

Université Libre de Bruxelles  
Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire  
Faculté des Sciences  
Master en Sciences et Gestion de l'Environnement

**L'impact économique et environnemental de la gestion des déchets dans les  
systèmes alimentaires alternatifs Bruxellois**  
***Le cas du réseau des magasins de distribution « Färm »***

Mémoire de Fin d'Etudes présenté par  
VAN GRUNDERBEECK, Bastien  
En vue de l'obtention du grade académique de  
Master en Sciences et Gestion de l'Environnement  
Finalité Gestion de l'environnement ENVI5G-M  
Année Académique : 2016-2017

Directeur : Prof. Wouter Achten



## Résumé

---

L'objet de notre travail concerne les déchets produits dans les systèmes alimentaires alternatifs. A travers l'étude du magasin de distribution Färm situé à Bruxelles, nous analysons le flux des déchets d'emballage et les pertes alimentaires. Nous étudions, dans un premier temps, l'impact économique et environnemental de la gestion des déchets pour le magasin étudié. En vue d'élargir le champ d'étude, une analyse de cycle de vie est réalisée sur l'ensemble du système alimentaire, du producteur au consommateur, et ce, pour un panier de fruits et légumes. La contribution des différentes phases sur les impacts environnementaux des déchets est alors détaillée.

Notre recherche dans la littérature met en évidence la part prépondérante du gaspillage alimentaire dans les phases de production et de consommation. Le distributeur, faible contributeur, occupe néanmoins une place centrale dans le système alimentaire urbain. Par le développement de partenariats, les alternatives locales qui limitent les intermédiaires entre producteur et consommateur offrent un avantage non négligeable dans la production et la gestion des déchets. Les politiques nationales en la matière privilégient la prévention et le réemploi comme solutions à envisager avant le recyclage et la valorisation énergétique.

Notre étude du magasin Färm Hankar a identifié les types de déchets prépondérants, à savoir le tout-venant (59%) et le papier/carton (26%). En termes de pertes alimentaires, le rayon fruits & légumes occupe la première place (42% des pertes totales), suivi par le rayon boulangerie (32%). Il s'agit d'aliments dont la conservation est limitée et dont les stocks seront dès lors plus difficiles à gérer. Par ailleurs, on observe que la mise en place d'une comptabilisation des pertes et de leurs origines a un impact important et rapide sur la réduction des quantités perdues. L'impact économique des déchets est majoritairement influencé par les pertes alimentaires (87%), et dans une moindre mesure par la collecte et le traitement des déchets. Du point de vue environnemental, l'incinération avec récupération d'énergie est le mode de gestion le moins conseillé. En effet, notre étude montre un bénéfice important pour le recyclage et des impacts négligeables pour le compostage local non industriel.

Dans la suite de notre travail, l'analyse du cycle de vie d'un panier de fruits et légumes vendus chez Färm identifie que la production des aliments et le transport sont les contributeurs majoritaires pour les 6 catégories d'impact étudiées. Cependant, un aliment gaspillé en aval de la chaîne aura un impact plus important qu'un aliment perdu durant la phase de production. Les déchets et leur gestion contribuent dans notre étude pour un maximum de 15% de l'impact environnemental global. Par ailleurs, la fin de vie et la valorisation des déchets n'influencent pas significativement les résultats. Un choix adapté permet néanmoins de réduire légèrement les impacts (par le recyclage ou la récupération énergétique). Finalement, les déchets d'emballage, peu présents dans notre étude, ont un impact négligeable sur le cycle de vie.

Tout au long de notre ouvrage, nous mettons en avant l'importance de la coordination entre les acteurs. La mise en place d'une gestion concertée des stocks et des besoins alimentaires peut permettre une réduction importante des flux de déchets. Par son positionnement central, le distributeur peut devenir l'instigateur d'un renouveau et d'une remise en question générale de notre modèle alimentaire.

## Remerciements

*Je tiens tout d'abord à remercier le Professeur Wouter Achten pour avoir accepté d'encadrer mon mémoire de fin d'études, pour sa disponibilité et ses conseils avisés.*

*Solène Sureau a également été un contact important au sein de l'IGEAT. Sa relecture et ses commentaires constructifs ont permis de faire évoluer ce travail dans la bonne direction.*

*Je remercie tout particulièrement Isadora Meersseman et l'équipe de Färm Hankar qui ont accepté de m'ouvrir leurs portes. Merci pour le temps que vous avez consacré et pour votre proactivité dans la recherche et l'accès aux données du magasin.*

*Pour terminer, je tenais à remercier ma famille et mes proches pour leurs conseils, relectures et soutien tout au long de cette année.*

# Table des matières

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Résumé.....                                                           | 3  |
| Table des illustrations.....                                          | 7  |
| Abréviations .....                                                    | 9  |
| Introduction.....                                                     | 10 |
| 1    Les enjeux du système alimentaire .....                          | 10 |
| 2    La gestion des déchets comme problématique clé.....              | 11 |
| 3    Questions de recherche et structure de l'ouvrage .....           | 12 |
| Partie I : déchets et alimentation dans le contexte Bruxellois .....  | 15 |
| 1    Définitions .....                                                | 15 |
| 1.1    Gaspillage alimentaire.....                                    | 15 |
| 1.2    Emballages.....                                                | 18 |
| 2    Impact économique et environnemental.....                        | 19 |
| 2.1    Impact environnemental .....                                   | 19 |
| 2.2    Impact économique.....                                         | 21 |
| 3    Gestion : stratégies et politiques.....                          | 22 |
| 4    La réponse des systèmes alimentaires alternatifs .....           | 26 |
| 5    Premiers constats théoriques .....                               | 28 |
| Partie II : Cas d'étude - les magasins de distribution « Färm » ..... | 29 |
| 1    Objet et contexte de l'étude .....                               | 29 |
| 1.1    Le projet COSY-Food.....                                       | 29 |
| 1.2    Les magasins de distribution Färm .....                        | 30 |
| 2    Méthodologie .....                                               | 33 |
| 2.1    Analyse des flux et impact économique.....                     | 33 |
| 2.2    Impact environnemental .....                                   | 34 |
| 3    Analyse des flux des déchets.....                                | 37 |
| 3.1    Identification et localisation des déchets.....                | 37 |
| 3.2    Quantification des déchets.....                                | 39 |
| 4    Impact économique.....                                           | 45 |
| 4.1    Les déchets collectés chez Färm.....                           | 45 |
| 4.2    Les pertes alimentaires .....                                  | 46 |
| 5    Impact environnemental.....                                      | 49 |
| 5.1    ACV de la gestion des déchets collectés chez Färm .....        | 49 |
| 5.2    ACV d'un panier de fruits et légumes vendus chez Färm.....     | 54 |

|                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Partie 3 : Analyse des résultats et mise en perspectives .....                                                                    | 68 |
| 1    Les impacts de la gestion des déchets .....                                                                                  | 68 |
| 1.1    Impact économique et environnemental des déchets chez le distributeur Färm .....                                           | 68 |
| 1.2    Impact environnemental des déchets tout au long du système alimentaire .....                                               | 69 |
| 2    Apport des systèmes alternatifs et pistes d'amélioration .....                                                               | 70 |
| Conclusion .....                                                                                                                  | 72 |
| Bibliographie .....                                                                                                               | 75 |
| Annexes .....                                                                                                                     | 79 |
| ANNEXE 1 : Diagramme des flux des déchets simplifiés autour du distributeur alimentaire Färm .                                    | 79 |
| ANNEXE 2 : Détail des déchets collectés et traités au magasin Färm Hankar .....                                                   | 80 |
| ANNEXE 3 : Impact environnemental de la gestion des déchets chez Färm Hankar (pour 1 tonne de déchets collectés et traités) ..... | 81 |
| ANNEXE 4 : Inventaire pour la production des fruits et légumes .....                                                              | 83 |
| ANNEXE 5 : Impact environnemental de la consommation d'un panier de F&L de 1kg vendu chez Färm.....                               | 86 |

# Table des illustrations

|                                                                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : The FUSIONS technical framework defining the Food supply chain and Food waste (FUSIONS technical Framework). (FUSIONS, 2016).....                                                                          | 16 |
| Figure 2 : Estimation du gaspillage alimentaire dans la zone EU-28 en 2012 (FUSIONS, 2016) .....                                                                                                                      | 17 |
| Figure 3 : Taux de pertes et gaspillages (ADEME, 2016) .....                                                                                                                                                          | 17 |
| Figure 4 : Secteur de l’emballage (FAO, 2014) .....                                                                                                                                                                   | 18 |
| Figure 5 : Impact environnemental par secteur, par tonne de gaspillage alimentaire (impacts de fin de vie exclus) (DG-ENV, 2010) .....                                                                                | 19 |
| Figure 6 : Résultat d'une étude ACV sur les pertes alimentaires d'un supermarché suédois. (BRANCOLI P. et al., 2016).....                                                                                             | 20 |
| Figure 7 : Coûts de la gestion des déchets pour les entreprises (ADEME, 2004).....                                                                                                                                    | 22 |
| Figure 8 : L'échelle de Moerman pour la gestion des déchets alimentaires dans la région Bruxelloise (IBGE, 2015) .....                                                                                                | 23 |
| Figure 9 : Liens et actions à mettre en place entre les différents acteurs du système alimentaire en vue de limiter le gaspillage alimentaire (ADEME, 2016) .....                                                     | 23 |
| Figure 10 : Taux de recyclage des déchets d'emballage en Belgique en 2014 (adapté de DG STATISTIQUE, 2014).....                                                                                                       | 25 |
| Figure 11 : Liens théoriques entre pertes alimentaire et systèmes alimentaires durables (HLPE, 2014) .....                                                                                                            | 27 |
| Figure 12 : Relation entre l’inventaire de l’ACV (gauche), les indicateurs midpoint (milieu) et les indicateurs endpoint (droite). Source : <a href="http://www.lcia-recipe.net">http://www.lcia-recipe.net</a> ..... | 36 |
| Figure 13 : Répartition des déchets collectés chez Färm Hankar sur 1 année (en volume et en masse) .....                                                                                                              | 39 |
| Figure 14 : Déchets organiques collectés par Vert d'Iris sur 12 mois .....                                                                                                                                            | 40 |
| Figure 15 : Evolution des pertes des salades préparées du rayon traiteur entre octobre 2016 et mars 2017.....                                                                                                         | 43 |
| Figure 16 : Répartition des déchets collectés chez Färm (en coût de gestion).....                                                                                                                                     | 46 |
| Figure 17 : Evolution des pertes alimentaires (en euros) du magasin Färm Hankar entre avril 2016 et mars 2017.....                                                                                                    | 47 |
| Figure 18 : Répartition des pertes alimentaires par rayon sur un an (en euros) .....                                                                                                                                  | 47 |
| Figure 19 : Pertes alimentaires (kg) par rayon extrapolés à partir des pertes économiques .....                                                                                                                       | 48 |
| Figure 20 : Pertes financières par kg de produit vendu au consommateur .....                                                                                                                                          | 48 |
| Figure 21 : Limites du système - ACV déchets Färm .....                                                                                                                                                               | 49 |
| Figure 22: Impact environnemental de la gestion d'une tonne de déchets chez Färm pour les 6 impacts étudiés .....                                                                                                     | 51 |
| Figure 23: Contribution des différents modes de traitement sur l'impact environnemental global en % .....                                                                                                             | 52 |
| Figure 24 : Impact environnemental du traitement des déchets (à masse équivalente : 1 tonne).....                                                                                                                     | 53 |
| Figure 25 : Limites du système - ACV panier de F&L.....                                                                                                                                                               | 56 |
| Figure 26 : Impact environnemental de la consommation d'un panier d'1 kilo de F&L vendus chez Färm.....                                                                                                               | 62 |
| Figure 27 : Contribution des étapes du système alimentaire sur l'impact environnemental global (1kg de F&L) .....                                                                                                     | 63 |
| Figure 28 : Contribution des processus dans la phase de production (hors fin de vie des déchets) ....                                                                                                                 | 63 |
| Figure 29 : Contribution des processus dans la phase de distribution (hors fin de vie des déchets) ...                                                                                                                | 64 |

|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 30: Contribution des étapes du système alimentaire sur l'impact environnemental des déchets (fin de vie incluse) ..... | 66 |
| Figure 31 : Contribution de la fin de vie des déchets sur l'impact global des déchets .....                                   | 66 |
| Figure 32 : Contribution des processus dans la phase de fin de vie des déchets .....                                          | 67 |
| Figure 33 : Impact économique et environnemental du traitement des déchets chez Färm .....                                    | 68 |
| Figure 34 : Impact économique et environnemental des pertes de F&L chez le distributeur (pour 1 kg consommé).....             | 69 |
|                                                                                                                               |    |
| Tableau 1 : Types de déchet collectés chez Färm et traitement associé (Source : MCA Recycling) .....                          | 37 |
| Tableau 2 : Conversion des volumes de déchet en masse (Source : ADEME, 2004).....                                             | 39 |
| Tableau 3 : Pertes prédominantes du rayon fruit & légume sur 1 année.....                                                     | 41 |
| Tableau 4 : Pertes prédominantes du rayon vrac sur 1 année .....                                                              | 41 |
| Tableau 5 : Pertes prédominantes du rayon boulangerie sur 1 année.....                                                        | 42 |
| Tableau 6 : Pertes prédominantes du rayon boucherie sur 1 année.....                                                          | 42 |
| Tableau 7 : Pertes (en masse) du rayon traiteur chez Färm Hankar .....                                                        | 43 |
| Tableau 8 : Pertes prédominantes du rayon frigo sur 1 année.....                                                              | 44 |
| Tableau 9 : Quantité annuelle d'emballages fournis aux clients de Färm Hankar .....                                           | 44 |
| Tableau 10 : Coût de gestion des déchets par unité de volume et de masse.....                                                 | 45 |
| Tableau 11 : Inventaire - gestion des déchets chez Färm (par kg traité par filière).....                                      | 50 |
| Tableau 12 : Evaluation du transport pour la collecte des déchets de Färm Hankar .....                                        | 51 |
| Tableau 13 : Impact environnemental normalisé de la gestion des déchets chez Färm (1 tonne de déchets).....                   | 54 |
| Tableau 14 : Flux des ventes et pertes alimentaires - Panier de F&L .....                                                     | 57 |
| Tableau 15 : Flux et processus pris en compte dans l'ACV pour la phase de production.....                                     | 58 |
| Tableau 16 : Flux et processus pris en compte dans l'ACV pour la phase de distribution.....                                   | 59 |
| Tableau 17 : Flux et processus pris en compte dans l'ACV pour la phase de consommation .....                                  | 60 |
| Tableau 18: Flux des déchets produits tout au long du système alimentaire (pour 1kg de F&L consommé).....                     | 60 |
| Tableau 19 : Inventaire - gestion des déchets produits tout au long du système alimentaire (par kg traité par filière) .....  | 61 |
| Tableau 20 : Impact environnemental normalisé pour la consommation d'un panier de 1kg de F&L.                                 | 64 |
| Tableau 21: Contribution des déchets et de leur gestion sur l'impact environnemental global.....                              | 65 |
| Tableau 22: Comparaison du pourcentage de perte des F&L chez le distributeur (ADEME, 2016) .....                              | 70 |

## Abréviations

---

- **1,4-DB eq** : 1,4 dichlorobenzene (1,4-DB)
- **ACV** : Analyse de Cycle de Vie
- **ADEME** : Agence de l'environnement et de la maitrise de l'énergie
- **COSY-food** : Consumer-oriented systems of food provision
- **FAO** : Food and Agriculture Organization
- **F&L** : Fruits & Légumes
- **IGEAT** : Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire
- **Kg CO2eq** : kilo d'équivalent CO2
- **Kg P eq** : kilo d'équivalent Phosphore
- **RBC** : Région de Bruxelles-Capitale
- **SAA** : Système alimentaire alternatif
- **tkm** : tonnes-kilomètres

# Introduction

---

## 1 Les enjeux du système alimentaire

Le secteur de l'alimentation constitue depuis toujours une thématique clé du fonctionnement de notre société. La pluridisciplinarité du sujet ouvre la porte à de nombreuses problématiques ainsi qu'à de fortes interactions dans la plupart des débats de société (économie, santé, climat, développement durable, épuisement des ressources, énergie, politique, enjeux sociaux,...). Les grandes institutions (FAO, OMS, OCDE,...) s'accordent dans les grandes lignes sur les défis alimentaires auxquels nous devons faire face dans les décennies à venir. En effet, les besoins alimentaires mondiaux n'ont cessé de croître avec l'augmentation de la population. D'ici à 2050, la production alimentaire globale devra augmenter de 70% pour pouvoir nourrir 9 milliards de personnes (FAO, 2009). Cette augmentation importante serait également liée à la croissance des revenus et de l'urbanisation rapide (surtout dans les pays en voie de développement).

La sécurité alimentaire mondiale est aujourd'hui souvent considérée comme prioritaire et impactant fortement le fonctionnement des sociétés (la FAO considère que plus de 10% de la population mondiale est sous-alimentée) (FAO, 2015). On retrouve dès lors l'alimentation comme thème clé dans les Objectifs de Développement Durable des Nations Unies : « Objectif 2 : Eliminer la faim, assurer la sécurité alimentaire, améliorer la nutrition et promouvoir l'agriculture durable ». Et si le secteur possède son propre objectif, il est admis qu'il intègre implicitement l'ensemble des 17 objectifs par son caractère multidisciplinaire. Par exemple, l'objectif n°12 « Etablir des modes de consommation et de production durable » prévoit de réduire de 50% le gaspillage alimentaire par habitant d'ici 2030 dans les phases de distribution et de consommation (UNSCN, 2014 ; FAO, 2015).

L'urbanisation croissante a eu un impact important sur la transformation du modèle alimentaire et, d'ici à 2050, 80% de la population mondiale devrait vivre en zone urbaine (IUFN, 2012). La ville est donc à considérer comme fondamentale pour le développement du futur de nos sociétés. Si l'industrialisation du système alimentaire a permis de nourrir un plus grand nombre de personnes concentrées dans des zones non agricoles, le système montre aujourd'hui ses faiblesses en termes de sécurité alimentaire, de santé et d'impact environnemental. La généralisation du système agro-tertiaire industriel occidental, intensif et globalisé, ne pourra répondre aux nombreux défis du développement durable. Il a en effet désacralisé le rôle de l'alimentation en allongeant considérablement la filière agroalimentaire tout en généralisant une production de masse standardisée (IUFN, 2012 ; Rastoin J-L., 2006 ; Bricas N., 2015). On considère par exemple que 75% du chiffre d'affaires de l'industrie agroalimentaire est assuré par moins de 10% d'entreprises (au niveau mondial).

Les habitudes alimentaires ont ainsi évolué vers une prépondérance de produits transformés et de source animale, jouant un rôle important dans l'accroissement des troubles de santé du monde occidental (obésité, diabète,...) et du réchauffement climatique (OMS, 2014 ; EC DG-ENV, 2013). Le système alimentaire est en effet responsable d'une grande partie des pressions environnementales de notre société : perte de biodiversité et transformation de l'habitat, occupation des sols, utilisation des ressources, pollution de l'eau et de l'air, émission de CO<sub>2</sub>,... (Fuentes et al., 2006 ; Esnouf C. et al., 2011). Au niveau de l'impact sur le changement climatique par exemple, le système alimentaire dans sa globalité serait responsable de 25% à 35% de la production mondiale de gaz à effet de serre

(European Commission, 2013). En Belgique, l'alimentation compte à elle seule pour 30% des impacts environnementaux globaux des ménages (IBGE, 2016). D'un autre côté, le changement climatique, la dégradation des sols et l'appauvrissement des ressources viennent directement mettre en péril notre capacité de production alimentaire. Et quand on découvre que 70% des surfaces propices à l'agriculture sont déjà utilisées actuellement, le problème prend toute son ampleur. Les populations les plus touchées par l'insécurité alimentaire sont également les plus vulnérables face aux dérèglements climatiques, ce qui ouvre la voie à des inégalités sociales de plus en plus fortes (Badia B. et al., 2014 ; FAO, 2009).

Dans son dernier rapport sur la situation mondiale de l'alimentation, la FAO souligne que *« pour éliminer la faim et la pauvreté d'ici à 2030 tout en s'attaquant à la menace que constitue le changement climatique, une transformation profonde des systèmes alimentaires et agricoles sera nécessaire partout dans le monde »* (FAO, 2016). Afin de répondre à ces enjeux, de nouvelles dynamiques et organisations se mettent en place. On notera par exemple le « Sustainable Food Systems Programme » (UNEP et FAO) ou encore à une échelle plus locale la stratégie Good Food pour la région de Bruxelles-Capitale.

Le secteur de la distribution alimentaire est directement impacté par cette nouvelle tendance et de nouveaux systèmes alimentaires alternatifs sont ainsi en plein développement à Bruxelles : Les Groupes d'achat solidaires (GASAP), les coopératives de producteurs, la vente directe de paniers bios, les plateformes web (la Ruche qui dit Oui), les supermarchés collaboratifs (Bees-coop), les magasins et épiceries de distribution bio (Färm),... Leur principe repose sur le rapprochement entre producteur et consommateur, en limitant les intermédiaires, tout en proposant des aliments pouvant être « bio », « équitables » et « sains ».

## **2 La gestion des déchets comme problématique clé**

Un point essentiel que l'on retrouve dans la plupart des stratégies de développement alimentaire durable concerne la réduction du gaspillage alimentaire. Les statistiques montrent qu'environ un tiers de la partie comestible de la production mondiale alimentaire est perdue ou gaspillée (FAO, 2011). Entre 1960 et 2010, la quantité des pertes alimentaires a augmenté de 200%, passant de 536Mt à 1626Mt (Porter S. et al., 2016). A Bruxelles, une étude a montré que 12% du contenu des poubelles des ménages est constitué d'aliments, ce qui équivaut à 15.000 tonnes de nourriture gaspillée par an (IBGE, 2010).

Le gaspillage alimentaire a un impact sur tout le cycle de la chaîne, depuis le producteur jusqu'au consommateur. En outre, jeter 1 kg de nourriture en bout de chaîne revient à produire une masse de déchets beaucoup plus importante liée à la perte cumulée, à chacune des étapes de production. La perte d'un produit induit un gaspillage de ressources financier, que ce soit pour le coût de production du produit ou pour la perte de revenus suite à la non vente du produit. Le coût financier mondial associé au gaspillage alimentaire est ainsi estimé à 936 milliards de dollars (FAO, 2014). Et si l'impact est d'abord économique (suite à l'achat non valorisé, à la perte ou à la non-vente du produit), il est également social et environnemental. Comme nous l'avons spécifié précédemment, la sécurité alimentaire et la lutte contre la malnutrition sont des enjeux majeurs de ce siècle qui impactent les populations vulnérables. La réduction des pertes alimentaires pourrait être une des méthodes pour endiguer le problème.

D'un autre côté, l'énergie et les ressources utilisées pour la production et la gestion alimentaire tout au long de la chaîne ont un impact fort sur l'environnement (Priefer C. et al., 2013). Si les chiffres montrent que l'impact est principalement à imputer aux consommateurs (33% pour les ménages en Europe), chaque étape de la chaîne est responsable par l'interdépendance des différents acteurs. Les distributeurs (responsables de 15% des pertes globales), maillon essentiel et relais entre producteur et consommateur, ont, en moyenne, dans nos régions un taux de pertes alimentaires de 3% (ADEME, 2016).

Ces pertes ne sont pas les seuls déchets produits par le système alimentaire actuel. En effet, le cas des emballages est également imputable majoritairement à ce secteur. Les denrées alimentaires représentent 50% du secteur mondial de l'emballage commercial (FAO, 2014). Si les fonctions de manutention et de conservation sont indispensables, la notion de « suremballage » a vu le jour pour dénoncer des emballages superflus n'assurant pas de fonction essentielle (Monnot E. et Reniou F., 2012). Dans les dernières décennies, une politique européenne s'est développée au niveau de la gestion des déchets précisant les règles et orientation à appliquer pour l'ensemble des pays membres de l'UE. Transposées à Bruxelles par le « Plan de prévention et de gestion des déchets », ces directives proposent un ordre de priorité pour gérer les déchets efficacement.

D'autre part, les coûts liés aux déchets peuvent se répercuter à toutes les étapes de la chaîne, aussi bien chez le distributeur que chez le consommateur (ADEME, 2015). Dans la plupart des entreprises alimentaires, les objectifs de réduction du gaspillage alimentaire ou de la production de déchets se focalisent sur le critère économique, inhibant ainsi d'autres facteurs (environnementaux, sociaux,...) (Derqui B. et al., 2016). Rendre « visible » l'ensemble des déchets produits tout au long de la chaîne d'approvisionnement est une prérogative pour mettre en lumière l'impact (non économique) global de ceux-ci. La réalisation d'un état des lieux et d'une mesure de l'impact économique et environnemental sur l'ensemble du cycle de vie sera nécessaire à tout changement dans les modes de gestion des déchets chez le distributeur, l'objectif étant d'évaluer les sources d'impacts prédominants et le potentiel de réduction.

### **3 Questions de recherche et structure de l'ouvrage**

Si la gestion et l'impact des déchets dans l'alimentation ont déjà été étudiés de manière globale, nous retrouvons actuellement peu d'informations sur cette thématique dans les systèmes alimentaires alternatifs. Les données fournies dans la littérature se limitent à présenter les pertes en masse ou en coût mais sans tenir compte des impacts environnementaux (Brancoli P. et al., 2016). De plus, les études se concentrent généralement sur une partie de la chaîne (principalement la production), sur une catégorie de déchets (pertes alimentaires ou fin de vie des emballages) ou sur une catégorie d'impact (empreinte carbone ou consommation d'énergie).

Comme le souligne Mondello G. et al. (2017), entre 2000 et 2017 seulement 4 études d'ACV sur les pertes alimentaires dans le secteur de la distribution ont été publiées dans des revues scientifiques internationales<sup>1</sup>. Ces dernières se limitent alors à l'impact de la gestion de la fin de vie du déchet ou à une seule catégorie d'impact environnemental.

---

<sup>1</sup> Cette revue de la littérature a été réalisée en utilisant les mots clés "Life Cycle Assessment", "food waste" et "supermarket" ou "retail" dans Science Direct et Web of Science (WoS) databases en avril 2017 par Mondello G. et al.

Avec pour objectif de rassembler dans une seule étude les questions de masse, de coût et d'impact environnemental des flux des déchets tout au long des étapes de la chaîne alimentaire, une série de questions forment le cœur de notre recherche :

- *Comment les déchets sont-ils gérés de manière générale dans les systèmes alimentaires alternatifs Bruxellois ?*
- *Le distributeur a-t-il un poids et une influence réelle sur les flux en amont et en aval de ses activités ?*
- *Quel est l'impact économique et environnemental de la gestion des déchets chez le distributeur, et quelles relations peut-on trouver entre ces deux types d'impact ?*
- *Comment se répartissent les flux de déchets dans les systèmes alimentaires alternatifs ? Quelles étapes du cycle de vie des produits alimentaires sont les plus impactantes pour l'environnement d'un point de vue « déchet » ?*
- *Quels sont les leviers déjà utilisés et quels sont ceux qui pourraient améliorer le système ?*

A travers notre cas d'étude (les magasins de distribution Färm), nous tenterons de trouver une réponse nuancée à ces problématiques. Le distributeur, maillon central de transit de tout système alimentaire urbain, sera l'objet d'étude principal de notre travail.

Dans une première partie, nous analyserons de manière théorique le système alimentaire bruxellois ainsi que la gestion des déchets associée afin de mettre notre problématique en contexte et d'en tirer de premiers enseignements. La deuxième étape de notre recherche se concentrera sur l'analyse d'un cas concret. Cette étude pratique s'inscrit dans le cadre du projet Bruxellois COSY-Food, coordonné par l'IGEAT et constitué de 4 partenaires qui représentent des filières alimentaires à Bruxelles : le réseau des GASAP, La Ruche qui dit oui, les magasins Färm, et la filière Bio de la chaîne de supermarchés Delhaize. Ce projet a pour objectif de définir ce qu'est un système alimentaire alternatif et de développer un outil pour évaluer la durabilité effective de ces nouveaux systèmes. Au sein de ce projet, la coopérative Färm a fait part d'une demande particulière, à savoir l'évaluation de son système de gestion des déchets. La coopérative Färm, née en 2013, est un réseau de magasins bio situés en région Bruxelloise qui promeut une alimentation durable en commercialisant des produits bio, locaux, et de saison. Avec pour objectif d'évaluer son système de gestion des déchets, Färm souhaite en mesurer les impacts économiques mais aussi environnementaux.

Notre travail se concentrera donc sur le distributeur Färm et les liens potentiels qui existent avec les producteurs et consommateurs. La compréhension des flux de déchets nous permettra de mettre en lumière les déchets qui peuvent être subis (via les producteurs), ou générés par le distributeur lui-même. Une partie de notre travail consistera à répondre spécifiquement aux demandes de Färm, ce qui nécessitera une analyse précise de leur fonctionnement en termes de gestion des déchets. Par la suite, nous tenterons de remettre la thématique en perspective et d'analyser les flux de déchets sur l'ensemble de la chaîne alimentaire.

Après une présentation des différents acteurs et de la méthodologie utilisée pour les calculs d'impacts, nous étudierons d'une manière quantitative l'ensemble des déchets produits chez le distributeur (gaspillage alimentaire et emballages). Le calcul des impacts économiques et environnementaux sera limité dans un premier temps aux déchets que Färm génère, dont il doit se débarrasser, gérer la fin de vie et qui ont une influence directe sur son fonctionnement. Seront inclus les pertes alimentaires du magasin (invendus) mais aussi les emballages, contenants, et matériaux de transport jetés par le magasin ou fournis aux consommateurs.

En se focalisant sur un magasin représentatif et à partir des premiers résultats de notre étude, nous choisirons le rayon du magasin le plus significatif en termes de production de déchets. Nous étendrons alors le champ d'étude pour les produits de ce rayon sur toute la chaîne alimentaire, des producteurs aux consommateurs (liés au magasin Färm étudié). Dans ce cadre, nous réaliserons une étude d'impact environnemental complète, nous permettant de comprendre comment se répartissent les flux de déchets sur l'ensemble du cycle de vie. Avant de terminer notre recherche, nous essayerons de trouver des liens, des convergences ou des divergences entre l'analyse théorique et nos études pratiques afin d'en faire ressortir des enseignements et des recommandations. Ces derniers points feront l'objet de la troisième partie de ce travail.

Pour conclure, nous recouperons l'ensemble de nos résultats et enseignements afin de répondre aux questions de départ, tout en proposant de nouvelles pistes de réflexion pour aller plus loin dans la thématique de notre étude.

# Partie I : déchets et alimentation dans le contexte Bruxellois

---

Dans cette première partie, il sera question de définir de manière théorique les concepts clés de notre recherche. À travers la littérature, nous présenterons le système alimentaire actuel, les déchets et leur gestion ainsi que l'apport des nouveaux systèmes alternatifs. Afin de nous raccrocher au sujet d'étude, nous analyserons plus spécifiquement le cadre urbain bruxellois. Un résumé des premiers enseignements clôturera finalement ce chapitre.

## 1 Définitions

Selon la Directive 2008/98/CE européenne relative aux déchets et l'Ordonnance de la région Bruxelles-Capitale qui s'y rapporte, un déchet est défini comme suit :

*« Toute substance ou tout objet dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se débarrasser » (Service Public Fédéral Justice, 2012)*

Cette définition, assez générique, doit être développée en fonction du type de déchet étudié et du cadre d'étude. Notre recherche se focalisera, comme énoncé précédemment, sur les déchets de type « Gaspillage alimentaire » et « emballages ».

### 1.1 Gaspillage alimentaire

La recherche d'une définition unique pour ce premier type de déchet n'est pas simple car il n'existe pas, à l'heure actuelle, de consensus ou d'harmonisation dans le secteur. En effet, chaque organisme étudiant la question choisit sa propre approche et ses propres limites, sans réelle concertation internationale. Quoi qu'il en soit, nous essaierons de définir la notion de la manière la plus précise pour la suite de notre étude.

Une première distinction est faite par la FAO pour définir le concept, séparant deux types de déchets alimentaires :

*« **Food loss** refers to a decrease in mass (dry matter) or nutritional value (quality) of food that was originally intended for human consumption » (FAO, 2013)*

*« **Food waste** refers to food appropriate for human consumption being discarded, whether or not after it is kept beyond its expiry date or left to spoil. Often this is because food has spoiled but it can be for other reasons such as oversupply due to markets, or individual consumer shopping/eating habits » (FAO, 2013)*

La notion de pertes alimentaires est associée aux stades de production et transformation (suite à un manque d'efficacité des processus et techniques de récolte par exemple) alors que le gaspillage alimentaire (aliments prêts à la consommation) est quant à lui associé aux phases de distribution et de consommation en faisant référence aux comportements des acteurs situés en bout de chaîne.

Le projet Européen FUSIONS (Food Use for Social Innovation by Optimising Waste Prevention Strategies), actif depuis 2012 et rassemblant de nombreuses organisations, a travaillé sur une définition et un cadre harmonisé pour l'ensemble de l'Union Européenne.

*« **Food waste** is any food, and inedible parts of food, removed from the food supply chain to be recovered or disposed (including composted, crops ploughed in/not harvested, anaerobic digestion, bio-energy production, co-generation, incineration, disposal to sewer, landfill or discarded to sea) » (FUSIONS, 2016)*

Le cadre d'analyse proposé par FUSIONS (voir figure 1) se veut volontairement le plus large possible afin d'englober les définitions existantes et de faciliter les méthodes de récolte de données (en incluant par exemple les parties non comestibles des aliments). Le système alimentaire proposé ne prend pas en compte la phase de production pré-récolte mais débute avec les aliments prêts à être récoltés. Finalement, les aliments retirés de la chaîne et redirigés vers l'alimentation animale ou vers la fabrication de matériaux ne seront pas considérés comme du gaspillage mais comme de la valorisation.

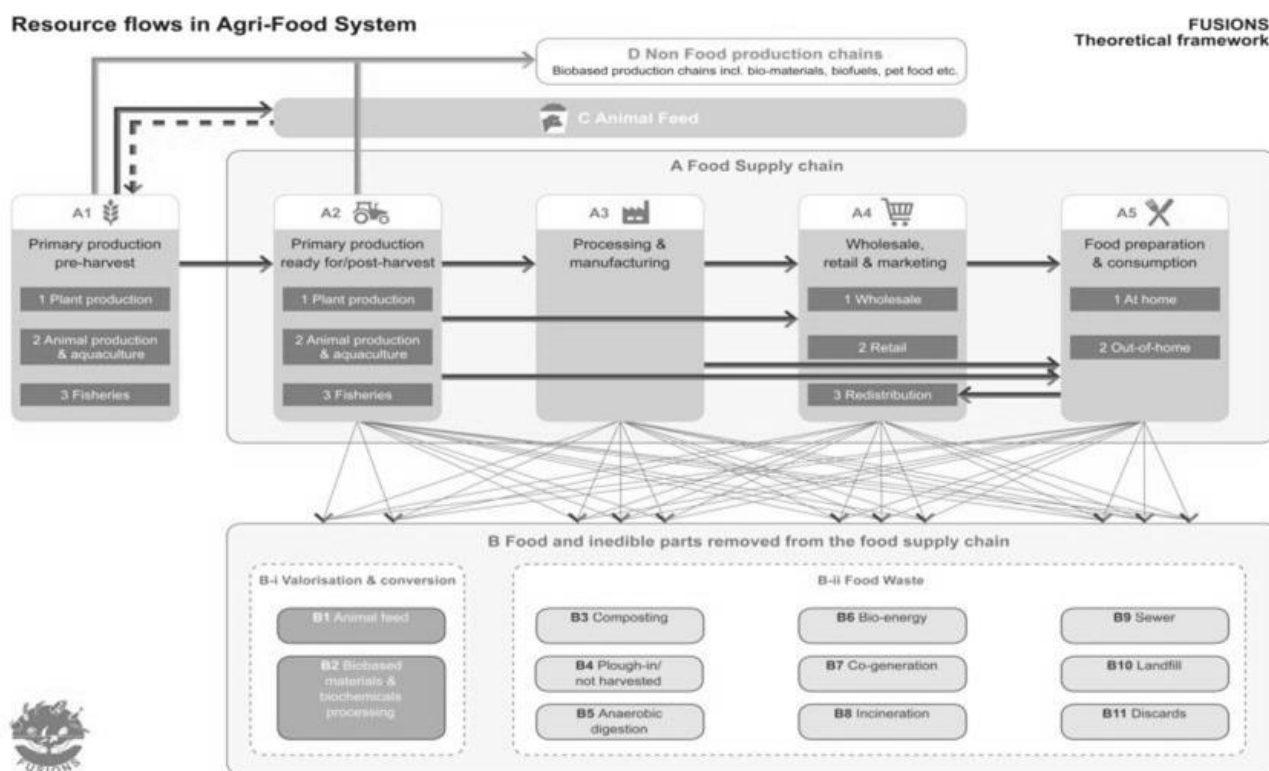


Figure 1 : The FUSIONS technical framework defining the Food supply chain and Food waste (FUSIONS technical Framework). (FUSIONS, 2016)

Le point de départ dans les différentes approches considère uniquement l'alimentation à destination humaine, et seules les délimitations du système viendront par la suite influencer les diverses définitions (ADEME, 2016 ; HLPE, 2014). Chacune des étapes de la chaîne alimentaire peut voir survenir des pertes ou du gaspillage de denrées comestibles. Dans les pays industrialisés, les causes des pertes et gaspillages sont imputables principalement à un excès d'offre par rapport à la demande, aux rejets durant les opérations de récolte, transport, et transformation industrielle, à des critères et normes des produits frais imposés par les supermarchés, à une gamme de choix trop importante pour des produits similaires et finalement à une situation d'abondance chez le consommateur pour qui gaspiller revient moins cher que de réutiliser (Priefer C., 2013 ; FAO, 2012).

Concernant le secteur de la distribution, Bagherzadeh M. et al. (2014) identifient 4 causes principales de pertes alimentaires : les pertes lors du transport jusqu'au supermarché, les aliments comestibles triés et sortis de la chaîne par manque de qualité, les produits comestibles dont la date de péremption a expiré avant la vente et les aliments endommagés au sein du magasin.

Les estimations des quantités de déchets et de pertes alimentaires sont directement liées au choix de méthodologie, des limites du système et de la qualité des données fournies par les acteurs du système. De ce fait, les chiffres que l'on retrouve dans la littérature peuvent varier fortement d'une étude à l'autre. Quoi qu'il en soit, l'ensemble des études montrent qu'une majorité des pertes alimentaires se

produisent en amont durant la phase de production mais également chez les consommateurs. En Europe, la responsabilité du gaspillage alimentaire reviendrait principalement aux ménages (entre 30 et 50% suivant l'étude), suivis par le secteur de la production (30%). La phase de distribution est généralement considérée comme la moins impliquée (entre 5% et 14%) (CRIOC, 2013 ; ADEME, 2016 ; FUSIONS, 2016). Le gaspillage alimentaire chez les consommateurs n'est pas équilibré entre les régions du monde : en Europe et en Amérique du Nord il est en moyenne de 100kg/hab/an alors qu'il n'est que de 8kg/hab/an dans les régions d'Afrique et d'Asie du Sud-Est (FAO, 2011). Cela implique que les phases de production et de récolte occupent une part prépondérante des pertes alimentaires dans les pays moins développés.

Si l'on regarde de plus près le taux des pertes à chacune des étapes du système alimentaire (voir figure 3), le taux est le plus important pour les consommateurs en bout de chaîne alors que le secteur de la distribution est encore une fois le moins impactant (entre 1% et 3% de pertes) (IBGE, 2015 ; ADEME, 2016). Et même si ces pourcentages peuvent paraître faibles, la quantité de gaspillage représente près de 5 millions de tonnes dans l'Union Européenne et ce, uniquement pour la phase minoritaire de distribution (voir figure 2). Notons également que chez le distributeur, certaines denrées difficiles à conserver auront un taux de perte plus important comme le pain ou les légumes frais (10%) (ADEME, 2016 ; CRIOC, 2013).

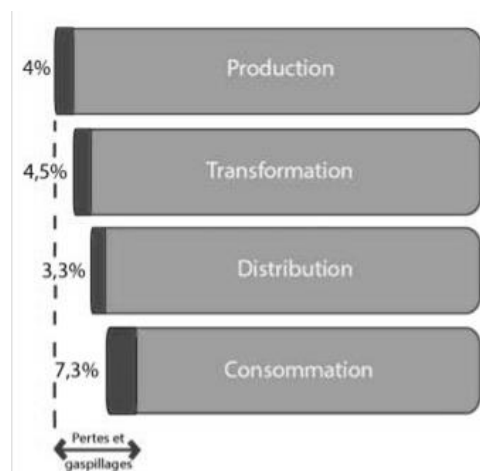


Figure 3 : Taux de pertes et gaspillages (ADEME, 2016)

| Sector                  | Food waste (million tonnes) with 95% CI* | Food waste (kg per person) with 95% CI* |
|-------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Primary production      | 9.1 ± 1.5                                | 18 ± 3                                  |
| Processing              | 16.9 ± 12.7                              | 33 ± 25                                 |
| Wholesale and retail    | 4.6 ± 1.2                                | 9 ± 2                                   |
| Food service            | 10.5 ± 1.5                               | 21 ± 3                                  |
| Households              | 46.5 ± 4.4                               | 92 ± 9                                  |
| <b>Total food waste</b> | <b>87.6 ± 13.7</b>                       | <b>173 ± 27</b>                         |

\*Confidence interval

Figure 2 : Estimation du gaspillage alimentaire dans la zone EU-28 en 2012 (FUSIONS, 2016)

Par son caractère central, le secteur de la distribution peut impacter l'ensemble de la chaîne en amont et en aval et induire des pertes qui seront imputées aux autres étapes. Sa connexion directe avec les consommateurs (qui sont les plus gros contributeurs au gaspillage alimentaire) en fait un acteur de choix pour le développement de stratégie de réduction (Mondello G. et al, 2017). Par exemple, en refusant des produits ne correspondant pas aux normes (parfois arbitraires ou purement esthétiques), le distributeur peut générer des pertes en amont dans les phases de production et transformation.

Concernant le cadre urbain bruxellois, celui-ci ne laissant que peu de place pour les activités de production alimentaire, nous y retrouverons en grande majorité les acteurs de la distribution et de la restauration. L'éloignement des ressources alimentaires implique une dépendance accrue de Bruxelles envers les autres régions pour subvenir à ses besoins et un allongement des déplacements pour acheminer les denrées alimentaires.

## 1.2 Emballages

Les emballages sont généralement définis par catégorisation de leurs différentes fonctions et de la structure du système associé.

Les emballages peuvent avoir différentes fonctions : faciliter la manutention et le transport, protéger le produit durant le transport, prolonger la durée de vie du produit (conservation), informer ou véhiculer un message (marketing) et éventuellement faciliter la préparation des produits (ROCHER, 2008 ; CNE, 2009). Une distinction est faite également entre les emballages primaires (ou emballage de vente) destinés à constituer un article pour le consommateur, les emballages secondaires (ou emballage de groupement d'articles) pouvant être retirés sans détruire l'intégrité de l'article vendu et les emballages tertiaires (ou de transport) facilitant la manutention.

Le suremballage, terme générique difficilement définissable, peut être considéré lorsque l'emballage n'assure ou ne contribue à aucune des fonctions précitées. La justification de fonctionnalité de l'emballage peut être subjective et nécessite l'étude sur l'ensemble du cycle de vie du produit, avec pour objectif de rationaliser et de réduire au maximum les emballages à la source (CNE, 2009). Une série de questions doivent être posées (au cas par cas) afin de signifier si l'emballage est excessif ou non.

Quoi qu'il en soit, notre sujet portant sur les déchets et non les emballages proprement dits, une distinction doit être en faite entre la notion d' « emballage » et de « déchet d'emballage ». Selon l'ADEME, tout dépend de l'étape du cycle de vie du produit. Le terme « emballage » est à considérer lors des étapes de production, de conditionnement (produit emballé), consommation et finalement séparation entre le produit consommé et l'emballage usagé. Si ce dernier est réutilisable, il rentre à nouveau dans le circuit en amont. La notion de « déchet d'emballage » n'intervient alors finalement que suite à l'abandon par le détenteur (après la consommation) (ADEME, 2012). Nous garderons ce principe pour la suite de notre recherche.

Au niveau du secteur de l'emballage, la figure 4 présente les différentes filières au niveau de l'offre et de la demande. L'alimentation compte pour 50% de l'utilisation finale du secteur de l'emballage commercial et impacte directement ce dernier. En effet, la croissance actuelle des exportations de denrées alimentaires dans le monde peut être corrélée avec l'augmentation de la production d'emballages. Au niveau de la répartition mondiale en catégories de matériaux, le papier est le plus utilisé (34%), avant le plastique rigide (27%), le métal (15%), le verre (11%) et les emballages souples (10%). Ces derniers, provenant pour presque 80% du secteur de l'alimentation, devraient par leur polyvalence croître significativement dans les années à venir (FAO, 2014).

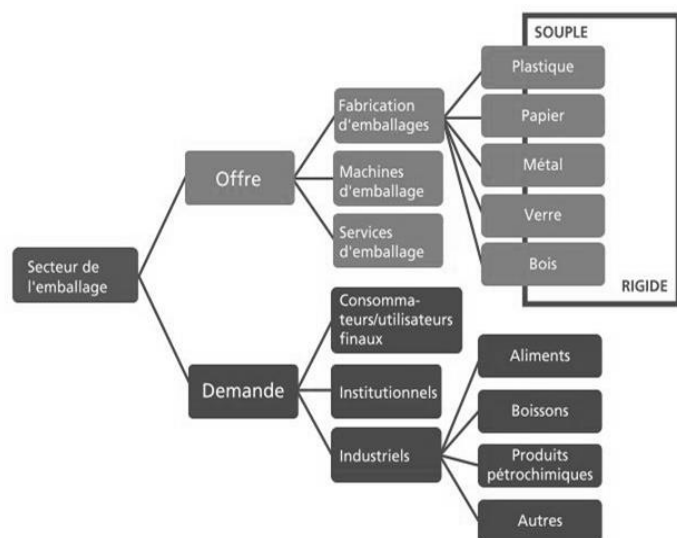


Figure 4 : Secteur de l'emballage (FAO, 2014)

En Belgique, la quantité produite des principaux déchets d'emballages se répartit comme suit (pour un total de 1.742.000 tonnes en 2014) : papier/carton (39%), verre (23%), plastique (19%), bois (11%). Une augmentation significative est à noter entre 1998 et 2014 pour le plastique (+34%) et pour le papier/carton (+21%) (DG STATISTIQUE, 2014). Nos modes de consommation et la mondialisation du secteur alimentaire ont favorisé le développement des emballages. L'allongement en temps et distance entre producteur et consommateur, la réduction de la taille des ménages et le développement des portions individuelles ou encore nos modes de vie mobiles et la consommation hors domicile en sont quelques exemples déterminants (Beauchesne Z., 2008).

## 2 Impact économique et environnemental

### 2.1 Impact environnemental

Afin d'analyser les méthodologies de mesure d'impact environnemental, nous devons dissocier d'une part les pertes alimentaires et l'impact du gaspillage et d'autre part la gestion des emballages et autres déchets « non-alimentaires ». Dans le premier cas, le « Food Wastage Footprint » de la FAO identifie les sources de gaspillage sur toute la chaîne (depuis la production jusqu'à la consommation et la fin de vie du produit) pour ensuite mesurer l'empreinte carbone, l'empreinte sur les ressources en eau, la dégradation des sols et finalement l'impact sur la biodiversité (FAO, 2013). Une autre étude, réalisée au Royaume-Uni, analyse l'impact du gaspillage alimentaire des ménages et ce, au niveau de l'empreinte carbone (en tenant compte du changement d'affectation des sols) et de l'empreinte eau (WRAP, 2011).

Une méthode qui considère tout le cycle de vie du produit est essentielle pour prendre en compte l'ensemble de la chaîne alimentaire. En effet, plus le gaspillage se situe en aval dans le système et plus l'impact sur l'environnement sera important. La méthodologie normalisée d'analyse de cycle de vie (ACV) semble être la plus couramment utilisée par son approche complète tant du point de vue des différents impacts étudiés que de son application à tous types de produit. Les études scientifiques d'ACV présentant le gaspillage alimentaire se focalisent néanmoins soit sur l'impact de la production des aliments, soit sur les différents scénarios de fin de vie (compostage, incinération, don,...) en vue d'en faire ressortir un choix de gestion optimal (Eriksson M. et al., 2017 ; Scholz K. et al., 2014 ; Bernstad A. et al, 2012).

La figure 5 présente les données génériques d'une étude réalisée pour la Commission Européenne pour chacun des secteurs de la chaîne alimentaire (hors fin de vie). Plus la perte du produit se fait en aval de la chaîne alimentaire, et plus l'impact est important.

| Industrial sectors         | GHG emissions<br>t CO <sub>2</sub> eq. per t<br>food waste | Acidification<br>kg SO <sub>2</sub> eq. per t<br>food waste | Photochemical<br>oxidation<br>kg NMVOC eq.<br>per t food waste | Resource<br>depletion<br>tonnes per t<br>food waste |
|----------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Agriculture                | 0.37                                                       | 0.01                                                        | 1.87                                                           | 0.98                                                |
| Food processing            | 1.26                                                       | 0.03                                                        | 6.57                                                           | 2.75                                                |
| Distribution and retail    | 1.35                                                       | 0.03                                                        | 7.37                                                           | 2.84                                                |
| Households                 | 1.62                                                       | 0.03                                                        | 7.91                                                           | 3.02                                                |
| Food Services and Catering | 1.53                                                       | 0.03                                                        | 8.53                                                           | 3.11                                                |

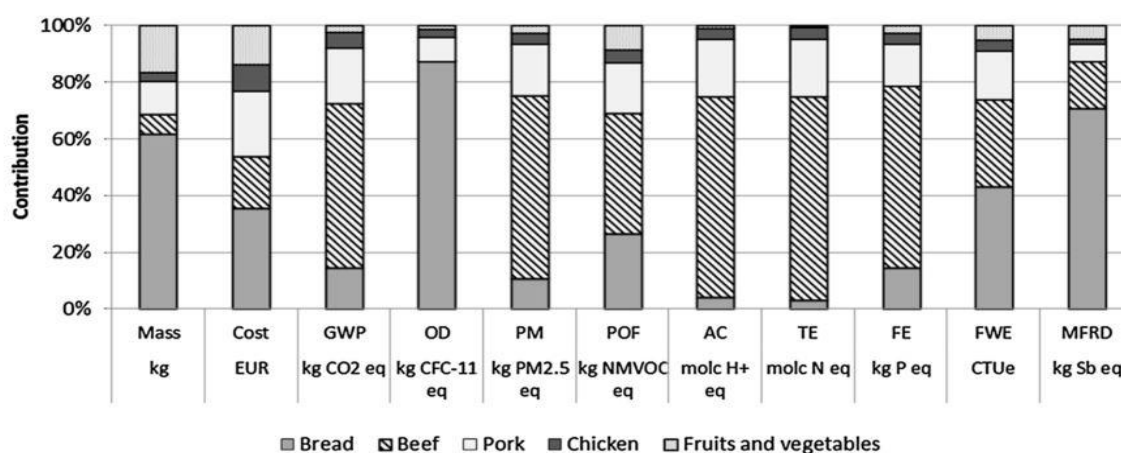
Figure 5 : Impact environnemental par secteur, par tonne de gaspillage alimentaire (impacts de fin de vie exclus) (DG-ENV, 2010)

Selon l'ADEME, le secteur de la distribution serait responsable de 25% des émissions de gaz à effet de serre liées au gaspillage alimentaire (si l'on tient compte des phases en amont). Par contre si on regarde la contribution de chacun des secteurs, la production et transformation des produits sont les secteurs les plus impactants. Le distributeur, dans son rôle d'intermédiaire, a peu d'impact par rapport aux phases en amont et en aval du système alimentaire. Notons également que la part due au transport peut varier fortement en fonction de la distance à parcourir et du moyen utilisé. (WRAP, 2011 ; DG-ENV, 2010). Une distinction est à faire également en fonction du type de produit. A titre d'exemple, si nous comparons les pertes alimentaires issues de produits animaux et celles provenant de F&L, les premières auront un impact nettement supérieur aux secondes. (L'empreinte carbone en kg de CO<sub>2</sub>eq d'un kg de bœuf peut être 20 fois supérieure à celle d'une laitue) (Scholz K. et al., 2014). La production de nourriture et l'utilisation des sols pour l'élevage animal fait augmenter considérablement l'empreinte carbone et eau des denrées animales (WRAP, 2011 ; FAO, 2013).

Une étude détaillée de l'empreinte carbone et eau de la production des produits de type F&L (Stoessel F. et al., 2012) présente des résultats très variables en fonction de l'aliment étudié (facteur 10 entre l'impact le plus faible et le plus élevé). Le mode de transport est souligné comme étant le contributeur principal. L'allongement du parcours et le transport aérien sont en effet les éléments les plus néfastes sur l'empreinte carbone. La variation saisonnière est un autre facteur important, surtout pour les aliments nécessitant l'utilisation de serres chauffées.

Il est également intéressant de comparer l'impact réel entre une production BIO et conventionnelle. Dans une étude comparative de Meier S. et al. (2014), les résultats d'ACV traitant de ces deux modes de production sont très variables (de -90% à +320% pour le potentiel d'eutrophisation des F&L par unité produite par exemple). En effet, suivant le choix de l'unité de référence, les impacts peuvent être fortement avantageux ou désavantageux pour l'agriculture BIO (le rendement par unité de surface étant considéré comme plus faible en production BIO). Les problèmes de modélisation des différentes ACV sont un autre argument pouvant expliquer cette disparité.

Concernant plus particulièrement l'impact environnemental des déchets, une étude ACV réalisée par Brancoli et al. sur un supermarché suédois compare l'impact environnemental des pertes alimentaires (de la production à la fin de vie) (Brancoli P. et al., 2016). Les produits ici étudiés sont le pain, les fruits et légumes et les viandes. La figure ci-dessous reprend la répartition des produits en masse et pour les différents impacts. Malgré une faible proportion, la viande de bœuf est majoritaire dans 6 des 9 impacts environnementaux, les 3 autres étant à imputer au pain.



climate change (GWP), ozone depletion (OD), particulate matter (PM), photochemical ozone formation (POF), acidification (AC), terrestrial eutrophication (TE), freshwater eutrophication (FE), freshwater ecotoxicity (FWE), and resource depletion (MFRD).

Figure 6 : Résultat d'une étude ACV sur les pertes alimentaires d'un supermarché suédois. (BRANCOLI P. et al., 2016)

Une étude similaire de type ACV peut être faite sur les emballages ou autres produits de manutention en analysant l'impact des différentes phases de leur vie. La considération unique du « déchet d'emballage » est possible mais ne prend alors en compte que la phase de fin de vie et de traitement (gestion, recyclage, mise en décharge, valorisation énergétique,...). Les études proposent alors de comparer les différents traitements par type de déchet et de présenter les impacts générés et/ou évités (par la valorisation du déchet). On parle plutôt dans ce cas d'analyser un « service » de gestion de déchets. Nous comprenons dès lors l'importance du choix de la méthode et des considérations à envisager (ADEME-AMORCE, 2005 ; ECO-EMBALLAGE, 2001).

Etudier de manière complète l'impact environnemental d'un déchet demandera la prise en compte du « produit » initial (pour les pertes alimentaires) et de la gestion de sa fin de vie. Par contre, contrairement aux produits alimentaires, les emballages auront assuré une fonction durant leur vie et seule la phase « déchet » ou de fin de vie sera à considérer. Il ne faudra également pas oublier les aspects de logistique et de transport qui peuvent influencer fortement les modèles et les impacts associés. Nous analyserons plus en détail par la suite les différents modes de gestion de fin de vie des déchets.

## 2.2 Impact économique

Comme nous l'avons vu, l'impact du gaspillage alimentaire est également économique. La perte d'un produit induit un gaspillage de ressources financières, que ce soit pour le coût de production du produit ou pour la perte de revenus suite à la non vente du produit. Le coût financier mondial associé au gaspillage alimentaire est ainsi estimé à 936 milliards de dollars (FAO, 2014). La méthode de « Full Cost Accounting » peut être également utilisée pour prendre en compte d'autres aspects comme les coûts environnementaux, sociaux et sanitaires qui ne sont généralement pas pris en compte. Cependant, la monétarisation de certains aspects comme la perte de biodiversité n'est pas toujours simple à évaluer. Notre objectif étant de mesurer l'impact économique direct de la gestion des déchets chez le distributeur, nous nous limiterons à l'étude de ces coûts et non aux coûts indirects de type environnementaux ou sociaux.

Les coûts liés aux déchets peuvent se répercuter à toutes les étapes de la chaîne, aussi bien chez le distributeur que chez le consommateur. Et par l'accumulation de valeur économique d'un produit de la production à la vente, ce sont les acteurs en bout de chaîne qui subissent le plus d'impact suite au gaspillage d'un produit. Les consommateurs subiraient 45% de la valeur commerciale des pertes alimentaires, contre 29% pour la distribution ou encore 13% pour la production (HLPE, 2014 ; ADEME, 2015). Le coût moyen du gaspillage d'une tonne d'aliments comestibles est ainsi évalué à 3529 euros pour les ménages, 2768 euros pour le secteur de la distribution ou encore 399 euros pour la phase de production primaire (FUSIONS, 2016).

Une autre considération économique peut être prise en tenant compte du coût de la gestion du déchet. En effet, celle-ci nécessite la mise en place de toute une filière de collecte et de traitement (filière qui permet néanmoins de développer une économie annexe et un marché d'emploi). La gestion des déchets est devenue un secteur de plus en plus lucratif au fil du temps et concerne ainsi près de 1,5 million d'emplois en Europe pour un chiffre d'affaires de 100 milliards d'euros (IBGE, 2010).

La gestion de fin de vie des déchets impose un coût non négligeable aux entreprises. La figure 7 décompose les coûts en coûts directs (manutention, stockage, élimination) et en coûts indirects (suivi administratif, organisation, formation). Une deuxième subdivision catégorise en coûts internes (gestion réalisée par l'entreprise) et en coûts externes (gestion réalisée par un prestataire extérieur).

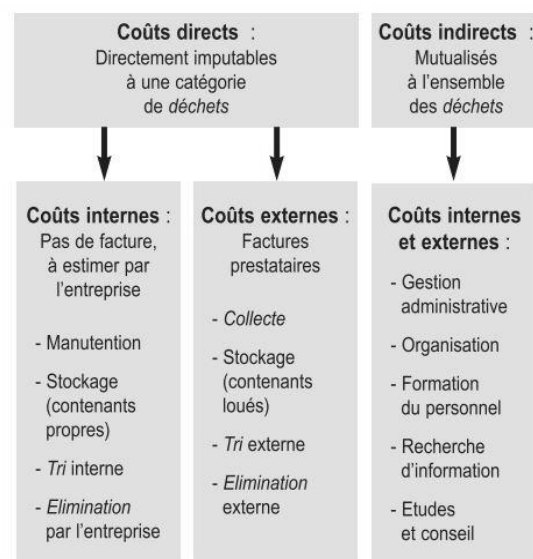


Figure 7 : Coûts de la gestion des déchets pour les entreprises (ADEME, 2004)

Les coûts internes directs peuvent se calculer par estimation du coût de main-d'œuvre et du coût d'utilisation du matériel de stockage ou de manutention.

### 3 Gestion : stratégies et politiques

A Bruxelles, où l'alimentation est considérée comme un enjeu majeur pour le futur, nous retrouvons deux stratégies politiques liées à notre problématique. La stratégie « Good Food » pour une alimentation durable et le plan de prévention et de gestion des déchets (adaptés de la Directive Cadre Européenne sur les déchets). La lutte contre la prolifération des déchets fait partie intégrante de ces politiques et des objectifs clairs sont définis pour y parvenir : réduction de 30% le gaspillage alimentaire soit 5kg/hab.an, réduction des déchets d'emballage des ménages de 10kg/hab.an d'ici 2020, mise en place d'actions de réduction du gaspillage alimentaire à la source dans 50% des supermarchés en 2020,...

L'ordre de priorité dans la gestion des déchets est basé dans l'ensemble des stratégies politiques sur l'échelle de Lansink (créée en 1979) : Prévention, Réemploi, Recyclage, Valorisation, et enfin Elimination (UE, 2008 ; FACTOR-X, 2013). En premier lieu, la prévention semble donc la solution à préconiser. Le meilleur déchet étant celui qui n'existe pas, un travail important peut être fait sur une réduction du gaspillage, une conception plus efficace et une non-prolifération des déchets.

La réutilisation des produits est une deuxième solution permettant d'allonger leur durée de vie. Ensuite vient seulement le recyclage des matériaux et le compostage (d'où l'importance d'une utilisation de matériaux recyclables en amont lors de la fabrication des produits). Et finalement, avant la mise en décharge, une dernière solution à envisager est la valorisation énergétique par incinération (DG-ENV, 2000 ; Depoues V., 2015). Cette même échelle a été adaptée plus particulièrement pour les déchets alimentaires sous l'appellation d'échelle de Moerman (voir figure 8). La stratégie Bruxelloise en matière de réduction du gaspillage reprend les deux premiers niveaux et se focalise sur la prévention en amont.

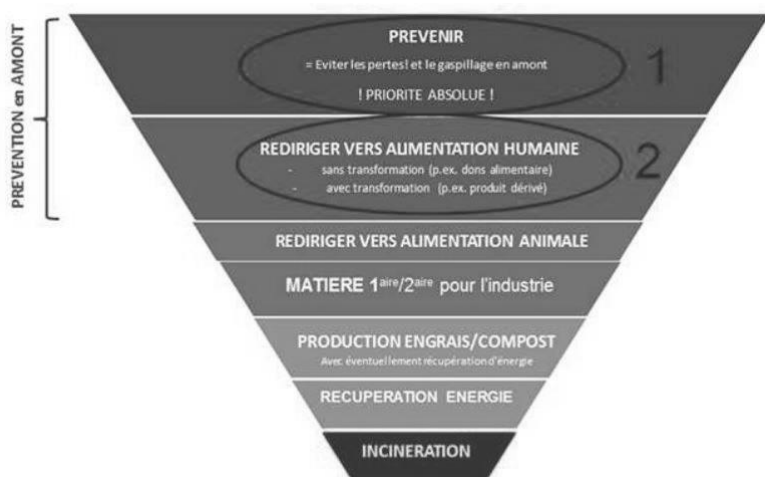


Figure 8 : L'échelle de Moerman pour la gestion des déchets alimentaires dans la région Bruxelloise (IBGE, 2015)

La prévention repose essentiellement sur des actions de formations et de sensibilisation des acteurs en bout de chaîne (qui, rappelons-le, sont majoritaires dans le système bruxellois). La mesure du gaspillage alimentaire chez les distributeurs doit servir de point de départ pour la conscientisation des gestionnaires. Une meilleure gestion des stocks et une rationalisation des étiquetages et des informations des dates limites d'utilisation sont également mises en avant dans la stratégie à

mettre en place. La valorisation et redistribution des invendus aux banques alimentaires et associations doivent être également encouragées. La grande distribution est déjà active dans le domaine et 54% des dons proviennent actuellement de ce secteur. Mais les règles d'hygiène strictes imposées par l'AFSCA, la mise en place de circuits de collecte et le faible coût actuel de la gestion des déchets peuvent être des freins à la redistribution des invendus (IBGE, 2015)

On retrouve par ailleurs dans la littérature l'importance du travail commun qui doit être fait entre les différentes filières (voir figure 9). L'amélioration de la coordination entre les différents acteurs et la réduction des intermédiaires semble être la voie à suivre pour résoudre une partie du problème. Une connaissance précise des besoins et demandes des consommateurs est, par exemple, essentielle pour éviter le gaspillage dans le milieu de la distribution. L'interdiction des sacs plastiques dans les grandes surfaces ou le développement des rayons de produits « en vrac » sont des exemples d'alternatives poussant le consommateur à changer ses habitudes (Priester C. et al., 2013 ; ADEME, 2016).

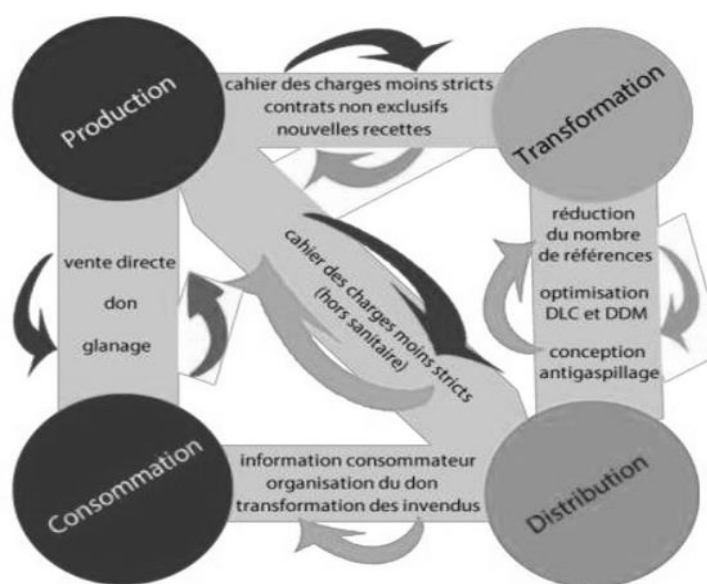


Figure 9 : Liens et actions à mettre en place entre les différents acteurs du système alimentaire en vue de limiter le gaspillage alimentaire (ADEME, 2016)

Le distributeur, s'il n'est qu'un maillon de la chaîne alimentaire, a un rôle d'influence prédominant sur les autres secteurs. Le marketing, les promotions et autres techniques de vente vont influencer directement le consommateur alors que la sélection des produits vendus par le distributeur viendra impacter les étapes en amont (production-transformation) (CRIOC, 2013). En vue de diminuer le gaspillage alimentaire, le distributeur peut s'appuyer sur les leviers suivants :

- Sensibiliser le consommateur à la problématique du gaspillage alimentaire
- Rendre compréhensible la différence entre la date limite de consommation (DLC) et la date de durabilité minimale (DDM)
- Appliquer les promotions sur base du volume acheté uniquement pour les produits non alimentaires et les réductions de prix pour les produits frais
- Valoriser les invendus via des banques alimentaires ou par la transformation des aliments
- Favoriser les innovations techniques en matière d'emballage afin d'optimiser la conservation des aliments
- Proposer un cahier des charges moins strict au niveau de la qualité visuelle des produits (formes par exemple)
- Etablir à l'avance les prévisions de vente (en concertation avec les fournisseurs) et optimiser la gestion des stocks
- Rationaliser le nombre de références pour un même produit

Les déchets résiduels après application des méthodes d'atténuation précitées doivent être gérés et évacués par le détenteur du déchet. La réglementation européenne considère le producteur ou détenteur de déchets comme seul responsable. « *Tout producteur ou détenteur de déchets est tenu d'en assurer ou d'en faire assurer la gestion, conformément à la réglementation. Il est responsable jusqu'à leur élimination ou valorisation finale, même lorsque le déchet est transféré à des fins de traitement à un tiers (article L541-2)* » (ADEME, 2017)

Cette réglementation se renforce encore par le régime de responsabilité élargie des producteurs (REP) qui peut imposer aux producteurs de contribuer à la gestion des déchets de leurs produits ou des matériaux qui en sont issus. Cette obligation doit permettre de favoriser la conception de produits moins impactants pour l'environnement et de prendre en compte l'ensemble du cycle de vie du produit considéré. Un dernier point essentiel concerne le principe du « pollueur-payeur » qui impose aux producteurs ou détenteurs d'un déchet d'en supporter le coût de gestion. Ce principe fait partie intégrante de la position européenne en matière de responsabilité environnementale et de tout dommage occasionné à l'environnement (Commission Européenne, 2000).

Concernant plus particulièrement la gestion des déchets non-ménagers à Bruxelles, tout acteur professionnel doit se soumettre à certaines obligations (IBGE, 2017) :

- Apporter la preuve de la gestion de ses déchets (via un organisme collecteur agréé ou non)
- Utiliser les sacs ou conteneurs identifiés par son collecteur enregistré
- Trier les déchets dangereux, les papiers/cartons, les « PMC », les déchets de verre d'emballage blanc et de couleur, les déchets végétaux, les déchets faisant l'objet d'une obligation de reprise et les déchets d'animaux

Comme nous l'avons vu précédemment à partir de l'échelle de Lansink, les déchets résiduels dont il faut se débarrasser doivent prioritairement être recyclés, puis valorisés (énergétiquement par exemple) et en dernier recours éliminés (mis en décharge). L'Europe souhaite se donner des objectifs forts en termes de valorisation des déchets ; Le recyclage et la réutilisation des déchets municipaux devront ainsi atteindre 65% (en masse) d'ici 2030 et 80% des déchets d'emballages devront être recyclés d'ici fin 2030 (Parlement Européen, 2017).

La Belgique fait partie des bons élèves dans ce domaine avec actuellement 53% des déchets municipaux valorisés et moins de 1% mis en décharge (contre respectivement 44% et 28% pour la moyenne européenne). Au niveau du recyclage des déchets d'emballage (voir figure 10), la Belgique est le pays européen ayant le taux global le plus élevé (80%) (Eurostat, 2016 ; Leysen A. et al., 2014, DG Statistique, 2014).

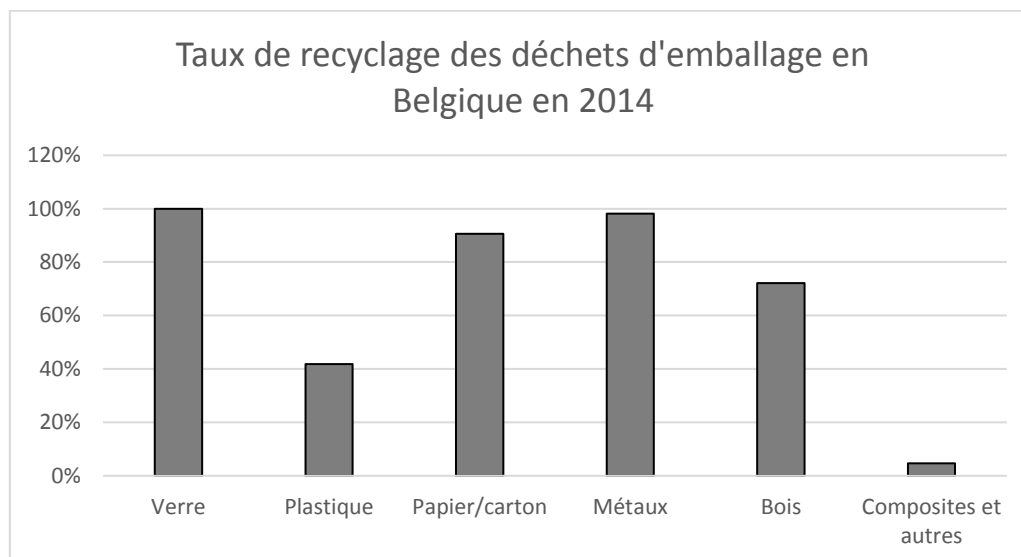


Figure 10 : Taux de recyclage des déchets d'emballage en Belgique en 2014 (adapté de DG STATISTIQUE, 2014)

Concernant les déchets alimentaires, les analyses d'impacts environnementaux proposent de comparer les différents modes de valorisation, à savoir : la méthanisation (avec production de biogaz et de fertilisant), le compostage (avec production de compost), l'incinération (avec production d'électricité et de chaleur) et enfin l'enfouissement en décharge (Eriksson M., 2015 ; Bernstad A., 2012).

L'ACV de fin de vie des déchets doit comptabiliser d'une part les impacts générés (opérations de collecte, transport, énergie consommée) et d'autre part les impacts évités (matière première économisée suite au recyclage, ressources fossiles économisées suite à la production énergétique et engrais économisés suite à la production de compost) (Eco-Emballages & ADEME, 2001). Si les impacts évités sont supérieurs aux impacts générés, le résultat net peut être négatif, offrant dès lors un bénéfice environnemental. Tout dépendra de la méthodologie choisie et de l'allocation des différents impacts. Nous reviendrons sur ce point dans notre étude pratique.

Un rapport réalisé par le Waste and Resources Action Programme (WRAP) et rassemblant un grand nombre d'études ACV (55) sur la fin de vie des déchets tire un bilan des différents modes de valorisation (WRAP, 2010). Chaque type de déchet est ainsi étudié et ce, pour 4 catégories d'impact : l'épuisement des ressources naturelles, le potentiel de réchauffement climatique, la demande énergétique, et la consommation en eau. Les enseignements principaux sont les suivants :

- **Déchets papier/carton** : si la mise en décharge est la plus mauvaise solution (pour tout type de déchet), le choix entre valorisation énergétique ou recyclage n'est pas si simple. Tout dépend du mix énergétique du pays étudié et de la part que représentent les énergies fossiles. Plus celle-ci sera faible et plus le recyclage devra être favorisé.

- **Déchets plastiques** : le recyclage est la meilleure des options (principalement grâce à l'évitement de production de matière plastique) et le bénéfice environnemental est d'autant plus grand que la matière collectée est de bonne qualité (diminuant la part de rejets lors du recyclage).
- **Déchets organiques<sup>2</sup>** : la méthanisation est la solution préférable dans 50% des études, essentiellement au niveau de l'impact sur le changement climatique et l'épuisement des ressources naturelles. La production de compost permet d'éviter le recours aux engrais chimiques mais cette deuxième méthode n'offre pas de valorisation énergétique, ce qui limite fortement son bénéfice environnemental. L'incinération est à nouveau à considérer en fonction du mix énergétique du pays avec néanmoins un bénéfice moins significatif que pour d'autres matériaux. Finalement, le compostage à petite échelle doit être correctement géré afin d'éviter les rejets de méthane.
- **Déchets de bois** : les études d'ACV étant peu nombreuses, il est difficile de conclure pour ce type de déchet. Les résultats montrent cependant que l'incinération est préférable pour l'impact sur la demande énergétique alors que le recyclage est préférable si l'on considère l'impact sur le potentiel de réchauffement climatique.

Finalement, le rapport revient sur l'importance de considérer davantage d'indicateurs d'impact (autres que le potentiel de réchauffement climatique et la demande énergétique) et sur le peu d'études prenant en compte les nouvelles technologies innovantes (gazéification, pyrolyse,...). Bernstad A. et al. soulignent également la difficulté de trouver des études ayant une méthodologie et des hypothèses communes, rendant la comparaison des données très délicate.

## 4 La réponse des systèmes alimentaires alternatifs

En vue de répondre aux défis majeurs du système alimentaire mondial, de nouveaux modèles ont vu le jour sous le concept du « système alimentaire durable ». Le rapport du HLPE (High Level Panel of Experts) sur la question de la sécurité alimentaire reprend la définition suivante :

*« Un système alimentaire durable est un système alimentaire qui garantit à chacun la sécurité alimentaire et la nutrition sans compromettre les bases économiques, sociales et environnementales nécessaires à la sécurité alimentaire et à la nutrition des générations futures » (HLPE, 2014).*

Du côté de la FAO, le programme pour une alimentation durable repose sur 5 principes équilibrés relatifs aux dimensions sociales, économiques et environnementales : efficience de l'utilisation des ressources, conservation des ressources naturelles, équité et bien-être social, résilience des communautés et écosystème, et bonne gouvernance. Le programme pointe particulièrement le rôle central des villes (voir le Food for the Cities Programme) et leur interaction avec le monde rural de proximité (qui continuera à alimenter les villes en nourriture) (FAO, 2010).

---

<sup>2</sup> Concernant les déchets alimentaires, les études récentes amènent les mêmes conclusions et privilégient la méthanisation avant l'incinération ou le compostage (Bernstad A. et al., 2012 ; Eriksson M. et al., 2017)

En Belgique, l'« Institut fédéral pour le Développement Durable » reprend également les 3 composantes économiques, sociales et environnementales pour définir un système alimentaire durable et résilient. On retrouve par exemple les principes de souveraineté alimentaire, de « prix juste » internalisant les coûts sociaux et environnementaux ou encore d'exploitation des ressources « at their rate of recovery ». Un accent est mis sur la contribution nécessaire de tous les acteurs du système alimentaire (IFDD, 2017).

A partir de ces principes, la ville de Bruxelles a développé son propre programme alimentaire « Good Food ». Les différents principes de ce programme peuvent être regroupés en 3 composantes : produire localement en ville et à proximité, réduire le gaspillage alimentaire et sensibiliser les acteurs et consommateurs (IBGE, 2015).

Pour revenir à notre thématique de départ, les déchets et plus particulièrement le gaspillage alimentaire viennent directement affecter la durabilité du système et l'accès à l'alimentation (voir figure 11). La réduction des pertes alimentaires pourrait mener à une diminution des impacts économiques, sociaux et environnementaux, permettant du même coup de contrebalancer le coût des mesures prises.

L'émergence de nouveaux réseaux de distribution alternatifs ont permis le développement du concept d'alimentation durable, et ce, principalement dans les villes urbanisées (groupes d'achat solidaires, dépôt de paniers en circuits courts, plateformes web,...). Le distributeur est généralement à l'origine de ces nouveaux systèmes et reste donc l'élément central de la chaîne alimentaire. Leur principe repose avant tout sur la reconnexion entre producteur et consommateur et la diminution des « food miles » (distance parcourue par les aliments du champ à l'assiette) (Verdonck et al., 2014). Même si cette tendance est de plus en plus marquée, elle reste marginale par rapport à la grande distribution qui englobe près de 70% des parts de marché en alimentation courante (IBGE, 2015). Notons que ce pourcentage est en diminution depuis 2001. Les nouvelles filières sont néanmoins en pleine expansion et procurent plus de 2500 emplois (dont un tiers dans le secteur de la distribution). L'intérêt des consommateurs prend également de l'ampleur depuis quelques années (9% des Bruxellois fréquentent aujourd'hui des points de vente solidaires) (RDC ENV., 2014 ; IBGE, 2015 ; Verdonck et al., 2014).

Les filières « bio » ou « équitable » sont par contre considérées par la population comme plus chères que les filières de distribution classique. Et comme le prix est actuellement le critère principal de choix lors d'achats alimentaires, il peut devenir un frein au développement de ces alternatives. La multiplication des réseaux de distribution alternatifs et la logistique à mettre en place peuvent également ralentir leur développement. L'augmentation du nombre de consommateurs devrait cependant permettre de réaliser des économies d'échelle et renforcer la présence des circuits-courts dans le paysage bruxellois (IBGE, 2015).

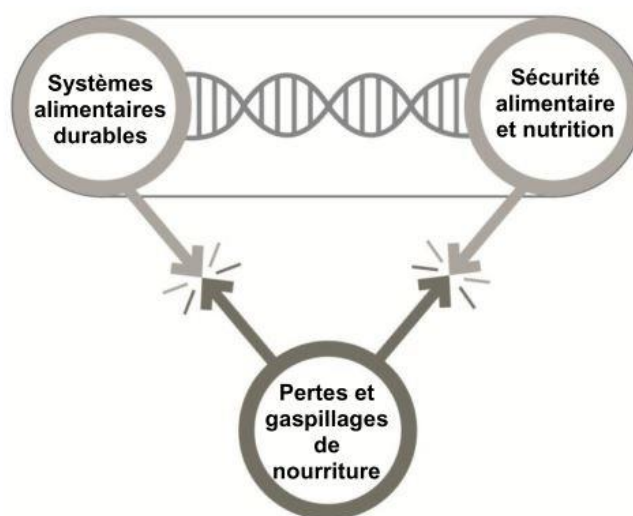


Figure 11 : Liens théoriques entre pertes alimentaire et systèmes alimentaires durables (HLPE, 2014)

Le développement d'une stratégie de long terme est donc nécessaire pour faire face à l'accroissement de la population en ville, à la difficulté d'accès équitable à une alimentation équilibrée ou encore aux nombreux défis environnementaux. En prenant en considération les 3 composantes du développement durable (social, économique et environnemental), les SAA semblent offrir une solution concrète à notre problématique de départ. La réduction des distances parcourues par les aliments, la limitation des emballages, la rationalisation des intervenants (entre producteur et consommateur), la valorisation des invendus,... sont autant de considérations qui permettent de se rapprocher du nouveau modèle alimentaire durable et résilient.

## 5 Premiers constats théoriques

Avant d'entamer l'analyse détaillée de notre cas d'étude, il est utile de revenir sur les premiers enseignements de cette partie théorique :

- Le système alimentaire actuel est responsable de la production d'une quantité importante de déchets (gaspillage alimentaire et emballage). Ceux-ci ont un impact important sur l'environnement, sur les coûts et sur notre capacité à progresser sur la question de la sécurité alimentaire.
- La notion de déchet doit être clairement identifiée et délimitée. Différents modèles existent et considèrent le déchet aux différents stades du système, chacun ayant son propre jugement sur le moment où le produit devient « déchet ».
- La considération du cycle de vie complet des produits est nécessaire pour prendre en compte l'impact réel du gaspillage alimentaire sur l'environnement (chaque étape de la chaîne étant responsable d'une partie de ces impacts en respect du principe du « pollueur-payeur »).
- La mesure des flux des déchets et de leurs impacts doit être faite sur base des quantités produites mais également du type de déchet, de leur nature et de leur origine.
- Les causes du gaspillage alimentaire sont nombreuses et surviennent à tous les stades du système. Le HLPE les regroupe en causes « micro » (liées à un stade particulier et à des acteurs individuels en réaction à des facteurs externes), en causes « méso » (liées aux relations entre les différents acteurs) et en causes « macro » (d'ordre systémique et liées au cadre institutionnel et politique favorable ou non) (HLPE, 2014).
- La coordination et la gestion entre les différents acteurs du système alimentaire est indispensable pour répondre aux défis du gaspillage alimentaire (transport efficient, connaissance des besoins, de la gestion des stocks,...). La sensibilisation des consommateurs est également un levier important en vue de réduire la production de déchets.
- Le distributeur, par son rôle d'intermédiaire, occupe une place centrale dans le système alimentaire. Sa force marketing et ses choix stratégiques peuvent influencer l'offre et la demande des produits alimentaires. Il est également majoritaire en milieu urbain (par rapport au secteur de la production) et est à l'origine de la plupart des systèmes alimentaires alternatifs.

## Partie II : Cas d'étude - les magasins de distribution « Färm »

---

L'étude pratique qui sera abordée dans cette deuxième partie constitue le point central de cet ouvrage. À travers l'analyse détaillée de la gestion des déchets dans un réseau de distribution bruxellois (à savoir les magasins « Färm »), nous tenterons d'apporter des réponses concrètes à notre problématique initiale. Après avoir présenté les différents acteurs et leur modèle de fonctionnement, nous tâcherons de mesurer l'impact économique et environnemental de la gestion des déchets chez le distributeur alimentaire Färm. Afin d'élargir le système, nous évaluerons ensuite l'impact environnemental des déchets pour certains produits tout au long de la chaîne alimentaire (du producteur au consommateur).

### 1 Objet et contexte de l'étude

#### 1.1 Le projet COSY-Food

Notre travail s'inscrit dans le projet de recherche COSY-Food (Consumer - oriented systems of food provision) initié début 2016 dans le cadre de l'action Co-Create de la RBC. Cette espace de création réunit quatre filières bruxelloises de distribution alimentaire durable, à savoir : le magasin bio coopératif **FÄRM**, le réseau des **GASAP** (Groupes d'Achat Solidaires de l'Agriculture Paysanne), **La Ruche qui dit Oui** (coopérative La Vivrière), et la **filière BIO de Delhaize**. Le projet est coordonné par l'institut de recherche de l'ULB de gestion de l'environnement et d'aménagement du territoire (IGEAT). Face au développement rapide de nouveaux SAA « durables » ces dernières années à Bruxelles, l'enjeu est de comprendre leur modèle de fonctionnement et de définir ce qu'est un système alimentaire durable. En effet, aucune définition sur le sujet n'est arrêtée aujourd'hui et la profusion de l'offre peut amener une certaine confusion chez le consommateur. Par un travail coordonné entre les différents acteurs précités, le projet COSY-food se propose de répondre à deux objectifs :

*« **Objectif n°1** : Co-construire une vision fédératrice de l'alimentation durable à travers la co-production d'un outil d'évaluation multicritères des systèmes de production-distribution-consommation alimentaires ; **Objectif n°2** : Sur base de cette vision fédératrice et des résultats de l'évaluation, le projet vise à faire travailler ensemble les différents acteurs pour identifier les freins communs au développement du secteur tout en garantissant sa durabilité. » (IGEAT, 2016)*

À terme, l'outil devra permettre d'évaluer de nouvelles initiatives alimentaires en développement et de leur accorder ou non un label « alimentation durable », sur base de critères objectifs. En plus de la problématique transversale globale du projet, chacun des acteurs s'est fixé des objectifs spécifiques propres à leur fonctionnement et leurs attentes. Le magasin de distribution Färm se fixe les objectifs spécifiques suivants :

- Obtenir une méthode d'analyse de durabilité pour une gamme de produits ;
- **Mettre en place des solutions pour la gestion et la réduction des emballages et déchets dans toute la chaîne d'approvisionnement ;**
- Définir un protocole de soutien qu'un distributeur pourrait développer en vue de favoriser la conversion d'exploitations conventionnelles vers l'agriculture biologique ;

Pour répondre au deuxième objectif et y apporter des réponses concrètes, une analyse approfondie de la gestion actuelle des déchets chez Färm est indispensable. C'est à travers ce constat que se positionne notre étude. Nous tenterons, tout au long de ce chapitre, de construire une réponse cohérente en lien avec la vision globale du projet.

## 1.2 Les magasins de distribution Färm

### 1.2.1 Présentation générale

Färm est une coopérative d'alimentation durable dont la mission première est définie comme suit :

*« La mission de Färm est de créer des coopérations efficaces, conviviales et équitables entre tous les acteurs de la chaîne alimentaire pour offrir au plus grand nombre un accès à une alimentation durable, saine et de qualité ». (FÄRM, 2016)*

La distribution alimentaire en RBC constitue son activité principale à travers 5 magasins<sup>3</sup> « bio, coopératifs et urbains ». Les filières courtes et locales sont privilégiées dans le but d'offrir des produits de qualité, équitables et respectueux de l'environnement. Au-delà de la vision durable et alternative à la grande distribution, les magasins Färm veulent rester accessibles à un large public (convaincus et moins convaincus). Ils proposent ainsi des surfaces de vente de type « One Stop Shopping », offrant aux consommateurs la possibilité de faire l'ensemble de leurs achats en une seule fois et en un même endroit. Si ce modèle permet d'élargir la clientèle et de faciliter le choix des consommateurs, il peut également limiter le caractère « durable » des produits proposés (fruits exotiques ou hors-saisons, suremballage, gestion des stocks,...). La difficulté résidera donc dans la balance à faire entre une offre la plus large possible et la limitation des produits « non-durables ».

Au-delà de l'activité de distribution, la mise en place de partenariats avec les acteurs locaux du monde de l'alimentation fait partie des ambitions de la coopérative, l'objectif étant d'améliorer les relations et les échanges entre les acteurs du système alimentaire tout en créant de la valeur additionnelle.

### 1.2.2 La « charte produits »

La stratégie des magasins Färm en termes d'assortiment de produits est détaillée dans une « charte produits » traduisant au mieux les valeurs de la coopérative. Cette charte, en cours de création, devrait aboutir en un catalogue de marques agréées par Färm et partagées par l'ensemble des collaborateurs de la coopérative. Nous en résumerons les enseignements principaux qui pourront servir au développement de notre étude.

- Labels et certification biologiques : Les produits alimentaires doivent être certifiés biologiques (le label Européen étant la référence) mais quelques exceptions peuvent être acceptées (produits non certifiables par exemple). De plus, les labels complémentaires (Nature&Progrès,...) doivent être encouragés.
- Méthodes de production : Les méthodes de production artisanales, fermières ou en permaculture sont préférées par rapport à l'agriculture biologique de grande échelle. La production en partenariat avec Färm doit être valorisée afin de créer de nouvelles filières locales.

---

<sup>3</sup> 4 magasins sont gérés directement par Färm (Tongres, Ste Catherine, Hankar et le dernier en date : FernandCocq ouvert en mai 2017) et 2 autres sont des magasins franchisés (Bascule et Louvain-La-Neuve ; ce dernier ayant ouvert en mai 2017)

- Provenance des produits : Les produits locaux (belges) sont valorisés par rapport à des produits équivalents. Les produits dont la traçabilité est transparente sont privilégiés ainsi que les produits livrés directement par le maraîcher ou encore les produits issus du commerce équitable.
- Saisonnalité et qualité nutritionnelle : La saisonnalité est mise en avant dans les rayons (surtout pour les fruits et légumes). D'autre part, la qualité nutritionnelle doit être prise en compte lors du choix des produits vendus au magasin.
- Emballage des produits : L'emballage doit être minimisé et optimisé afin de limiter l'impact sur l'environnement.

Des objectifs sont également définis pour chaque type de produit. Pour prendre l'exemple des fruits et légumes, 50% minimum doivent provenir de Belgique en toute saison. Les produits hors saison sont limités et proposés à des prix supérieurs. Un ordre de priorité est par ailleurs défini pour la provenance des produits : tous les fruits et légumes de saison belge, doivent provenir de Belgique ; les fruits et légumes hors-saison belge peuvent provenir d'Europe, et pour les fruits et légumes dont la culture est peu disponible en Europe (i.e. bananes,...), l'approvisionnement peut se faire depuis le reste du monde.

Cette charte, qui doit pouvoir évoluer et s'améliorer au fil du temps, constitue une base intéressante au développement d'un système alimentaire durable et intelligible par toutes les parties prenantes. La définition des produits privilégiés par le distributeur peut avoir une réelle influence sur le type de fournisseur ou de producteur qui sera mis en relation avec les magasins Färm et offrir une approche cohérente pour transformer le système alimentaire tout au long de la chaîne.

### 1.2.3 Le magasin Hankar

Chaque magasin Färm ayant une gestion interne indépendante, notre étude se focalisera sur un magasin bien particulier, à savoir celui de Hankar. Ce dernier, ouvert à la fin de l'année 2015, a déjà fait l'objet de réflexions et recherches sur la gestion des déchets et des pertes en magasin. Le recul sur plus d'une année de fonctionnement nous offre l'opportunité d'analyser la production des déchets d'une manière objective et cohérente.

Comme stipulé précédemment, le magasin propose un ensemble de produits permettant au consommateur de faire l'ensemble de ses achats au sein de la même enseigne. Une petite centaine de fournisseurs très divers approvisionnent le magasin en fonction des demandes et de l'évolution des stocks. On retrouve des petits producteurs locaux et des organisations en partenariat direct avec Färm (Vers d'Iris, Agribio, Permafunghi,...) mais également des grossistes en produits bio (BioFresh, Ecodis,...). Si les produits de la première catégorie peuvent être facilement tracés, ceux ne provenant pas directement des producteurs seront plus difficiles à analyser (par la multiplication des embranchements entre producteur, transformateur, grossiste, et distributeur final).

On retrouve au sein du magasin les différents rayons habituels d'un supermarché :

- Le rayon boulangerie : l'atelier de boulangerie de la coopérative AGRIBIO est situé dans les sous-sols du magasin et est un partenaire du réseau Färm. Le pain et les autres aliments de ce rayon sont produits directement sur place mais également transportés depuis Hankar vers les autres magasins Färm. Notons que les déchets produits par Agribio sont entreposés et gérés avec les déchets de Färm. Les produits sont proposés à la pièce dans le magasin et le consommateur peut utiliser soit les sacs en papiers prévus, soit ses propres contenants.
- Le rayon fruits et légumes : Les fruits et légumes sont présentés « en vrac » dans de grands bacs réutilisables. Le client peut se servir avec les sacs en papier kraft ou utiliser ses propres contenants.
- Le rayon « vrac » : Ce rayon en libre-service est constitué de tous les produits « secs » (graines, noix,...) au kilo. Le client peut se servir avec les sacs en papier kraft prévus par le magasin. En plus des produits secs, on retrouve également de l'huile vendue au litre dans des bouteilles réutilisables.
- Le rayon traiteur : Le client peut se faire servir dans ce rayon toute une série de produits « frais » vendus au kg ou à la pièce comme des salades préparées, des fromages, tapenades, tartes sucrées ou salées, desserts,... On retrouve également les œufs en libre-service. Les produits « durs » comme les fromages sont servis dans des feuilles de papier plastifié et les produits de type « salade » sont servis dans des barquettes en carton (payantes) pour le transport (les clients sont vivement invités à venir avec leurs propres contenants). Des boîtes à œufs à réutiliser ainsi que des récipients métalliques refermables sous caution pour les fromages par exemple sont proposés par le magasin. Les salades étaient préparées jusqu'à fin avril dans la cuisine du magasin de Sainte-Catherine avant de déménager chez Co-oking, un espace de coworking culinaire situé à Anderlecht.
- Les rayons boucherie / frigo / épicerie / « univers maison » / hygiène et soin / enfant / surgelé / boisson : Ces différents rayons sont disponibles en libre-service et proposent des produits provenant directement des fournisseurs et de ce fait, déjà préemballés pour la vente. Il y a donc aussi bien des produits alimentaires que des produits non alimentaires comme les produits de nettoyage (ces derniers sortent du cadre de notre étude et ne seront donc pas pris en compte).

Les locaux de stockage se retrouvent au sous-sol et permettent l'acheminement des produits par les fournisseurs ainsi que l'entreposage des déchets dans le local dédié avant la collecte. Nous analyserons en détail dans les chapitres suivants la logistique de gestion des déchets et les acteurs concernés.

## 2 Méthodologie

Afin de rentrer dans l'étude pratique de notre ouvrage, il est indispensable de présenter la méthodologie globale qui sera utilisée pour chacune des phases de notre recherche.

### 2.1 Analyse des flux et impact économique

La première étape consiste à réaliser un diagnostic de la gestion des déchets chez Färm. Le guide de l'ADEME (2004) « *Entreprises : comment bien gérer vos déchets* » nous servira de base pour cette phase préparatoire. Quatre étapes sont identifiées pour le diagnostic, à savoir :

- Identification des types de déchets présents
- Localisation et condition de stockage des déchets
- Evaluation des quantités produites
- Analyse des coûts correspondants

Les 3 premiers points seront étudiés dans la partie « analyse des flux des déchets » alors que l'évaluation des coûts sera faite dans la section « Impact économique ».

Afin d'avoir une vue complète des déchets sur l'ensemble de la chaîne alimentaire, nous tenterons de comprendre d'où proviennent les différents déchets, leur importance et leurs déplacements dans le système (du producteur au consommateur). Cependant, le distributeur (Färm) étant le sujet central de la recherche, nous nous focaliserons sur son fonctionnement et ses relations avec les divers acteurs. La récolte des données se fera donc essentiellement chez Färm alors que les données en amont ou en aval du distributeur (pour l'analyse des impacts environnementaux) se baseront sur des statistiques ou de la recherche dans la littérature.

Comme nous l'avons déjà mentionné, l'étude se concentrera sur deux types de déchet : le gaspillage alimentaire et les déchets d'emballage. Pour reprendre la définition du « déchet », nous prendrons en compte les produits dont le distributeur doit se débarrasser et qui ont perdu leur fonction première. Les données récoltées au magasin seront analysées dans la mesure du possible sur 1 an (d'avril 2016 à mars 2017). En effet, c'est à partir d'avril 2016 que le magasin Hankar a commencé à travailler avec un nouveau partenaire pour la collecte des déchets (MCA Recycling). De plus, le magasin ayant ouvert fin 2015, une certaine période transitoire a été nécessaire pour réellement mettre en place la logistique de vente et se trouver dans une certaine stabilité. Un des objectifs sera également de déterminer les flux prédominants et les points d'attention afin de mettre en place de futurs plans d'action.

Une fois les flux de déchets clairement identifiés et quantifiés, nous entamerons l'évaluation des impacts économiques. Cette évaluation se focalisera sur le distributeur Färm et plus particulièrement sur les déchets subis ou générés par le magasin. Nous étudierons tout d'abord les coûts directs liés à la perte des produits et à l'achat des emballages pour ensuite y associer les coûts externes de gestion, de logistique et de fin de vie répercutés sur le distributeur (gestion des poubelles, collecte, recyclage ou incinération). Les données économiques seront basées sur les factures du magasin (achats d'emballage, facture de collecte des déchets,...) et sur les données disponibles dans le logiciel de gestion des ventes pour l'analyse des pertes liées au gaspillage alimentaire.

## 2.2 Impact environnemental

Une première étape concernera plus particulièrement l'impact des déchets générés par Färm. A partir d'une ACV de la fin de vie des déchets collectés, nous déterminerons les sources d'impacts prédominants chez le distributeur. Sur base de la quantité de déchets récoltés par l'organisme de collecte, nous mesurerons l'impact environnemental des différentes filières de gestion des déchets mises en place (logistique et traitement) pour déterminer leurs impacts négatifs ou positifs sur la vie du déchet.

Dans un deuxième temps, nous sélectionnerons un panier de produits dans un des rayons du magasin (représentatif des pertes prédominantes) pour ensuite réaliser une ACV complète de ces produits sur toute la chaîne alimentaire. Notre objectif sera d'analyser la contribution de chacune des étapes du système au niveau de la production des déchets et de leurs impacts environnementaux associés. Le choix du rayon et des produits se fera selon les critères suivants :

- Rayon/produits dont les pertes alimentaires et les déchets sont prédominants (en masse)
- Rayon/produits dont les pertes alimentaires et les déchets ont un impact environnemental significatif
- Rayon/produits dont les données récoltées sont les plus fiables possibles et dont les pertes ne sont pas de type « exceptionnel »
- Rayons/produits dont les données en amont et aval du distributeur sont disponibles en quantité (afin de limiter les biais éventuels)

Ces différents critères de choix devront être mis en balance afin de trouver les produits à analyser. Notons également que le critère économique n'a pas été pris en compte. En effet, l'objet est ici de déterminer l'impact environnemental des déchets, la question économique n'intervenant donc pas dans le choix. Néanmoins, nous prendrons le temps de l'étudier afin de répondre à la demande explicite de Färm, pour qui l'impact économique est essentiel dans son fonctionnement quotidien.

Nous utiliserons le logiciel SimaPro pour les études d'ACV environnementales. Les bases de données disponibles (du type Ecoinvent Database) nous permettront d'associer chacun de nos flux et procédés à des émissions et des impacts environnementaux. Les différentes étapes de l'ACV et les choix méthodologiques associés sont présentés ci-après :

**A. But et portée :** l'objectif de notre étude est de mesurer l'impact environnemental des déchets dans les SAA (plus particulièrement chez le distributeur Färm) et d'analyser les sources et déplacements d'impacts prédominants. Nous réaliserons 2 études distinctes : l'analyse globale de fin de vie des déchets collectés au magasin Färm, et le cycle de vie complet de certains aliments gaspillés chez Färm (choisis selon les critères précités).

▪ *Unité fonctionnelle*

- I. **1 tonne de déchets collectés chez Färm et traités** (chaque type de déchet sera étudié avant de faire une pondération en fonction des quantités réelles produites)
- II. **1 kg d'aliment consommé** (nous mettrons en lumière les déchets produits dans les différentes étapes du cycle de vie suite à la consommation d'un panier d'aliments de 1 kg vendu chez Färm)

- *Catégorie(s) d'impact*

L'impact sur le changement climatique (qui est l'impact le plus étudié dans la littérature) sera analysé dans notre travail. Par la suite, la réalisation de l'ACV sur le logiciel SimaPro nous donnera la possibilité d'identifier les catégories d'impacts prédominantes (après normalisation). Nous choisirons dès lors 5 impacts significatifs en plus de l'impact sur le changement climatique. Et afin de garder une certaine cohérence, nous étudierons les mêmes impacts pour les 2 ACV étudiées. Les 6 impacts étudiés seront finalement : **le changement climatique, l'eutrophisation de l'eau douce, la toxicité humaine, l'écotoxicité de l'eau douce, la transformation des espaces naturels et l'épuisement des ressources fossiles.**

- *Limites du système*

La première ACV sera limitée aux impacts de la fin de vie des déchets collectés chez Färm. Nous prendrons en compte le transport et le traitement final du déchet (emballage ou aliment gaspillé). Pour l'ACV globale, les limites du système s'étendront de la production du produit alimentaire jusqu'à sa consommation, tout en tenant compte de la gestion de fin de vie des déchets. Les limites du système seront détaillées dans le chapitre réservé aux impacts environnementaux.

- *Système de référence*

Le système de référence a pour objectif de comparer le produit étudié avec un autre produit assurant une même fonction. Cette étape ne faisant pas partie des objectifs de notre étude, nous n'aurons pas de système de référence en tant que tel. Cependant, nous comparerons nos résultats entre eux afin de déterminer ceux qui ont le plus d'impact : entre deux types d'aliments gaspillés ou entre les différentes filières de traitement par exemple.

- *Procédure d'allocation*

Dans le cas de procédés multi-sorties (processus résultant en plusieurs produits différents), nous utiliserons l'approche **attributionnelle** (ou d'**allocation**), qui est la plus généralement utilisée. Cette méthodologie est bien adaptée pour évaluer les sources principales d'impact environnemental d'un produit ou pour comparer deux produits ayant la même unité fonctionnelle. La procédure d'allocation va ainsi permettre d'attribuer les impacts proportionnellement à chaque processus étudié.

Concernant l'allocation suite aux procédés de recyclage, nous utiliserons l'approche « **recyclage de fin de vie ou impact évité** ». Cette dernière suit le principe attributionnel décrit ci-avant et attribue le bénéfice du recyclage au produit étudié en fin de vie (et non à la fabrication du futur produit issu de matériaux recyclés). Cette approche permet de prendre en compte la phase d'élimination et de mettre en avant les choix positifs ou négatifs en matière de gestion de fin de vie des produits.

- B. Inventaire :** La récolte des données est l'étape la plus importante de l'ACV, la précision et la qualité des données impactant directement la justesse des résultats. Les données en termes de « flux », masses de déchets, quantité d'aliments gaspillés,... seront récoltés directement chez Färm à partir des bases de données ou des factures du magasin. Les informations manquantes sur le reste du cycle de vie seront évaluées sur base des statistiques fournies dans la littérature. A partir de ce premier inventaire, nous utiliserons les bases de données internationales associées au logiciel SimaPro pour mesurer les sources d'impacts environnementaux.

C. **Evaluation d'impact** : Afin de réduire le nombre important de résultats obtenus durant la phase d'inventaire, il est nécessaire de les agréger en une liste réduite d'indicateurs. La **méthode ReCiPe**, utilisée dans notre étude, détermine deux niveaux d'indicateurs d'impact environnementaux : **18 indicateurs midpoint** et **3 indicateurs endpoint** (voir figure 12). Les indicateurs midpoint (qui utilisent des relations physiques pour rassembler des données) sont robustes et laissent peu de place à l'incertitude. Les indicateurs endpoint rassemblent des données très diverses en seulement 3 indicateurs (impact sur la santé humaine, sur les écosystèmes et sur la disponibilité des ressources naturelles), augmentant les risques de simplifications et d'incertitudes. Nous nous limiterons aux indicateurs midpoint pour notre analyse.

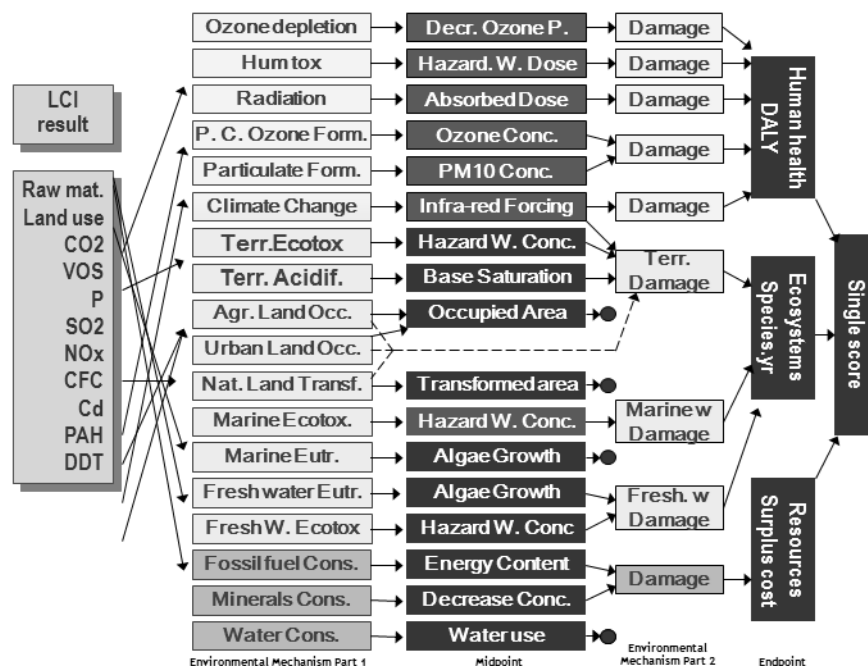


Figure 12 : Relation entre l'inventaire de l'ACV (gauche), les indicateurs midpoint (milieu) et les indicateurs endpoint (droite).

Source : <http://www.lcia-recipe.net>

La méthode ReCiPe utilise des facteurs qui peuvent évoluer en fonction de 3 perspectives :

- *Individualiste (I)* : Vision de court terme et optimiste dans le fait que la technologie pourra éviter de nombreux problèmes dans le futur
- *Hiérarchiste (H)* : Vision de consensus entre les 2 perspectives extrêmes et généralement utilisée dans les modèles scientifiques
- *Egalitariste (E)* : Vision de long terme basée sur le principe de précaution

Le modèle hiérarchiste, privilégié par son caractère consensuel sera utilisé pour notre étude. Pour terminer l'analyse, une phase d'interprétation des résultats nous permettra de revenir sur les objectifs de notre étude et de cibler les étapes du cycle de vie qui ont un impact prédominant sur l'environnement.

### 3 Analyse des flux des déchets

Nous présenterons dans ce sous-chapitre l'ensemble des flux de déchets comptabilisés chez Färm, leur provenance et la gestion de leur fin de vie. Cette étape préparatoire est indispensable pour la bonne évaluation des impacts économiques et environnementaux qui seront étudiés dans les chapitres suivants. Pour faciliter la compréhension, un diagramme simplifié se trouve en annexe 1 et présente les flux des différents déchets.

#### 3.1 Identification et localisation des déchets

##### 3.1.1 Les déchets collectés chez Färm

Un local situé au sous-sol du magasin et dédié à la collecte des déchets nous permet d'identifier les flux de déchets sortants. Depuis avril 2016, la société MCA Recycling s'occupe de la collecte et du traitement des déchets du magasin Färm Hankar. Avant cette date et jusqu'en février 2017, Bruxelles-Propreté participait également à la collecte des déchets (partiellement pour les PMC et tout-venant et à 100% pour les déchets en verre). L'objectif étant d'optimiser la valorisation, les déchets sont triés au magasin et transportés ensuite vers le mode de traitement approprié.

|            | Papier/Carton       | Tout-venant                       | Bois                      | Déchets organiques |
|------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Code EURAL | 15 01 01            | 20 03 01                          | 20 01 38                  | 20 01 08           |
| Traitement | R3                  | D10                               | R12                       | R3.c               |
|            | Recyclage organique | Incinération à terre <sup>4</sup> | Echangé pour valorisation | Compostage         |

|            | PMC                   | Plastiques            | Film étirable         | Verre                 |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Code EURAL | 15 01 03              | 15 01 02              | 20 01 39              | 15 01 07              |
| Traitement | R5                    | R5                    | R5                    | R5                    |
|            | Recyclage inorganique | Recyclage inorganique | Recyclage inorganique | Recyclage inorganique |

Tableau 1 : Types de déchet collectés chez Färm et traitement associé (Source : MCA Recycling)

Afin de pouvoir déterminer d'où proviennent ces déchets, il est nécessaire de remonter à la source des produits « avant qu'ils ne soient considérés comme déchet ». Nous pouvons les subdiviser en 2 catégories : **les emballages et les pertes alimentaires**.

##### A. Les emballages :

Ceux-ci proviennent principalement des fournisseurs et sont donc subis par le magasin. Il s'agit des emballages secondaires et tertiaires servant au transport et à la manutention des produits. Les aliments arrivent au local de stockage dans des caisses ou emballages en carton, des emballages en plastiques, des bouteilles en verre,... On retrouve également des palettes en bois non consignées ainsi que du film étirable servant au transport des marchandises par les fournisseurs. Pour finir, les déchets de l'atelier d'Agribio (situé dans les sous-sols du magasin) sont mélangés et comptabilisés avec les déchets de Färm. Il s'agit principalement des sacs de farine en papier, nécessaires à la fabrication des produits de la boulangerie. Les déchets en verre (qui sont minoritaires) proviennent soit de casse au magasin soit de clients qui ramènent des récipients non consignés.

<sup>4</sup> L'incinération se fait à Bruxelles avec récupération d'énergie électrique et thermique

## B. Les pertes alimentaires :

La fin de vie des invendus est plus difficilement traçable car plusieurs solutions existent en parallèle au magasin. Tout d'abord, ceux-ci sont entreposés dans la chambre froide et mis à disposition d'associations partenaires (La Croix-Rouge, No Javel, Le Pavillon,...). Ces aliments sont alors réutilisés ou transformés pour être consommés. Ils ne sont donc pas considérés comme « déchet » vu qu'ils ne sortent pas de la chaîne alimentaire.

Ensuite, les aliments compostables (F&L) sont récoltés (en partie) par la coopérative Vert d'Iris pour produire du compost à petite échelle. Active dans le maraîchage à Bruxelles, Vert d'Iris est également un des fournisseurs de Färm. La collecte n'est cependant pas régulière et dépend fortement de la saison de maraîchage.

Finalement, les pertes non valorisées sont jetées au tout-venant et seront donc incinérées. Le collecteur MCA Recycling peut proposer une gestion séparée des déchets organiques, mais cette solution n'est pas encore réellement implémentée au magasin Färm. Notons également que les emballages des produits pré-emballés doivent être associés aux pertes alimentaires. La poubelle tout-venant étant constituée de ce mélange de déchets (organiques, papiers, plastiques,...), il sera difficile d'en déterminer la source précise.

### 3.1.2 Les déchets générés au magasin et fournis aux consommateurs

Nous retrouvons dans cette catégorie l'ensemble des emballages et contenants proposés aux clients pour faciliter leurs courses. Des sacs en papier sont ainsi proposés au rayon vrac ainsi qu'au rayon fruits et légumes. On retrouve également au rayon traiteur des barquettes en carton et des pots en plastique, des couverts en bois et des feuilles en papier kraft plastifiées. Les bouteilles pour l'huile étant réutilisables, elles ne seront pas comptabilisées comme déchet. Färm propose également des sacs en tissu pour remplacer les sacs en papier afin de favoriser la réutilisation. La liste suivante reprend l'ensemble des emballages proposés par le magasin aux consommateurs :

- Sacs en papier kraft aux rayons fruits & légumes et vrac
- Sacs en papier kraft en caisse
- Sacs en papier kraft au rayon traiteur
- Feuilles en papier kraft plastifiées au rayon traiteur
- Couverts en bois au rayon traiteur
- Contenants alimentaires en polypropylène (PP) au rayon traiteur
- Barquettes alimentaires en carton au rayon traiteur

En plus des contenants proposés par Färm, les emballages primaires des produits des fournisseurs transitent directement chez le consommateur. Les rayons épicerie, frigo, surgelé et boucherie sont constitués de produits préemballés dont les emballages seront jetés par le consommateur. La grande quantité de produits différents disponibles nous contraint à ne pas considérer ces emballages dans notre étude quantitative qui sera centrée sur le distributeur. En suivant le principe du « pollueur-payeur », la responsabilité de ces déchets incombe aux consommateurs qui font le choix, après utilisation, de jeter ou non les emballages alimentaires (les faisant passer de « produits » assurant une fonction précise d'emballage à « déchets »).

## 3.2 Quantification des déchets

### 3.2.1 Les déchets collectés chez Färm

Il a été possible de déterminer la quantité de déchets collectés par MCA Recycling et Bruxelles-Propreté à partir des factures mensuelles et des données fournies par Vert d'Iris pour les déchets compostables. La collecte étant facturée au m<sup>3</sup> de déchet ou au volume du container, nous n'avons pu avoir les quantités en masse directement. Le tableau suivant, adapté des chiffres de l'ADEME, présente les valeurs de conversion des volumes de déchets en masse.

| Type de déchet     | Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> ) |
|--------------------|--------------------------------------|
| Tout venant        | 300                                  |
| PMC/Plastiques     | 60                                   |
| Papier/Carton      | 60                                   |
| Verre              | 400                                  |
| Bois               | 150                                  |
| Déchets organiques | 300                                  |

Tableau 2 : Conversion des volumes de déchet en masse (Source : ADEME, 2004)

Nous avons comptabilisé l'ensemble des déchets collectés sur une année (entre avril 2016 et mars 2017) et converti en masse les résultats obtenus (voir en annexe 2 pour le détail des données).

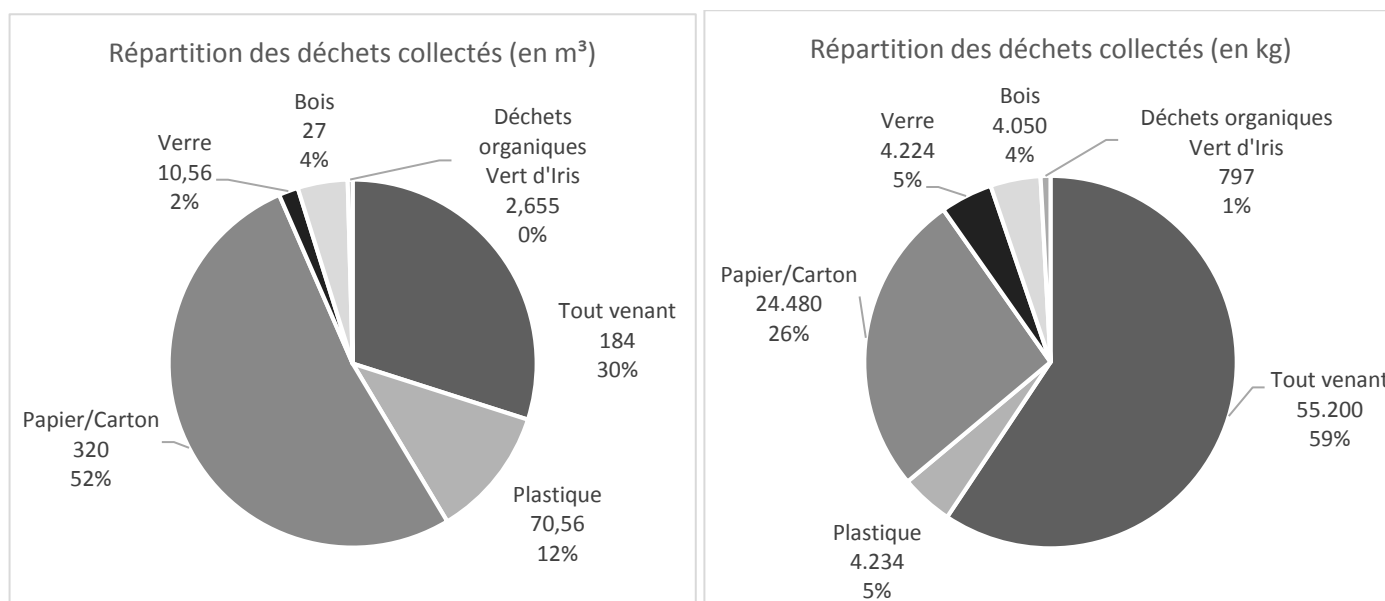


Figure 13 : Répartition des déchets collectés chez Färm Hankar sur 1 année (en volume et en masse)

Nous pouvons observer sur les graphiques ci-dessus que le papier/carton est prédominant en termes de volumes collectés (52%). Suivent les déchets « tout venant » et, dans une moindre mesure, le plastique, bois et verre. L'analyse en « masse de déchets » change l'ordre de prédominance avec le « tout venant » comme déchet majoritaire (59%), suivi par le papier/carton et enfin le verre, le plastique et le bois. La forte présence du tout-venant peut s'expliquer en partie par les pertes alimentaires qui, actuellement, ne sont pas collectées séparément par MCA Recycling et se retrouvent donc dans les poubelles en mélange. D'autre part, des erreurs ou un manque de clarté au niveau du tri des déchets peuvent amener les employés du magasin à jeter certains déchets dans le tout-venant

« par défaut ». Ces résultats montrent également que 40% des déchets sont recyclés contre 60% qui vont directement à l'incinération (en termes de masse). Si l'on considère les volumes collectés, 70% des déchets sont alors recyclés. Nous verrons par la suite ce que cette proportion peut avoir comme influence sur les impacts environnementaux. On peut également observer une part très faible de déchets organiques collectés par Vert d'Iris. Ces données ne reflètent pas la quantité réelle de déchets organiques produits par Färm étant donné que la collecte effectuée par Vert d'Iris n'est pas systématique et dépend de la saison de maraîchage. On peut en effet observer sur la figure suivante la saisonnalité de collecte des déchets par Vert d'Iris (demande forte d'avril à juin et arrêt complet de la collecte entre octobre et janvier).

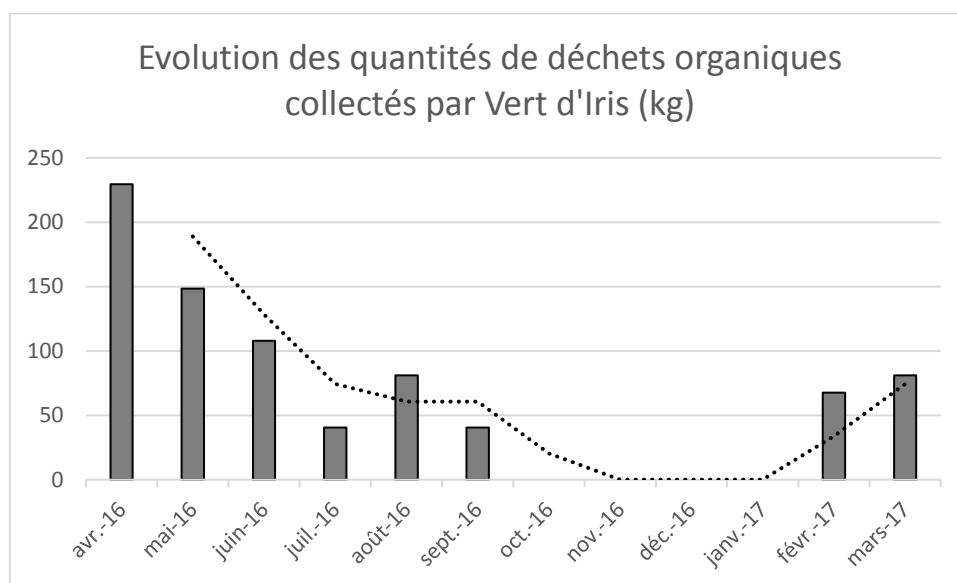


Figure 14 : Déchets organiques collectés par Vert d'Iris sur 12 mois

### 3.2.2 Les pertes alimentaires

La quantification des pertes alimentaires du magasin est un processus compliqué où les incertitudes sont à prendre en considération. En effet, si les quantités vendues sont directement comptabilisées à la caisse, les produits « perdus » ne sont pas systématiquement pesés et scannés. Cela est d'autant plus vrai pour les rayons frais (F&L, traiteur, boulangerie) où l'on peut observer une rotation importante des aliments. Le logiciel de vente de Färm Hankar permet la prise en compte des pertes alimentaires mais les produits sont quantifiés principalement en « coût perdu » et non en masse. Il est dès lors nécessaire de trier les aliments vendus « à la pièce » et ceux vendus « au kilo » afin d'en extraire la quantité (en nombre ou en masse) perdue.

En fonction des données disponibles, nous analyserons les pertes sur une année complète. En cas de données manquantes pour certains mois, nous extrapolerons les résultats (linéairement par règle de 3) pour harmoniser la plage de temps considérée. Il est important de signaler que ces données économiques prennent en compte l'ensemble des produits non vendus sans spécifier leur devenir (don alimentaire, compostage ou incinération).

Vu la grande diversité de produits disponibles au magasin, nous nous attarderons dans ce chapitre à présenter, pour chacun des rayons, les aliments dont la perte est prépondérante. Nous ciblerons les produits vendus au kilo afin d'avoir un point de comparaison entre eux et de pouvoir analyser par la suite leur impact environnemental. L'analyse globale des pertes alimentaires se fera à travers l'analyse des flux économiques (plus facilement identifiables) dans le chapitre qui y est dédié.

### A. Le rayon fruits & légumes

Le rayon F&L étant constitué de nombreux produits vendus au kilo, nous avons pu identifier les pertes en masse et en pourcentage par rapport aux ventes. Le tableau suivant présente les résultats par ordre décroissant.

| Produit              | Pertes (kg)  | Ventes (kg)   | % pertes     |
|----------------------|--------------|---------------|--------------|
| LAITUE VARIEE (300g) | 204,30       | 1.625         | 11,17%       |
| AUBERGINES KG        | 101,56       | 984           | 9,36%        |
| BROCOLI/BROCOLI KG   | 163,87       | 1.967         | 7,69%        |
| CHICONS KG           | 96,22        | 1.223         | 7,29%        |
| FENOUIL/VENKEL KG    | 100,34       | 1.291         | 7,21%        |
| POIREAU KG           | 94,35        | 1.485         | 5,97%        |
| ORANGE/SINAASAPPEL K | 57,74        | 1.181         | 4,66%        |
| TOMATE GRAPPE KG     | 53,64        | 1.629         | 3,19%        |
| TOMATE RONDE KG      | 46,49        | 1.627         | 2,78%        |
| POMME DE TERRE KG    | 115,71       | 4.281         | 2,63%        |
| CAROTTE/WORTEL KG    | 90,98        | 5.777         | 1,55%        |
| POMME/APPEL KG       | 124,76       | 10.004        | 1,23%        |
| BANANE/BANAAN KG     | 96,16        | 8.389         | 1,13%        |
| <b>TOTAL</b>         | <b>1.346</b> | <b>41.464</b> | <b>3,14%</b> |

Tableau 3 : Pertes prédominantes du rayon fruit & légume sur 1 année

Le pourcentage de pertes varie fortement (entre 11% et 1%) suivant le produit étudié. On retrouve les aliments plus difficiles à conserver en tête (salade, aubergine, brocoli,...) et ceux plus résistants en bout de liste (pomme de terre, carotte,...). Ces derniers sont également les plus vendus (en masse) mais cela peut facilement s'expliquer par leur masse importante par unité vendue. Les pertes sont donc à relativiser en fonction des quantités importantes vendues. La moyenne des 13 produits présentés et qui constituent les pertes prédominantes donne une valeur de 3,14% de pertes (en kg).

### B. Le rayon vrac

De la même manière, les données récoltées sur un an sont agrégées dans le tableau suivant. On peut observer la quantité plus faible de pertes par rapport aux F&L. La périssabilité ou non des produits joue un rôle important dans les quantités gaspillées, ce qui permet au rayon « vrac » d'être minoritaire. Les deux premiers produits du tableau peuvent être considérés comme exceptionnels car leurs pertes sont concentrées en une seule fois sur l'année et ne sont pas systématiques. Après discussion avec le gérant du magasin, les pertes du rayon vrac sont principalement liées à une mauvaise manutention et des produits abîmés. Quoi qu'il en soit, la quantité perdue en masse est minime par rapport au rayon F&L (entre 1 et 10 kg contre 46 et 204 kg par aliment). La moyenne des pertes pour les six aliments les plus gaspillés pour ce rayon est de 2,12%.

| Produit              | Pertes (kg)  | Ventes (kg)  | % pertes      |
|----------------------|--------------|--------------|---------------|
| BOULGOUR VRAC        | 10,00        | 111,36       | 8,240%        |
| GRAINE SALADE LUXE V | 4,50         | 53,59        | 7,747%        |
| PISTACHE DECORTIQUEE | 3,25         | 83,27        | 3,757%        |
| PIGNONS DE PIN Vrac  | 0,98         | 61,05        | 1,580%        |
| NOIX VRAC            | 3,30         | 277,08       | 1,175%        |
| NOIX CAJOU VRAC      | 3,50         | 590,31       | 0,589%        |
| <b>TOTAL</b>         | <b>25,53</b> | <b>1.177</b> | <b>2,123%</b> |

Tableau 4 : Pertes prédominantes du rayon vrac sur 1 année

### C. Le rayon boulangerie

La coopérative AGRIBIO étant seule responsable du rayon boulangerie du magasin, Färm a peu d'impact et d'influence sur la gestion des pertes. De plus, l'atelier (qui fournit d'autres magasins à Bruxelles) est situé au sein même du magasin. L'écoulement des surplus de production est alors réalisé chez Färm Hankar, augmentant considérablement les pertes du rayon boulangerie. Celles-ci étant comptabilisées en quantité et non en masse, nous transposons les chiffres en fonction du grammage des aliments. De plus, les pertes précises n'étant disponibles que pour 6 mois, nous extrapolons les chiffres sur une année entière (voir tableau 5).

| Produit                    | Pertes (kg)   | Ventes (kg)    | % pertes      |
|----------------------------|---------------|----------------|---------------|
| Pain From demi-gris 800g   | 204,8         | 935,2          | 17,96%        |
| Pain Ep gris 800g          | 185,6         | 1222,3         | 13,18%        |
| Pain Ep demi-gris 800g     | 155,2         | 1893,6         | 7,58%         |
| From blanc 800g            | 132,8         | 1583,2         | 7,74%         |
| Pain From demi-gris 400g   | 119,2         | 416,4          | 22,26%        |
| Pain Fro blanc 400g        | 112,0         | 688,8          | 13,99%        |
| Pain Ep demi-gris 400g     | 99,2          | 770,0          | 11,41%        |
| Pain Ep gris 400g          | 84,8          | 503,2          | 14,42%        |
| <b>TOTAL PAIN</b>          | <b>1093,6</b> | <b>8012,72</b> | <b>12,01%</b> |
| Baguette épeautre 87% 300g | 78,6          | 549,9          | 12,51%        |

Tableau 5 : Pertes prédominantes du rayon boulangerie sur 1 année

Le tableau montre des pertes de l'ordre de 7% à 22% pour le pain (avec une moyenne à 12%) et des pertes de 12% pour les baguettes épeautre. Ce niveau de perte est plus important que celui des fruits et légumes et peut s'expliquer d'une part par la gestion séparée de la boulangerie et plus globalement par la périssabilité rapide des produits de la boulangerie.

### D. Le rayon boucherie

Comme pour les rayons précédents, le tableau 6 présente les produits dont les pertes sont prédominantes (sur une année). Les chiffres proviennent uniquement du logiciel de vente du magasin qui ne prend pas en compte la totalité des pertes du rayon boucherie. Nous aurons cependant déjà un bon aperçu du pourcentage de perte pour certains produits avant une analyse globale du rayon dans le chapitre traitant des impacts économiques.

| Produit              | Pertes (kg) | Ventes (kg) | % pertes     |
|----------------------|-------------|-------------|--------------|
| SAUCISSE PORC BOEUF  | 15,22       | 163,384     | 8,52%        |
| SAUTE PORC PQA       | 8,60        | 29,34       | 22,67%       |
| HACHE BOEUF PQA      | 5,65        | 261,10      | 2,12%        |
| COPRO PREPA Boudin n | 5,19        | 56,65       | 8,39%        |
| BIOVO Chipolata de p | 4,12        | 226,89      | 1,78%        |
| COPRO VEAU Côtes     | 3,88        | 38,01       | 9,27%        |
| STEAK LIMOUSIN BOEUF | 3,74        | 56,73       | 6,18%        |
| <b>TOTAL</b>         | <b>26</b>   | <b>832</b>  | <b>3,03%</b> |

Tableau 6 : Pertes prédominantes du rayon boucherie sur 1 année

Si les pertes en masse sont relativement faibles (inférieures à 15kg sur l'année par produit), le pourcentage est très variable (entre 1,8 et 22,7%) avec une moyenne de 5% pour les 7 produits présentés. La difficulté de conservation des viandes et la gestion des stocks qui en découle pourraient expliquer en partie cette variabilité et le taux important de perte pour certains produits.

#### E. Le rayon traiteur

Les pertes de ce rayon (constitué de produits très variés) ne sont pas systématiquement comptées dans le logiciel de gestion. Les aliments vendus au kilo seront associés en différentes catégories : fromages, produits salés et produits sucrés. Les quantités vendues étant difficilement mesurables pour autant de produits agrégés, nous exposerons uniquement les masses d'aliments perdus. Nous analyserons également les salades préparées dont les pertes sont connues sur 6 mois (octobre 2016 à mars 2017). Nous extrapolerons donc les chiffres sur une année comme nous l'avons fait précédemment.

| Produit               | Pertes (kg) |
|-----------------------|-------------|
| Fromages au kg        | 40,35       |
| Produits salés au kg  | 16,77       |
| Produits sucrés au kg | 8,49        |

| Produit          | Pertes (kg) | Ventes (kg) | % pertes |
|------------------|-------------|-------------|----------|
| Salade préparées | 392,72      | 2267,71     | 14,76%   |

Tableau 7 : Pertes (en masse) du rayon traiteur chez Färm Hankar

Même si les salades semblent prépondérantes en termes de quantité gaspillée, nous ne pouvons encore affirmer cette hypothèse étant donné que seuls les produits disponibles au poids ont été comptés dans les autres catégories. La figure ci-dessous nous montre l'évolution des pertes des salades préparées (en pourcentage) sur les six mois étudiés. Le comptage qui a été réalisé durant ces quelques mois a permis de mettre au jour l'importance des pertes. Une meilleure connaissance des flux a permis de rationaliser les stocks et de diminuer les pertes de 13% entre novembre et mars.

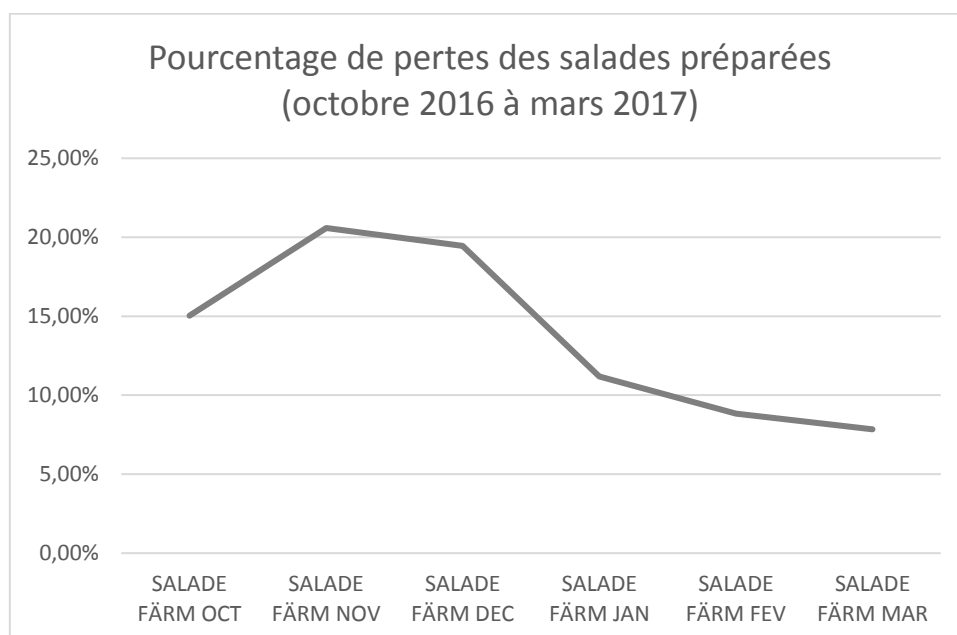


Figure 15 : Evolution des pertes des salades préparées du rayon traiteur entre octobre 2016 et mars 2017

#### F. Les rayons frigo, surgelés, épicerie, autres

Les derniers rayons du magasin sont constitués presque intégralement de produits vendus à la pièce. De plus, mis à part le rayon frigo, il s'agit d'aliments peu périssables et dont les pertes sont donc minimales (en comparaison aux autres rayons). Nous nous limiterons à l'analyse de 5 produits du rayon frigo qui constituent les pertes prédominantes. Encore une fois, nous aurons une vue plus générale des pertes à travers l'analyse économique.

| Produit              | Pertes (kg ou L) | Ventes (kg ou L) | % pertes     |
|----------------------|------------------|------------------|--------------|
| ZZ lait demi-écrémé  | 84,00            | 538,00           | 13,50%       |
| LAIT ENTIER 1L FRAIS | 33,00            | 628,00           | 4,99%        |
| BEURRE 250GR ZZ      | 12,50            | 83,50            | 13,02%       |
| YAOURT NATURE SANS L | 7,80             | 89,40            | 8,02%        |
| BEURRE FERME 500G GR | 3,50             | 21,50            | 14,00%       |
| <b>TOTAL</b>         | <b>141</b>       | <b>1.360</b>     | <b>9,38%</b> |

Tableau 8 : Pertes prédominantes du rayon frigo sur 1 année

On retrouve des pertes moyennes de 9,38% pour ces produits avec une variabilité (au sein de produit de même nature) allant de 5% à 13,5% pour le lait par exemple.

#### 3.2.3 Les emballages fournis aux consommateurs

La troisième et dernière partie de notre analyse s'intéresse aux emballages fournis par Färm aux clients du magasin. La quantité totale d'emballages fournis sur l'année est résumée dans le tableau suivant. Ces données ont été calculées à partir des factures de commande du magasin, et donc, des emballages achetés par Färm auprès des fournisseurs. La masse unitaire des contenants a ensuite été évaluée afin de transposer les quantités en masse.

|                                | Rayon         | TOTAL année | Masse (kg)/1000 unités | TOTAL en masse (kg) |
|--------------------------------|---------------|-------------|------------------------|---------------------|
| Sac papier kraft               | Fruit&Légume  | 118.500     | 9,22                   | 1.092               |
| Sac papier kraft               | Traiteur+Vrac | 79.875      | 5,39                   | 431                 |
| Contenant en PP                | Traiteur      | 24.000      | 8,00                   | 192                 |
| Feuille papier kraft plastifié | Traiteur      | 18.113      | 8,70                   | 158                 |
| Sachet papier kraft            | Caisse        | 10.356      | 40,00                  | 414                 |
| Couverts en bois               | Traiteur      | 9.000       | 3,00                   | 27                  |
| Barquette alimentaire carton   | Traiteur      | 6.818       | 40,00                  | 273                 |

Tableau 9 : Quantité annuelle d'emballages fournis aux clients de Färm Hankar

Les sacs en papier kraft du rayon F&L constituent les emballages prépondérants, suivis par les sacs en papier du rayon traiteur et vrac et des contenants en polypropylène. La plupart des emballages proviennent cependant du rayon traiteur, qui reste une source importante des emballages fournis aux consommateurs. Au niveau du classement en masse, les sacs en papier sont de loin les emballages principaux (75%).

## 4 Impact économique

Ce chapitre a pour objectif de déterminer l'impact économique de la gestion des déchets dans le magasin étudié. Cette partie étant avant tout nécessaire pour répondre à la demande explicite de Färm, nous nous limiterons à l'étude du magasin étudié (et non de toute la chaîne alimentaire). Cependant, les flux financiers étant plus facilement traçables que les masses de déchets, nous pourrions amener notre thématique dans un angle nouveau et y apporter d'autres éléments de réponse. Nous diviserons ce chapitre en deux catégories : les déchets collectés et traités chez Färm et les pertes alimentaires. Les emballages fournis aux consommateurs étant répercutés directement par Färm sur le client<sup>5</sup>, nous n'analyserons pas en détail ce type de produits.

### 4.1 Les déchets collectés chez Färm

Sur base des factures des collecteurs des déchets du magasin, nous avons pu déterminer le coût total de collecte et de traitement répercuté sur Färm. Le coût de gestion de chacun des déchets est facturé en fonction des volumes collectés. A partir des masses volumiques des différents déchets (voir précédemment), il a été possible de calculer le coût par tonne de déchet. Enfin, la société MCA recycling facture également des coûts de main d'œuvre qui ont été comptabilisés. À travers le tableau suivant, nous pouvons observer que la gestion des déchets de bois est la plus coûteuse (en volume), suivie par le tout-venant, les PMC, le verre, et enfin le papier/carton. En termes de masse, le PMC est le plus coûteux, suivi par le bois, le papier/carton, le tout-venant, et le verre. Concernant les déchets organiques (qui ne sont pas encore actuellement collectés par MCA Recycling), le coût est facturé par container (0,25m<sup>3</sup>) et le prix de revient au m<sup>3</sup> ou à la tonne est le plus élevé par rapport aux autres types de déchet. De plus, les déchets organiques compostables sont collectés gratuitement par Vert d'Iris, qui les réutilise pour sa production maraîchère.

Jeter 1 kg de déchets organiques dans la poubelle tout-venant plutôt que dans un container spécifique diminue le coût de collecte de ce déchet par 2,8. Cela ne favorise donc pas le tri des déchets organiques (d'un point de vue purement économique). Par contre, la valorisation des déchets compostables par Vert d'Iris apporte un gain net important (ceux-ci étant récupérés gratuitement).

Tableau 10 : Coût de gestion des déchets par unité de volume et de masse

| Type de déchet             | Coût (€/m <sup>3</sup> ) | Coût (€/tonne) |
|----------------------------|--------------------------|----------------|
| Tout venant MCA            | 19,18                    | 63,93          |
| Tout venant BXL-Propreté   | 16,88                    | 56,27          |
| PMC MCA                    | 15,00                    | 250,00         |
| PMC BXL-Propreté           | 11,33                    | 188,89         |
| Papier/Carton MCA          | 7,50                     | 125,00         |
| Papier/Carton BXL-Propreté | 7,80                     | 130,00         |
| Verre BXL-Propreté         | 11,33                    | 28,33          |
| Bois MCA                   | 34,20                    | 228,00         |
| Déchets organiques MCA     | 54,00                    | 180            |

|                  | Coût (€/h) |
|------------------|------------|
| Main d'œuvre MCA | 34,80      |

<sup>5</sup> En effet, soit les emballages sont facturés directement au client (pour les contenants en carton du rayon traiteur par exemple), soit ils sont comptabilisés lors du pesage des aliments (sacs en papier kraft) soit ils sont fournis gratuitement avec le produit par le fournisseur (contenants en PP du rayon traiteur)

En reprenant le tableau des flux de déchets collectés sur 1 année, nous pouvons déterminer les coûts totaux de gestion (8870 euros pour 612m<sup>3</sup> de déchets). La répartition de ces coûts est présentée dans le graphique ci-dessous. La collecte du tout-venant constitue le coût prépondérant (39%), suivi par le papier/carton (27%), le plastique (12%), la main d'œuvre (11%), le bois (10%), et le verre (1%). Comme pour l'analyse des flux en masse de déchets, le tout-venant et le papier/carton arrivent largement en tête. Malgré son faible coût de gestion (au m<sup>3</sup>), le papier/carton reste prépondérant. Cela peut s'expliquer par la part importante de ce type de déchet au sein du magasin.

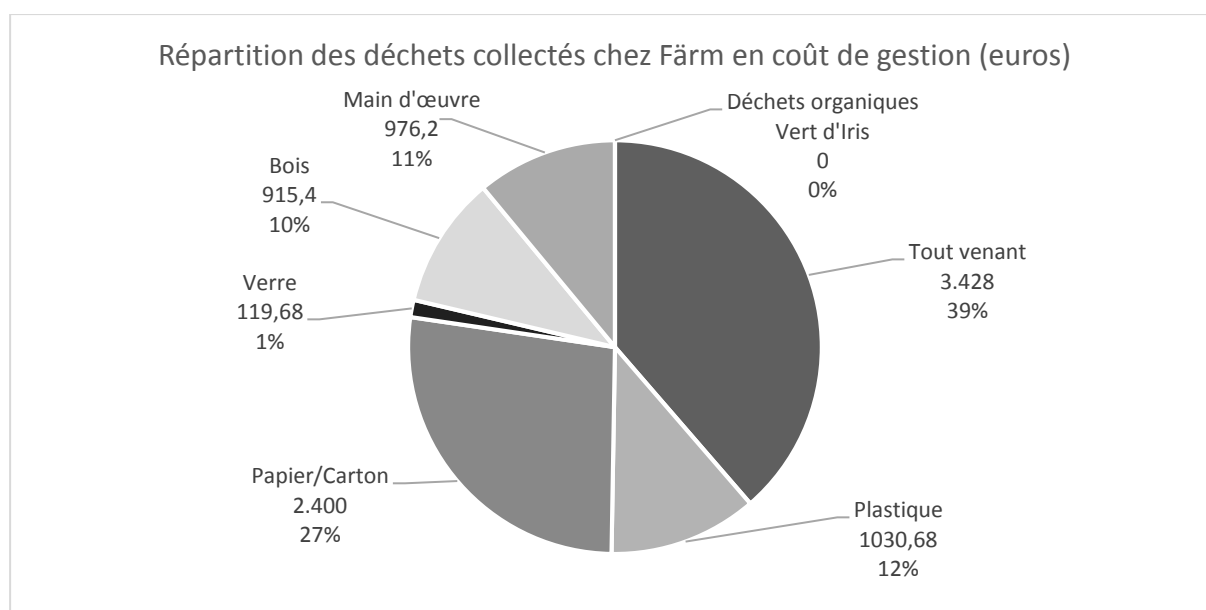


Figure 16 : Répartition des déchets collectés chez Färm (en coût de gestion)

La réduction de la catégorie tout-venant pourrait être une solution pour réduire les coûts de collecte des déchets du magasin. Le tri systématique des déchets et la réduction à la source pourraient réduire les coûts généraux et permettre d'accroître la proportion de déchets valorisés (et non incinérés).

## 4.2 Les pertes alimentaires

La non-vente d'un produit se reflète directement sur le chiffre d'affaires du distributeur. Les flux financiers étant mieux établis que les quantités en masse, nous pouvons reprendre d'un point de vue global l'impact économique des pertes sur chacun des rayons. Analysées sur une année, les pertes représentent 1,94% du chiffre d'affaires. Ce chiffre correspond aux statistiques présentées en première partie de cet ouvrage concernant les pertes alimentaires du distributeur (1 à 3%) (IBGE, 2015 ; ADEME, 2016). L'objectif de Färm Hankar pour les prochains mois est de réduire leurs pertes à 1% de leur chiffre d'affaires. La figure 17 montre l'évolution décroissante des pertes alimentaires chez Färm Hankar mois par mois.

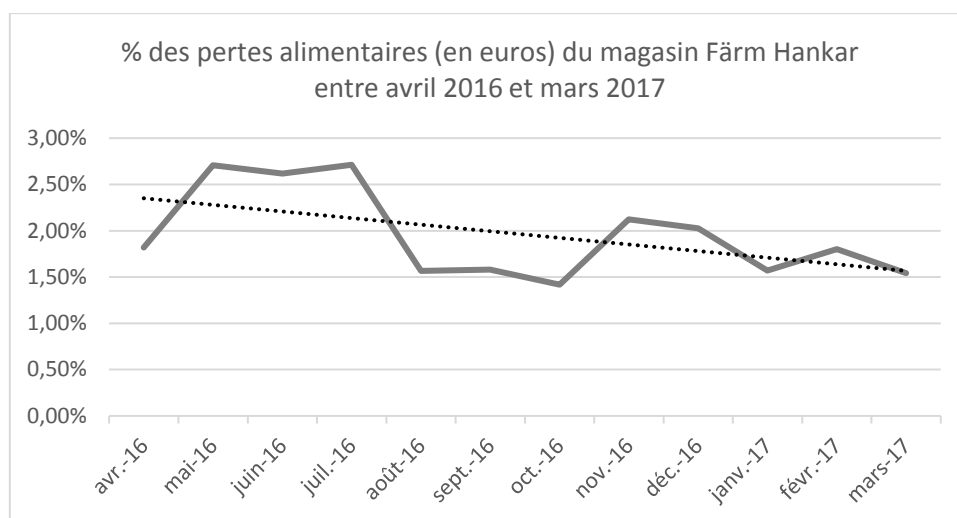


Figure 17 : Evolution des pertes alimentaires (en euros) du magasin Färm Hankar entre avril 2016 et mars 2017

En regardant plus attentivement la figure 18, on peut y voir la part de chacun des rayons en termes de pertes économiques. Le rayon boulangerie arrive en premier (27%), suivi par le rayon F&L (22%), le rayon boucherie (15,8%), le rayon frigo (15,5%), le rayon traiteur (10%) et le rayon épicerie (7%). Les autres rayons peuvent être pratiquement négligés avec des pertes de moins de 1% du total. Les rayons les plus impactés sont, comme dit précédemment, ceux dont les aliments ont une conservation plus difficile. Le rayon boulangerie est à considérer à part compte tenu de sa gestion dissociée de Färm (par AGRIBIO).

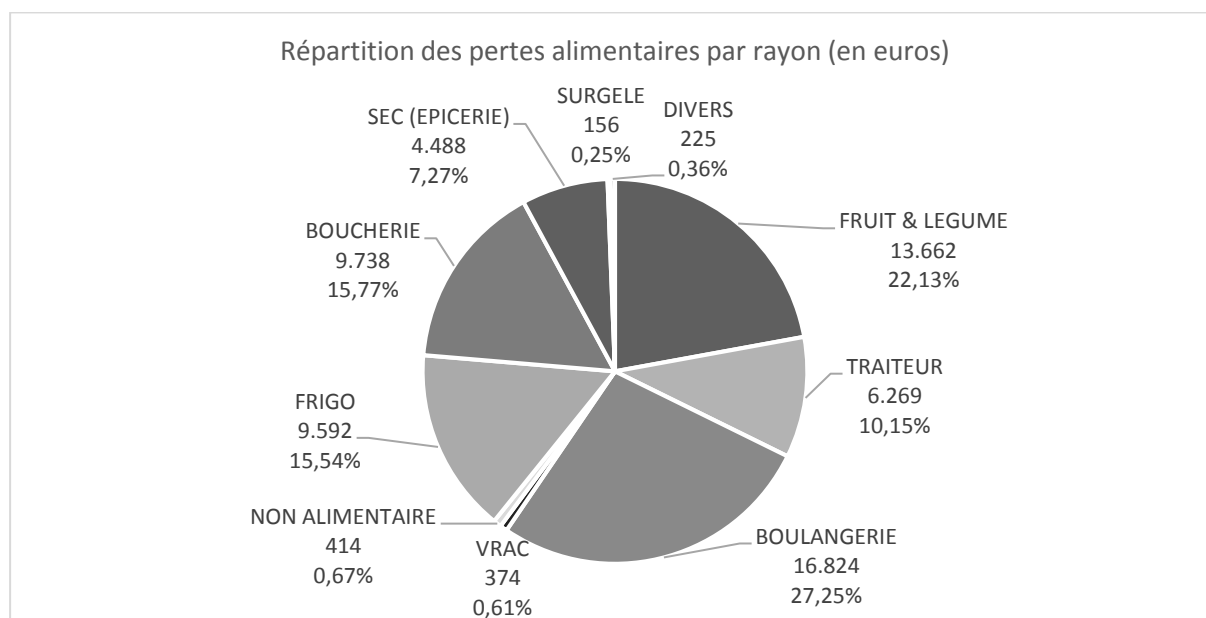


Figure 18 : Répartition des pertes alimentaires par rayon sur un an (en euros)

Une autre analyse intéressante pour décomposer les masses de déchets perdus par rayon a été faite en extrapolant les données des principaux rayons à partir du prix moyen au kilo des aliments dont le gaspillage est prépondérant. La figure 19 montre la répartition des pertes en kilo : le rayon F&L arrive en tête avec 42%, suivi par le rayon boulangerie (32%), le rayon Frigo (12%), et les autres rayons dans une moindre mesure (0 à 5%).

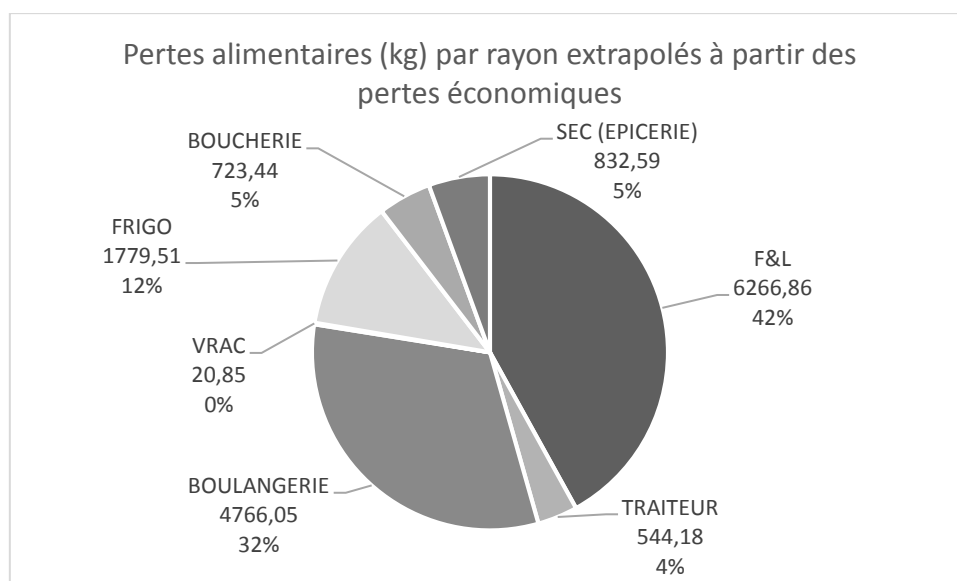


Figure 19 : Pertes alimentaires (kg) par rayon extrapolés à partir des pertes économiques

Comme pour l'analyse des flux de déchets, les produits peuvent être analysés un à un, nous permettant de comparer les pertes en kg et en euros. En effet, chacun des produits ayant un prix au kilo différent, l'ordre des pertes majoritaires en masse présenté précédemment pourrait être remanié lorsque l'on parle en « coût perdu ».

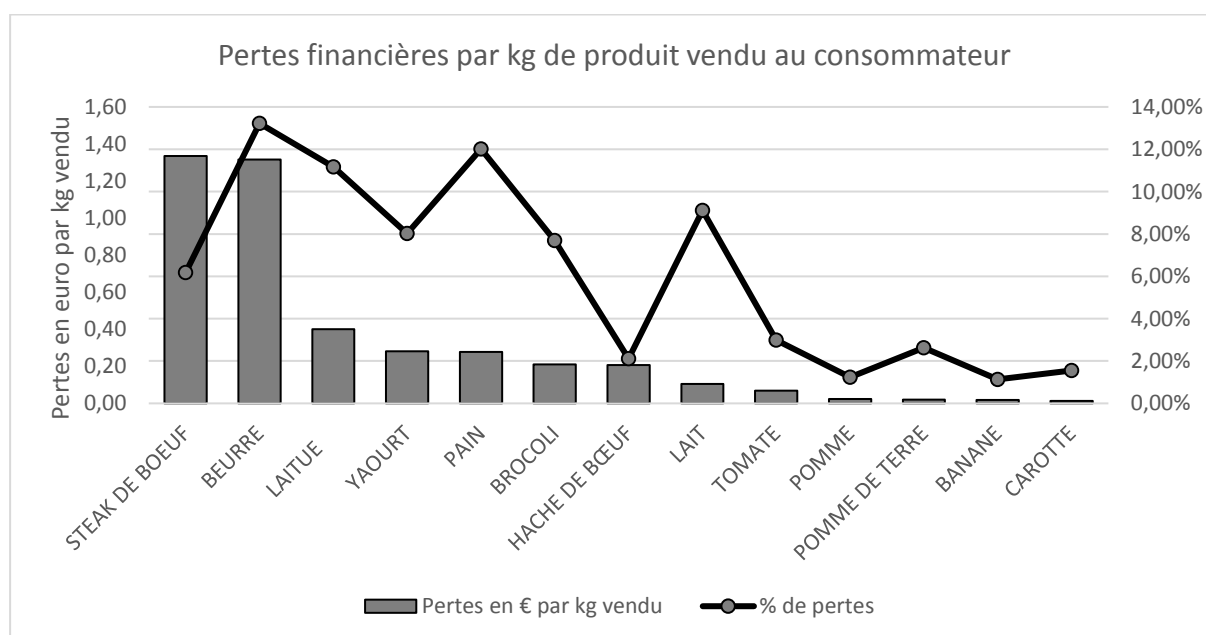


Figure 20 : Pertes financières par kg de produit vendu au consommateur

On peut ainsi observer sur la figure 20 l'influence des deux paramètres (pourcentage de perte et prix au kilo des produits). Les viandes, bien qu'ayant un pourcentage de perte faible, ont un impact financier important (par kg vendu) comparativement à d'autres produits. Finalement, les F&L, qui représentent les pertes majoritaires, ont un impact financier au kilo relativement faible.

En reprenant les différents coûts de gestion des déchets pris en compte dans notre étude, les pertes alimentaires constituent 87% du coût total, suivi par la collecte et le traitement (13%), pour un total de 70.600 € sur une année.

## 5 Impact environnemental

Cette dernière partie de notre étude pratique concerne l'évaluation de l'impact environnemental des déchets dans le système alimentaire à travers une analyse de cycle de vie. Dans un premier temps, nous analyserons uniquement l'impact de la gestion des déchets chez le distributeur Färm. Nous étudierons ensuite l'impact environnemental pour un rayon et certains produits particuliers (choisis suivant plusieurs critères définis précédemment) sur l'ensemble de la chaîne alimentaire. Cette deuxième étude constitue l'objet principal de ce chapitre et devrait nous permettre de cibler les étapes où l'impact environnemental est prépondérant (en termes de déchets).

### 5.1 ACV de la gestion des déchets collectés chez Färm

#### 5.1.1 But et portée

L'objectif de cette première ACV sera de déterminer l'impact environnemental de la gestion des déchets chez le distributeur Färm (nous ne considérerons ici que la fin de vie des déchets collectés). L'unité fonctionnelle utilisée sera 1 tonne de déchets collectés au magasin Färm Hankar.

#### 5.1.2 Limites du système

La figure ci-dessous résume le système pris en compte pour l'ACV. Est pris en considération la fin de vie des déchets, leur valorisation et le transport entre Färm et les zones de traitement. Comme nous l'avons vu précédemment, les déchets sont composés du tout-venant, du plastique en mélange, du papier/carton, du verre, du bois et des déchets organiques (récoltés par Vert d'Iris ou mis dans le tout-venant).

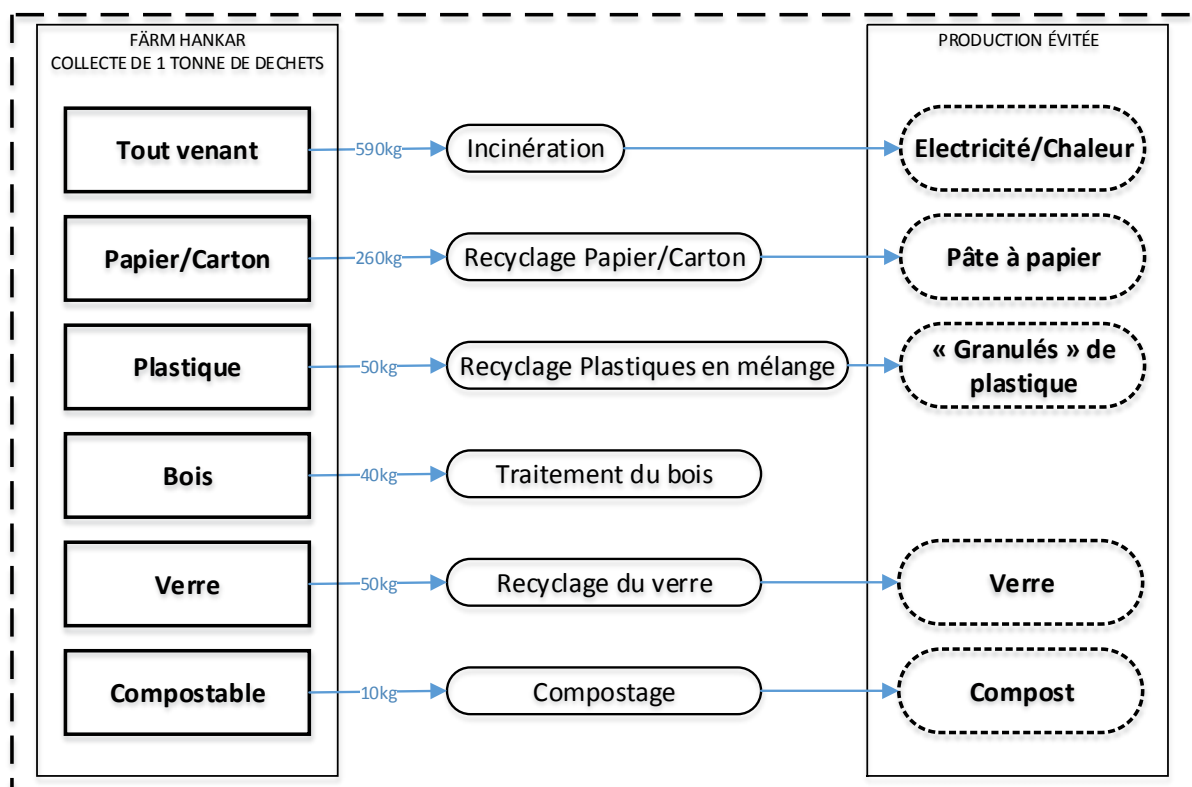


Figure 21 : Limites du système - ACV déchets Färm

**Traitement des déchets**

À partir des flux des déchets (repris dans la figure 21), il a été possible de lier ces déchets à un type de traitement. La base de données Ecoinvent v3 a servi de source principale pour constituer l'inventaire (voir tableau 11). Les produits évités lors des traitements de recyclage ont été considérés avec un facteur d'efficacité de 100% comme dans l'étude de Ferreira S. et al. (2015) évaluant l'impact du recyclage des emballages en Belgique. Les déchets collectés par Vert d'Iris étant compostés directement sur leur lieu de maraîchage, nous avons décidé de ne pas les relier à une base de données traitant du compostage industriel (qui ne reflète pas la réalité de notre système). Il a donc simplement été considéré que le traitement de 1kg de déchets organiques permet d'éviter la production de 0,5kg de compost (suite à la réduction de masse lors du compostage) (Leclerc B., 2012).

|                                                                                                                                               | /kg traité | Unité |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|
| <b>INCINERATION TOUT-VENANT</b>                                                                                                               |            |       |
| Production de chaleur                                                                                                                         | 2,85       | MJ    |
| Production d'électricité                                                                                                                      | 0,386      | kWh   |
| <i>Source Ecoinvent v3 : Municipal solid waste {BE}   treatment of incineration   Alloc Def, U</i>                                            |            |       |
| <b>RECYCLAGE PLASTIQUE</b>                                                                                                                    |            |       |
| Consommation d'électricité                                                                                                                    | 0,6        | kWh   |
| Produit évité : granulés de plastique                                                                                                         | 1          | kg    |
| <i>Source Ecoinvent v3 : Packaging glass, white (waste treatment) {GLO}   recycling of packaging glass, white   Alloc Def, U</i>              |            |       |
| <b>RECYCLAGE PAPIER</b>                                                                                                                       |            |       |
| Consommation d'électricité                                                                                                                    | 0,886      | kWh   |
| Produit évité : pâte à papier                                                                                                                 | 1          | kg    |
| <i>Source Ecoinvent v3 : Paper (waste treatment) {GLO}   recycling of paper   Alloc Def, U</i><br><i>Autre source : Wang L. et al. (2012)</i> |            |       |
| <b>RECYCLAGE DU VERRE</b>                                                                                                                     |            |       |
| Produit évité : Production de verre                                                                                                           | 1          | kg    |
| <i>Source Ecoinvent v3 : Packaging glass, white (waste treatment) {GLO}   recycling of packaging glass, white   Alloc Def, U</i>              |            |       |
| <b>TRAITEMENT DU BOIS</b>                                                                                                                     |            |       |
| Triage et déchiquetage du bois                                                                                                                | 1          | kg    |
| <i>Source Ecoinvent v3 : Waste wood, post-consumer {CH}   treatment of, sorting and shredding   Alloc Def, U</i>                              |            |       |
| <b>COMPOSTAGE AU CHAMP</b>                                                                                                                    |            |       |
| Produit évité : Production de compost                                                                                                         | 0,5        | kg    |
| <i>Source Ecoinvent v3 : Compost {GLO}   market for   Alloc Def, U</i>                                                                        |            |       |

Tableau 11 : Inventaire - gestion des déchets chez Färm (par kg traité par filière)

## Transport

Sur base des données reçues<sup>6</sup> par MCA recycling concernant leurs partenaires pour le recyclage et le traitement des déchets, nous avons évalué la distance parcourue entre le magasin Färm et la zone de traitement. Aucun transport n'est considéré pour le compostage car Vert d'Iris récupère les déchets lors de la livraison et valorise ainsi le trajet retour (qui se fait habituellement à vide). Le tableau suivant présente les distances parcourues ainsi que leurs transpositions en « t.km » en fonction de la fraction en masse du déchet considéré. Le type de véhicule choisi dans la base de données Ecoinvent v3 correspond à un camion de collecte des déchets municipaux.

| <b>TRANSPORT (depuis Färm Hankar)</b>                                                                                  | km  | Masse (t) | tkm   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------|-------|
| Tout-venant vers l'incinérateur "Bruxelles-Energie"                                                                    | 8   | 0,59      | 4,72  |
| Recyclage papier/carton                                                                                                | 107 | 0,26      | 27,82 |
| Recyclage plastique                                                                                                    | 107 | 0,05      | 5,35  |
| Recyclage verre                                                                                                        | 62  | 0,05      | 3,1   |
| Traitement du bois                                                                                                     | 8,4 | 0,04      | 0,336 |
| Compostage Vert d'Iris                                                                                                 | 0   | 0,01      | 0     |
| <i>Source Ecoinvent v3 : Municipal waste collection service by 21 metric ton lorry {CH}  processing   Alloc Def, U</i> |     |           |       |

Tableau 12 : Evaluation du transport pour la collecte des déchets de Färm Hankar

### 5.1.4 Impact environnemental<sup>7</sup>

#### Caractérisation et contribution des processus

Les données de l'inventaire ont été introduites dans le logiciel SimaPro 8.3, ce qui a permis de lier chacun de nos processus à des impacts<sup>8</sup> environnementaux. L'étape de caractérisation associe chaque flux d'émission en une unité commune équivalente et ce, pour chacun des impacts étudiés. La figure ci-dessous reprend les valeurs d'impact globales pour l'ensemble des processus.

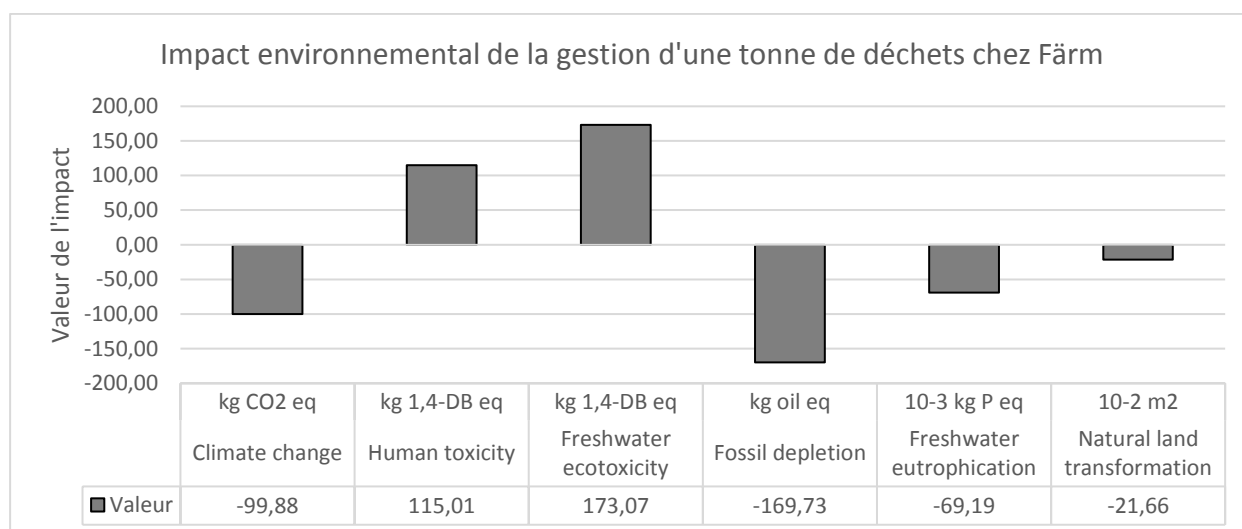


Figure 22: Impact environnemental de la gestion d'une tonne de déchets chez Färm pour les 6 impacts étudiés

<sup>6</sup> Les données étant confidentielles, nous ne mentionnerons pas le nom des prestataires de service de MCA

<sup>7</sup> Les tableaux complets des données d'impact (caractérisation et normalisation) sont disponibles en annexe 3

<sup>8</sup> La méthodologie d'évaluation d'impact choisie est la méthode « ReCiPe Midpoint (H) V1.13 »

Grâce aux impacts évités par les processus de recyclage et de récupération d'énergie, 4 des 6 catégories d'impact sont négatives (seuls la toxicité<sup>9</sup> humaine et l'écotoxicité aquatique d'eau douce sont en positif).

La contribution de chacun des modes de traitement sur la valeur totale ainsi que la fraction des déchets en masse sont présentées dans la figure 23<sup>10</sup>. Les déchets incinérés (qui représentent 60% en masse des déchets) contribuent quasi intégralement aux impacts de valeur positive des 3 premières catégories (malgré la production d'électricité et de chaleur). Si l'impact sur l'épuisement des ressources fossiles est majoritairement dû à l'incinération et au recyclage plastique, c'est le recyclage du papier qui contribue le plus à l'eutrophisation de l'eau douce et à la transformation des espaces naturels. Ces deux catégories sont d'ailleurs très peu impactées par l'incinération.

Les déchets compostés et les déchets de bois sont pratiquement indiscernables et ne contribuent donc que très peu aux impacts environnementaux. Cela peut s'expliquer par leur faible proportion dans les déchets collectés chez Färm.

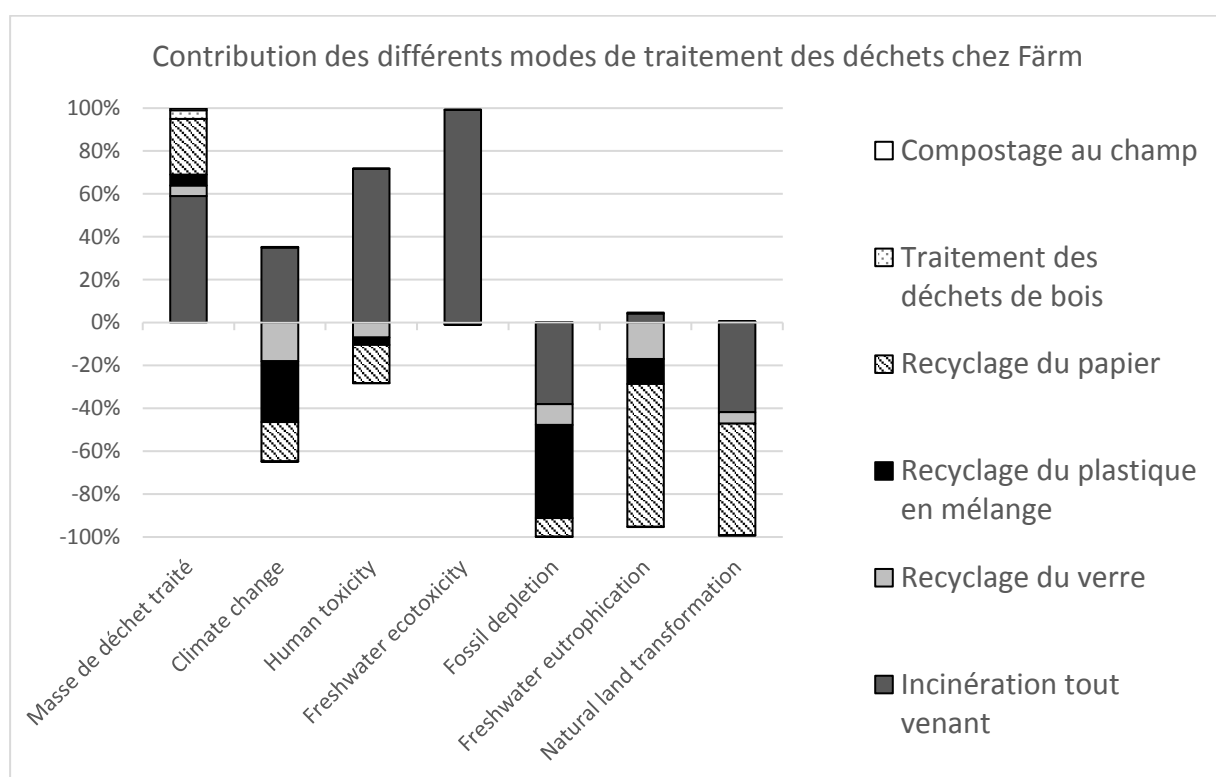


Figure 23: Contribution des différents modes de traitement sur l'impact environnemental global en %

Une analyse détaillée de l'impact sur le changement climatique (qui est l'impact le plus étudié dans la littérature) montre que les processus contribuant le plus aux valeurs d'impact positives sont l'incinération (+290 kgCO<sub>2</sub>eq soit 80%), le transport des déchets (+44 kgCO<sub>2</sub>eq soit 12,2%) et la production d'électricité par des combustibles fossiles (+28 kgCO<sub>2</sub>eq soit 7,8%).

Afin de pouvoir comparer l'avantage d'un mode de traitement par rapport à un autre, la figure 24 présente les résultats pour une masse équivalente de déchets. Il s'agit donc de l'impact environnemental pour le traitement d'1 tonne de déchets pour chaque type de traitement.

<sup>9</sup> La toxicité et l'écotoxicité sont exprimées en kg 1,4-DB eq, ce qui correspond à l'unité de référence 1,4 dichlorobenzène (1,4-DB) équivalent.

<sup>10</sup> L'impact du transport des déchets est inclus dans chacun des types de traitement

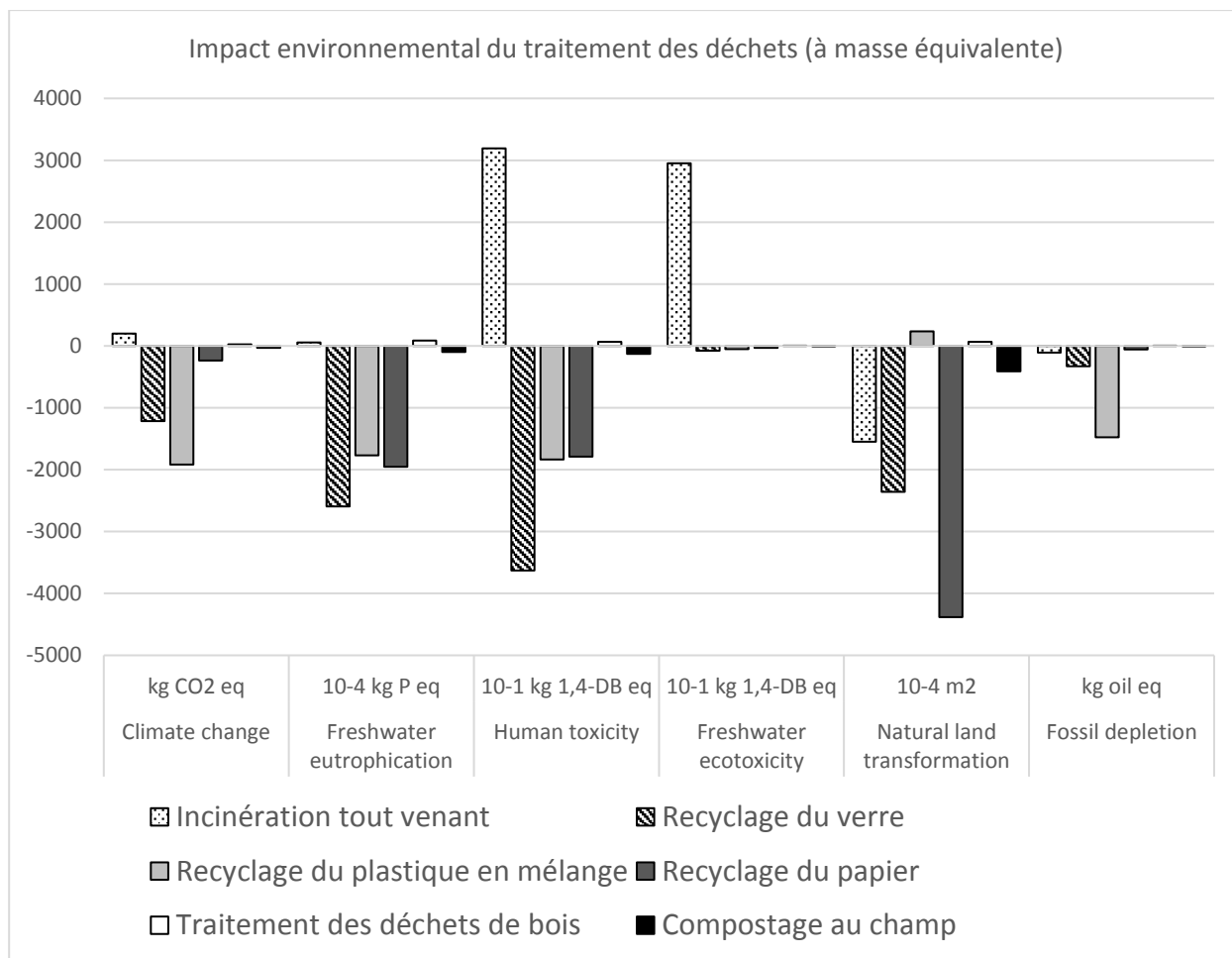


Figure 24 : Impact environnemental du traitement des déchets (à masse équivalente : 1 tonne)

On peut observer qu'une tonne traitée par incinération (avec récupération d'énergie) est surtout néfaste pour la toxicité humaine et l'écotoxicité de l'eau douce. Pour l'impact sur le changement climatique, la valorisation énergétique des déchets par incinération ne contrebalance pas entièrement les émissions néfastes pour l'environnement (le bilan donne +200 kg de CO2eq par tonne de déchet). L'impact du compostage au champ est par contre très faible en comparaison des autres modes de traitement. Ainsi, les déchets organiques compostés au champ plutôt qu'incinérés pourraient améliorer certains des impacts (bilan de -30 kg de CO2eq par tonne de déchets compostés par exemple).

Le recyclage prend également toute son importance et aura une incidence bénéfique beaucoup plus importante par rapport à une même quantité incinérée. Le recyclage du papier est par exemple le traitement le plus favorable pour la transformation des espaces naturels, le recyclage du verre est, quant à lui, bénéfique majoritairement pour l'eutrophisation de l'eau douce et la toxicité humaine, et le recyclage du plastique est davantage bénéfique pour l'épuisement des ressources fossiles.

## Normalisation

Après avoir déterminé les impacts indépendamment les uns des autres, il est possible via le logiciel SimaPro de normaliser l'ensemble des impacts en les liant à une référence commune (moyenne globale européenne par exemple). Cela permet de pouvoir comparer les impacts entre eux et de déterminer celui qui est prédominant. Cette étape ajoute cependant une couche d'incertitude dépendant du facteur de référence utilisé.

Le tableau 13 présente les résultats globaux par ordre décroissant.

| NORMALISATION               |        |
|-----------------------------|--------|
| Catégorie d'impact          | Total  |
| Freshwater ecotoxicity      | 15,732 |
| Human toxicity              | 0,183  |
| Climate change              | -0,009 |
| Fossil depletion            | -0,109 |
| Freshwater eutrophication   | -0,167 |
| Natural land transformation | -1,341 |

Tableau 13 : Impact environnemental normalisé de la gestion des déchets chez Färm (1 tonne de déchets)

L'écotoxicité aquatique d'eau douce est l'impact prédominant, suivi dans une moindre mesure par les autres catégories. Les phénomènes liés à la toxicité résultent de l'émission de certaines substances (comme les métaux lourds par exemple) qui peuvent être nocives pour l'homme ou pour les écosystèmes (dépendant de l'exposition et de l'effet de celles-ci). L'impact de ces substances sur le très long terme pourrait expliquer en partie la prépondérance de ces catégories après normalisation (ECETOC, 2016).

### 5.2 ACV d'un panier de fruits et légumes vendus chez Färm<sup>11</sup>

Après avoir analysé l'impact de la gestion des déchets chez le distributeur Färm, nous allons élargir notre champ d'étude afin de considérer l'ensemble du système alimentaire. Cette deuxième ACV concernera la consommation d'un panier de F&L vendu par le distributeur Färm.

#### 5.2.1 Choix du rayon et des produits à analyser

En reprenant les différents critères de notre méthodologie, notre choix s'est porté sur le rayon F&L :

- Rayon/produits dont les pertes alimentaires et les déchets sont prédominants (en masse)

Le rayon fruit & légumes est la source principale en masse de déchets alimentaires. En effet, l'analyse réelle des flux des principaux produits (voir Partie II : 3. analyse des flux des déchets) nous montre des quantités plus importante par rapport aux autres rayons. D'autre part, l'extrapolation via les pertes économiques a fait ressortir le rayon F&L comme majoritaire (représentant 42% des pertes totales du magasin). Notons qu'en termes de pourcentage de pertes, le rayon boulangerie et le rayon frigo arrivent en tête (12% et 16%), avant le rayon F&L (3%). Les chiffres de ce dernier sont cependant très variables et la quantité importante des ventes font de ce rayon la source principale des pertes au magasin.

<sup>11</sup> Pour la méthodologie théorique détaillée, voir Partie II : 2. Méthodologie

De plus, la gestion séparée des produits de la boulangerie amène un frein supplémentaire à l'analyse de ce rayon. D'un point de vue plus global, comme le stipule Stoessel F. et al, les F&L constituent les aliments les plus consommés dans le monde (30% en masse) (Stoessel et al., 2012).

- *Rayon/produits dont les pertes alimentaires et les déchets ont un impact environnemental significatif*

Comme nous l'avons vu précédemment, les aliments de type F&L ont un impact environnemental sensiblement plus faible que les produits animaux. L'étude de Brancoli P. et al. (2016) présentée précédemment (voir Partie I : 2.1 Impact environnemental) identifie la viande de bœuf comme contributeur majoritaire dans la plupart des impacts environnementaux des pertes alimentaires au supermarché. Une autre étude montre que l'empreinte carbone est multipliée par 20 entre la production d'un kg de salade et 1kg de viande de bœuf (Scholz K. et al., 2014).

Il est néanmoins important de relativiser ces chiffres avec la proportion des pertes de chacun des rayons du magasin étudié. Les pertes du rayon boucherie sont dans notre cas 8,5 fois plus faibles (en masse) que les pertes du rayon F&L. Notons également l'inconnue quant à la part réelle de la viande de bœuf dans la totalité des produits vendus. La gestion des déchets, qui peut être déterminante dans l'analyse des répercussions, est directement impactée par le flux des pertes alimentaires. Les F&L ont l'avantage d'être compostables (via Vert d'Iris pour Färm ou directement chez le consommateur), ce qui nous permettra de mettre en lumière les différents modes de fin de vie des déchets.

D'autre part, les pertes alimentaires collectées au magasin sont principalement incinérées. Or, comme nous l'avons vu, l'incinération est responsable de la plus grande partie des impacts à valeur positive. La masse importante des pertes du rayon F&L viendra donc augmenter la proportion des déchets incinérés.

- *Rayon/produits dont les données récoltées sont les plus fiables possibles et dont les pertes ne sont pas de type « exceptionnel »*

Comme nous l'avons déjà énoncé, les pertes au magasin sont disponibles uniquement en euro (et non en masse). Seuls les produits vendus au kilo pourront être directement évalués (les autres nécessitant un calcul de conversion. De ce fait, le rayon F&L est le seul rayon où la majorité des produits sont vendus au kilo et dont les quantités gaspillées sont facilement mesurables. Les données sont également disponibles sur une année entière et il n'est pas nécessaire d'extrapoler les valeurs (comme pour le rayon boulangerie par exemple). Les aliments étant proposés en vrac et livrés dans des contenants réutilisables, l'analyse des emballages du rayon F&L sera plus aisée et limitera les biais de notre étude.

- *Rayons/produits dont les données en amont et aval du distributeur sont disponibles en quantité (afin de limiter les biais éventuels)*

Les études discutant de la problématique des déchets et de l'impact environnemental dans le système alimentaire reprennent généralement les produits de type « F&L », « pain » et/ou « viande » (Eriksson M. & al., 2017 ; Brancoli P. et al., 2016). Les F&L étant des produits non transformés, il est également plus aisé de trouver des données proches de notre système. Une recherche dans la base de données Ecoinvent v3 a montré une présence plus importante et plus complète de données concernant la production de F&L que des autres produits (céréaliers ou animaux). Ces derniers peuvent être de standards et de dénominations très différents d'un pays à l'autre.

Malgré une incertitude sur la répartition de l'impact environnemental des différents rayons (avec probablement une forte présence des produits animaux), nous étudierons le rayon F&L. En effet, ce rayon répond efficacement à l'ensemble des autres critères. De plus, les F&L constituent les aliments les plus sollicités des filières alimentaires alternatives et Bio auprès des consommateurs (RDC Environment, 2014). Notre étude se focalisera sur un panier composé de 5 produits vendus et/ou gaspillés en quantité au magasin Färm (en masse) : **salade, pommes, pommes de terre, tomates et carottes**. Le choix s'est porté sur des aliments cultivés localement en Belgique, permettant de se rapprocher du système encouragé par les SAA. Ces produits se retrouvent également dans plusieurs études traitant de l'impact environnemental des pertes alimentaires (Porter S. et al., 2016 ; Eriksson M. & al., 2017 ; Brancoli P. et al., 2016), nous permettant de récolter suffisamment de données et d'avoir une base de travail cohérente.

### 5.2.2 But et portée

L'objectif de notre étude est de déterminer l'impact environnemental d'un panier de fruits et légumes consommés par les clients du magasin Färm Hankar et d'en faire ressortir l'impact des déchets et de leur gestion. L'unité fonctionnelle utilisée sera 1kg de F&L consommés par l'acheteur final. Le panier sera composé de salade, pommes, pommes de terre, tomates et carottes (suivant leur proportion de vente respective).

### 5.2.3 Limites du système

Comme le montre la figure 25, nous étudierons les produits vendus sur l'ensemble du cycle de vie. Le canevas général a été adapté sur base d'une étude similaire traitant des pertes alimentaires dans un supermarché suédois (Brancoli P. et al., 2016). Sont pris en considération la production des aliments, le transport jusqu'au magasin puis chez le consommateur, la vente des produits, la consommation et finalement la fin de vie des produits à chacune des étapes du système. Les produits de notre panier étant vendus en vrac et non transformés, nous ne prendrons pas en compte la phase de transformation des aliments.

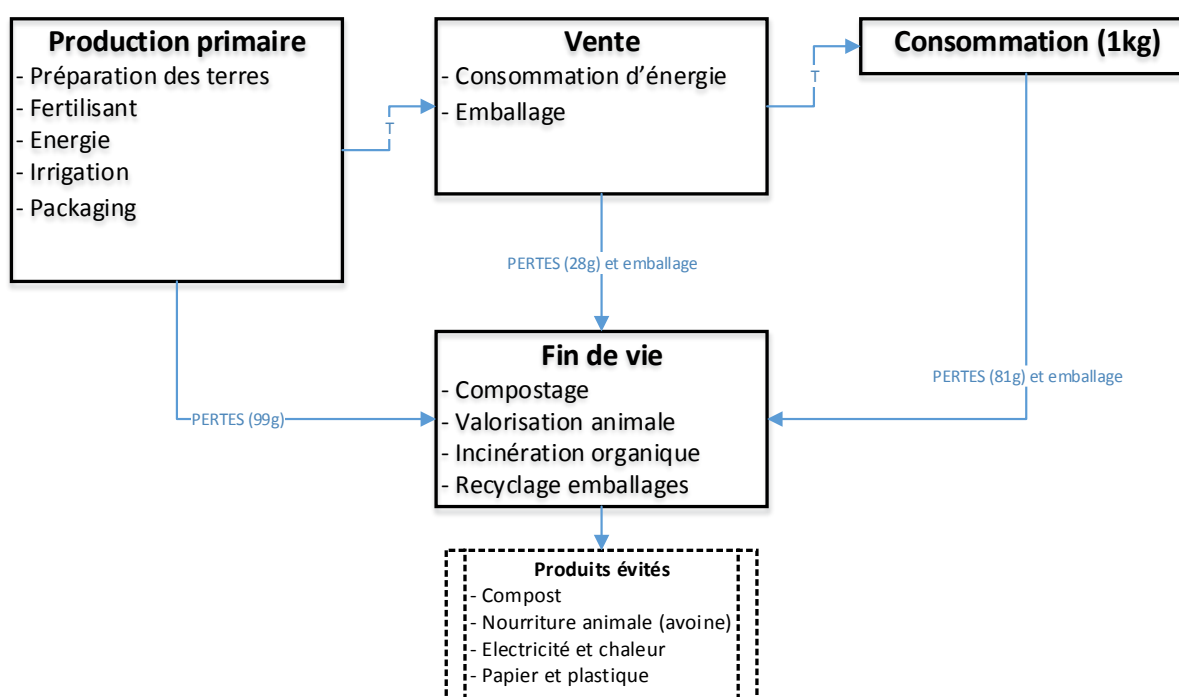


Figure 25 : Limites du système - ACV panier de F&L

### Flux des ventes et pertes alimentaires

Le tableau suivant reprend les quantités d'aliments produits et perdus lors des différentes phases du cycle de vie (pour 1kg consommé). Les pourcentages de pertes des phases de production et consommation sont repris d'une étude réalisée par l'ADEME (2016). Cette étude analyse les pertes et gaspillages alimentaires en France pour chacune des étapes et pour une série de produits. Elle reprend également une série de sources documentaires pour affiner ses résultats (FUSION, SIK, WRI, WRAP, INRA). Les pourcentages de pertes représentent la part nette soustraite à l'alimentation humaine (hors don et valorisation). Notons que ces chiffres ne sont pas spécifiques aux SAA, le manque de données sur le sujet nous contraint néanmoins à utiliser ces valeurs (pour la production et la consommation). Concernant la phase de distribution, les données sont directement reprises des chiffres de Färm Hankar présentés précédemment.

|                     | Production  |            |              | Distribution |            |              | Consommation |            |              |
|---------------------|-------------|------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|------------|--------------|
|                     | Ventes (g)  | Pertes (g) | % pertes     | Ventes (g)   | Pertes (g) | % pertes     | Consom. (g)  | Pertes (g) | % pertes     |
| LAITUE              | 79,92       | 34,25      | 30,00%       | 71,00        | 8,92       | 11,17%       | 49,70        | 21,30      | 30,00%       |
| TOMATE              | 145,33      | 12,64      | 8,00%        | 141,00       | 4,33       | 2,98%        | 129,72       | 11,28      | 8,00%        |
| POMME DE TERRE      | 190,00      | 10,00      | 5,00%        | 185,00       | 5,00       | 2,63%        | 175,75       | 9,25       | 5,00%        |
| CAROTTE             | 254,95      | 19,19      | 7,00%        | 251,00       | 3,95       | 1,55%        | 233,43       | 17,57      | 7,00%        |
| POMME               | 438,40      | 23,07      | 5,00%        | 433,00       | 5,40       | 1,23%        | 411,35       | 21,65      | 5,00%        |
| <b>TOTAL PANIER</b> | <b>1109</b> | <b>99</b>  | <b>8,21%</b> | <b>1081</b>  | <b>28</b>  | <b>2,49%</b> | <b>1000</b>  | <b>81</b>  | <b>7,50%</b> |

Tableau 14 : Flux des ventes et pertes alimentaires - Panier de F&L

### La production

- **Production des fruits et légumes** : afin de respecter notre sujet d'étude, nous avons analysé la production des F&L en culture BIO (non conventionnelle). Pour chacun des aliments étudiés, les données principales utilisées ainsi que la source de ces données sont disponibles en annexe 4. Celles-ci proviennent d'études ACV scientifiques et de la base de données Ecoinvent v3. Les informations n'étant pas toujours disponibles pour la culture BIO, nous avons adapté les études traitant de la production conventionnelle (en remplaçant par exemple les fertilisants chimiques par des engrais organiques). Les données agrégées disponibles en annexe 4 reprennent les matériaux et processus mis en jeu, à savoir : les ressources naturelles, la fertilisation, l'irrigation, la machinerie et le travail au sol, et enfin le stockage sur la zone de production.
- **Packaging** : Les fruits et légumes sont livrés au magasin Färm sur des palettes en bois consignées et dans des cagettes réutilisables ; nous ne prendrons donc pas en compte ces emballages de transport. Par contre, un film plastique recouvre généralement les cagettes. Ce dernier a été évalué sur base de la surface d'une cagette classique (40x60cm), soit 0,24m<sup>2</sup>. Avec une épaisseur de 50µm et une masse volumique de 50kg/m<sup>3</sup> pour le polyéthylène basse densité (ADEME, 2004), la masse de film plastique utilisée a été évaluée à 0,0025kg. Les données relatives à la production du polyéthylène basse densité ont été récupérées de la base de données Ecoinvent v3.

- **Transport** : F&L étant fourni en F&L par différents fournisseurs (producteur urbain local, grossiste,...), nous devons approximer la distance parcourue. Les produits du panier étudié sont considérés comme étant d'origine belge, ce qui réduit considérablement la distance. Une étude de Rizet C. et al. (2008) évalue la distance parcourue pour le transport de fruits et légumes entre le producteur belge et la vente à Bruxelles. La distance moyenne en charge est de 130km et la distance à vide est de 59km par camion (capacité de 24t). Les livraisons au magasin se faisant principalement par camion (jusqu'à 4 fois par semaine pour les produits frais), nous choisirons le processus de transport associé dans la base de donnée Ecoinvent v3. La quantité livrée au magasin dans notre cas est de 1,109kg, ce qui correspond à 0,144tkm (tonnes kilomètre), donnée que nous utiliserons pour l'ACV.
- **Les pertes alimentaires** : Sur la masse des F&L produits (1,109kg), 99 grammes sont perdus lors de la phase de production, soit 8,21%. L'étude réalisée par l'ADEME (2016) reprend les causes des pertes pour chacun des produits. On y retrouve les pertes à la récolte, les problèmes d'aspect et de calibre, le refus par le distributeur, les surplus de production, le stockage et le transport. Concernant la fin de vie des déchets alimentaires, les données récoltées dans la même étude montrent des résultats différents suivant le type d'aliment. Pour la pomme de terre, 25% seront valorisés en nourriture animale et 75% seront dédiés au compost ou resteront au champ. Pour la carotte, la fin de vie sera identique avec des proportions légèrement différentes (respectivement 33% et 66%). Les pommes sont par contre compostées et laissées au champ à hauteur de 100%. Les résultats pour les salades et les tomates montrent que les pertes sont détruites à 100% par incinération.

Le tableau suivant résume les différents flux et processus pris en compte pour la phase de production (hors fin de vie).

| <b>Production d'un panier de F&amp;L (pour 1kg consommé)</b>                                                                                                               |        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----|
| Production de tomates <sup>12</sup>                                                                                                                                        | 0,158  | kg  |
| Production de pommes <sup>12</sup>                                                                                                                                         | 0,461  | kg  |
| Production de salade <sup>12</sup>                                                                                                                                         | 0,114  | kg  |
| Production de carottes <sup>12</sup>                                                                                                                                       | 0,274  | kg  |
| Production de pommes de terre <sup>12</sup>                                                                                                                                | 0,2    | kg  |
| Production de film plastique d'emballage en polyéthylène basse densité<br><i>Source : Packaging film, low density polyethylene {RER}   production   Alloc Def, U</i>       | 0,0025 | kg  |
| Transport sur route par camion (24tonnes) entre le producteur et le distributeur<br><i>Source : Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER}   Alloc Def, U</i> | 0,144  | tkm |

Tableau 15 : Flux et processus pris en compte dans l'ACV pour la phase de production

### La distribution

- **Consommation d'énergie** : Rizet C. et al. (2008) estime la consommation d'énergie des magasins et supermarchés en Belgique pour la pomme et la tomate en kWh/kg à respectivement 0,0207 et 0,0936 kWh/kg. Notre analyse se portant sur un panier de fruits et légumes, nous prendrons la moyenne de ces valeurs, soit 0,0571kWh/kg.

<sup>12</sup> Pour la source des données, voir annexe 4

- **Emballages** : Les fruits et légumes sont vendus aux consommateurs dans des sacs en papier kraft. Même si les clients peuvent amener leurs propres contenants, nous considérerons ici la production d'un sac de 1kg de capacité suivant la base de données Ecoinvent v3. La masse du sac en papier a été mesurée chez Färm à 0,0082kg.
- **Pertes alimentaires** : Sur la masse d'aliments arrivant de la phase de production (1,081kg), 2,49% sont perdus lors de la distribution, soit 28 grammes. Sur base de notre étude discutant de la fin de vie des déchets alimentaires, 87% iront à l'incinération via le tout-venant et 13% seront valorisés en compost par Vert d'Iris.

Le tableau suivant résume les différents flux et processus pris en compte pour la phase de distribution (hors fin de vie des déchets).

| Distribution d'un panier de F&L (pour 1kg consommé)                                                                                 |        |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----|
| Production d'un sac en papier kraft (1kg)<br><i>Source Ecoinvent v3 : Kraft paper, unbleached {RER}   production   Alloc Def, U</i> | 0,0082 | kg  |
| Consommation d'électricité au magasin<br><i>Source Ecoinvent v3 : Electricity, low voltage {BE}   market for   Alloc Def, U</i>     | 0,0633 | kWh |

Tableau 16 : Flux et processus pris en compte dans l'ACV pour la phase de distribution

### Consommation

- **Transport** : L'étude de Rizet C. et al. (2008) estime, sur base d'enquêtes de terrain, le déplacement des consommateurs vers le supermarché au centre-ville dans le cadre d'achat de F&L. Il ressort que près de trois-quart des répondants utilisent la voiture pour se déplacer et que la distance moyenne aller-retour est de 5,4km. Cette donnée étant très hypothétique et sachant que les consommateurs peuvent choisir d'autres moyens de transport, nous choisissons de réduire ce chiffre d'un facteur 10, soit 0,54km. Le choix de ce facteur exprime également le fait que l'achat du panier de F&L n'est pas la seule raison du déplacement (autres achats, multi-destinations ou étapes,...).
- **Gaspillage alimentaire** : Les quantités gaspillées ont été évaluées à 7,5% (voir tableau 14). Cela correspond à 81 grammes sur 1 kg consommé. Les pourcentages de pertes fournies par l'ADEME (2016) sont associés à des problèmes de conservation, aux parties comestibles retirées, à l'épluchage et aux restes d'assiettes. La fin de vie des produits organiques des consommateurs bruxellois est très variée (aucune obligation de tri actuellement). Cela va donc dépendre des choix individuels de chacun : compostage au jardin ou collectif, valorisation animale, biométhanisation via les sacs oranges, ou incinération. Une grande partie des déchets organiques se retrouvant néanmoins dans la poubelle tout-venant (IBGE, 2015), nous choisirons l'incinération pour la fin de vie de ces déchets.
- **Emballages** : Nous considérerons que les sacs en papier kraft utilisés seront valorisés par la filière de recyclage papier.

Le tableau 17 résume les différents flux et processus pris en compte pour la phase de consommation (hors fin de vie des déchets).

| Consommation d'un panier de F&L (pour 1kg consommé)                                            |      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|
| Transport du client entre son domicile et le magasin                                           |      |    |
| Source Ecoinvent v3 : Transport, passenger car, small size, petrol, EURO 3 {RER}  Alloc Def, U | 0,54 | km |

Tableau 17 : Flux et processus pris en compte dans l'ACV pour la phase de consommation

### Fin de vie des déchets

Le tableau 18 reprend l'ensemble des déchets produits et valorisés (en masse) tout au long du système étudié. Pour 1kg d'aliments consommés, 218 grammes de déchets sont produits. La production et la consommation sont les principaux acteurs avec une part de respectivement 45% et 41% sur la totalité des déchets produits.

La grande majorité de ces déchets sera incinérée (69,5%) et compostée (21,5%). La faible part des déchets non organiques (papier/plastique) sera recyclée.

|              | Valorisation animale | Compostage    | Incineration matière organique | Recyclage papier | Recyclage Plastique | TOTAL        | %TOTAL |
|--------------|----------------------|---------------|--------------------------------|------------------|---------------------|--------------|--------|
|              | kg                   | kg            | kg                             | kg               | kg                  | kg           | %      |
| Production   | 0,0088               | 0,04343       | 0,04689                        | -                | -                   | <b>0,099</b> | 45,39% |
| Distribution | -                    | 0,00359       | 0,024022                       | -                | 0,0025              | <b>0,030</b> | 13,78% |
| Consommation | -                    | -             | 0,081                          | 0,0082           | -                   | <b>0,089</b> | 40,83% |
| <b>TOTAL</b> | 0,0088               | <b>0,0470</b> | <b>0,1519</b>                  | <b>0,0082</b>    | <b>0,0025</b>       | <b>0,218</b> | 100%   |
| %TOTAL       | 4,04%                | 21,52%        | 69,54%                         | 3,75%            | 1,14%               | 100,00%      |        |

Tableau 18: Flux des déchets produits tout au long du système alimentaire (pour 1kg de F&L consommé)

Sur base des données disponibles dans Ecoinvent v3, l'impact environnemental de la gestion des déchets sera analysé en prenant en compte le mode de gestion du déchet, le produit évité grâce à la valorisation et le transport entre l'émetteur et le récepteur du déchet.

- **Valorisation animale** : Les déchets valorisés comme nourriture animale permettent d'éviter la production de ces aliments. Comme dans l'étude de Eriksson M. et al. (2015), nous choisirons l'avoine comme produit substitué. Concernant les trajets, nous supposons que les déchets sont valorisés sur place, nous ne les considérerons donc pas.
- **Compostage** : Dans le cas de la production et de la distribution, le compostage est de type « local » et non industriel. En effet, dans l'étude de l'ADEME (2016), les déchets compostés par les producteurs sont principalement laissés sur place au champ.
- **Incineration des déchets organiques** : Par rapport à l'incinération des déchets en mélange, les aliments organiques sont constitués d'une grande quantité d'eau, ce qui diminue la capacité de production d'énergie.
- **Le recyclage des emballages** : les données sont identiques à « 5.1 ACV de la gestion des déchets collectés chez Färm »

|                                                                                                          | /kg traité | Unité |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|
| <b>INCINERATION DECHETS ORGANIQUES</b>                                                                   |            |       |
| Production d'électricité                                                                                 | 0,114      | kWh   |
| Production de chaleur                                                                                    | 1          | MJ    |
| <i>Source Ecoinvent v3: Biowaste {GLO}  treatment of biowaste, municipal incineration   Alloc Def, U</i> |            |       |
| <b>VALORISATION ANIMALE DES DÉCHETS ORGANIQUES</b>                                                       |            |       |
| Produit évité : production d'avoine pour animaux                                                         | 1          | kg    |
| <i>Source Ecoinvent v3: Oat grain, feed {GLO}  market for oat grain, feed   Alloc Def, U</i>             |            |       |

Tableau 19 : Inventaire - gestion des déchets produits tout au long du système alimentaire (par kg traité par filière)

- **Transport** : Comme pour l'évaluation des distances parcourues pour la collecte des déchets chez Färm, nous avons estimé les km et tkm pour chacune des fractions de déchet et pour chacun des intervenants (producteur-distributeur-consommateur). Concernant le producteur, seul l'incinération des déchets organiques est à considérer. Nous avons choisi arbitrairement une distance de 100km, devant permettre de trouver un site d'incinération pour n'importe quel producteur situé en Belgique.

La distance de collecte des déchets du distributeur a déjà été présentée au point 5.1. Pour le consommateur, les distances ont été choisies similaires à celles du distributeur. En effet, ils se situent tous les deux à Bruxelles, nous pouvons donc supposer que les déchets seront valorisés dans le même rayon autour de Färm.

Pour 1kg de déchets traités tout au long du système alimentaire, nous arrivons à une valeur de 0,31tkm (à diviser par la suite en fonction de la quantité réelle de déchets produits, soit 0,218kg). Le transport est réalisé dans notre étude par un camion de collecte des déchets (comme pour le distributeur Färm).

### 5.2.5 Impact environnemental<sup>13</sup>

Comme pour notre première ACV, nous analyserons tout d'abord les impacts environnementaux globaux pour ensuite décortiquer la contribution de chacun des processus et des étapes du système alimentaire. Nous nous focaliserons évidemment par la suite sur l'impact des déchets produits dans notre système.

#### Impact global du panier de F&L

##### ○ Caractérisation et contribution :

La figure suivante présente les résultats globaux pour les 6 indicateurs choisis pour notre étude.

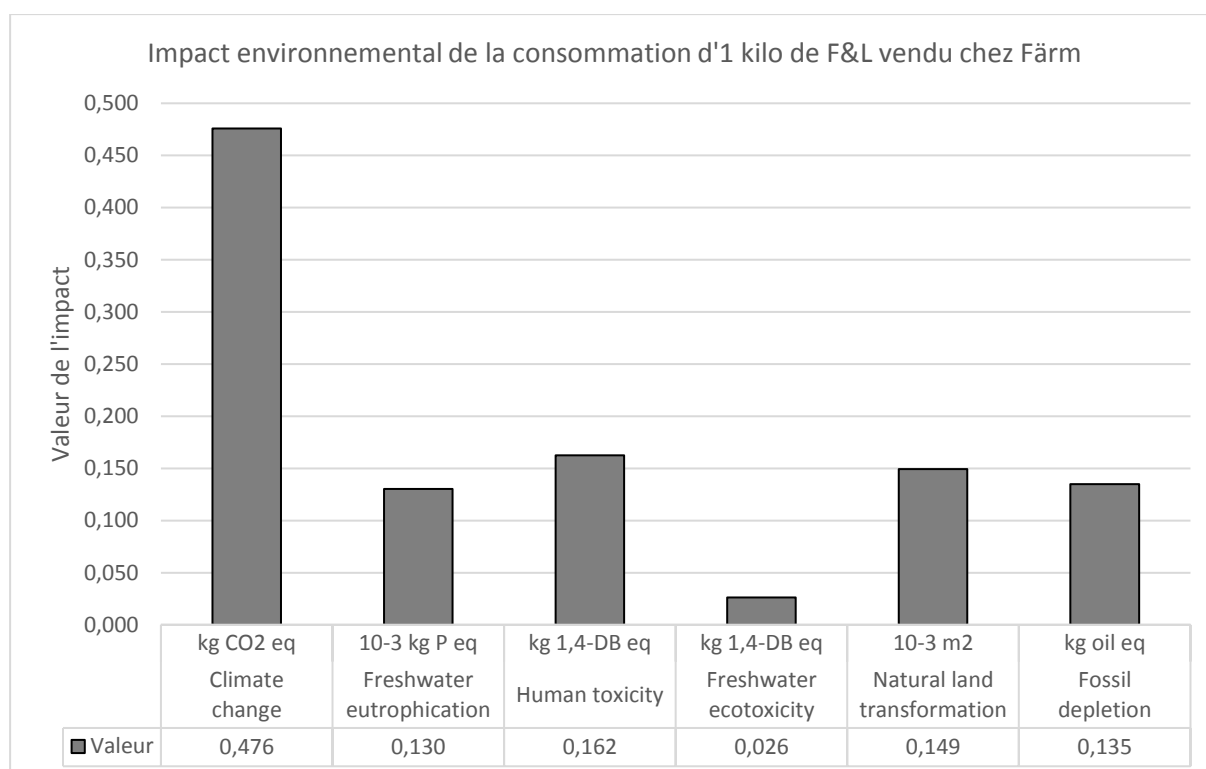


Figure 26 : Impact environnemental de la consommation d'un panier d'1 kilo de F&L vendus chez Färm

Une première analyse de contribution (voir figure 27) présente la répartition des impacts entre chacune des étapes du cycle de vie. La phase de production est majoritaire (60% des impacts), la distribution<sup>14</sup> arrive en second lieu (entre 22 et 40%), et finalement la distribution et la fin de vie des déchets sont largement minoritaires (respectivement entre 1,6 et 8% et entre 0,3 et 8%).

<sup>13</sup> Les données d'impact complètes sont disponibles en annexe 5

<sup>14</sup> Rappelons que l'impact de la distribution est lié uniquement au transport effectué par le consommateur

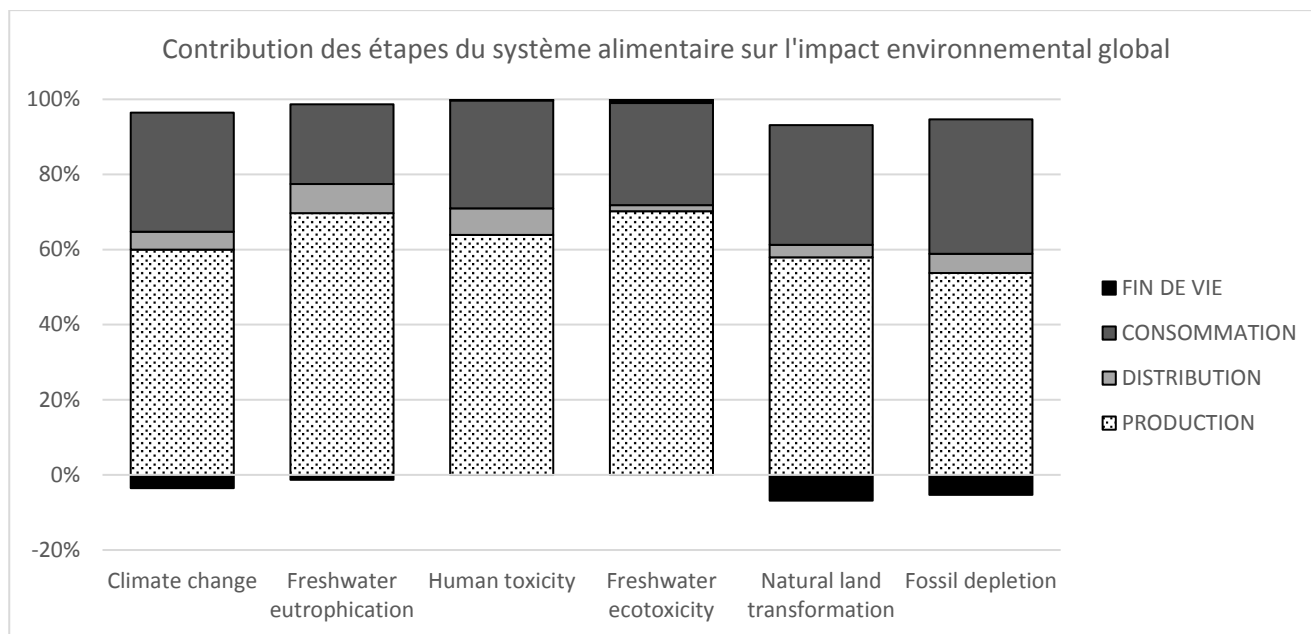


Figure 27 : Contribution des étapes du système alimentaire sur l'impact environnemental global (1kg de F&L)

Chacune des étapes peut ensuite être analysée plus en détail pour comprendre la source prédominante des impacts. Dans la phase de production, la culture des F&L est nettement majoritaire (entre 84% et 97%). Le transport par camion atteint pratiquement les 10% pour l'impact sur le changement climatique et l'épuisement des ressources fossiles. La faible quantité de film plastique nécessaire fait de ce dernier le contributeur minoritaire (5,5% maximum pour l'épuisement des ressources fossiles). Un autre point intéressant à constater est la répartition des différents F&L. En effet, alors que la tomate n'est que 4<sup>e</sup> dans la constitution du panier (en masse), elle est majoritaire dans 5 des 6 impacts étudiés (la production de la carotte étant majoritaire pour l'écotoxicité de l'eau douce).

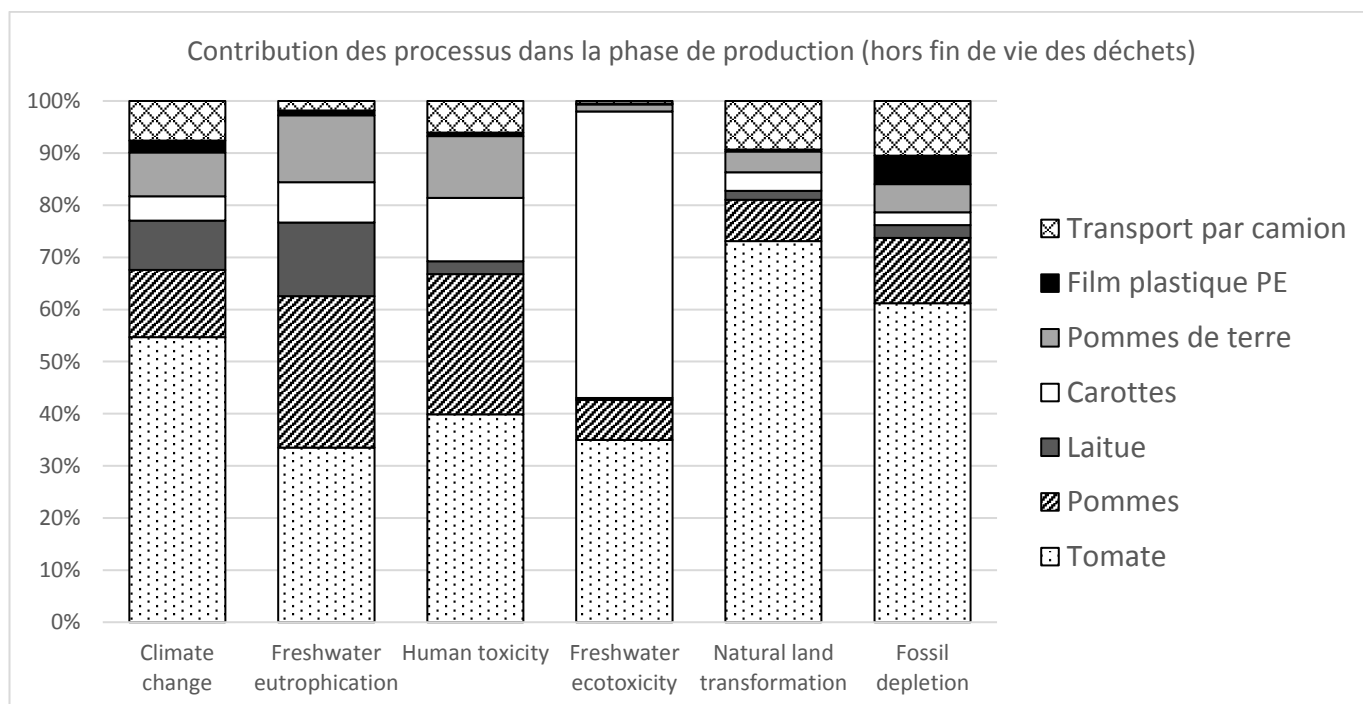


Figure 28 : Contribution des processus dans la phase de production (hors fin de vie des déchets)

L'analyse similaire pour l'étape de distribution montre une part prépondérante de la consommation d'électricité (jusqu'à 70%). La production de sac en papier kraft est uniquement majoritaire (proche de 55%) pour l'impact sur l'eutrophisation de l'eau douce.

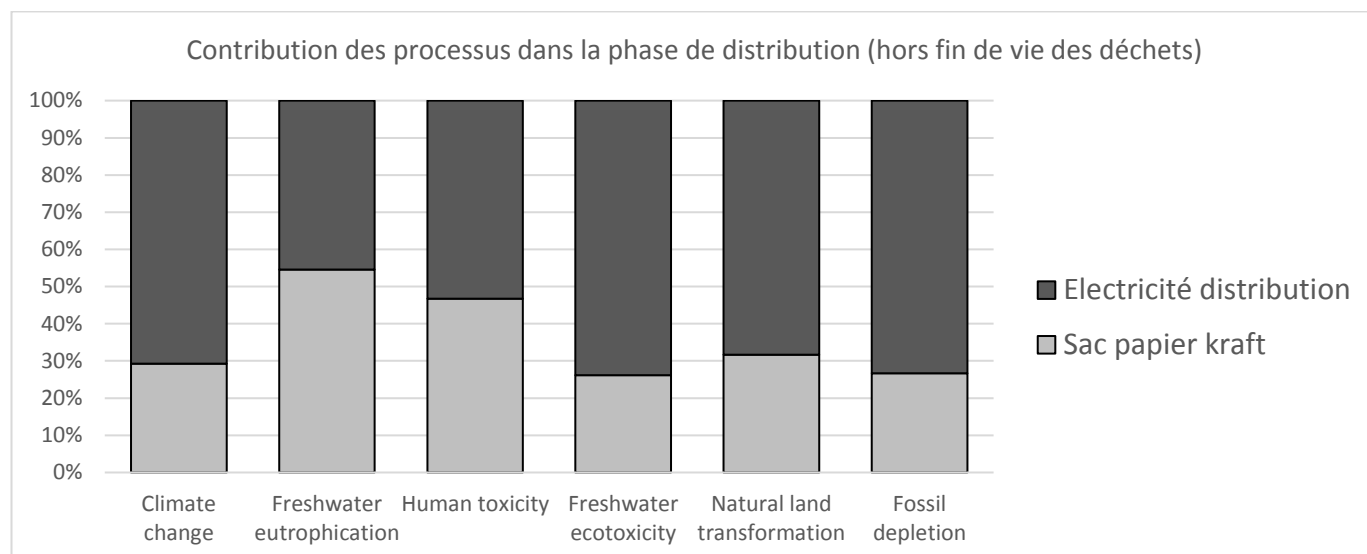


Figure 29 : Contribution des processus dans la phase de distribution (hors fin de vie des déchets)

L'impact de la consommation étant uniquement imputable au transport, il n'est pas nécessaire de détailler la contribution des processus. Il est par contre intéressant de montrer la part des transports dans l'impact environnemental global (hors fin de vie). En effet, les transports entre producteur et distributeur et ensuite entre distributeur et consommateur sont responsables de 22,75% des impacts sur l'eutrophisation de l'eau douce (contribution la plus faible), 37,5% sur le changement climatique et 44% sur l'épuisement des ressources fossiles.

#### ○ Normalisation :

Comme pour l'ACV des déchets collectés chez Färm, nous pouvons normaliser les différents impacts afin de pouvoir les comparer entre eux.

| NORMALISATION               |          |
|-----------------------------|----------|
| Catégorie d'impact          | TOTAL    |
| Freshwater ecotoxicity      | 2,38E-03 |
| Natural land transformation | 9,24E-04 |
| Freshwater eutrophication   | 3,14E-04 |
| Human toxicity              | 2,58E-04 |
| Fossil depletion            | 8,67E-05 |
| Climate change              | 4,25E-05 |

Tableau 20 : Impact environnemental normalisé pour la consommation d'un panier de 1kg de F&L

L'impact sur l'écotoxicité de l'eau douce est l'impact obtenant le score le plus élevé, alors que l'impact sur le changement climatique est le plus faible des catégories étudiées (56 fois plus faible que l'écotoxicité).

### Impact des déchets tout au long du système alimentaire étudié

Afin de nous recentrer sur le sujet principal de notre ouvrage, nous allons présenter maintenant la répartition et contribution des déchets dans l'impact environnemental global. Seront inclus dans l'impact des déchets : la production des aliments gaspillés, le transport nécessaire pour les aliments qui seront perdus à la distribution ou consommation, la production des emballages (PE et papier kraft) (proportionnellement aux quantités d'aliments perdus), l'électricité consommée durant la phase de distribution (proportionnellement aux quantités d'aliments perdus) et enfin la totalité de la phase de fin de vie de l'ensemble des déchets (organiques ou non).

La figure 21 montre la part que les déchets et leur gestion occupe dans l'impact environnemental global de notre analyse. Ceux-ci sont responsables de 6,6% (pour l'épuisement des ressources fossiles) à 15% (pour l'écotoxicité de l'eau douce) de l'impact global de la consommation du panier de F&L.

| Catégorie d'impact          | Unité        | Impact global des déchets | Contribution des déchets (%) |
|-----------------------------|--------------|---------------------------|------------------------------|
| Climate change              | kg CO2 eq    | 0,045                     | 9,38%                        |
| Freshwater eutrophication   | kg P eq      | 1,661E-05                 | 12,76%                       |
| Human toxicity              | kg 1,4-DB eq | 0,022                     | 13,32%                       |
| Freshwater ecotoxicity      | kg 1,4-DB eq | 0,004                     | 14,95%                       |
| Natural land transformation | m2           | 8,621E-06                 | 5,77%                        |
| Fossil depletion            | kg oil eq    | 0,009                     | 6,57%                        |

*Tableau 21: Contribution des déchets et de leur gestion sur l'impact environnemental global*

Dans la figure 30, chacune des étapes du système alimentaire est présentée en fonction de sa contribution respective. Si la phase de production est responsable de la plus forte proportion de déchets (en masse), c'est l'étape de consommation qui est majoritaire dans 5 des 6 catégories d'impact (la transformation des espaces naturels est impactée principalement par la phase de production).

Cette contribution prépondérante des déchets de la phase de consommation peut s'expliquer par le chemin parcouru par ces derniers. En effet, un aliment gaspillé en bout de chaîne aura dû être transporté et conditionné (contrairement aux pertes de production). D'autre part, l'impact des déchets du distributeur reste limité étant donné la faible proportion de ses déchets (13,8%) par rapport aux autres étapes du système. Les déchets du distributeur seraient ainsi responsables de 2,6% de l'impact sur le changement climatique (part la plus faible) et de 18% de l'impact total sur l'eutrophisation de l'eau douce (part la plus importante). L'impact bénéfique de la fin de vie des déchets de distribution est également observable pour l'épuisement des ressources fossiles (-28%).

Les chiffres pour la phase de production donnent des contributions d'impact entre 20% (eutrophisation de l'eau douce) et 51% (épuisement des ressources fossiles). Concernant l'étape de consommation, nous trouvons des contributions se situant entre 39% (transformation des espaces naturels) et 77% (épuisement des ressources fossiles). Ce dernier chiffre est contrebalancé par l'impact bénéfique de la phase de distribution.

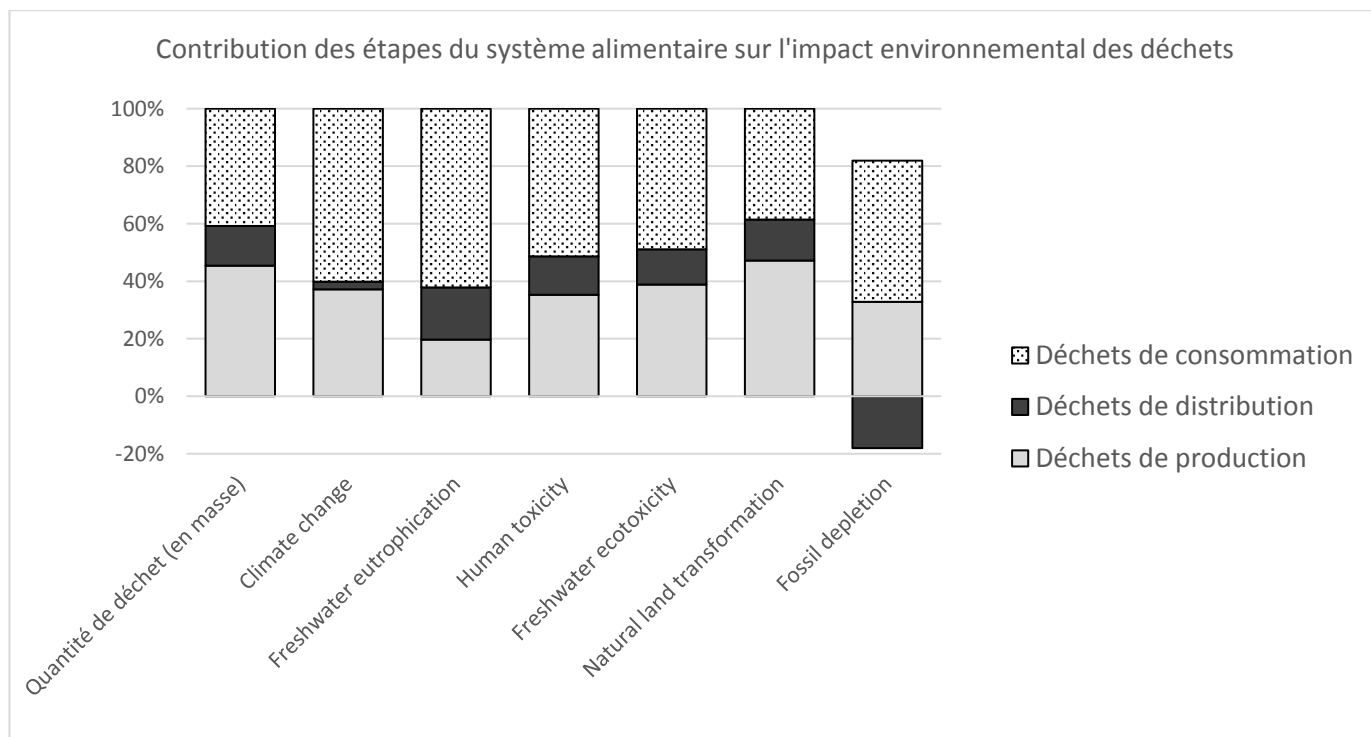


Figure 30: Contribution des étapes du système alimentaire sur l'impact environnemental des déchets (fin de vie incluse)

Comme le montre la figure 31, la fin de vie des déchets contribue de manière bénéfique pour 4 des 6 impacts (changement climatique, eutrophisation de l'eau douce, transformation des espaces naturels et épuisement des ressources fossiles). Pour les impacts sur la toxicité et l'écotoxicité, le traitement des déchets n'apporte aucun impact significatif.

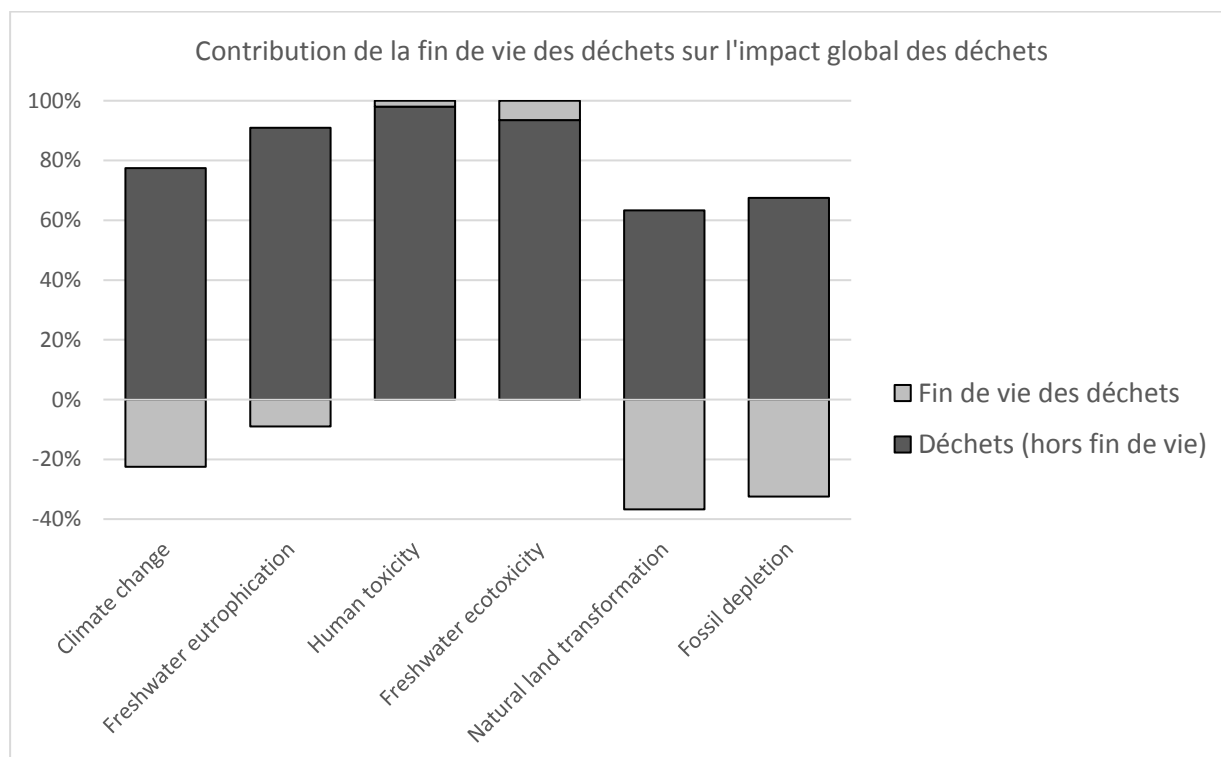


Figure 31 : Contribution de la fin de vie des déchets sur l'impact global des déchets

Pour comprendre ce bénéfice environnemental, il est utile d'analyser la contribution des processus de la phase de fin de vie des déchets (figure 32). L'incinération de la matière organique, qui est la voie principale de traitement des déchets (70%), est le contributeur principal des valeurs d'impact positives (eutrophisation, toxicité et écotoxicité). La valorisation animale apporte un impact bénéfique important pour le changement climatique et l'eutrophisation de l'eau douce. D'autre part, malgré leur faible proportion, le recyclage du papier et du plastique apporte un bénéfice non négligeable pour les impacts sur les ressources fossiles et le changement climatique (pour le plastique), la toxicité humaine et la transformation des espaces naturels (pour le papier). Le compostage au champ ne contribue que très peu aux différentes catégories d'impact mise à part pour la transformation des espaces naturels (-16%).

Mais si le choix d'un modèle de fin de vie des déchets peut être bénéfique pour certaines catégories d'impact, cela ne permet pas, comme nous l'avons vu, de contrebalancer les impacts induits par les autres étapes de la chaîne alimentaire.

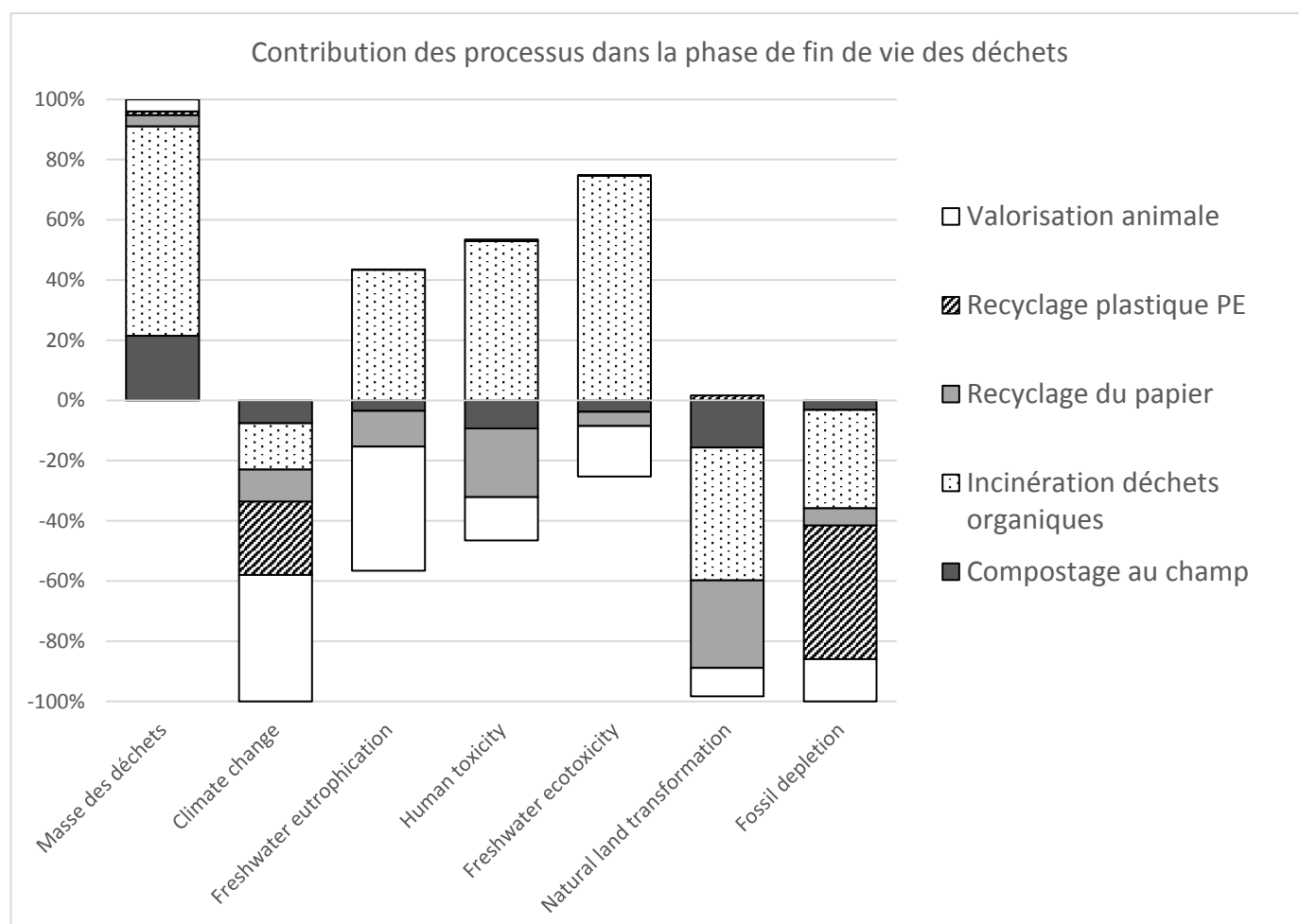


Figure 32 : Contribution des processus dans la phase de fin de vie des déchets

## Partie 3 : Analyse des résultats et mise en perspectives

Dans cette troisième et dernière partie, nous reprendrons les principaux résultats de notre étude afin d'en tirer des enseignements. Nous nous concentrerons tout d'abord sur le distributeur Färm et sur les divergences entre impact économique et environnemental de la gestion des déchets. Nous comparerons ensuite les données théoriques et nos résultats pratiques sur l'ensemble du système alimentaire, nous permettant de déterminer s'il y a convergence ou non des résultats. Pour terminer, nous tenterons de cibler les apports bénéfiques des systèmes alternatifs ainsi que les perspectives en termes de gestion des déchets.

### 1 Les impacts de la gestion des déchets

#### 1.1 Impact économique et environnemental des déchets chez le distributeur Färm

En reprenant les résultats de notre étude du magasin Färm Hankar, nous pouvons observer des tendances différentes lorsque l'on parle d'impact « économique » ou « environnemental ». La figure 33 présente les données agrégées de la collecte et du traitement des déchets chez Färm, et ce pour les différents types d'impact (en pourcentage de contribution). Si les déchets incinérés constituent le coût prédominant (avec les déchets papier/carton), leur impact environnemental est à nuancer. Comme nous l'avons vu précédemment, suivant la catégorie étudiée l'impact de l'incinération pourra être positif ou négatif, fortement contributeur ou même pratiquement inexistant. Quoi qu'il en soit, l'incinération est le traitement ayant le plus d'impact néfaste pour l'environnement. Un autre point important à noter est la faible part des coûts et quantités des déchets de type « plastique » et « verre », à comparer avec leurs contributions dans les impacts environnementaux (qui prennent une place plus importante voir majoritaire). Les déchets de bois et les déchets compostés restent par contre dans des proportions négligeables quels que soit les impacts.

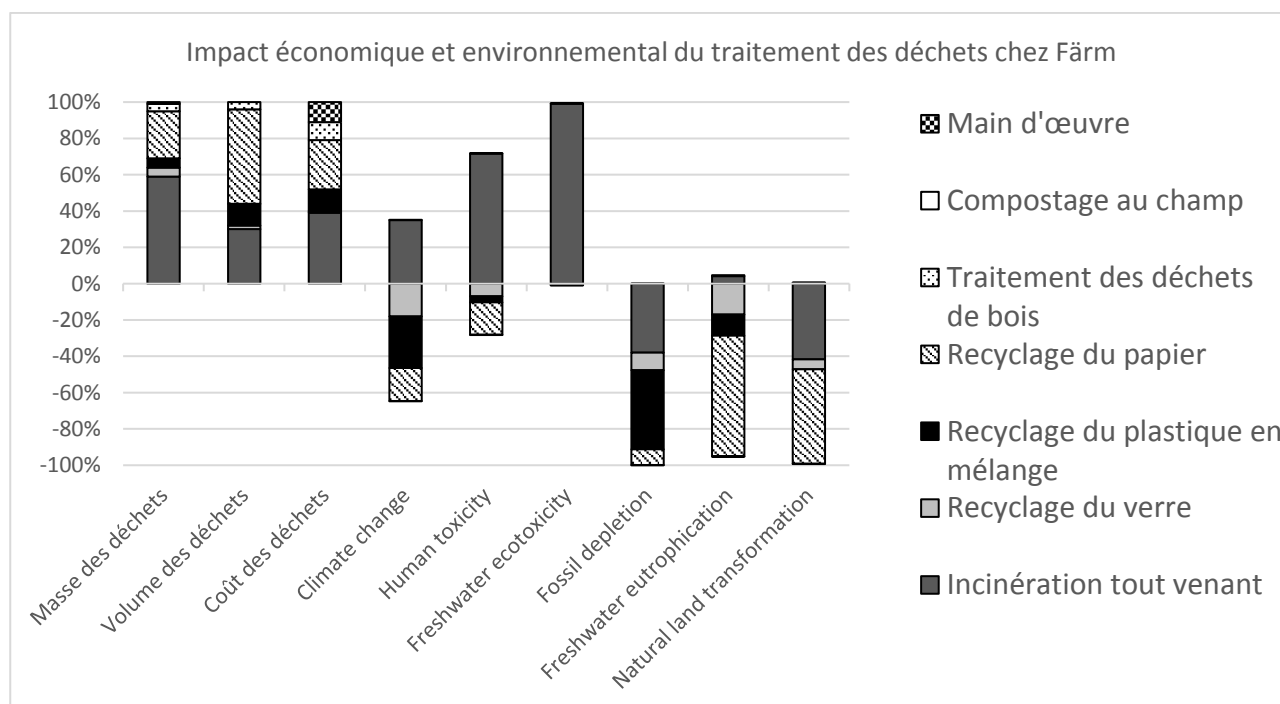


Figure 33 : Impact économique et environnemental du traitement des déchets chez Färm

Concernant les pertes alimentaires, les catégories d'aliments peuvent avoir des impacts très variés en fonction de la quantité et du pourcentage gaspillés, mais également de l'origine et du coût à l'unité.

La figure 34 revient sur les résultats<sup>15</sup> de notre ACV d'un panier de F&L en y incluant les pertes en masse et en euro. La laitue, qui est majoritaire pour les impacts économiques, est le produit alimentaire le moins impactant pour l'environnement (pour les 6 impacts étudiés). En opposition, la tomate a un impact fort sur l'environnement alors que les pertes économiques associées sont relativement faibles.

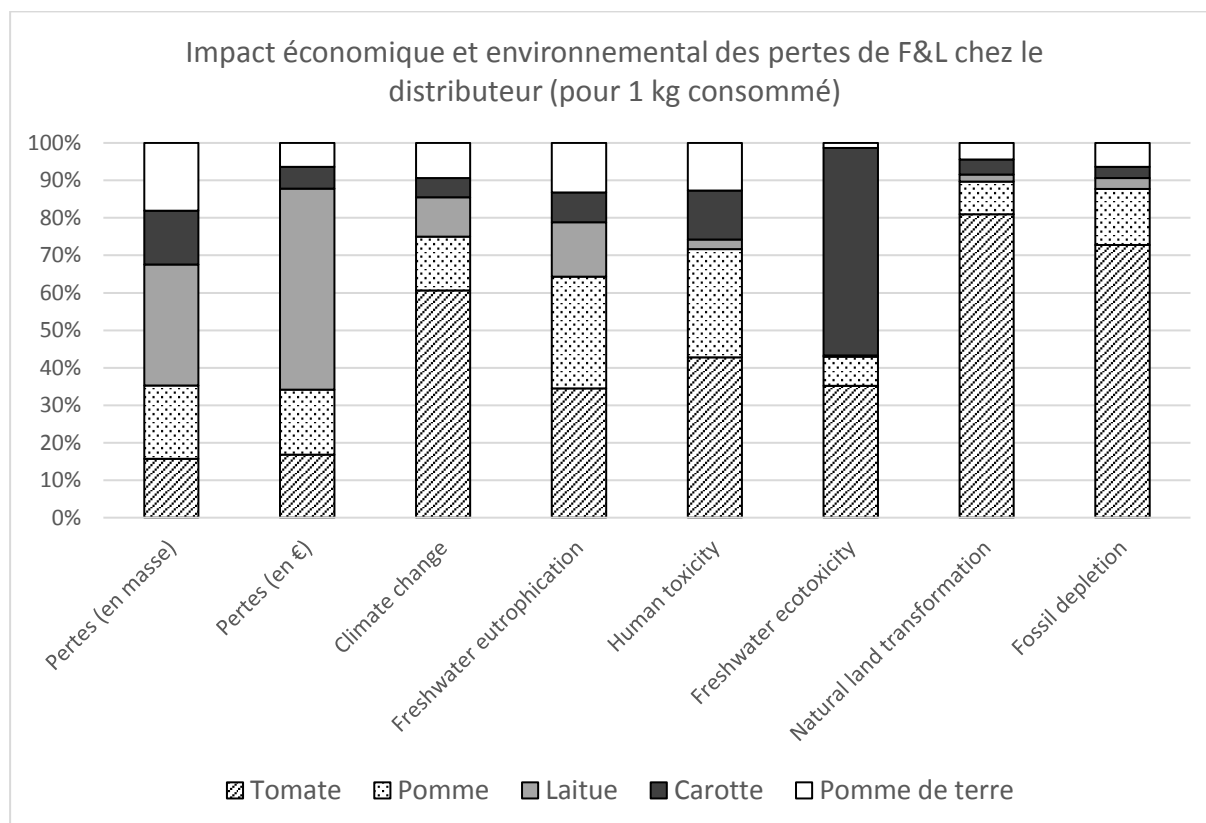


Figure 34 : Impact économique et environnemental des pertes de F&L chez le distributeur (pour 1 kg consommé)

Les choix en matière de réduction du gaspillage alimentaire chez le distributeur se basent généralement sur des indicateurs économiques, plus facilement traçables. Au vu de nos résultats, un aliment pesant fortement sur l'impact économique peut avoir un impact très varié sur l'environnement, ce qui nécessitera la prise en compte séparée de ces 2 types d'indicateur. Ce constat devrait se renforcer encore en élargissant aux autres rayons du magasin.

## 1.2 Impact environnemental des déchets tout au long du système alimentaire

En comparant les résultats provenant d'autres études présentées précédemment, les tendances semblent se confirmer. Tout d'abord, du point de vue des quantités d'aliments gaspillés, la production et la consommation sont les acteurs majoritaires (plus de 40% des pertes chacun) alors que le secteur de la distribution est minoritaire (13% dans notre étude). Ces valeurs sont dans la même plage que les données trouvées dans la littérature, ces dernières pouvant être très variables en fonction de l'étude et des limites du système.

<sup>15</sup> Les impacts environnementaux présentés dans la figure 34 tiennent compte uniquement de la production des différents aliments gaspillés (proportionnellement à leur vente respective).

Concernant nos données de terrain chez le distributeur Färm, elles correspondent également à ce qui se retrouve dans d'autres études. En effet, l'étude de Brancoli P. et al (2016) qui étudie les pertes dans un supermarché suédois positionne les rayons boulangeries et F&L comme les plus gros contributeurs des pertes alimentaires (30% chacun), ce que nous retrouvons dans le magasin Färm Hankar (42% pour les F&L et 32% pour la boulangerie). L'analyse plus précise réalisée pour l'ACV du panier de F&L nous permet également de comparer les pertes de Färm par rapport à l'étude de l'ADEME (2016) (voir tableau 22). Les chiffres de Färm sont proches de ceux de l'ADEME et sont inférieurs pour 3 des 5 produits étudiés.

|                | Pertes réelles chez Färm (%) | Pertes ADEME (%) |
|----------------|------------------------------|------------------|
| TOMATE         | 2,98%                        | 4%               |
| POMME          | 1,23%                        | 3,60%            |
| LAITUE         | 11,17%                       | 10%              |
| CAROTTE        | 1,55%                        | 2,40%            |
| POMME DE TERRE | 2,63%                        | 1,40%            |

Tableau 22: Comparaison du pourcentage de perte des F&L chez le distributeur (ADEME, 2016)

Au niveau des impacts environnementaux des pertes alimentaires, la direction générale de l'environnement de la Commission européenne montre comment le gaspillage d'une tonne d'aliment durant la phase de consommation impacte davantage l'environnement qu'une tonne gaspillée durant la phase de production (à cause du chemin parcouru tout au long du cycle de vie) (DG-ENV, 2010). Ce constat est vrai également dans notre étude même si les chiffres sont significativement plus faibles. Notre étude ACV nous donne ainsi 0,41kgCO<sub>2</sub>eq émis par kg d'aliment gaspillé à la consommation (hors fin de vie) contre 1,62kgCO<sub>2</sub>eq dans l'étude de la DG-Environnement. Cette différence peut s'expliquer par la prise en compte unique des F&L dans notre étude et par le choix d'un système en production locale (belge). Mais malgré ces choix, le poids prépondérant de la phase de production et du transport dans l'impact global du cycle de vie des F&L est bien visible dans notre étude (malgré des transports limités au territoire belge).

Le poids des déchets de type emballage est finalement limité par rapport à l'impact des pertes alimentaires, surtout dans notre système alternatif où les emballages sont réduits à leur minimum. Dans le même sens, l'étape de fin de vie des déchets n'est pas le contributeur majoritaire dans les impacts environnementaux, même si les choix de valorisation et de recyclage peuvent avoir un impact positif. L'incinération avec valorisation énergétique peut, en théorie, être une des meilleures options dans les pays ayant un mix énergétique basé sur les énergies fossiles. Mais cela ne se confirme pas dans notre étude, étant donné la part importante d'électricité nucléaire en Belgique.

## 2 Apport des systèmes alternatifs et pistes d'amélioration

L'analyse de contribution des différents processus lors de notre étude ACV nous a permis de cibler les sources prédominantes des impacts environnementaux. Dans notre système, la production des aliments et le transport sont les plus gros contributeurs. Ce constat va dans le même sens que Stoessel F. et al (2012), qui préconise la limitation des transports et de la production « hors-saison » en serre chauffée pour réduire l'empreinte carbone des F&L. La production sous serre chauffée avec des combustibles fossiles pourrait même être plus dommageable qu'un transport de longue distance. La production locale en été et l'importation depuis d'autres régions « chaudes » durant les mois d'hiver seraient les solutions à privilégier. Le recours à des énergies propres pour chauffer les serres peut également être envisagé.

Nous retrouvons dans cette analyse des concepts clés des SAA dont nous avons déjà discuté. En effet, le rapprochement entre producteur et consommateur ou le choix de produits locaux et de saison forme la base des nouveaux systèmes d'alimentation durable.

Pour revenir sur la question des déchets, l'échelle de Moerman préconise la prévention comme moyen de lutte contre le gaspillage alimentaire. Eviter le déchet ou rediriger les pertes vers l'alimentation humaine sont des solutions permettant de sortir les déchets des limites de notre système et d'éviter ainsi l'impact environnemental sur tout le cycle de vie. Par la suite, les choix en matière de fin de vie des déchets résiduels est à analyser au cas par cas et suivant la configuration du pays. La valorisation énergétique, le compostage ou encore la conversion en nourriture animale sont toutes des solutions intéressantes mais qui ne contrebalancent pas l'ensemble des autres impacts environnementaux. Si tous ces moyens d'action sont bien présents dans notre système alimentaire, ils sont davantage marqués dans les SAA. Le cas étudié de Färm a montré, par exemple, l'importance du développement de nouveaux partenariats locaux pour la valorisation des invendus (par le don, le compostage au champ ou la conversion des aliments).

Nous avons plusieurs fois souligné dans notre ouvrage l'importance des relations et de la logistique entre les différents acteurs du système alimentaire pour lutter contre les pertes alimentaires. Le distributeur, maigre contributeur, peut néanmoins insuffler des idées de changement vers les autres maillons de la chaîne. Et même si le distributeur ne peut imposer aux différents producteurs et fournisseurs leur manière de travailler, les choix opérés peuvent faire évoluer les choses. La « charte produit » des magasins Färm est un exemple de prise de position qui ouvre la voie à un cahier des charges « durable » pour la provenance des produits du magasin. En bout de chaîne, la proposition de produits en vrac et la limitation des emballages sont des outils permettant aux consommateurs de changer leurs habitudes de consommation. Notre étude des produits F&L a montré la part négligeable des emballages dans les impacts environnementaux pour le SAA conduit par Färm (même si cela pourrait être différent pour les autres rayons du magasin).

Finalement, l'étude du flux des déchets alimentaires a mis en lumière l'importance de considérer aussi bien les quantités gaspillées que le type de déchet produit. En effet, les produits de la boulangerie et ceux du rayon F&L sont les plus gaspillés en quantité mais ce ne sont pas nécessairement les aliments les plus impactants pour l'environnement. Le rayon F&L semble néanmoins le rayon qui mérite le plus d'attention au vu des quantités perdues mais également de sa position centrale dans les SAA Bruxellois. La gestion des stocks et le suivi des pertes prennent dès lors une importance capitale dans la capacité du distributeur à cibler les points d'attention et à mesurer les bénéfices de nouveaux plans d'action. Ceux-ci devront, dans un premier temps, se focaliser sur des actions faciles à réaliser, demandant peu d'investissement et apportant des bénéfices environnementaux maximum.

## Conclusion

---

L'ensemble de notre travail nous a permis de répondre, du moins partiellement, à nos différentes questions de recherche. En vue d'aboutir à une réponse complète et nuancée, nous allons revenir sur les principaux résultats de notre étude. Nous analyserons ensuite ses limites, mais également les pistes de réflexion et de développement qui pourraient alimenter de futurs travaux de recherche.

Sur base de notre cas d'étude en région Bruxelloise, nous avons pu déterminer le mode de fonctionnement des SAA en termes de gestion des déchets. La philosophie de ces nouveaux supermarchés alternatifs amène une réflexion sur les moyens de réduction ou de valorisation des déchets alimentaires. Et si le tri, la collecte et le traitement des déchets restent dans le modèle classique Bruxellois, le développement de partenariats locaux ouvre la voie à de nouvelles filières (compostage local, dons alimentaires, valorisation des invendus,...). La réduction des emballages et des pertes alimentaires fait donc partie intégrante des SAA même si de nombreux efforts peuvent encore être accomplis.

Le distributeur, maillon central du système alimentaire urbain, est également dépendant des acteurs situés en amont et en aval. Son influence sur ces derniers, bien que relative, existe néanmoins et pourrait évoluer sur le long terme. En effet, le choix restreint de producteurs travaillant selon des critères bien définis et la mise en place de filières coordonnées locales peuvent amener les producteurs à adapter leur fonctionnement. Du côté des consommateurs, l'existence d'alternatives durables (rayon vrac, sacs réutilisables, limitation des emballages,...) est déjà un grand pas permettant la sensibilisation de la population. Le poids des petits supermarchés urbains alternatifs reste néanmoins minime par rapport à la grande distribution et ce, même si leur développement est en forte croissance.

Notre étude du magasin Färm a montré une part prépondérante de déchets collectés de type papier/carton (26%) et tout-venant (59%). Les invendus du magasin sont une part importante de ces déchets et constituent une perte non négligeable. Les produits rapidement périssables des rayons F&L et boulangerie sont les sources principales des pertes alimentaires. En analysant le système alimentaire dans son entièreté, le distributeur est un faible contributeur du gaspillage alimentaire. En effet, les phases de production et de consommation sont nettement supérieures (de l'ordre de 40% des pertes globales chacune).

Concernant l'impact environnemental des déchets produits pour la consommation d'un panier de F&L, les déchets sont responsables de 6% à 15% des impacts globaux du système (suivant la catégorie d'impact étudiée). La faible part des déchets d'emballage fait du gaspillage alimentaire la source principale des impacts. L'analyse sur l'ensemble du cycle de vie a montré l'importance de la production des aliments et du transport dans l'impact environnemental.

D'autre part, un aliment gaspillé en bout de chaîne aura un impact plus important qu'un aliment gaspillé durant la phase de production. Les déchets de l'étape de consommation sont donc les plus impactants pour l'environnement, suivi par les déchets de production et enfin ceux de la distribution (vu la faible quantité de gaspillage). Notons également la forte disparité qui existe entre les impacts de différents types d'aliments (suivant le mode de culture mais également l'origine animale ou non).

Finalement, la fin de vie des déchets n'influence pas significativement l'impact général sur le cycle de vie mais peut apporter un petit bénéfice dans le cas du recyclage et de la valorisation. L'incinération est le choix le moins conseillé, celui-ci apportant la majorité des impacts néfastes pour l'environnement. Eviter les déchets par la prévention, la transformation ou rediriger les pertes vers l'alimentation animale semblent être les solutions à privilégier.

Une de nos questions de recherche avait pour but de cibler les liens entre impact économique et environnemental des déchets chez le distributeur. Peu de liens directs ont pu être trouvés, tant les résultats sont différents suivant le type de déchet et le type de rayon étudié. Le tri séparé des déchets alimentaires collectés par MCA-Recycling peut par exemple apporter un bénéfice environnemental par rapport à l'incinération mais le coût supérieur de cette filière n'est pas avantageux d'un point de vue économique. La réduction des pertes alimentaires peut, par contre, être un levier important pour réduire les impacts économiques et environnementaux simultanément (peu importe le rayon). Chaque aliment ayant une origine et un mode de production différent, l'intérêt de réduire les pertes devra être étudié au cas par cas.

Quoi qu'il en soit, les flux financiers étant un indicateur facilement traçable pour le distributeur, ceux-ci constituent l'outil principal de suivi des pertes alimentaire. Pour aller plus loin sur la question économique, l'étude des coûts indirects (environnementaux et sociaux) liés aux déchets et à leur gestion ouvrirait la voie à une interprétation plus globale de l'impact de nos choix alimentaires sur la société. La mise en place d'un diagnostic de la gestion des déchets est une prérogative pour chacune des étapes de la chaîne alimentaire. Les flux en quantité, masse et volume doivent être mesurés en parallèle du critère économique pour pouvoir développer un outil d'évaluation multicritères (prenant en compte les aspects environnementaux). D'autre part, il est nécessaire d'unifier les méthodologies, les limites et les hypothèses de travail sous peine de rendre difficile la comparaison entre différentes études.

Notre recherche a nécessité une série d'hypothèses de travail, amenant des limites et des incertitudes. Tout d'abord, le choix de se focaliser sur un seul magasin n'est sans doute pas représentatif de l'ensemble des SAA bruxellois. Chaque distributeur a en effet son fonctionnement propre qui peut varier fortement en fonction de son mode de gestion des déchets, de sa position géographique ou de son public cible. Une analyse comparative sur plusieurs supermarchés pourrait amener d'autres réponses et confirmer ou infirmer certains de nos résultats. L'échelle de temps choisie et les extrapolations qui ont été nécessaires tout au long de notre recherche ajoutent également des incertitudes à prendre en considération.

Afin de garder un niveau de précision et de détail suffisant, nous nous sommes concentrés sur un seul rayon et sur certains produits du magasin. Cela étant, notre choix limite les possibilités d'interprétation et impose une catégorie d'aliments. Dans une optique plus globale, il serait donc intéressant de comparer les résultats du rayon F&L étudié avec d'autres rayons comme les produits de la boulangerie ou de la boucherie.

Concernant les impacts environnementaux, nous avons choisi certaines catégories prépondérantes (suite à la normalisation) pour alléger la lecture des résultats. La considération de l'ensemble des impacts pourrait se justifier mais amènerait une complexification supplémentaire pour l'interprétation de la contribution des processus. D'autre part, l'inventaire du cycle de vie de notre étude a fait l'objet d'une récolte importante de données. Les sources utilisées, leur date de parution et leurs origines diverses ont pu augmenter les incertitudes. En effet, pour la production des aliments par exemple, les données proviennent de zones géographiques différentes. Nous avons néanmoins essayé de maintenir au maximum une cohérence dans le choix des données pour limiter les fausses interprétations.

Une autre limite concerne les données des flux des déchets pour les phases en amont et en aval du distributeur dans les SAA. Celles-ci étant peu connues, nous avons dû reprendre les données disponibles du système alimentaire classique. Il serait dès lors utile pour aller plus loin dans la recherche d'étudier et de questionner les producteurs et consommateurs actifs dans les systèmes alternatifs. Une étude qualitative et quantitative de ces contributeurs devrait permettre de mieux appréhender les tendances réelles et les résultats. Un autre point à noter est que notre étude ne considère pas les étapes pouvant exister entre producteur et distributeur (grossiste, transformateur,...). Cependant, les SAA asseyant de limiter les intermédiaires, il nous semblait cohérent de ne garder que les étapes essentielles du système alimentaire.

Les limites que nous venons d'énoncer mettent en lumière les difficultés d'interprétation mais également les multiples disciplines qui sont mises en jeu. La question du « déchet » ouvre la porte à de nombreux débats et réflexions de fond. Comme le souligne l'ADEME (2016), la gestion des pertes alimentaires doit faire partie d'un travail coordonné plus général pour le développement d'une alimentation durable. En prenant conscience de l'interdépendance des différents acteurs et de leurs impacts respectifs, une discussion approfondie sur le modèle alimentaire de demain est une première étape pour faire évoluer le système dans une direction commune alternative.

Quel que soit le nombre d'intermédiaires, la coordination des acteurs du système alimentaire est un point d'attention majeur. Une meilleure gestion des stocks, des livraisons et une rationalisation des produits et de leur étiquetage peuvent permettre la réduction du gaspillage alimentaire et des déchets tout en apportant des gains économiques et environnementaux non négligeables.

## Bibliographie

---

ADEME (2015), *Déchets – Chiffres clés*, ADEME Editions 2015

ADEME (2012), *La valorisation des emballages en France*, Angers

ADEME (2017), *Les obligations des producteurs de déchets*, <http://www.ademe.fr/expertises/dechets/elements-contexte/politique-vigueur/dossier/cadre-reglementaire/obligations-producteurs-dechets>, Consulté le 30/05/2017

ADEME (2004), *Entreprises, comment bien gérer vos déchets*, Direction déchets et sols, ADEME, Angers

ADEME-AMORCE (2005), *Optimisation de la gestion des déchets municipaux – Comment évaluer les impacts environnementaux au moyen de l'analyse du cycle de vie*, 2005

BADIA B. et al. (2014), *INEGALITES SOCIALES ET ALIMENTATION : Quels sont les besoins et les attentes en termes d'alimentation des personnes en situation d'insécurité alimentaire et comment les dispositifs d'aide alimentaire peuvent y répondre au mieux ?*, FORS, Paris

BAGHERZADEH M., INAMURA M., JEONG H. (2014), "Food Waste Along the Food Chain", in *OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers*, No. 71, OECD Publishing

BEAUCHESNE Z. (2008), *Emballage alimentaire: enjeux et opportunités*, Québec

BERNSTAD A. & al., (2012), "Review of comparative LCAs of food waste management systems – Current status and potential improvements", in *Waste Management*, n°32, pp.2439-2455, Elsevier

BLENGINI G. (2008), "Using LCA to evaluate impacts and resources conservation potential of composting: A case study of the Asti District in Italy", in *Resources, Conservation and Recycling* 52, pp.1373-1381, Elsevier

BRANCOLI P. et al. (2016), "Life cycle assessment of supermarket food waste", in *Resources, Conservation and Recycling*, N°118, pp.39-46, ELSEVIER

BRICAS N. (2015), « Mise en bouche, les enjeux de l'alimentation des villes », in *Les Cahiers de l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme Ile de France*, n°173

BROGAARD L. et al. (2014), "Evaluation of life cycle inventory data for recycling systems", in *Resources, Conservation and Recycling* 87, pp.30-45, Elsevier

BRUXELLES-PROPRETE (2013), *Rapport annuel 2013*, Cellule Communication, Bruxelles

CENTRECO (2012), *La filière emballage-conditionnement en région centre*

CNE (2009), *Qualification et appréciation du suremballage*, Paris

CHIFFOLEAU Y. et PREVOST B. (2012), *Les circuits courts, des innovations sociales pour une alimentation durable dans les territoires*, Norois

COMMISSION EUROPEENNE (2000), *Livre blanc sur la responsabilité environnementale*, Luxembourg

CRIOC (2013), *les supermarchés et le gaspillage alimentaire*, Bruxelles

DEPOUES V., BORDIER C. (2015), *Le recyclage des déchets et la lutte contre le changement climatique: cas d'étude des emballages ménagers*, in *Etude Climat* n°50, Juin 2015

DERQUI B. & al. (2016), *Towards a More Sustainable Food Supply Chain: Opening up Invisible Waste in Food Service*, Sustainability MDPI

DG-ENV (2000), *L'UE et la gestion des déchets*, Commission européenne, Luxembourg

DG-ENV (2010), *Preparatory study on food waste across EU 27*, Commission européenne

DG STATISTIQUE (2014), Statistiques des déchets d'emballages en Belgique entre 1998 et 2014, <http://statbel.fgov.be/fr/statistiques/chiffres/environnement/dechets/emballages/>, consulté le 30/05/2017

DUPRIEZ P. (2005), *Alimentation écologique : le plaisir d'une société durable*, Etopia, 2005

ECETOC (2016), *Freshwater ecotoxicity as an impact category in life cycle assessment*, Technical Report No.127, Brussels

ECO-EMBALLAGES, ADEME (2001), *Déchets ménagers : leviers d'améliorations des impacts environnementaux*

ERIKSSON M. et al. (2017), "Carbon footprint and energy use of food waste management options for fresh fruit and vegetables from supermarkets", in *Waste Management*, N°60, pp.786-799, Elsevier

ERIKSSON M. et al. (2015), "Carbon footprint of food waste management options in the waste hierarchy - a Swedish case study", in *Journal of Cleaner Production*, N° 93, pp. 115-125, Elsevier

ESNOUF C., RUSSEL M. et BRICAS N. (2011), *duALIne - durabilité de l'alimentation face à de nouveaux enjeux. Questions à la recherche*, Rapport Inra-Cirad (France)

EUROPEAN COMMISSION, *European Platform on Life Cycle Assessment*, <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/>, consulté le 28/11/2016

EUROSTAT (2016), *Packaging waste statistics*, [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Packaging\\_waste\\_statistics](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Packaging_waste_statistics), consulté le 31/05/2017

FACTOR X (2013), *Feuille de route pour une industrie agroalimentaire wallonne neutre en déchets à l'horizon 2030*, Braine l'Alleud

FAO (2009), « l'agriculture mondiale à l'horizon 2050 », in « *comment nourrir le monde en 2050* », 2009

FAO, FIDA et PAM (2015), *L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde 2015, Objectifs internationaux 2015 de réduction de la faim: des progrès inégaux*, Rome

FAO (2014), *Solutions d'emballage alimentaire adaptées aux pays en développement*, Rome

FAO (2012), *Pertes et gaspillages alimentaires dans le monde – Ampleur, causes et prévention*, Rome

FERREIRA S. et al. (2015), "Life cycle assessment and valuation of the packaging waste recycling system in Belgium", in *Journal of Material Cycles and Waste Management* (2017), n°19, pp.144-154, Springer

FOTEINIS S. et al. (2015), "Life cycle assessment of organic versus conventional agriculture. A case study of lettuce cultivation in Greece", in *Journal of Cleaner Production* 112, pp.2462-2471, Elsevier

FUENTES C. et al. (2006), *Environmental information in the food supply system*

FUSIONS (2016), *Estimates of European food waste levels*, Stockholm

HE X. et al. (2015), "Environmental impact assessment of organic and conventional tomato production in urban greenhouses of Beijing city, China", in *Journal of Cleaner Production* 134, pp. 251-258, Elsevier

HLPE (2014), *Pertes et gaspillages de nourriture dans un contexte de systèmes alimentaires durables. Rapport du Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition du Comité de la sécurité alimentaire mondiale*, Rome 2014

IBGE (2015), *Stratégie Good Food « vers un système alimentaire durable en région de Bruxelles-capitale »*, Bruxelles

IBGE (2015), *Inventaire et analyse des données existantes en matière de demande alimentaire en RBC*, Bruxelles

IBGE (2010), *Plan déchets – plan de prévention et de gestion des déchets*, Bruxelles, mai 2010

IBGE (2017), Tri et gestion des déchets non ménagers, <http://www.environnement.brussels/thematiques/dechets-ressources/vos-obligations/tri-et-gestion-dechets-non-menagers#1>, consulté le 27/5/2017

IFDD (2017), *Le système alimentaire durable*, <http://fido.belgium.be/fr/content/un-systeme-alimentaire-durable>, consulté le 02/06/2017

INCOME Consulting - AK2C (2016), *Pertes et gaspillages alimentaires : l'état des lieux et leur gestion par étapes de la chaîne alimentaire – Rapport*, ADEME

IPTS/ESTO (2006), *Environmental Impact of Products (EIPRO) Analysis of the life cycle environmental impacts related to the final consumption of the EU-25 - Main report*, European Communities, 2006

KEYES S. et al. (2015), "Evaluating the environmental impacts of conventional and organic apple production in Nova Scotia, Canada, through life cycle assessment", in *Journal of Cleaner Production* 104, pp. 40-51, Elsevier

LECLERC B. (2012), *Compostage : les principes*, Coordination : CRA PACA

LEYSEN A. & PREILLON N. (2014), *Belgian waste & recycling solutions*, Belgian Foreign Trade Agency

MARTÍNEZ-BLANCO J. et al. (2013), "Compost benefits for agriculture evaluated by life cycle assessment. A review", in *Agronomy for Sustainable Development*, n°33, pp.721-732, INRA, Springer

MEIER M. et al. (2014), "Environmental impacts of organic and conventional agricultural products - Are the differences captured by life cycle assessment?", in *Journal of Environmental Management* 149, pp.193-208, Elsevier

MONDELLO G. et al. (2017), *Comparative LCA of Alternative Scenarios for Waste Treatment: The Case of Food Waste Production by the Mass-Retail Sector*, Sustainability MDPI

MONNOT E., RENIOU F. (2012), *Les suremballages : des emballages superflus pour les consommateurs ?*, Décisions Marketing, Association Française du Marketing, pp.31-42

NAHMAN A. & DE LANGE W. (2013), "Costs of food waste along the value chain: Evidence from South Africa", in *Waste Management* 33, pp. 2493-2500, Elsevier

OMS (2014), *Plan d'action européen pour une politique alimentaire et nutritionnelle 2015-2020*, Copenhague

PARLEMENT EUROPEEN (2017), Déchets : de nouveaux objectifs européens pour augmenter le recyclage, <http://www.europarl.europa.eu/news/fr/headlines/society/20170306STO65256/dechets-de-nouveaux-objectifs-europeens-pour-augmenter-le-recyclage>, consulté le 31/05/2017

PORTER S. et al. (2016), "A half-century of production-phase greenhouse gas emissions from food loss & waste in the global food supply chain", in *Science of the Total Environment*, N°571, pp.721-729, Elsevier

PRIEFER C. et al. (2013), *Technology options for feeding 10 billion people - Options for Cutting Food Waste*, STOA, Brussels

RASTOIN J-L (2006), vers de nouveaux modèles d'organisation du système agroalimentaire ? Approches stratégique, MSH-M, Montpellier

RDC ENVIRONMENT (2014), *Inventaire et analyse des données existantes en matière d'offre alimentaire en Région de Bruxelles-Capitale*, Bruxelles

RIVELA B. et al. (2005), « Life cycle assessment of wood wastes: A case study of ephemeral architecture », in *Science of the Total Environment* 357, pp.1-11, Elsevier

RIZET C. et al. (2008), *Chaines logistiques et consommation d'énergie: cas des meubles et des fruits & légumes*, INRETS

ROCHER E. (2008), *Conditionnement et emballage*, Eyrolles

SCHOLZ K. et al. (2014), "Carbon footprint of supermarket food waste", in *Resources, Conservation and Recycling*, N°94, pp.56-65, ELSEVIER

SCIENCE COMMUNICATION UNIT (2013), *Science for Environment Policy In-depth Report: Sustainable food*, Report produced for the European Commission DG Environment, University of the West of England, Bristol

STOESSEL F. et al. (2012), "Life Cycle Inventory and Carbon and Water FoodPrint of Fruits and Vegetables: Application to a Swiss Retailer", in *Environmental Science & Technology*, n°46, pp.3253-3262, ACS Publications

SOULA J. (2012), « Gouvernance mondiale de l'alimentation et de l'agriculture: état des lieux et perspectives », in *Acad. Vét. France*, 2012, Tome 165, pp.365-368

UNSCN (2014), *La nutrition et les Objectifs de Développement Durable de l'après-2015*, Genève

VERDONCK M. et al. (2014), *Système d'alimentation durable - Potentiel d'emplois en Région de Bruxelles-Capitale*, Centre d'études régionales bruxelloises

WANG L. et al. (2012), "A Life Cycle Assessment (LCA) comparison of three management options for waste papers: Bioethanol production, recycling and incineration with energy recovery", in *Bioresource Technology* 120, pp.89-98, Elsevier

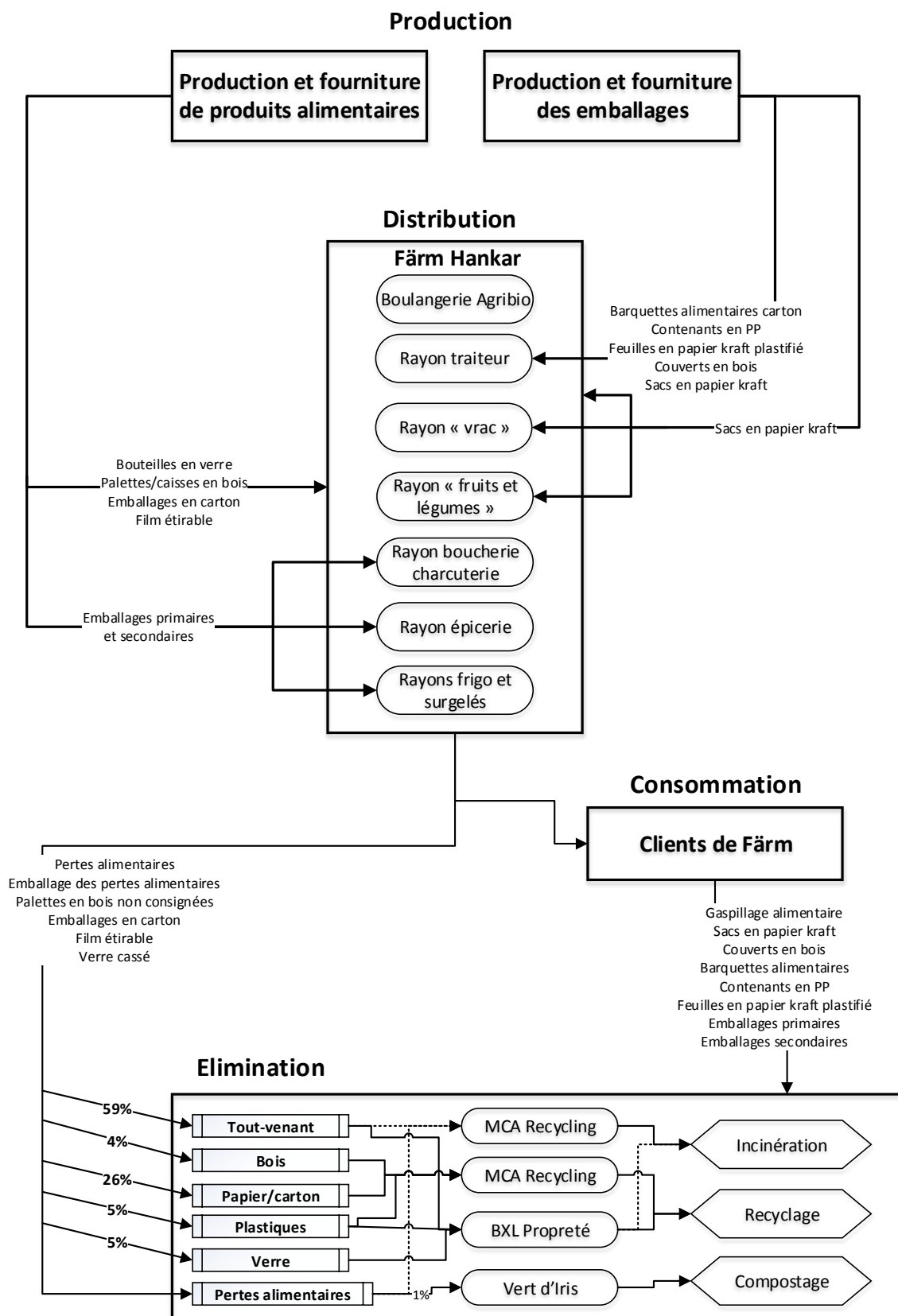
WRAP (2011), *The water and carbon footprint of household food and drink waste in the UK – Final Report*, Oxon

WRAP (2012), *Household Food and Drink Waste in the United Kingdom 2012*, Oxon

WRAP (2010), *Environmental benefits of recycling – 2010 update*, Oxon

# Annexes

ANNEXE 1 : Diagramme des flux des déchets simplifiés autour du distributeur alimentaire Färm



ANNEXE 2 : Détail des déchets collectés et traités au magasin Färm Hankar

|                                   |                            | avr-16 | mai-16 | juin-16 | juil-16 | août-16 | sept-16 | oct-16 | nov-16 | déc-16 | janv-17 | févr-17 | mars-17 | TOTAL   | % par rapport<br>au total |         |
|-----------------------------------|----------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------------------------|---------|
| TOTAL Tout venant                 | Volume de déchet           | m³     | 9      | 14      | 13      | 15      | 16      | 16     | 15     | 18     | 16      | 18      | 22      | 12      | 184                       | 29,93%  |
|                                   | Masse de déchet            | kg     | 2700   | 4200    | 3900    | 4500    | 4800    | 4800   | 4500   | 5400   | 4800    | 5400    | 6600    | 3600    | 55.200                    | 59,36%  |
|                                   | Coût collecte et recyclage | €      | 163,42 | 259,32  | 240,14  | 278,5   | 297,68  | 297,68 | 278,5  | 336,04 | 297,68  | 336,04  | 412,76  | 230,16  | 3.428                     | 43,43%  |
| TOTAL Plastique                   | Volume de déchet           | m³     | 2,96   | 2,96    | 3,96    | 3,96    | 6,96    | 6,96   | 6,96   | 4,96   | 7,96    | 7,96    | 7       | 70,56   | 11,48%                    |         |
|                                   | Masse de déchet            | kg     | 177,6  | 177,6   | 237,6   | 237,6   | 417,6   | 417,6  | 417,6  | 297,6  | 477,6   | 477,6   | 420     | 4.234   | 4,55%                     |         |
|                                   | Coût collecte et recyclage | €      | 40,88  | 40,88   | 55,88   | 55,88   | 100,88  | 100,88 | 100,88 | 70,88  | 126,88  | 115,88  | 105     | 1030,68 | 13,06%                    |         |
| TOTAL Papier/Carton               | Volume de déchet           | m³     | 24     | 33      | 28      | 21      | 23      | 24     | 28     | 13     | 29      | 33      | 35      | 320     | 52,05%                    |         |
|                                   | Masse de déchet            | kg     | 1440   | 2200    | 1680    | 1480    | 1380    | 1440   | 2120   | 1000   | 2620    | 2840    | 3740    | 2540    | 24.480                    | 26,33%  |
|                                   | Coût collecte et recyclage | €      | 180    | 247,5   | 210     | 157,5   | 172,5   | 180    | 210    | 97,5   | 217,5   | 217,5   | 247,5   | 262,5   | 2.400                     | 30,40%  |
| Verre                             | Volume de déchet           | m³     | 0,96   | 0,96    | 0,96    | 0,96    | 0,96    | 0,96   | 0,96   | 0,96   | 0,96    | 0,96    | 0,96    |         | 10,56                     | 1,72%   |
|                                   | Masse de déchet            | kg     | 384    | 384     | 384     | 384     | 384     | 384    | 384    | 384    | 384     | 384     | 384     | 0       | 4.224                     | 4,54%   |
|                                   | Coût collecte et recyclage | €      | 10,88  | 10,88   | 10,88   | 10,88   | 10,88   | 10,88  | 10,88  | 10,88  | 10,88   | 10,88   | 10,88   | 0,00    | 119,68                    | 1,52%   |
| Bois                              | Volume de déchet           | m³     | 2      | 2       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0      | 4      | 4       | 6       | 7       | 2       | 27                        | 4,39%   |
|                                   | Masse de déchet            | kg     | 300    | 300     | 0       | 0       | 0       | 0      | 0      | 600    | 600     | 900     | 1050    | 300     | 4.050                     | 4,36%   |
|                                   | Coût collecte et recyclage | €      | 64,4   | 64,4    | 0       | 0       | 0       | 0      | 0      | 136,8  | 136,8   | 205,2   | 239,4   | 68,4    | 915,4                     | 11,60%  |
| Déchets organiques<br>Vert d'Iris | Volume de déchet           | m³     | 0,765  | 0,495   | 0,36    | 0,135   | 0,27    | 0,135  | 0      | 0      | 0       | 0       | 0,225   | 0,27    | 2,655                     | 0,43%   |
|                                   | Masse de déchet            | kg     | 229,5  | 148,5   | 108     | 40,5    | 81      | 40,5   | 0      | 0      | 0       | 0       | 67,5    | 81      | 797                       | 0,86%   |
|                                   | Coût collecte et recyclage | €      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0                         | 0,00%   |
| TOTAL déchets                     | Volume de déchet           | m³     | 39,685 | 53,415  | 46,28   | 41,055  | 48,19   | 48,055 | 50,92  | 42,92  | 54,92   | 61,92   | 71,145  | 56,27   | 614,775                   | 100,00% |
|                                   | Masse de déchet            | kg     | 5231,1 | 7410,1  | 6309,6  | 6642,1  | 7122,6  | 7082,1 | 7421,6 | 7801,6 | 8701,6  | 10001,6 | 12319,1 | 6941    | 92.984                    | 100,00% |
|                                   | Coût collecte et recyclage | €      | 459,58 | 622,98  | 516,90  | 502,76  | 596,94  | 589,44 | 600,26 | 682,10 | 733,74  | 896,50  | 1026,42 | 666,06  | 7.894                     | 100,00% |
|                                   |                            |        |        |         |         |         |         |        |        |        |         |         |         |         |                           |         |
| Main d'œuvre                      | Durée                      | h      | 2      | 2       | 2       | 3       | 2       | 2      | 2      | 3      | 3       | 3       | 3       | 2,5     | 28,5                      |         |
|                                   | Coût                       | €      | 64,4   | 64,4    | 64,4    | 104,4   | 69,6    | 69,6   | 69,6   | 104,4  | 104,4   | 104,4   | 104,4   | 87      | 976,2                     |         |

ANNEXE 3 : Impact environnemental de la gestion des déchets chez Färm Hankar (pour 1 tonne de déchets collectés et traités)

**Caractérisation :**

| Catégorie d'impact              | Unité        | Total     | Incinération<br>tout venant | Recyclage<br>du verre | Recyclage du<br>plastique en<br>mélange | Recyclage<br>du papier | Traitement<br>des déchets<br>de bois | Compostage<br>au champ |
|---------------------------------|--------------|-----------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| Climate change                  | kg CO2 eq    | -99,875   | 118,129                     | -60,887               | -96,138                                 | -61,700                | 1,012                                | -0,291                 |
| Ozone depletion                 | kg CFC-11 eq | -1,53E-04 | -1,54E-04                   | -5,34E-06             | 2,01E-06                                | 3,72E-06               | 1,08E-07                             | -2,20E-08              |
| Terrestrial acidification       | kg SO2 eq    | -2,829    | -1,196                      | -0,433                | -0,308                                  | -0,895                 | 0,005                                | -0,002                 |
| Freshwater eutrophication       | kg P eq      | -0,069    | 0,003                       | -0,013                | -0,009                                  | -0,051                 | 0,000                                | 0,000                  |
| Marine eutrophication           | kg N eq      | -0,142    | -0,039                      | -0,013                | -0,007                                  | -0,082                 | 0,000                                | -0,001                 |
| Human toxicity                  | kg 1,4-DB eq | 115,005   | 188,907                     | -18,190               | -9,181                                  | -46,660                | 0,255                                | -0,127                 |
| Photochemical oxidant formation | kg NMVOC     | -1,645    | -0,570                      | -0,196                | -0,348                                  | -0,537                 | 0,006                                | -0,001                 |
| Particulate matter formation    | kg PM10 eq   | -1,405    | -0,388                      | -0,155                | -0,109                                  | -0,756                 | 0,003                                | -0,001                 |
| Terrestrial ecotoxicity         | kg 1,4-DB eq | -0,247    | -0,203                      | -0,013                | -0,001                                  | -0,023                 | 0,000                                | -0,006                 |
| Freshwater ecotoxicity          | kg 1,4-DB eq | 173,073   | 174,500                     | -0,394                | -0,256                                  | -0,784                 | 0,011                                | -0,004                 |
| Marine ecotoxicity              | kg 1,4-DB eq | 167,212   | 168,622                     | -0,366                | -0,245                                  | -0,806                 | 0,010                                | -0,003                 |
| Ionising radiation              | kBq U235 eq  | -113,426  | -190,974                    | -3,532                | 9,492                                   | 71,593                 | 0,137                                | -0,141                 |
| Agricultural land occupation    | m2a          | -1364,816 | -117,811                    | -13,401               | 1,842                                   | -1235,182              | 0,039                                | -0,303                 |
| Urban land occupation           | m2a          | -17,117   | -0,889                      | -0,493                | -0,118                                  | -15,623                | 0,013                                | -0,006                 |
| Natural land transformation     | m2           | -0,217    | -0,092                      | -0,012                | 0,001                                   | -0,114                 | 0,000                                | 0,000                  |
| Water depletion                 | m3           | -10,708   | -2,421                      | -0,549                | -1,297                                  | -6,411                 | 0,006                                | -0,036                 |
| Metal depletion                 | kg Fe eq     | -23,368   | -19,229                     | -1,724                | -1,090                                  | -1,332                 | 0,032                                | -0,025                 |
| Fossil depletion                | kg oil eq    | -169,725  | -64,801                     | -16,429               | -74,087                                 | -14,636                | 0,282                                | -0,054                 |

**Normalisation :**

| Catégorie d'impact              | Total   | Incinération<br>tout venant | Recyclage<br>du verre | Recyclage du<br>plastique en<br>mélange | Recyclage<br>du papier | Traitement<br>des déchets<br>de bois | Compostage<br>au champ |
|---------------------------------|---------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| Climate change                  | -0,0089 | 0,0105                      | -0,0054               | -0,0086                                 | -0,0055                | 9,02E-05                             | -2,60E-05              |
| Ozone depletion                 | -0,0070 | -0,0070                     | -0,0002               | 0,0001                                  | 0,0002                 | 4,89E-06                             | -9,99E-07              |
| Terrestrial acidification       | -0,0823 | -0,0348                     | -0,0126               | -0,0090                                 | -0,0260                | 1,37E-04                             | -6,12E-05              |
| Freshwater eutrophication       | -0,1668 | 0,0078                      | -0,0313               | -0,0213                                 | -0,1225                | 8,49E-04                             | -2,42E-04              |
| Marine eutrophication           | -0,0140 | -0,0038                     | -0,0013               | -0,0007                                 | -0,0081                | 2,40E-05                             | -1,07E-04              |
| Human toxicity                  | 0,1829  | 0,3004                      | -0,0289               | -0,0146                                 | -0,0742                | 4,05E-04                             | -2,01E-04              |
| Photochemical oxidant formation | -0,0290 | -0,0100                     | -0,0034               | -0,0061                                 | -0,0094                | 1,00E-04                             | -2,04E-05              |
| Particulate matter formation    | -0,0943 | -0,0260                     | -0,0104               | -0,0073                                 | -0,0507                | 1,86E-04                             | -5,08E-05              |
| Terrestrial ecotoxicity         | -0,0298 | -0,0246                     | -0,0016               | -0,0001                                 | -0,0028                | 6,09E-06                             | -7,01E-04              |
| Freshwater ecotoxicity          | 15,7324 | 15,8621                     | -0,0358               | -0,0233                                 | -0,0713                | 9,93E-04                             | -3,69E-04              |
| Marine ecotoxicity              | 19,2293 | 19,3915                     | -0,0420               | -0,0281                                 | -0,0927                | 1,15E-03                             | -3,75E-04              |
| Ionising radiation              | -0,0181 | -0,0306                     | -0,0006               | 0,0015                                  | 0,0115                 | 2,19E-05                             | -2,26E-05              |
| Agricultural land occupation    | -0,3016 | -0,0260                     | -0,0030               | 0,0004                                  | -0,2730                | 8,62E-06                             | -6,70E-05              |
| Urban land occupation           | -0,0421 | -0,0022                     | -0,0012               | -0,0003                                 | -0,0384                | 3,10E-05                             | -1,43E-05              |
| Natural land transformation     | -1,3407 | -0,5670                     | -0,0732               | 0,0072                                  | -0,7070                | 1,66E-03                             | -2,54E-03              |
| Water depletion                 | 0,0000  | 0,0000                      | 0,0000                | 0,0000                                  | 0,0000                 | 0,00E+00                             | 0,00E+00               |
| Metal depletion                 | -0,0327 | -0,0269                     | -0,0024               | -0,0015                                 | -0,0019                | 4,52E-05                             | -3,56E-05              |
| Fossil depletion                | -0,1091 | -0,0417                     | -0,0106               | -0,0476                                 | -0,0094                | 1,81E-04                             | -3,46E-05              |

#### ANNEXE 4 : Inventaire pour la production des fruits et légumes

| <b>PRODUCTION - 1KG DE SALADE (BIO)</b> |           |     |
|-----------------------------------------|-----------|-----|
| <b>Ressources naturelles</b>            |           |     |
| Transformation du sol                   | 0,370     | m2  |
| Occupation du sol                       | 0,085     | m2a |
| Tourbe                                  | 0,053     | kg  |
| Energie - pouvoir calorifique biomasse  | 1,223     | MJ  |
| Fixation CO2 biogénique                 | 0,095     | kg  |
| <b>Fertilisation et irrigation</b>      |           |     |
| Fertilisant organique - fumier          | 3,840E-04 | ha  |
| Chargement et épandage du fertilisant   | 4,800     | kg  |
| Irrigation                              | 0,015     | m3  |
| Nitrate de Calcium                      | 1,600E-04 | kg  |
| <b>Stockage</b>                         |           |     |
| Electricité                             | 0,015     | kWh |
| Eau de distribution - nettoyage         | 0,400     | kg  |

| <b>PRODUCTION - 1KG DE POMME (BIO)</b>  |          |     |
|-----------------------------------------|----------|-----|
| <b>Ressources</b>                       |          |     |
| Transformation du sol                   | 0,012    | m2  |
| Occupation du sol                       | 0,251    | m2a |
| Fixation CO2 biogénique                 | 0,239    | kg  |
| Energie - pouvoir calorifique biomasse  | 2,709    | MJ  |
| <b>Fertilisation et irrigation</b>      |          |     |
| Fertilisant organique - fumier          | 3,24E-07 | ha  |
| Dolomite                                | 0,001    | kg  |
| Compost                                 | 0,011    | kg  |
| Foin, fourrage                          | 0,030    | kg  |
| Chlorure de Calcium                     | 3,70E-04 | kg  |
| Carbure de bore                         | 3,00E-05 | kg  |
| Oxide de cuivre                         | 1,60E-04 | kg  |
| Chargement et épandage du fertilisant   | 0,004    | kg  |
| Irrigation                              | 0,067    | m3  |
| <b>Machinerie - travail au verger</b>   |          |     |
| Semis des arbres fruitiers              | 0,003    | p   |
| Plantation                              | 0,003    | p   |
| Transport au champ par tracteur         | 0,001    | tkm |
| Mise en place du verger                 | 0,003    | p   |
| Paillage                                | 1,43E-04 | ha  |
| Palissage (treillis et poteaux en bois) | 2,50E-05 | ha  |

#### Source

- **Foteinis S et al. (2015)** : ACV traitant de la production BIO de laitue dans le nord de la Grèce
- **Ecoinvent v3 database - Stoessel et al. (2012)** : ACV traitant de la production conventionnelle de laitue en Suisse

#### Source

- **Ecoinvent v3 database (World Food LCA database (WFLDB)) (2016)**, ACV traitant de la production conventionnelle de pommes en Italie
- **Keyes S. et al. (2015)** : ACV traitant de la production BIO de pommes au Canada

| <b>PRODUCTION 1kg de POMMES DE TERRE (BIO)</b> |           |     |
|------------------------------------------------|-----------|-----|
| <b>Ressources</b>                              |           |     |
| Energie - pouvoir calorifique biomasse         | 3,483     | MJ  |
| Occupation du sol                              | 0,206     | m2a |
| Fixation CO2 biogénique                        | 0,300     | kg  |
| Transformation du sol                          | 0,437     | m2  |
| <b>Fertilisation et irrigation</b>             |           |     |
| Oxide de cuivre                                | 9,311E-05 | kg  |
| Chargement et épandage du fertilisant          | 0,580     | kg  |
| Fertilisant organique - fumier                 | 4,365E-05 | ha  |
| Epandage du fumier liquide                     | 4,563E-04 | m3  |
| Irrigation                                     | 0,016     | m3  |
| <b>Machinerie - travail au champ</b>           |           |     |
| Plantation                                     | 4,365E-05 | ha  |
| Semences                                       | 0,110     | kg  |
| Récolte                                        | 4,365E-05 | ha  |
| Transport au champ par tracteur                | 0,001     | tkm |
| Travail du sol                                 | 8,731E-05 | ha  |
| Coupe des fanes                                | 4,365E-05 | ha  |
| Classement - triage                            | 1,000     | kg  |

| <b>PRODUCTION 1KG de TOMATES (BIO)</b>          |       |     |
|-------------------------------------------------|-------|-----|
| <b>Ressources</b>                               |       |     |
| Transformation du sol                           | 0,021 | m2  |
| Occupation du sol                               | 0,021 | m2a |
| Fixation CO2 biogénique                         | 0,101 | kg  |
| Energie - pouvoir calorifique biomasse          | 0,904 | MJ  |
| <b>Fertilisation et irrigation</b>              |       |     |
| Fertilisant (P2O2) à partir de compost          | 0,027 | kg  |
| Fertilisant (N) à partir de compost             | 0,023 | kg  |
| Fertilisant (K2O) à partir de compost           | 0,024 | kg  |
| Irrigation                                      | 0,060 | m3  |
| <b>Machinerie - travail au champ</b>            |       |     |
| Semis                                           | 0,058 | p   |
| Plantation                                      | 0,000 | ha  |
| Transport au champ par tracteur                 | 0,001 | tkm |
| Laine de roche                                  | 0,009 | kg  |
| Serre (parois et toit en verre)                 | 0,021 | m2a |
| <b>Electricité/chaaleur (serre et stockage)</b> |       |     |
| Chaleur (gaz naturel)                           | 8,839 | MJ  |
| Electricité                                     | 0,209 | kWh |

#### Source

- **Ecoinvent v3 published (Life Cycle Inventories of Agricultural Production Systems) (2007)** : ACV traitant de la production BIO de pommes de terre en Suisse

#### Source

- **Ecoinvent v3 (World Food LCA database (WFLDB)) (2016)** : ACV traitant de la production conventionnelle de tomates aux Pays-Bas
- **He X. et al., 2016** : ACV traitant de la production BIO de tomates en Chine

| PRODUCTION 1KG de CAROTTES             |           |     |
|----------------------------------------|-----------|-----|
| Ressources                             |           |     |
| Fixation CO2 biogénique                | 0,206     | kg  |
| Energie - pouvoir calorifique biomasse | 2,177     | MJ  |
| Occupation du sol                      | 0,176     | m2a |
| Transformation du sol                  | 0,176     | m2  |
| Transformation, to annual crop         | 0,176     | m2  |
| Fertilisation et irrigation            |           |     |
| Fertilisant (P2O2) à partir de compost | 0,001     | kg  |
| Fertilisant (K2O) à partir de compost  | 0,002     | kg  |
| Fertilisant (N) à partir de compost    | 3,387E-05 | kg  |
| Oxide de cuivre                        | 1,826E-05 | kg  |
| Irrigation                             | 0,028     | m3  |
| Machinerie - travail au champ          |           |     |
| Semences                               | 7,384E-05 | kg  |
| Semis                                  | 1,758E-05 | ha  |
| Travail du sol                         | 1,758E-05 | ha  |
| Récolte                                | 1,758E-05 | ha  |
| Transport au champ par tracteur        | 0,002     | tkm |

#### Source

- **Ecoinvent V3 (World Food LCA database (WFLDB)) (2012),**  
ACV traitant de la production conventionnelle de carottes de aux Pays-Bas

ANNEXE 5 : Impact environnemental de la consommation d'un panier de F&L de 1kg vendu chez Färm

**Caractérisation :**

| Catégorie d'impact              | Unité        | PRODUCTION  | DISTRIBUTION | CONSOMMATION | FIN DE VIE   | TOTAL<br>(hors fin de vie) | TOTAL   | Impact des<br>déchets |
|---------------------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|---------|-----------------------|
| Climate change                  | kg CO2 eq    | 0,307064915 | 0,024378242  | 0,162626246  | -0,018086162 | 0,494069403                | 0,47598 | 0,04465               |
| Ozone depletion                 | kg CFC-11 eq | 2,76611E-08 | 6,34545E-09  | 2,71576E-08  | -1,12942E-08 | 6,11642E-08                | 0,00000 | 0,00000               |
| Terrestrial acidification       | kg SO2 eq    | 0,001892121 | 9,09585E-05  | 0,000423999  | -0,000225619 | 0,002407078                | 0,00218 | 0,00012               |
| Freshwater eutrophication       | kg P eq      | 9,31387E-05 | 1,04659E-05  | 2,83377E-05  | -1,78377E-06 | 0,000131942                | 0,00013 | 0,00002               |
| Marine eutrophication           | kg N eq      | 0,002267968 | 8,69591E-06  | 1,72806E-05  | -0,000399823 | 0,002293945                | 0,00189 | -0,00001              |
| Human toxicity                  | kg 1,4-DB eq | 0,103722743 | 0,011520954  | 0,046694016  | 0,000444799  | 0,161937713                | 0,16238 | 0,02163               |
| Photochemical oxidant formation | kg NMVOC     | 0,001036622 | 6,90063E-05  | 0,000438619  | -2,87432E-05 | 0,001544248                | 0,00152 | 0,00017               |
| Particulate matter formation    | kg PM10 eq   | 0,000606098 | 3,93315E-05  | 0,00020182   | -6,62349E-05 | 0,000847249                | 0,00078 | 0,00005               |
| Terrestrial ecotoxicity         | kg 1,4-DB eq | 0,064955448 | 1,58949E-05  | 2,24387E-05  | -5,15855E-05 | 0,064993782                | 0,06494 | 0,01113               |
| Freshwater ecotoxicity          | kg 1,4-DB eq | 0,018399002 | 0,000415344  | 0,007132881  | 0,000252778  | 0,025947227                | 0,02620 | 0,00392               |
| Marine ecotoxicity              | kg 1,4-DB eq | 0,007885456 | 0,000395467  | 0,006209497  | 0,000186224  | 0,014490419                | 0,01468 | 0,00197               |
| Ionising radiation              | kBq U235 eq  | 0,046232713 | 0,026055109  | 0,013106954  | -0,01291797  | 0,085394777                | 0,07248 | -0,00253              |
| Agricultural land occupation    | m2a          | 0,670933882 | 0,062836334  | 0,003084201  | -0,075979071 | 0,736854417                | 0,66088 | 0,04345               |
| Urban land occupation           | m2a          | 0,004735864 | 0,000629152  | 0,003734626  | -0,000900195 | 0,009099643                | 0,00820 | 0,00010               |
| Natural land transformation     | m2           | 0,000100217 | 5,88141E-06  | 5,51152E-05  | -1,18895E-05 | 0,000161213                | 0,00015 | 0,00001               |
| Water depletion                 | m3           | 0,043717271 | 0,000632882  | 0,000615146  | -0,000790565 | 0,044965299                | 0,04417 | 0,00680               |
| Metal depletion                 | kg Fe eq     | 0,025155213 | 0,00199569   | 0,014314212  | -0,001742258 | 0,041465116                | 0,03972 | 0,00361               |
| Fossil depletion                | kg oil eq    | 0,081169839 | 0,007726703  | 0,053999938  | -0,008088841 | 0,14289648                 | 0,13481 | 0,00886               |

**Normalisation :**

| Catégorie d'impact              | PRODUCTION  | DISTRIBUTION | CONSOMMATION | FIN DE VIE   | TOTAL    |
|---------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|
| Terrestrial ecotoxicity         | 0,007859609 | 1,92329E-06  | 2,71509E-06  | -6,24184E-06 | 7,86E-03 |
| Freshwater ecotoxicity          | 0,001672469 | 3,77548E-05  | 0,000648379  | 2,29775E-05  | 2,38E-03 |
| Marine ecotoxicity              | 0,000906827 | 4,54787E-05  | 0,000714092  | 2,14158E-05  | 1,69E-03 |
| Natural land transformation     | 0,000620342 | 3,64059E-05  | 0,000341163  | -7,35963E-05 | 9,24E-04 |
| Freshwater eutrophication       | 0,000224464 | 2,52227E-05  | 6,82937E-05  | -4,29889E-06 | 3,14E-04 |
| Human toxicity                  | 0,000164919 | 1,83183E-05  | 7,42435E-05  | 7,0723E-07   | 2,58E-04 |
| Marine eutrophication           | 0,000224075 | 8,59156E-07  | 1,70732E-06  | -3,95025E-05 | 1,87E-04 |
| Agricultural land occupation    | 0,000148276 | 1,38868E-05  | 6,81608E-07  | -1,67914E-05 | 1,46E-04 |
| Fossil depletion                | 5,21922E-05 | 4,96827E-06  | 3,4722E-05   | -5,20112E-06 | 8,67E-05 |
| Terrestrial acidification       | 5,50607E-05 | 2,64689E-06  | 1,23384E-05  | -6,56552E-06 | 6,35E-05 |
| Metal depletion                 | 3,52173E-05 | 2,79397E-06  | 2,00399E-05  | -2,43916E-06 | 5,56E-05 |
| Particulate matter formation    | 4,06691E-05 | 2,63914E-06  | 1,35421E-05  | -4,44436E-06 | 5,24E-05 |
| Climate change                  | 2,73902E-05 | 2,17454E-06  | 1,45063E-05  | -1,61329E-06 | 4,25E-05 |
| Photochemical oxidant formation | 1,82446E-05 | 1,21451E-06  | 7,7197E-06   | -5,05881E-07 | 2,67E-05 |
| Urban land occupation           | 1,16502E-05 | 1,54771E-06  | 9,18718E-06  | -2,21448E-06 | 2,02E-05 |
| Ionising radiation              | 7,39723E-06 | 4,16882E-06  | 2,09711E-06  | -2,06688E-06 | 1,16E-05 |
| Ozone depletion                 | 1,25582E-06 | 2,88083E-07  | 1,23296E-06  | -5,12756E-07 | 2,26E-06 |
| Water depletion                 | 0           | 0            | 0            | 0            | 0,00     |