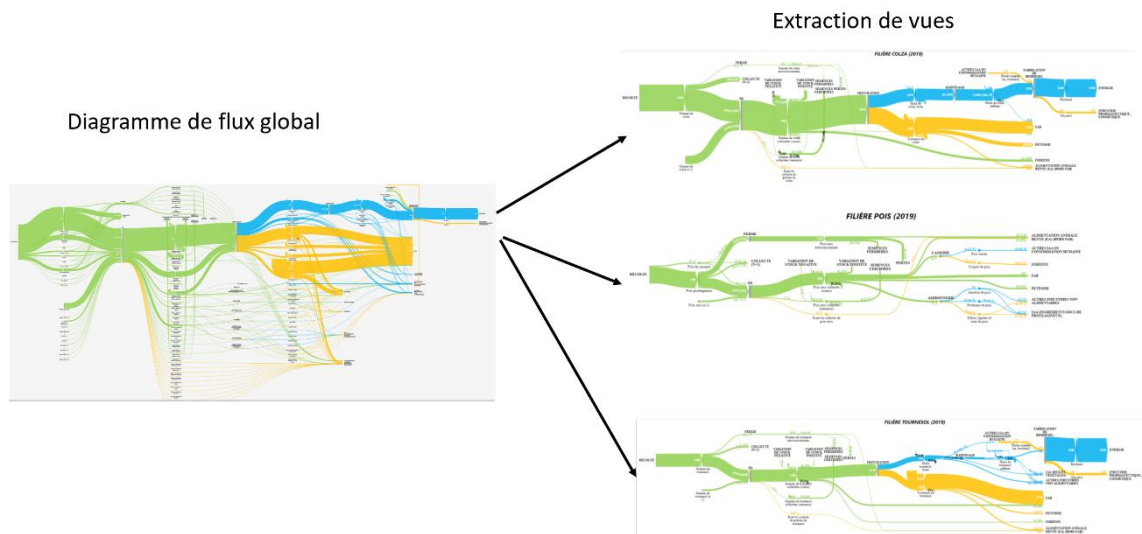
L'écart entre le nombre de flux et le nombre de données collectées sur les flux est très important, ce qui suggère que les problèmes traités sont très sous-déterminés (il n'y a pas assez d'informations pour trouver la valeur de tous les flux). Ce constat doit être modéré par le fait que nous disposons également de très nombreuses informations reliant les flux entre eux. Ces « contraintes », non référencées dans le tableau, sont de plusieurs type (bilan matière, agrégation, coefficients de transformation, de pertes etc.) et permettent de réduire drastiquement le nombre de degrés de liberté des modèles, même si plusieurs flux demeurent in fine sous-déterminés (voir section 4.3).

## 4.2 Les vues générées

<sup>1</sup> Dans une liste hiérarchique, on appelle « feuilles » les éléments les plus désagrégés. Par exemple, les flux « récolte de blé tendre » ou « récolte de maïs grain » sont des flux « feuilles », par contre le flux « récolte de céréales » est un flux agrégé.

# Principe des vues

D'un gros Sankey avec « tout » on extrait des petits sankey qu'on défile les uns derrière les autres



## Vues demandées par les ITA :

- **Céréales**
  - Blé dur (vue détaillée)
  - Blé tendre (vue détaillée)
  - Maïs (vue détaillée)
  - Orge (vue détaillée)
  - Vue synthétique (4 espèces principales + autres espèces détaillées à la récolte puis distinction entre 1<sup>ère</sup> et 2<sup>nd</sup>e transformation et les 4 grands usages : alimentation humaine, alimentation animale, bioproduits, énergie)
- **Oléoprotéagineux**
  - Colza (vue détaillée)
  - Tournesol (vue détaillée)
  - Soja (vue détaillée)
  - Pois (vue détaillée)

*Peut-être d'autres à venir...*
- **Fruits et légumes**
  - Pommes de terre (PDT)/Légumes/Fruits puis part de chacun allant en marché du frais et transformation puis, pour les fruits et légumes frais ensemble, les parts vers les circuits de distribution (vente directe, GMS, RHD, etc.)
  - Désagréger les fruits et légumes par famille
  - Désagréger les principales espèces dans les familles et les encadrer
  - Identifier les types d'échange (ré-exports VS échanges nets) au niveau agrégé (PDT/Légumes/Fruits)
- **Viande bovine**
  - Niveau d'agrégation maximal en distinguant tout de même les produits et co-produits.
  - Niveau le plus détaillé possible pour lequel la majorité des flux sont déterminés (il correspond en l'occurrence à la nomenclature Prodcom).
  - Représentation des circuits de commercialisation, en distinguant les importations de la production intérieure.
- **Viande porcine**

- Tous les nœuds agrégés au maximum avec les échanges venant d'en haut et repartant vers le bas
- Tous les nœuds détaillés au maximum (avec les échanges venant d'en haut et repartant vers le bas si ça ne fait pas trop de flux)
- Zoom sur la 3<sup>ème</sup> transformation (matières premières, productions, débouchés)
- Tous les produits agrégés au maximum avec la structure complète des débouchés
- **Viande de volaille**
  - Tout agrégé sauf les débouchés (= style les schémas de flux que réalise l'ITAVI)
  - Volailles finies et produits d'abattage-découpe agrégés par espèce (toutes les graisses ensemble) puis produits de la transformation industrielle agrégés par type de produit seulement (pas par espèce)
  - Zoom sur le poulet en identifiant bien le filet de poulet et si possible séparer les importations des productions pour ce filet de poulet
- **Viande équine**
  - Tous les nœuds agrégés au maximum (flux libres avec valeur libre)
  - Tous les nœuds détaillés au maximum, sans les coproduits (flux libres avec valeur libre)
  - Tous les nœuds détaillés au maximum, avec les coproduits (flux libres avec intervalle)
- **Cheptel équin**
- **Lait**
  - Produits laitiers agrégés par famille, avec distinction des circuits de distribution pour chaque famille
  - Fromages détaillés au maximum, avec distinction des circuits de distributions

*Pour ces 2 vues, ne seront pas représentées les épaisseurs réelles des flux de lactosérum liquide et d'eau.*
- **Œufs**
  - Tout désagrégé par code tout au long de la filière
  - Tout agrégé sauf les ovoproduits qui sont désagrégés par forme

Autres vues à réaliser, dans la mesure du possible (Conseil scientifique, ADEME, FranceAgriMer, TerriFlux) :

- Vues extrêmement simplifiées des filières, en distinguant seulement la matière brute de la matière transformée (rend visible l'extraction domestique, les imports, les exports ainsi que la consommation domestique)
- Vues des filières en distinguant les 4 grands usages : Alimentation humaine, Alimentation animale, Bioproduits, Energie
- Vues des filières en détaillant l'alimentation humaine : A domicile, RHD, autres IAA.
- Distinguer les pays partenaires dans les échanges : exemple des tourteaux de soja de la filière Oléoprotéagineux
- Filière Lait : vues dans les autres unités (MG et MP)

### 4.3 Outil de sankey et réconciliation

Alors qu'il s'agissait d'un stress test puisque jamais des modèles aussi complexes n'avaient été traités, les deux outils de réconciliation et OpenSankey ont répondu au besoin, même si des travaux de développement et de la correction de bugs ont été nécessaires. Même pour le modèle

le plus gros des Fruits et Légumes la réconciliation se fait et le Sankey se trace. La navigation et l'édition de ce Sankey sont difficiles mais restent néanmoins possibles.

Nous avons pu intégrer dans le modèle toutes les données fournies et ce, quelle que soit leur niveau d'agrégation ou leur nomenclature, ce qui est une force de l'outil.

Nous avons pu constater que dans la plupart des filières il y a peu de réconciliation, ce qui signifie qu'il y a peu de données incohérentes et que le problème est sous-déterminé. La conséquence est que beaucoup de flux n'ont pas de valeurs déterminées et ne sont connus que par un intervalle. L'exception notable est la filière du lait pour laquelle il y a eu beaucoup de réconciliation du fait de l'abondance des données disponibles tout le long de la chaîne de transformation.

#### **4.4 Connaissance des filières**

La modélisation des filières a été réalisée à un niveau de détail extrêmement fin. Même si la valeur des flux est inconnue à ces niveaux de détail, ils ont été modélisés. C'est un des avantages de la méthodologie qui modélise tous les niveaux de détail en même temps, de façon à pouvoir garder visible l'existence des flux à valeur inconnue.

Ce travail représente un benchmark de ce qu'on peut faire avec les données d'aujourd'hui.

En plus d'être une cartographie des flux d'une filière, le résultat est aussi une cartographie des connaissances qui peut orienter les enquêtes nécessaires pour améliorer le modèle. Les flux inconnus sont représentés en pointillé et dans le résultat final, il apparaît des zones du Sankey qu'on connaît bien et d'autres qu'on ne connaît pas ou mal et dans lesquelles la réconciliation n'est pas utile. Ceci permet notamment de mieux cerner les secteurs de filières où des enquêtes peuvent être nécessaire pour améliorer la connaissance.

Ces 7 mois de travail ont permis la production d'une mine documentaire des échanges et des questions à garder et à exploiter.

#### **4.5 Homogénéisation**

Un des objectifs du projet était d'aller vers une homogénéisation des approches pour chaque filière, ce qui recouvre plusieurs aspects :

- Logique de périmètre qui est la même pour tous (ex Produits mélanges qu'on a sortis de toutes les filières)
- Utilisation des mêmes nomenclatures
- Utilisation des mêmes sources de données quand cela est possible(ex pour les Douanes on utilise la source de données ComTrade)

Ainsi les filières peuvent être comparées

- On peut comparer filière du porc et filière volaille ou bovins mais même filière du porc avec filière céréales
- On peut espérer pouvoir tout agréger et avoir un diagramme agriculture.

## **5 Apports du conseil scientifique du projet RefFlux**

Le conseil scientifique (CS) a rassemblé des chercheur.e.s et ingénieur.e.s de trois instituts de recherche (Inria, Inrae, Cired) impliqué.e.s dans les projets de recherche Scalable, Cecam/Sisae et Popcorn (décrits en annexe).

Sur la forme, les membres du conseil scientifique ont participé aux réunions plénières du projet et à certaines réunions bilatérales entre les bureaux d'étude et les ITA. Sur le fond, le conseil scientifique a en particulier discuté des points suivants : (i) pertes et gaspillages dans les filières, (ii) facteurs de conversions (rendements et pertes) dans les filières fruits et légumes, (iii) intérêt d'initier un « Référentiel coefficients » à l'issue du projet.

## 5.1 Faisabilité de l'intégration des pertes et gaspillages dans le référentiel

Barbara Redlingshofer, membre du CS, est spécialiste du sujet puisqu'elle est co-auteure d'une étude INRA 2015 sur la question et a participé au comité de pilotage d'une étude similaire réalisée pour le compte de l'Ademe en 2016. Des échanges ont eu lieu entre Barbara et TerriFlux ainsi qu'avec deux contacts institutionnels : Laurence Gouthière de l'Ademe (lutte contre le gaspillage alimentaire, service consommation responsable) et Maïwenn l'Hoir du ministère de l'agriculture (SPPSI/SDATAA/BPAL). Cette dernière nous a fourni les informations suivantes sur la méthode utilisée pour le rapportage à Eurostat (effectué par le SDES/CGDD, et disponible sur [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Food\\_waste\\_and\\_food\\_waste\\_prevention\\_estimates#Amounts\\_of\\_food\\_waste\\_at\\_EU\\_level](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Food_waste_and_food_waste_prevention_estimates#Amounts_of_food_waste_at_EU_level)) :

- Des questions ont été ajoutées aux enquêtes pratiques culturelles du ministère pour tenter de mieux mesurer les pertes à la production. Cela devrait permettre pour le prochain rapportage de mettre à jour certains coefficients de l'étude INRA 2015 utilisés jusqu'à présent.
- Il est difficile de comparer les données des différentes études (en particulier étude INRA 2015 et étude Ademe 2016) dans la mesure où les périmètres diffèrent (en particulier, faut-il considérer les parties non comestibles dans les pertes ? Faut-il compter les « déclassements » en alimentation animale (plutôt qu'humaine) ? ...).

Dans le projet RefFlux, les gaspillages sont considérés hors scope car ils ont lieu en aval des débouchés étudiés. Certaines pertes ont été modélisées sans pour autant être exhaustives : pertes et freintes à la production dans les filières grandes cultures, pertes à la production dans la filière fruits et légumes. Pour ces flux aucune valorisation ultérieure n'a été identifiée. A l'inverse, à des maillons intermédiaires des filières certains flux sont pris en compte (écarts de tri ou de nettoyage des filières grandes culture, issues de silos etc.) mais supposés valorisés en alimentation animale ou usages non alimentaires. Pour les filières viande, les pertes à la transformation sont généralement groupées dans une seule catégorie avec les os et l'eau.

## 5.2 Facteurs de conversion dans les filières fruits et légumes

Dans le cadre du projet PopCorn, Barbara RedlingsHofer et Caroline Petit ont encadré un projet de trois étudiants d'AgroParisTech intitulé « *Flux de matière dans les filières fruits et légumes : vers un référentiel de facteurs de conversion entre matières brutes agricoles et produits alimentaires* ». Les étudiants ont travaillé sur les transformations des tomates, pommes et pruneaux en proposant une méthode standardisée. Ces coefficients n'ont pas pu être intégrés faute de temps dans la version actuelle du Référentiel Flux mais pourraient l'être dans le futur. Bien sûr, un travail similaire devrait être fait sur les autres espèces ce qui suppose un important travail d'enquêtes. Les résultats seront cependant intégrés dans le « référentiel coefficients » accompagnant le « référentiel flux » (voir paragraphe suivant).

### 5.3 Intérêt d'initier un « référentiel coefficients »

Les membres du CS ont été unanimes pour souligner l'intérêt de proposer une valorisation du travail de RefFlux dans ce sens. En effet, les coefficients sont particulièrement importants : (i) dans les démarches de prospective, (ii) en l'absence de données détaillées (pour tenter de reconstituer des flux à des échelles plus fines par exemple). Actuellement la seule base centralisée de coefficients dont le CS a connaissance est celle de la FAO, mais ce travail d'estimation de « Technical Conversion Factors » (TCF) date des années 1990 (<https://www.fao.org/economic/the-statistics-division-ess/methodology/methodology-systems/technical-conversion-factors-for-agricultural-commodities/en/>). Le « référentiel coefficients » du projet RefFlux est présenté plus en détail en annexe (7.4).

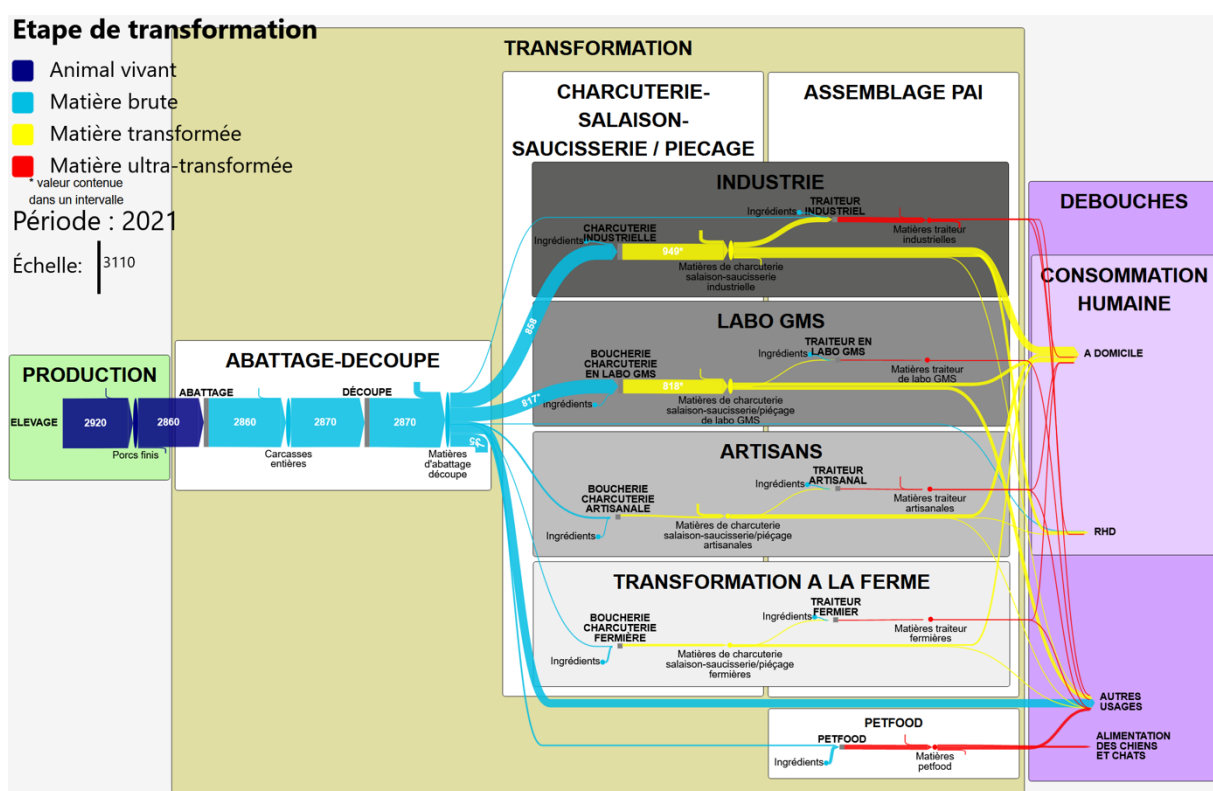
Pour finir, le CS va être moteur dans la valorisation des résultats du projet dans le milieu académique. Sont prévues en particulier des communications auprès des groupes filières de l'Inrae ainsi que de certains RMT, et à plus long terme un article scientifique dans une revue internationale.

## 6 Perspectives

### 6.1 Approfondissement

Les possibilités d'approfondissement de cette étude sont immenses et selon de nombreuses directions. Quelques exemples :

- Allez vers une vision opérateur plutôt que process. Le schéma ci-dessous illustre un exemple de ce type avec une autre étude FranceAgrimer sur les flux de porcs où les mêmes opérations (saucisserie, piéçage) sont distinguées selon quatre opérateurs différents.



- Distinguer la filière bio du reste. Plus généralement prendre en compte les SIQO dans les modèles.
- Faire des focus sur une thématique particulière : PetFood, alimentation animale de rentes....
- Faire un travail sur la fiabilité et l'incertitude des flux. Initialement prévu, ce travail n'a été qu'ébauché par manque de temps.
- Produire des séries temporelles de ces filières.

## 6.2 *Valorisation académique*

Voir 5.3

## 6.3 *Valorisation Instituts Techniques Agricoles*

La valorisation des travaux par les ITA n'était pas complètement claire à l'issue de l'étude et surtout la situation est hétérogène entre les ITA. Certains réalisent déjà des études similaires (comme où va le lait, où va le bœuf) et sont outillés pour (Sankey simplifiés, schémas de flux...), d'autres pas encore.

Néanmoins, les ITA pourront, au cas par cas, engager une réflexion sur la valorisation des diagrammes de Sankey au sein de leurs filières respectives avec la nécessité de valoriser les diagrammes en plusieurs parties en fonction de ce qui intéresse les acteurs, ce qui appuie la nécessité des vues (voir la partie sur les vues). Cette réflexion pourra être menée au sein de chaque Institut mais aussi dans le cadre du GT Filarmoni dédié à cette thématique.

## 6.4 *Valorisation FranceAgrimer*

### 6.4.1 Vers un observatoire des flux agro-alimentaires français

Au-delà de la connaissance spécifique de chaque filière l'objectif de ce projet est d'avoir une vision transversale qui pourrait permettre d'aller vers un observatoire des flux alimentaires français, mis à jour chaque année. Les fichiers Excel du projet RefFlux ainsi que la suite logicielle OpenSankey ont été pensés pour faciliter les mises à jour.

### 6.4.2 Utilisation des diagrammes par l'OFPM

Chaque année, l'Observatoire de la Formation des Prix et des Marges (OFPM) publie des diagrammes de flux (simplifiés) non harmonisés dans un rapport au parlement. Les diagrammes de flux que nous proposons pourraient remplacer ou compléter ces diagrammes.

Schéma 10

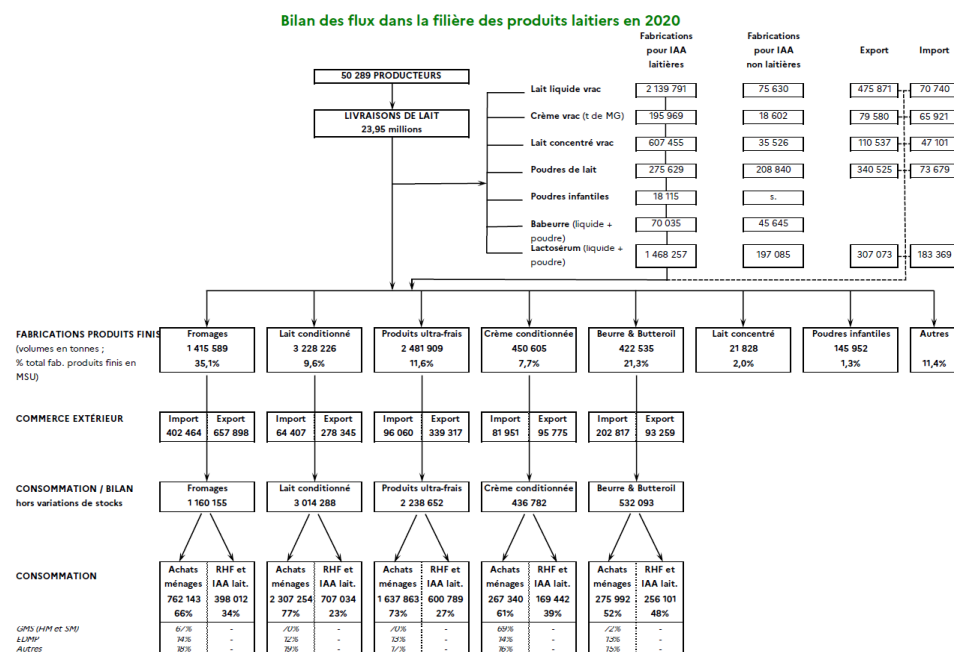


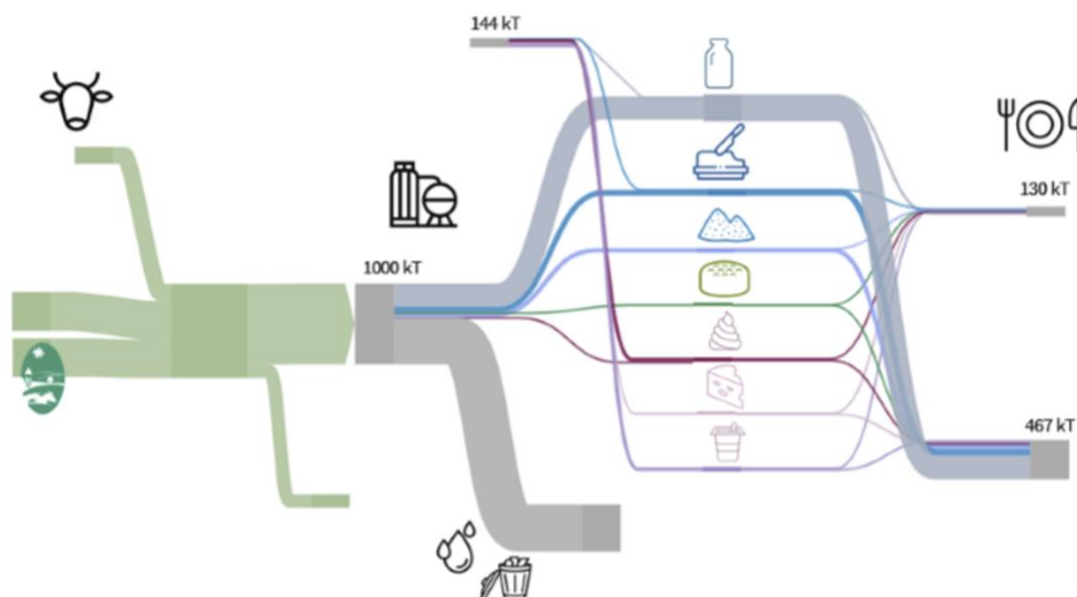
Figure 1 exemple de diagramme dans le rapport annuel au parlement

## 6.5 Applications dérivées de cette étude

D'autres applications potentielles ont été mises en débat durant cette étude, en particulier :

### 6.5.1 Dépendance au reste du monde

Le Basic a montré ses travaux sur le diagnostic du système agri-alimentaire en région Hauts de France qui permettent de comparer de façon synthétique le volume total importé/exporté/consommé sur place pour une filière.



L'importance de préciser les pays d'origine a été soulignée : détailler éventuellement Europe vs. autres pays. Possibilité d'introduire une autre étape de modélisation pour trouver le pays d'origine de proche en proche (dans un futur projet).

En lien avec les questions de souveraineté alimentaire, la possibilité d'avoir les imports/exports en équivalent matière première est évoquée, par exemple pour fait ressortir la dépendance d'un territoire.

Pour analyser pleinement cette dépendance il est important de représenter les importations d'engrais (piste) et autres intrants, tourteaux de soja vers les filières animales (cf enjeu de relier les filières). Il faut réintégrer la filières fourrages venant du projet GIS AE (à mettre à jour dans un projet futur).

Il faut aller plus loin que le projet actuel centré sur le cœur de filière et étudier en amont ce qu'il se passe dans la filière (ex : les engrais utilisés, l'eau pour l'irrigation).

#### 6.5.2 Usages et Concurrences d'usage :

Ce sont deux questions bien distinctes (il est intéressant de connaître les débouchés des produits agricoles même en l'absence de concurrence). Par ailleurs, la question se pose différemment selon les filières et les produits.

Les concurrences généralement citées sont celles entre les usages alimentaires, énergétiques (biocarburants, méthanisation...) et pour la fabrication de matériaux biosourcés (paille, cuir, laine...). A l'intérieur des usages alimentaires, la concurrence entre alimentation humaine et animale est aussi un sujet largement débattu.

Concernant les protéines végétales, il y a de nouveaux débouchés intéressants mais pas encore de données (tendances très récentes). Celles-ci pourront être obtenues dans le cadre de l'observatoire des protéines végétales.

#### 6.5.3 Coproduits, pertes et gaspillages :

Etant donné le manque d'informations, l'importance de la représentation en pointillés pour pointer ce qu'on ne connaît pas a été à nouveau soulignée.

Le devenir des pertes est un point important à étudier.

## 7 Annexes

Dans cette partie nous décrivons les livrables et comment lire et naviguer dans ceux-ci. Il y a deux types de livrables, les fichiers Excel et les sites en ligne où l'on peut naviguer dans les différents diagrammes de filières.

### 7.1 Les sites en ligne

L'adresse des sites pour chaque filière sont les suivantes :

- <https://terriflux.com/portfolios/Fili%C3%A8resAgricoleBovins/index.html>
- <https://terriflux.com/portfolios/Fili%C3%A8resAgricolePorcins/index.html>
- <https://terriflux.com/portfolios/Fili%C3%A8resAgricoleEquins/index.html>
- <https://terriflux.com/portfolios/Fili%C3%A8resAgricoleVolaille/index.html>
- <https://terriflux.com/portfolios/Fili%C3%A8resAgricoleCéréales/index.html>
- <https://terriflux.com/portfolios/Fili%C3%A8resAgricoleOléagineuxProtéagineux/index.html>
- <https://terriflux.com/portfolios/Fili%C3%A8resAgricoleFruitsLégumes/index.html>
- <https://terriflux.com/portfolios/Fili%C3%A8resAgricoleLait/index.html>

Un site récapitulatif de l'ensemble des vues se trouve sur :

- <https://terriflux.com/portfolios/ProjetsRefFlux/index.html>

A noter que sur ce site récapitulatif qui permet de voir l'ensemble des vues les fonctionnalités sont réduites par rapport au site par filières pour des raisons de stockage mémoire. Sur ce site seule les nœuds visibles sur les vues initiales sont chargées et les opérations d'agrégation désagrégation ne sont pas possibles.

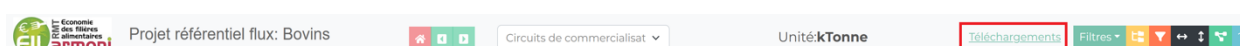
Les sites eux-mêmes sont téléchargeables et installables en cliquant sur les adresses :

- <https://terriflux.com/portfolios/Fili%C3%A8resAgricoleBovins.zip>
- <https://terriflux.com/portfolios/Fili%C3%A8resAgricolePorcins.zip>
- <https://terriflux.com/portfolios/Fili%C3%A8resAgricoleEquins.zip>
- <https://terriflux.com/portfolios/Fili%C3%A8resAgricoleVolaille.zip>
- <https://terriflux.com/portfolios/Fili%C3%A8resAgricoleCéréales.zip>
- <https://terriflux.com/portfolios/Fili%C3%A8resAgricoleOléagineuxProtéagineux.zip>
- <https://terriflux.com/portfolios/Fili%C3%A8resAgricoleFruitsLégumes.zip>
- <https://terriflux.com/portfolios/Fili%C3%A8resAgricoleLait.zip>

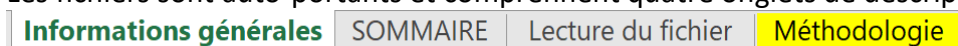
Récupérer le zip, extraire et cliquer sur index.html à la racine. Le site est alors accessible en local.

### 7.2 Les fichiers Excel

Les fichiers peuvent être récupérés sur les sites en ligne en cliquant sur téléchargement.



Les fichiers sont auto-portants et comprennent quatre onglets de description



L'onglet informations générales décrit l'étude :

## Informations générales

### Analyse de Flux de Matière (AFM) de la filière Viande bovine

<u>Projet :</u>	RefFlux
<u>Collaborateurs :</u>	- TerriFlux (Contacts : Alexandre Pannier, Julien Alapetite) - IDELE (Contact : Caroline Monniot) - Le BASIC (Contacts : Lucile Henry, Christophe Alliot) - INRIA, équipe STEEP (Contact : Jean-Yves Courtonne)
<u>Filière :</u>	Viande bovine
<u>Période étudiée :</u>	2015, 2019
<u>Zone géographique :</u>	France
<u>Unité :</u>	kt
<u>Dernière mise à jour :</u>	31/05/2023

L'onglet Sommaire décrit et permet de naviguer dans les différents onglets :

SOMMAIRE							
<b><u>Présentation du fichier et de l'AFM</u></b>							
<a href="#">Informations générales</a>							
<a href="#">Sommaire</a>							
<a href="#">Lecture du fichier</a>							
<a href="#">Méthodologie</a>							
<b><u>Modélisation de l'AFM</u></b>							
<a href="#">Produits</a>							
<a href="#">Secteurs</a>							
<a href="#">Echanges territoires</a>							
<a href="#">Structure des flux</a>							
<a href="#">Données</a>							
<a href="#">Min Max</a>							
<a href="#">Contraintes</a>							
<a href="#">Etiquettes</a>							
<b><u>Sources et prétraitements des données</u></b>							
<a href="#">Source n°1</a>		Abattages de bovins					
<a href="#">Source n°2</a>		Echanges de bovins finis					
<a href="#">Source n°3</a>		Production de produits transformés de bovin					
<a href="#">Source n°4</a>		Echanges internationaux de produits de bovin					
<a href="#">Source n°5</a>		Débouchés du suif					
<a href="#">Source n°6</a>		Rendement-type abattage d'une vache allaitante					
<a href="#">Source n°7</a>		Estimation de la part de graisses bovines dans les graisses bovines, ovines et caprines					
<a href="#">Source n°8</a>		Matières premières de l'activité 10.13					
<a href="#">Prétraitement source n°9</a>		Conversion des volumes en parts vers les circuits de commercialisation					
<a href="#">Source n°9</a>		/!\ CONFIDENTIEL Affectation des circuits de commercialisation de la viande bovine (hors veau,					

Nous reprenons ici ce qui est dans l'onglet Lecture du fichier et qui reprend la description de l'ensemble des onglets

### Lecture du fichier

Ce fichier sert à construire l'Analyse de Flux de Matière (AFM) d'une filière.  
Ci-dessous, une explication générale des différentes feuilles le composant.

NB : L'AFM d'une filière est généralement construite de la manière suivante : des secteurs (de production, transformation ou distribution) sont reliés par l'intermédiaire de produits. Ainsi,

chaque flux a systématiquement pour origine un secteur et pour destination un produit, ou l'inverse (pas de flux secteur -> secteur ou produit -> produit).

### **1 feuille permet d'expliquer comment l'AFM a été réalisée :**

Méthodologie Description du périmètre étudié, sources de données, hypothèses, etc.

### **4 feuilles permettent de déterminer la structure de la filière :**

#### **Définition des nœuds :**

Produits Liste de tous les produits présents dans l'AFM.

Secteurs Liste tous les secteurs présents dans l'AFM.

Echanges territoires Liste des territoires extérieurs à la zone géographique étudiée.

#### **Définition des flux :**

Structure des flux Tableaux des flux existants entre produits et secteurs : un tableau ressources (produits sortant des secteurs) et un tableau emplois (produits entrant dans les secteurs).

### **3 feuilles permettent de renseigner les données relatives à la filière :**

#### **Valeurs/Quantités :**

Données Liste de toutes les valeurs de flux connues.

Min Max Liste de toutes les bornes min et max de flux connues.

#### **Ratios :**

Contraintes Liste de toutes les contraintes entre plusieurs flux (ex : rendements ou ventilations).

### **1 feuille permet de rassembler les étiquettes (groupes) qui ont été utilisées :**

Étiquettes Liste de tous les groupes d'étiquettes appliqués sur les nœuds et flux.

Après réconciliation, le fichier ayant pour suffixe "\_reconciled" contient 2 feuilles supplémentaires de résultats donnant :

Résultats Liste de toutes les valeurs de tous les flux après réconciliation : ce sont ces valeurs qui sont tracées sur le diagramme de Sankey.

Analyse des résultats Liste de toutes les valeurs de tous les flux après réconciliation accompagnés de quelques indicateurs permettant d'analyser les résultats (= différence entre avant et après réconciliation).

Les feuilles restantes permettent d'intégrer dans le fichier les données brutes (non transformées) directement tirées des sources ainsi que, lorsque c'est nécessaire, un prétraitement de celles-ci pour pouvoir les exploiter dans les feuilles de données.

Vous trouverez ci-dessous une explication plus détaillée des différentes feuilles composant ce fichier.

## Méthodologie

Cette feuille présente en plusieurs parties comment l'AFM a été réalisée : déroulement du travail, phases du projet, explications détaillées par zone de la filière, synthèse de ce qui a été modélisé et synthèse de ce qui a pu être déterminé.

### Produits      Secteurs Echanges territoires

Ces 3 feuilles permettent de lister respectivement tous les produits, secteurs et échanges (= secteurs avec la possibilité de les scinder en plusieurs sans représenter ces secteurs) présents dans l'AFM de la filière et, par conséquent, tous les nœuds qu'il sera possible de visualiser sur le diagramme.

Colonne B : Liste de tous les nœuds (= nomenclature de l'AFM).

Colonne A : Permet de renseigner le niveau d'agrégation de chaque nœud : plus le chiffre est élevé, plus le nœud est détaillé dans la hiérarchie. Tous les nœuds de niveau n+1 écrits sous un nœud de niveau n, jusqu'à ce qu'un nœud de niveau n ou moins apparaisse, s'ajoutent pour donner le nœud de niveau n.

Colonne C : Permet de renseigner si l'on souhaite que le bilan matière soit respecté sur le nœud (autant de quantité de matière entrante que sortante) : 1 pour oui, 0 pour non. Sauf pour les échanges puisque ceux-ci ne seront systématiquement pas respectés (de par la nature des flux).

Colonnes suivantes : Etiquettes attribuées aux nœuds (voir partie "Etiquettes"). Remarque : une cellule vide indique que toutes les étiquettes sont attribuées au nœud tandis qu'un 0 indique, au contraire, qu'aucune étiquette n'est attribuée au nœud : le nœud ne sera donc pas affiché sur le diagramme.

Dernières colonnes : Précisions que l'on souhaite apporter concernant le nœud (ex : une définition, un code de nomenclature, une hypothèse, une remarque, etc.) : il est possible d'afficher ces précisions sur le diagramme en passant le curseur de la souris sur les nœuds par exemple.

### Structure des flux

Cette feuille comporte 2 tableaux : on retrouve systématiquement la liste des produits à gauche des lignes et la liste des secteurs en haut des colonnes. Elle permet d'indiquer si les flux existent ou non entre les produits et les secteurs. Un 1 dans la cellule à l'intersection d'un produit (en ligne) et d'un secteur (en colonne) signifie qu'il existe un flux entre les 2 ; un 0 ou rien signifie qu'il n'existe pas de flux entre les 2. Ensuite, suivant que l'on se trouve dans la table Emplois ou dans la table Ressources, cela n'aura pas la même signification :

- Dans la table ressources, un 1 signifie que le flux a pour origine le secteur et pour destination le produit (le produit sort du secteur).
- Dans la table emplois, c'est l'inverse : un 1 signifie que le flux a pour origine le produit et pour destination le secteur (le produit entre dans le secteur). Remarque : il n'est pas obligatoire de renseigner plusieurs fois un même nœud dans les TER même si celui-ci est répété plusieurs fois dans les listes de nœuds, ni de renseigner les flux des nœuds agrégés (le programme de réconciliation s'en charge automatiquement)

### Données et Min Max

Ces 2 feuilles permettent de renseigner les valeurs ou bornes connues des flux composant l'AFM.

Colonne A : Nœud d'origine du flux.

Colonne B : Nœud de destination du flux. Ces 2 colonnes permettent donc de cibler le flux auquel on souhaite associer une valeur.

Colonne C (ou C et D) : Valeur du flux (pour "Données") ou bornes minimales et maximales du flux (pour "Min Max").

Colonne "Unité" : Unité de la (ou des) valeur(s) : correspond également à l'unité de référence de l'AFM.

Colonne "Incertitude" : Incertitude relative de la valeur. Remarque : pour les minimums et maximums, il n'est pas possible de leur attribuer une incertitude : ceux-ci seront donc strictement respectés lors de la réconciliation. Colonnes suivantes : Etiquettes attribuées aux flux (voir partie "Etiquettes"). Remarque : une cellule vide indique que toutes les étiquettes sont attribuées au flux tandis qu'un 0 indique, au contraire, qu'aucune étiquette n'est attribuée au flux : le flux ne sera donc pas affiché sur le diagramme.

Dernières colonnes : Précisions que l'on souhaite apporter concernant la valeur du flux (ex : une source, une hypothèse, une remarque, etc.) : il est possible d'afficher ces précisions sur le diagramme en passant le curseur de la souris sur les flux par exemple.

## Contraintes

Cette feuille permet de renseigner les liens entre plusieurs flux en sous forme de ratio (ex : le flux A vaut X % du flux B). Elle est généralement utilisée pour renseigner des rendements de transformation ou des ventilations des débouchés. Pour ce faire, les données renseignées dans cette feuille servent à construire des équations (d'égalité ou d'inégalité) qui seront respectées lors de la réconciliation.

Colonne A : N° d'identifiant de l'équation : toutes les lignes ayant le même n° d'identifiant appartiennent à la même équation.

Colonne B : Nœud d'origine du flux.

Colonne C : Nœud de destination du flux.

Colonne D : Coefficients devant les termes (valeurs des flux) dans l'équation d'égalité : la somme de tous les termes multipliés par leurs coefficients vaut 0. Sert à renseigner : le/les flux ... vaut/valent X % du/des flux ... .

Colonne E : Coefficients devant les termes (valeurs des flux) dans l'équation d'inégalité : la somme de tous les termes multipliés par leurs coefficients est inférieure à 0. Sert à renseigner : le/les flux ... vaut/valent plus de X % du/des flux ... .

Colonne F : Coefficients devant les termes (valeurs des flux) dans l'équation d'inégalité : la somme de tous les termes multipliés par leurs coefficients est inférieure à 0. Sert à renseigner : le/les flux ... vaut/valent moins de X % du/des flux ... .

Colonnes suivantes : Etiquettes attribuées à la contrainte (voir partie "Etiquettes"). Remarque : une cellule vide indique que toutes les étiquettes sont attribuées à la contrainte tandis qu'un 0 indique, au contraire, qu'aucune étiquette n'est attribuée à la contrainte flux : la contrainte ne sera donc pas utilisée.

Dernières colonnes : Précisions que l'on souhaite apporter concernant la valeur de la contrainte (ex : une source, une hypothèse, une remarque, etc.).

## Etiquettes

Cette feuille permet de recenser tous les groupes d'étiquettes et les étiquettes utilisés dans le fichier. Il existe 4 types de groupes d'étiquettes :

- **LevelTags** : Ce type de groupe d'étiquettes permet d'attribuer des étiquettes aux nœuds afin de les agréger/désagréger dans un ordre qui peut être différent du niveau d'agrégation. /!\ Contrairement aux niveaux d'agrégation, il faut renseigner toutes les niveaux auquel le nœud appartient (ex : il n'est pas automatique qu'un nœud de niveau n appartient au niveau n+1 s'il n'est pas suivi désagréger en d'autres nœuds). Il est notamment utilisé pour agréger/désagréger les nœuds par zone du diagramme, ou bien dans des ordres différents, ou encore selon une caractéristique ou une autre mais pas les 2.
- **NodeTags** : Ce type de groupe d'étiquettes permet d'afficher/masquer les nœuds appartenant à la même étiquette. De plus, il permet également de leur attribuer des couleurs. Il est donc utilisé pour filtrer les nœuds sur le diagramme en fonction de l'étiquette à laquelle ils appartiennent mais aussi d'afficher d'une même couleur tous les nœuds appartenant à une même étiquette. Fait intéressant, ces caractéristiques se répercutent sur les flux qui sont liés à ces nœuds : il seront de la même couleur que le nœud et seront masqués si le nœud est masqué.
- **DataTags** : Ce type de groupe d'étiquettes permet d'attribuer des étiquettes aux flux afin de renseigner plusieurs valeurs pour un même flux, selon l'étiquette à laquelle il appartient : ajoute une dimension à l'AFM. Il est notamment utilisé pour faire plusieurs AFM pour des années différentes, pour des territoires différents, dans des unités différentes : dans tous ces cas, la structure de la filière est identique, seules les valeurs des flux changent d'une étiquette à l'autre.
- **FluxTags** : Ce type de groupe d'étiquettes permet d'afficher/masquer les flux appartenant à la même étiquette. De plus, il permet également de leur attribuer des couleurs. Il est donc utilisé pour filtrer les flux sur le diagramme en fonction de l'étiquette à laquelle ils appartiennent mais aussi d'afficher d'une même couleur tous les flux appartenant à une même étiquette.

**Colonne A** : Nom du groupe d'étiquette : c'est sous ce nom qu'il est possible de sélectionner les étiquettes du diagramme. Remarque : 2 noms séparés d'un "/" indiquent que l'on ne peut sélectionner que l'un ou l'autre sur le diagramme mais pas les 2 en même temps (cela concerne exclusivement les levelTags).

**Colonne B** : Type d'étiquette (voir ci-dessus les 4 types d'étiquette possibles).

**Colonne C** : Etiquettes : liste de toutes les étiquettes qu'il est possible d'attribuer aux nœuds ou flux. Les noms d'étiquettes sont séparés par des ":". Remarque : 2 listes d'étiquettes séparées d'un "/" correspondent aux étiquettes des 2 groupes d'étiquettes séparées d'un "/", dans le même ordre (1ère liste pour le 1er groupe et 2nde liste pour le 2nd groupe) (cela concerne exclusivement les levelTags).

**Colonne D** : Un 1 dans cette colonne permet de déterminer quelle sera la palette de couleur du groupe d'étiquette par défaut à l'ouverture du diagramme.

**Colonne E** : Permet de choisir une palette de couleur.

**Colonne F** : Dans cette colonne sont présentes les listes de couleurs attribuées aux étiquettes, également séparées par des ":" et dans le même ordre (1ère couleur = 1ère étiquette, 2ème couleur = 2ème étiquette, etc.) : ici, elles sont par exemple renseignées dans le

format hexadécimal. Remarque : si aucune couleur n'est renseignée, le programme attribue au hasard des couleurs aux étiquettes.

Colonne G : Description de l'utilité du groupe d'étiquette.

## Résultats

Cette feuille recense tous les résultats de tous les flux après réconciliation, pour tous les niveaux d'agrégation et tous les dataTags.

Premières colonnes : Les étiquettes des dataTags auxquels appartient la valeur du flux (il n'y a, pour le moment, qu'un dataTags maximum).

Colonne B : Nœud d'origine du flux.

Colonne C : Nœud de destination du flux.

Colonne D : Valeur réconciliée du flux.

Colonne E : Borne inférieure si la valeur du flux est libre après réconciliation.

Colonne F : Borne supérieure si la valeur du flux est libre après réconciliation.

Colonne G : Type de donnée. Il existe 2 types de données : "collectée" et "calculée", "collectée" signifie que la valeur du flux a été renseignée dans les feuilles de données (ce qui ne veut pas pour autant dire qu'elle soit restée la même après réconciliation) et "calculée" signifie, au contraire, que celle-ci n'avait pas été renseignée dans les feuilles de données.

Dernières colonnes : Les étiquettes des fluxTags auxquels appartient la valeur du flux.

## Analyse des résultats

Cette feuille recense tous les résultats de tous les flux après réconciliation, pour tous les niveaux d'agrégation et tous les dataTags, avec quelques indicateurs permettant une 1ère analyse des résultats.

Premières colonnes : Les étiquettes des dataTags auxquels appartient la valeur du flux (il n'y a, pour le moment, qu'un dataTags maximum).

Colonne B : Nœud d'origine du flux.

Colonne C : Nœud de destination du flux.

Colonne D : Valeur réconciliée du flux.

Colonne E : Valeur du flux avant réconciliation (si aucune valeur n'est renseignée, c'est qu'elle n'avait pas été renseignée dans les feuilles de données).

Colonne F : Demi-incertitude d'entrée en valeur absolue.

Colonne G : Incertitude d'entrée en valeur relative.

Colonne H : Borne minimum du flux : borne minimum renseignée dans l'onglet Min Max, sinon 0 par défaut. Colonne I : Borne maximum du flux : borne maximum renseignée dans l'onglet Min Max, sinon 0 par défaut.

Colonne J : Nombre d'écart-type : indicateur permettant de comparer l'écart entre la valeur du flux avant réconciliation et après réconciliation, en tenant compte de son incertitude. Cet indicateur ne devrait raisonnablement pas dépasser 2, au-delà de 3 cela indique que la valeur de sortie du modèle ne respecte pas du tout la valeur d'entrée associée à son incertitude : il faut donc revoir soit l'incertitude de la donnée d'entrée, soit carrément la source de données, ou bien l'ensemble du modèle (structure, valeurs d'entrée ou contraintes) qui pousse le programme de réconciliation à ne pas respecter la donnée d'entrée telle qu'elle a été renseignée. Colonne K : Le type de variable du flux après réconciliation est renseigné dans cette colonne, il en existe 8 : mesuré (la donnée était collectée), redondant (la donnée était collectée mais pouvait également être calculée à partir des contraintes renseignées : c'est cette dernière qui l'emporte), déterminé (la donnée

n'a pas été collectée mais a pu être calculée à partir des contraintes), libre (la valeur du flux n'a pas pu être déterminée mais est comprise dans un intervalle), libre unbounded (la valeur du flux n'a pas pu être déterminée et n'est même pas comprise dans un intervalle = totalement libre). Remarque : il est parfois rajouté "pp" (post-processing) à ces types de variables, ce qui indique précise que la variable a été obtenue par simple agrégation des résultats après réconciliation (= la variable était inutile pour la réconciliation).

## Sources et prétraitement des sources

Feuilles dans lesquelles sont répertoriées toutes les données tirées des sources : les données effectivement utilisées sont surlignées en jaune. Dans certains cas, il peut y avoir une opération de prétraitement pour que la donnée soit exploitable dans le format requis des feuilles de données. Remarque : en effet, chaque cellule renseignée dans les feuilles de données fait directement référence à ces feuilles source. De plus, un dernier léger prétraitement peut être réalisé dans les cellules des feuilles de données (ex : conversion dans l'unité de référence, application d'un taux de couverture, etc.).

## 7.3 Détail du calendrier et des rencontres

Au total 3 réunions plénière (4 demi-journées) + 24 réunions bilatérales (2-3h) plus quelques réunions avec le groupe pilote.

### 7.3.1 V0

Date	Quoi	ITA	Lieu
26-sept	Formation	Tous	Bureau du Basic Paris
27 sept matin	Présentation v0	IFCE	Bureau du Basic Paris
27 sept aprem	Présentation v0	IDELE bovins	Bureau du Basic Paris
28 sept aprem	Présentation v0	ARVALIS	Bureau du Basic Paris
30 sept matin	Présentation v0	TERRAUNIVIA	Visio
11 oct matin	Présentation v0	CTIFL	Bureau du Basic Paris
11 oct aprem	Présentation v0	ITAVI	Bureau du Basic Paris
12 oct aprem	Présentation v0	IFIP	Visio

24 novembre présentation V0 IDELE lait

### Ordre du jour 26 septembre

- 9h30 10h00 accueil, introductions
- 10h 12h00 Exercices sur l'analyse de flux de matières de filières, sur feuilles et paperboard (éventuellement amener des feutres de couleurs, on en aura mais peut-être pas assez). Amenez éventuellement une calculette (celle du téléphone va bien aussi)
- 12h 12h30 Récapitulatif des exercices, mise en perspectives théoriques
- 12h30 13h30 Repas (chacun se débrouille mais on vise en particulier une boulangerie pas trop loin du basic)
- 13h30 13h45 calage des réunions futures
- 13h45 Reprise des exercices mais avec les outils qui comprennent l'outil d'édition des diagrammes de Sankey, présentation progressive du format AF Filières dans Excel.
- 15h45 pause
- 16h 16h30 présentation à chaque organisme de sa v0 prise en main rapide.

- 16h 16h45 bouclage.

### 7.3.2 V1

#### Ordre du jour 13 décembre

- Introduction, rappel des objectifs du projet - 10 minutes – Jean-Yves
- Temps 1 : travail effectué sur les V1 et questions que ça pose – 1h40
  - Récap des réunion bilatérales et travail effectué 20 min – TerriFlux
  - Présentation et échanges sur le travail effectué et enseignements transversaux : 1h 20 min
    - Propositions de nouvelles fonctionnalités de visualisation sur le site (zoomer/dézoomer) - TerriFlux
    - Travail sur les structures des filières, enseignements et choix transversaux (viandes, lait, protéagineux, cheval...) – TerriFlux
    - Trois niveaux de points de données utilisés (statistiques publiques annuelles, données ponctuelles/conjoncturelles, données structurelles) – BASIC
    - Retour sur les statistiques publiques récoltées et questions associées – BASIC
    - Pertes et gaspillage – Jean-Yves
    - Traitement de coproduits des filières animales –
    - Homogénéisation des processus de travail – TerriFlux
- Pause 10 min
- Quelle valorisation possible/attendue du travail : quels Sankey produire pour mettre en évidence certains enjeux en un coup d'oeil ? (1h, fonctionnement en World café si majorité de gens sur place ou sinon paper board en ligne Miro ou Mural avec 10 min de réflexion personnelle au début de la session) – 50 min – Jean-Yves
  - Dépendance au reste du monde (pour les matières premières, mais aussi pour les certains produits transformés : tous ou focus)
  - Utilisations énergétiques de produits agricoles,
  - Production de coproduits,
  - Pertes et gaspillages
  - Autres ?
- Conclusion et prochaines étapes (10 min)

### 8 Réunion bilatérales

CTIFL : lundi 30 janvier 9h30  
 IFCE : vendredi 3 février 9h30  
 ARVALIS : lundi 6 février 14h  
 IDELE viande : mardi 7 février 9h30  
 ITAVI : jeudi 9 février 14h  
 IDELE lait: vendredi 10 février 9h30  
 Terres Univia: lundi 13 février 9h30  
 IFIP : mardi 14 février 14h

### 7.3.3 V2

#### Ordre du jour 21 mars:

- 13h30-13h45 accueil introduction

- 13h45-15h15 présentation de quelques thématiques illustrés sur quelques filières V2.  
Premiers bilans de ce qui a marché, ce qui a moins marché
- 15h15-15h30 pause
- 15h30-16h00 discussion sur les livrables
- 16h00-16h30 suites et perspectives

## 8 Réunions bilatérales

4 avril céréales

4 avril Fruits et légumes

5 avril Equins

11 avril lait

12 avril Porc

13 avril Oléo

4 mai Œuf Volailles

25 mai bovin

## 7.4 A propos du « Référentiel coefficients »

Actuellement, la seule base centralisée de coefficients dans les filières agricoles est à notre connaissance celle de la FAO (<https://www.fao.org/economic/the-statistics-division-ess/methodology/methodology-systems/technical-conversion-factors-for-agricultural-commodities/en/>), mais ce travail d'estimation de « Technical Conversion Factors » (TCF) date des années 1990. Le « référentiel coefficients » proposé est en quelque sorte un coproduit du projet RefFlux (qui suscitera nous l'espérons beaucoup de valorisations !). Nous entendons par là que pour l'essentiel il n'a pas fait l'objet d'une expertise directe. Le statut des résultats est clairement indiqué : il peut s'agir soit d'informations en entrée des modèles de flux (et à ce titre discutées dans le cadre de RefFlux, moyennant le fait que le temps nécessaire pour mener toutes les enquêtes nécessaires n'était pas toujours disponible), soit d'informations déduites de la valeur des flux (voir figure 2). En particulier, la modélisation des procédés unitaires a été centrale pour la modélisation de la filière lait où une trentaine de procédés ont été modélisés de façon à respecter les bilans matière en masse totale, masse grasse et masse protéique (exemple de la fabrication de beurre sur la figure 1)

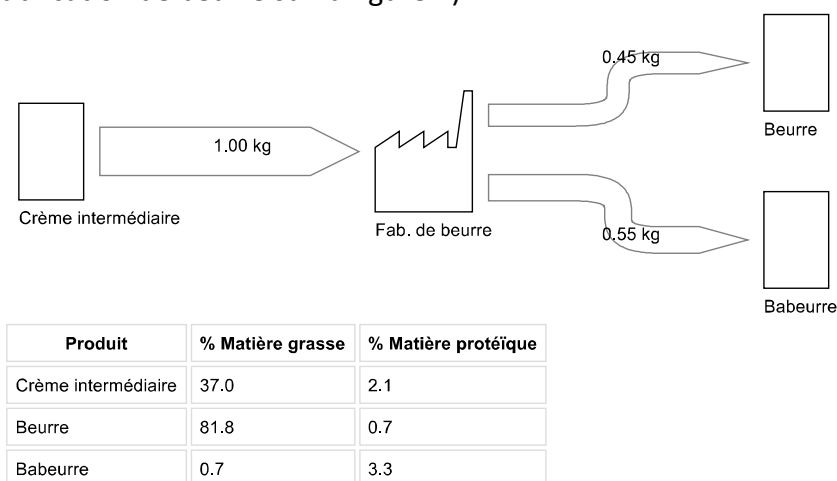


Figure 2 Modélisation du procédé unitaire de fabrication du beurre (coefficients utilisés en données d'entrée du modèle de RefFlux).

**Le référentiel coefficient est divisé en deux parties :**

1. **Un référentiel des « procédés de transformation »** (similaire au procédé du beurre représenté Figure 1) mais généralement proposé en une seule unité : la masse brute.
2. **Un référentiel des « procédés de marché »** qui met au centre un produit donné et montre, en amont, les origines du produit (par exemple, industrie locale vs. importations) et en aval les débouchés du produit (par exemple, différentes industries et exportations), le tout exprimé en pourcentages (voir Figure 2).

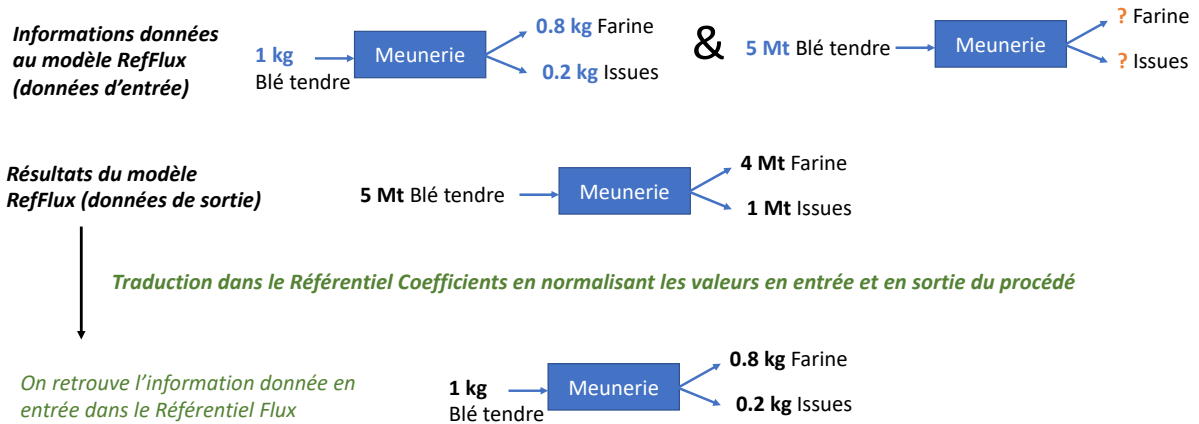
Il va de soit que les coefficients des procédés de marché sont soumis à de très fortes variations dans le temps et dans l'espace, alors qu'on peut supposer les coefficients de procédés de transformation plus stables (moyennant d'éventuelles ruptures technologiques dans le futur ou, spatialement, des disparités liées à l'utilisation de technologies plus ou moins efficaces selon la taille des entreprises, les investissements réalisés etc.).



Figure 3 **Modélisation du procédé de marché des graines de soja (exemple fictif).**

**NB : pour des contraintes de développement de l'outil logiciel, le référentiel coefficients ne sera publié qu'à la fin de l'été 2023.**

Cas type 1 : on connaît « la recette » du procédé et la valeur d'un flux



Cas type 2 : on connaît plusieurs flux liés à un procédé et on déduit les autres via des contraintes de type bilan matière

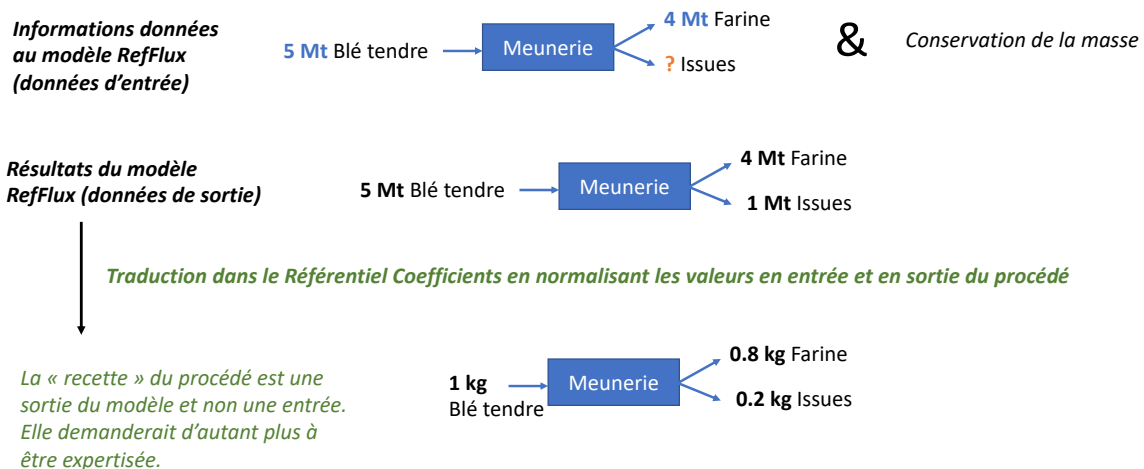


Figure 4 deux cas type d'obtention d'un procédé unitaire de transformation (exemple fictif de la meunerie de blé tendre)

## 7.5 Membres du conseil scientifique du projet RefFlux

- Jean-Yves Courtonne, chercheur dans l'équipe STEEP de l'Inria Grenoble, coordinateur du conseil scientifique. Coordination du projet AF Filières de 2017 à 2019 (flux-biomasse.fr, financement ADEME Graine 2016), participation au projet « flux de matières premières de l'alimentation animale », piloté par le GIS Avenir Élevages et participation au projet Scalable,
- Sophie Madelrieux, ingénieure en chef des ponts, des eaux et des forêts à l'Inrae Grenoble (laboratoire LESSEM), coordonnatrice du projet Scalable,
- Myriam Grillot, chercheuse à l'Inrae Toulouse, UMR AGIR, projet Scalable,
- Carine Barbier, ingénieure de recherches au CIRED Montpellier, coordonnatrice du projet CECAM-SISAE,

- Barbara Redlingshofer, ingénieure d'études à l'Inrae (UMR SADAPT), co-pilote du projet PopCorn,
- Caroline Petit, ingénieure de recherches à l'Inrae, co-pilote du projet PopCorn.

## 7.6 Description des projets de recherche SCALABLE, CECAM/SISAE et POPCORN

- **SCALABLE** (projet-scalable.fr, financement ADEME Graine 2019), rassemble le laboratoire LESSEM (INRAE Grenoble), l'équipe STEEP (Inria Grenoble), Auvergne-Rhône-Alpes Energie Environnement, le bureau d'étude Terriflux, ainsi que l'inter-territoire du plan alimentaire de la région grenobloise. Il fait suite aux projets AF Filières (flux-biomasse.fr, ADEME Graine 2016) et BOAT (idem). Scalable s'intéresse aux productions agricoles, aux différentes étapes de la chaîne de transformation (filière) depuis la production jusqu'à la consommation, à différentes échelles territoriales (nationale, régionale, locale). Il vise à améliorer la connaissance sur les vulnérabilités matérielles et organisationnelles des territoires par rapport à ces filières : dans quelle mesure satisfait-on les besoins de la population de façon soutenable, et sans transfert de vulnérabilités vers d'autres territoires ? Ce travail se fera en croisant des approches analytiques (utilisation de modèles descriptifs) et délibératives (évaluation par les acteurs des territoires). Il pourra in fine contribuer à éclairer le débat sur les échelles pertinentes de relocalisation des différents maillons des filières.
- Une évaluation de l'empreinte carbone du système alimentaire français a été réalisée pour les années récentes dans le projet **CECAM**. Elle considère les différentes étapes du système alimentaire et leur poids relatif dans l'empreinte totale : production agricole, transformation, transport de marchandises, distribution, restauration, déplacements pour les achats alimentaires des ménages, et préparation au domicile. SISAE fait suite au projet CECAM et vise à répondre aux questions suivantes : (i) Comment faire évoluer la production et la transformation des denrées alimentaires pour répondre à la demande future de la population sous contrainte de réduction forte de l'impact environnemental du système alimentaire du champ à l'assiette à l'horizon 2050 ? (ii) Quels arbitrages cette évolution suscite à différents niveaux du système alimentaire, notamment sur le partage d'usage des sols, le niveau d'importations et d'exportations de produits agricoles et alimentaires et le transport associé, les systèmes de transformation ou encore les modes d'approvisionnement des ménages ? Dans le cadre de ce projet, des diagrammes de flux ont été élaborés pour plusieurs filières de la production à la distribution. Consortium : CIRED-CNRS, SOLAGRO, EREN INRAE/INSERM, EDF, UMR LAET-ENTPE, PHILABS.  
Le projet **SISAE** a pris la suite de CECAM en évaluant 6 visions du système alimentaire en 2050 (cinq scénarios sont communs à l'exercice Transitions 2050 de l'Ademe et un scénario reprend le scénario SNBC-AMS 2019). Les résultats montrent tout d'abord l'importance des synergies possibles entre les préoccupations de santé publique, une plus grande autonomie alimentaire et la protection de l'environnement. Les leviers suivants sont étudiés : réduction des pertes et gaspillages, alimentation plus végétale et nutritionnellement équilibrée, évolution des pratiques agricoles de gestion de l'azote, redirection de la production domestique vers le marché intérieur, ou encore, relocalisation de filières déficitaires sur le territoire.
- L'alimentation joue un rôle déterminant pour les flux de matières et d'énergie d'un territoire urbain. Le projet **POPCORN**, en lien avec les travaux de métabolisme urbain, vise deux objectifs: i) caractériser la population d'un territoire et sa consommation

alimentaire de façon à faire le lien avec les flux de matières en amont de la production agricole et les flux en aval vers la restitution des déchets et des émissions ; ii) identifier et rallier les communautés et dispositifs de recherche utiles pour le développement d'un référentiel de facteurs de conversion permettant l'analyse quantitative de la matérialité du système alimentaire d'un territoire en reliant les secteurs de la production agricole à la consommation et aux déchets, secteurs souvent traités de façon isolée. Concernant le deuxième objectif, en effet, il n'existe pas de référentiel de facteurs discuté et validé par des experts et disponible aux communautés scientifiques investies dans l'analyse de filières et de systèmes alimentaires et mobilisant les méthodes de l'analyse de flux de matière ou de l'analyse de cycle de vie. Tout au long de la chaîne, la matière est transformée à travers différents processus qui relèvent des changements de masse (perte ou ajout d'eau, retrait des parties non consommables) et des changements de composition opérés par les industries agro-alimentaires comme par les ménages (élaboration de produits, génération de co- ou sous-produits et déchets). Ces transformations de matières peuvent être appréhendées par des facteurs ou coefficients de conversion pour exprimer les parts relatifs entre matière brute, semi-transformée et ingérée (par exemple entre blé tendre, farine et pain). Différentes communautés scientifiques et techniques mobilisent ces facteurs (par ex. la communauté de l'ACV, les groupes filières INRAE, les instituts techniques) et en font état dans des publications. La méthode de travail proposée est celle d'une première exploration et discussion de la littérature scientifique et technique existants sur ces facteurs et leur composition. Les avancées méthodologiques attendues dans POPCORN permettront une compréhension plus fine des flux alimentaires et ouvrent des perspectives de recherche pluridisciplinaire en associant cinq départements INRAE et trois partenaires non-INRAE.