

Évaluation des impacts environnementaux des productions agricoles de la Biovallée (Drôme, 26) par Analyse de Cycle de Vie (ACV)

Victoire Barillet

▶ **To cite this version:**

Victoire Barillet. Évaluation des impacts environnementaux des productions agricoles de la Biovallée (Drôme, 26) par Analyse de Cycle de Vie (ACV). Sciences du Vivant [q-bio]. 2018. dumas-01952318

HAL Id: dumas-01952318

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01952318

Submitted on 12 Dec 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AGROCAMPUS OUEST ☐ CFR Angers ☑ CFR Rennes	UNIVERSITÉ DE RENNES 1 AGRO CAMPUS OUEST
Année universitaire : 2017-2018 Master Biologie, Agrosciences Parcours Amélioration, Production, Valorisation du végétal Option : Fonctionnement et Gestion des Agrosystèmes	**Rapport de stage** ☑ d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage ☐ de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage ☐ d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

Evaluation des impacts environnementaux des productions agricoles de la Biovallée (Drôme, 26) par Analyse de Cycle de Vie (ACV)

Par : Victoire BARILLET

Soutenu à Rennes, le 28 juin 2018	
Devant le jury composé de : Présidente : Safya Menasseri Maître de stage : Olivier Godinot Enseignant référent : Mathieu Carof	Autres membres du jury : Aurélie Wilfart
Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celles d'AGROCAMPUS OUEST et l'université de Rennes 1	

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation « Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France » disponible en ligne http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr

Remerciements

Beaucoup de personnes m'ont permis de réaliser ce travail qui marque la fin de mes études !
Je remercie tout d'abord mon maître de stage, Olivier Godinot, pour son aide et soutien précieux ! Je remercie également tous les agriculteurs-trices qui ont accepté de me livrer un peu de leur précieux temps. Je suis également reconnaissante à l'équipe de la CCVD, à Eurre, pour leur accueil et l'aide qu'ils m'ont apporté. Merci à Hugh et Elise ! Petite pensée pour les stagiaires que j'ai rencontré en Biovallée et qui ont rendu mon séjour encore plus agréable !
Je suis également reconnaissante à l'équipe MEANS pour l'aide inestimable qu'ils m'ont fourni : Merci Julie, Victor et Joël.
Merci aussi, aux partenaires du projet BOAT pour les données et conseils qu'ils m'ont apporté.

Je tiens à saluer mes camarades de bureau et de stage pour leur folie et leur patience quand je décrêtais la minute du n'importe quoi après trop de concentration !!
J'adresse une pensée à mes maitres de stage précédents qui m'ont permi d'arriver jusqu'ici. Je remercie également ma famille pour l'aide qu'ils ont pu m'apporter.

Liste des annexes

ANNEXE 1 : Questionnaire spécifique à l'analyse de cycle de vie pour la filière grande culture

ANNEXE 2 : Questionnaire Commun aux partenaires du projet BOAT

ANNEXE 3 : Tableau des processus utilisés pour les analyses de cycle de vie (ACV) et leur origine de données correspondantes.

ANNEXE 4 : Tableau d'assemblage des productions agricoles de la Biovallée (26) avec leurs surfaces et nombre de tête correspondant.

ANNEXE 5 : Comparaison des impacts, à l'hectare, des modes de productions des quatres cultures les plus impactantes de la Biovallée (26).

ANNEXE 6 : Tableau des résultats d'impacts des grandes cultures principalement étudiée, par kg

ANNEXE 7 : Tableau des résultats d'impacts des grandes cultures principalement étudiée, par hectare

Liste des illustrations

Tableau 1: Informations collectées à propos du territoire et leurs sources
Tableau 2 : Catégories d'impacts utilisées dans l'étude et leurs méthodes associées.
Tableau 3 : Impacts de la production agricole globale du territoire par catégories d'impacts (Méthode Ecoalim (CML, GWP100a, ILCD)- mid point), à l'hectare
Tableau 4 : Rendements (q/ha) et surfaces dans la Biovallée (Drôme, 26) des cultures étudiées en conduite conventionnelle et biologique.
Tableau 5 : Comparaison des impacts des productions avicoles, par kg.
Tableau 6: Comparaison des impacts entre le mode de production fourrager et pastoral, par kg
Tableau 7 : Pedigree matrix issue de Weigema and Wesnaes, 1996)
Tableau 8 : Essai d'évaluation de la qualité des données recueillies en enquête par la méthode pedigree matrix, hors données proxy.

Figure 1 : Etapes de l'analyse de cycle de vie selon ISO, 2006
Figure 2 : Carte IGN de la Biovallée, centre Drôme (26)
Figure 3 : Répartition des principales productions agricoles de la Biovallée (Drôme, 26) en 2009
Figure 4 : Résumé des étapes de déroulement du stage et de la méthodologie employée
Figure 5 : Schéma des structures des filières animales et des typologies d'exploitation dégagées *à priori* dans la Biovallée, Drôme (26).
Figure 6 : Schéma des structures des filières végétales et des typologies d'exploitation dégagées à *priori* dans la Biovallée, Drôme (26).
Figure 7 : Catégorie d'informations collectées pour les analyses de cycle de vie
Figure 8 : Proportion des impacts portés par les productions du territoire de la Biovallée (Drôme, 26) par catégorie d'impact, à l'hectare
Figure 9 : Proportion des impacts portés par les cultures de la Biovallée (Drôme, 26), à l'hectare
Figure 10 : Comparaison culture par culture des impacts des modes de production de la Biovallée (Drôme, 26), par kg
Figure 11 : Contribution des processus de production au potentiel de réchauffement climatique des cultures, à l'hectare. Les valeurs représentent des pourcentages.
Figure 12 : Proportion des impacts portés par les différentes productions avicoles, au sein de la filière avicole du territoire de la Biovallée (26), par kg.
Figure 13 : Contribution de processus de production avicole à la consommation d'énergies non renouvelables (CED), par kg.
Figure 14 : Proportion des impacts portés par les systèmes fourragers et pastoraux dans la filière ovin viande, par kg.
Figure 15 : Contribution des processus de productions d'ovin viande fourrager à l'eutrophisation, l'acidification et l'utilisation des terres, par kg.

Liste des abréviations

ACV : Analyse de Cycle de Vie

CCVD : Communauté de Communes du Val de Drôme

CED : Cumulative Energy Demand

GWP : Global Warming Potential

HA : Hectare

ICV : Inventaire du Cycle de Vie

ISO : International Organization for Standardisation

KG : Kilogramme

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

Proxy : Donnée approchée

SAU : Surface Agricole Utile

SETAC : Society of Environmental Toxicology and Chemistry

WRD : Water Resource Depletion

Introduction 2
1) Contexte général 2
2) Contexte du stage 2
a) Le projet BOAT 2
b) L'agriculture en Biovallée 2
c) Problématiques environnementales en Biovallée 3
d) Analyser les impacts des principales productions de la Biovallée 4
3) Méthodologie de l'analyse de cycle de vie 4
a) Définition des objectifs et du champ d'étude 5
b) L'inventaire du cycle de vie (ICV) 5
c) Evaluation de l'impact du cycle de vie 6
d) Interprétation du cycle de vie 6
e) Incertitudes en ACV 6
4) Problématiques et Stratégie 7
Matériels et Méthodes 8
1) Typologie à priori des exploitations et enquêtes de terrain 8
a) Bases de données utilisées 8
b) Typologie des exploitations 8
c) Construction des enquêtes 9
d) Terrain : Collecte des données 9
2) Evaluation des impacts environnementaux de l'activité agricole de la Biovallée 9
a) Du système de production à la production agricole du territoire 10
b) Objectif et champ d'étude de l'ACV 10
c) Inventaire du cycle de vie 12
Résultats 12
1) Description des impacts à l'hectare de la production agricole sur le territoire de la Biovallée 12
2) Les grandes cultures, première activité responsable des impacts environnementaux de l'agriculture en Biovallée 13
a) Contribution aux impacts par mode de production et par culture 13
b) Comparaison des modes de production du blé tendre, blé dur, tounesol et maïs 14
3) L'aviculture, seconde activité responsable des impacts sur le territoire 14
a) Contribution aux impacts par type et mode de production 14
b) Identification des processus responsables de la consommation en énergie non renouvelables des différentes productions avicoles 15
4) La filière Ovin viande, troisième activité responsable des impacts sur le territoire 15
a) Contribution aux impacts par mode de production 15
b) Identification des processus responsables de l'eutrophisation, l'acidification et de l'utilisation des terres pour la production fourragère d'ovins viandes 15
Discussion 16
1) Comparaison des résultats avec la littérature 16
2) Quelles catégories d'impacts choisir pour comparer différents mode de production 17
3) Choisir les unités fonctionnelles, un défi méthodologique 18
a) Commentaires sur les choix d'unités fonctionnelles de l'étude 18

b) L'unité fonctionnelle, un parti pris 18
4) Fiabilité des données 19
a) Représentativité des pratiques et productions 19
b) Précisions des informations obtenues lors des enquêtes 20
c) Constitution des ICV sous MEANS. 21
d) Données pour l'agrégation des productions 21
e) Analyse d'incertitude 22
5) Perspectives adressées à l'ACV territoriale 22
Conclusion 23
Bibliographie 24
Sitographie 26

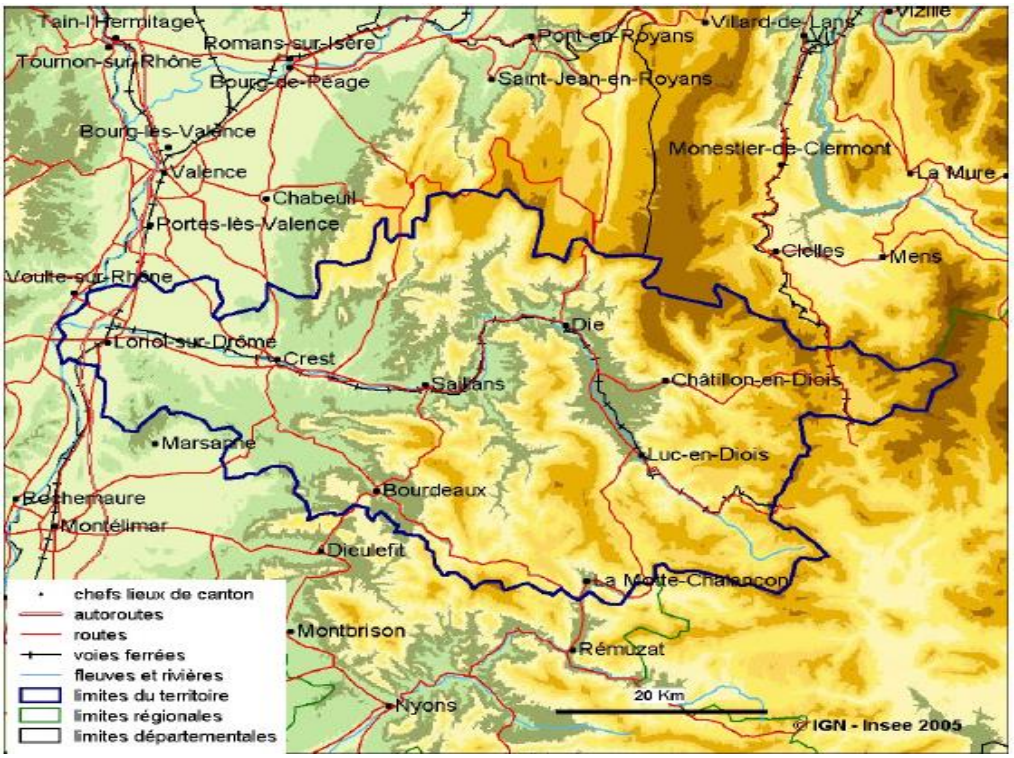


Figure 1 : Carte IGN de la Biovallée, centre Drôme (26)

INTRODUCTION

1) Contexte général

L'agriculture contemporaine est responsable d'une part importante des dégradations environnementales et de la consommation de ressources non renouvelables de l'humanité : eutrophisation, acidification, changement climatique, utilisation d'énergie, d'eau et de terres, etc. (Foley et al., 2011) . A titre d'exemple, l'agriculture est la seconde source d'émission de GES (17,2%) (Gaz à Effet de Serre) en France (Baude et al., 2017). C'est également l'activité qui utilise le plus de terres et la principale source d'utilisation d'eau (deux tiers de la consommation sont alloués à l'agriculture) (FAO, 2014). Les impacts environnementaux de l'agriculture peuvent s'exprimer à différentes échelles (mondiales, nationales, régionales). De plus en plus, ces problématiques environnementales sont des composantes importantes des projets de développement territoriaux.

2) Contexte du stage

a) Le projet BOAT

Ce stage est intégré dans le projet BOAT (Biomasse d'Origine Agricole dans les Territoires) financé par l'ADEME dans le cadre de l'appel à projet Graine. Ce projet est porté par AgroParisTech et rassemble l'Université Technologique de Troyes, IRSTEA Grenoble, L'Université de Grenoble, Agrocampus Ouest, Lasalle Beauvais et L'Université Paris Diderot. Il a pour objectif d'étudier la production, la gestion et la valorisation de l'ensemble des biomasses agricoles (produits agricoles, co-produits, déchets) dans les territoires de l'Aube et de la Biovallée dans la Drôme (26). A terme, il vise à produire des scénarii de développement territorial, liés à la gestion et valorisation de la biomasse agricole, dont les implications pour les acteurs des filières seront débattues avec ces derniers. Dans ce contexte, Agrocampus Ouest, au travers d'Olivier Godinot, a la charge d'effectuer la caractérisation des empreintes environnementales des différentes filières des territoires étudiés, par la méthode de l'analyse de cycle de vie (ACV).

b) L'agriculture en Biovallée

La Biovallée est un territoire (figure 1) constitué de 106 communes (Biovallée, 2018) qui se répartissement autour le la rivière Drôme, sur les territoires de la Vallée de la Drôme et du Diois. Ce territoire est né d'un projet porté par la Communauté de Commune du Val de Drôme (CCVD) dont la philosophie est de favoriser la préservation des ressources naturelles et d'encourager les innovations en terme de développement durable (Biovallée, 2018). En termes topographiques, la zone ouest du territoire est une vallée qui s'emboite dans les massifs de moyennes montagnes, à l'est dans le Diois. Le territoire compte également 40% de surfaces forestières dans la Vallée de la Drôme et 2/3 dans le Diois (INDDIGO, 2011). La Biovallée mèle donc plaines et massifs montagneux couverts par des espaces forestiers importants.
La Surface Agricole Utile (SAU) de la Biovallée est de 52 789 ha, dont 17 768 ha (RA, 2010) sont des surfaces toujours en herbe principalement situées dans le Diois, le plus souvent des

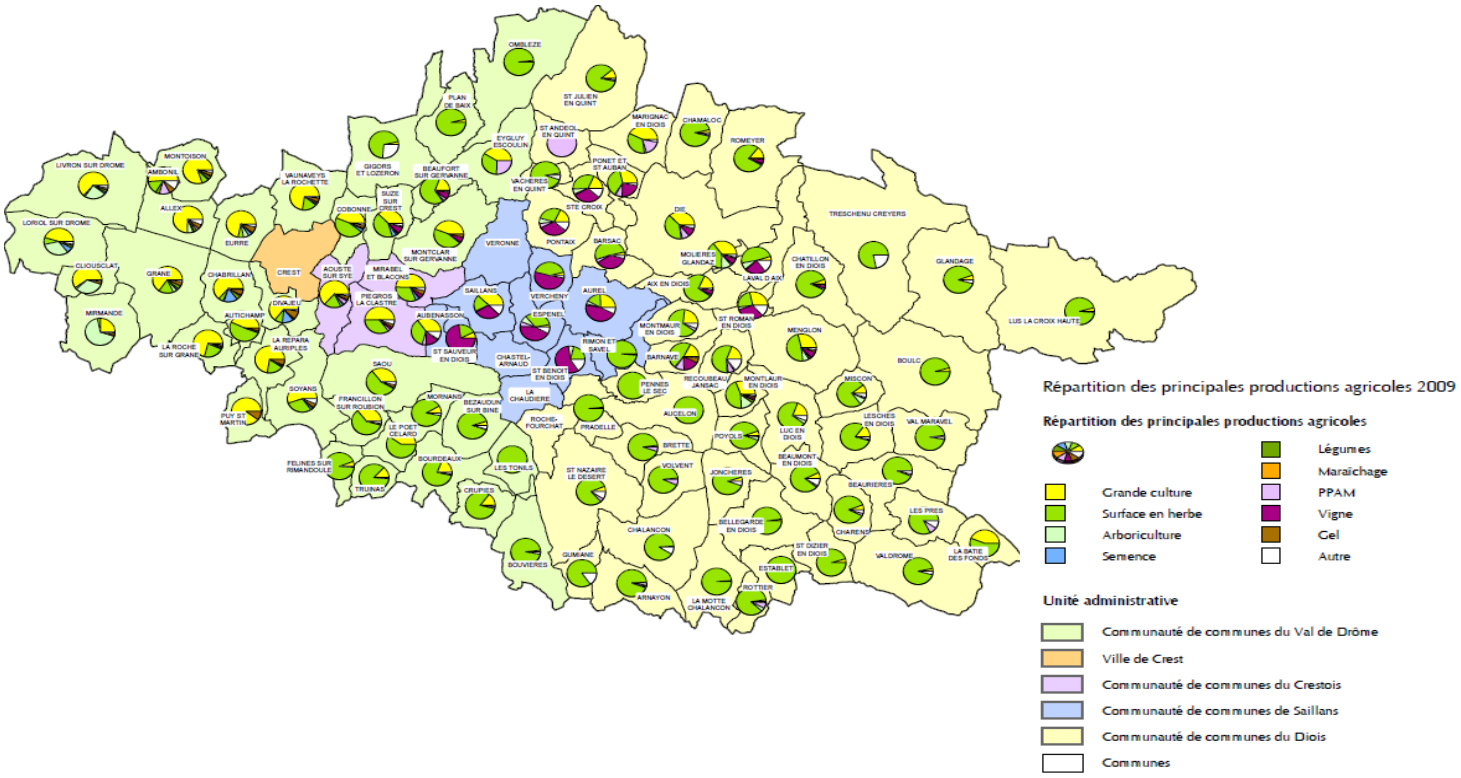


Figure 2 : Répartition des principales productions agricoles de la Biovallée (Drôme, 26) en 2009

estives de moyenne montagne (Figure 2). 1310 exploitations agricoles (RA, 2010) sont présentes sur le territoire. Les systèmes de production biologique marquent fortement la Biovallée, en effet, 16,5% de la SAU est en production biologique (RA, 2010) contre 2,5% en France (INDDIGO, 2011). L'agriculture de cette région est fortement diversifiée et est caractérisée par des productions orientées sur la qualité et à forte valeur ajoutée (INDDIGO, 2011).
Les productions animales sont majoritairement représentées par l'élevage de brebis allaitantes (20% des exploitation), de chèvres laitières (14,9% des exploitations), et de volailles (26% des exploitations) (RA, 2010). La filière ovin viande est structurée en systèmes de production fourrager et pastoral (Maeva antheme, Syndicat Ovin Drôme, communication personnelle, avril 2018) dont le rôle dans la gestion des espaces est important pour les paysages Drômois (Tourreng, 2015; Pascale, 2017). La filière caprine est composée d'exploitation laitières et fromagères dont la majorité produisent du fromage de chèvre AOP Picodon ou ont des pratiques similaires (Chambre d'Agriculture Drôme, 2010). Enfin, la filière avicole produit entre autres des poulets de chair standards, et sous signes officiels de qualité Label Rouge et/ou biologiques ainsi que des œufs en système biologique ou plein air. Il n'y a pas de production d'œuf « cage » en Biovallée (Responsable pondeuse à Val Soleil, communication personnelle, avril 2018).
Les principales productions végétales sont constituées par les grandes cultures (11 700 ha de SAU ; RA, 2010), la viticulture (environ 1700 ha ; RA, 2010) et l'arboriculture (environ 1700 ha ; RA, 2010). En grandes cultures, les cultures dont les surfaces sont les plus importantes sur le territoire (supérieures à 400 ha) sont le blé tendre, le blé dur, le maïs, le soja, le tournesol, l'orge (RPG, 2014). En viticulture, au moins 90% des surfaces sont en AOC Clairette de Die (RA, 2010) et environ 30% des surfaces sont en système biologique (RPG, 2015). En arboriculture, la filière se structure majoritairement sur la produciton d'abricots, de pêches et de noix (RA, 2010).

La Biovallée est un territoire unique en France de par sa diversité de production et l'importance des systèmes biologiques. Dans le cadre du projet BOAT, c'est un object d'étude intéressant à comparer à l'Aube dont les productions agricoles sont plus intensives.

c) Problématiques environnementales en Biovallée

Les impacts environnementaux de l'agriculture sont dépendants de la quantité de substances émises, de leurs propriétés, des caractéristiques de la source émettrice et de l'environnement récepteur. Ainsi, les différences de sensibilité d'un environnement peuvent avoir une plus forte influence sur les impacts que les différences des propriétés inhérentes aux substances émises (Finnveden et al., 2009). Il est donc important d'identifier les problématiques spécifiques de la Biovallée.
L'eau est un enjeu majeur sur ce territoire puisque l'irrégularité des précipitations et les années récentes de sécheresse ont soulevé le problème de sa disponibilité pour les activités du territoire, dont l'agriculture (Conseil Général de la Drôme, 2009). A ce titre, il est important de considérer l'impact de l'agriculture sur les ressources en eau en Biovallée. Les émissions par les activités agricoles, de pesticides, de nitrates et de phosphore affectent la qualité de l'eau (Piveteau and Morel, 1998). Or en Biovallée, au sud de la rivière Drôme, les concentrations en nitrates dépassaient 50 mg/l et l'état chimique était jugée médiocre dans les eaux souterraines en 2013 (Observatoire de l'eau, Département de la Drôme, 2013). Egalement, une partie des communes de la Biovallée sont classées en zone vulnérable à la pollution par les nitrates d'origine agricole (Auvergne-Rhône-Alpes, 2017). Il semble alors justifié de s'intéresser aux émissions de substances impliquées entre autres dans

l'eutrophisation des eaux sur le territoire. Finalement, la Drôme a perdu 11% de sa SAU entre 2000 et 2010 (Direction Régionale de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Forêt, 2011). L'utilisation des terres par les activités agricoles peut donc être intéressante à étudier.

d) Analyser les impacts des principales productions de la Biovallée

Dans des contextes d'évaluation d'impacts environnementaux sur un territoire, l'approche produit de la méthode ACV classique limite l'analyse des impacts à une échelle réduite et ne permet pas de fournir des analyses et des recommandations environnementales adaptées aux spécificités territoiriales (Guinée et al., 2011). A ce jour, il n'y a pas de méthodologie standardisée de l'ACV territoriale et le nombre de publication à ce sujet est encore restreint.

L'utilisation de l'ACV classique pour une évaluation environnementale d'un territoire impliquerait une procédure très complexe. Dans ce contexte, plusieurs barrières méthodologiques ont été identifiées, aux étapes classiques de l'ACV (développée plus bas) (Loiseau et al., 2013). Le caractère multifonctionnel d'un territoire, ou ici d'une activité du territoire (Van Huylenbroeck et al., 2007) peut rendre l'étape de définition de l'unité fonctionnelle problématique car elle peut être source d'erreurs lorsque l'on considère plusieurs types de fonctions du territoire. Dans le cas de la Biovallée, la problématique se situe sur les fonctions à attribuer à l'agriculture du territoire (économique, préservation des espaces, production d'aliments …).
La sélection des frontières du système est également problématique. Loiseau et al. (2013 ; 2014) avancent que l'enjeu territorial est de savoir comment répartir les responsabilités des impacts environnementaux à différentes échelles (locales, régionales et mondiales). En effet, un territoire peut être considéré responsable des productions sur son sol, des activités de consommation ou des deux (*responsabilité totale*). Prendre le parti de baser son approche méthodologique sur une responsabilité territoriale totale, s'accompagne d'un risque de double comptage des impacts des activités lorsque la production et la consommation ont lieu sur le même territoire (Loiseau et al., 2013; Loiseau et al., 2014). Ce dilemme méthodologique correspond, dans le cas de la Biovallée, à la prise en compte de la production des céréales sur le territoire et d'une importation des céréales consommées pour l'alimentation animale, alors qu'une partie des céréales produites en Biovallée est probablement consommée dans le territoire.
La collecte des données est également une barrière méthodologique dans l'ACV territoriale selon Loiseau (2014). Il s'agit en effet d'obtenir des informations en quantité et qualité suffisantes pour réussir à approcher les impacts générés sur le territoire.

3) Méthodologie de l'analyse de cycle de vie

Les problématiques environnementales liées aux activités humaines ont conduit à l'élaboration de plusieurs méthodes d'évaluation des impacts de l'agriculture dont les objectifs et périmètres d'actions diffèrent (Van Der Werf and Petit, 2002). Parmi celles-ci, l'analyse de cycle de vie (ACV) s'est imposée dans les années 1990 comme une méthode efficace de diagnostic des impacts environnementaux potentiels générés par une activité ou un produit. C'est sur la base d'une collaboration entre l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), le Société de Toxicologie Environnementale et Chimie (SETAC), et le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) qu'a émergé la méthodologie ACV, d'abord utilisée pour l'évaluation environnementale des activités industrielles puis ensuite pour les produits agricoles.

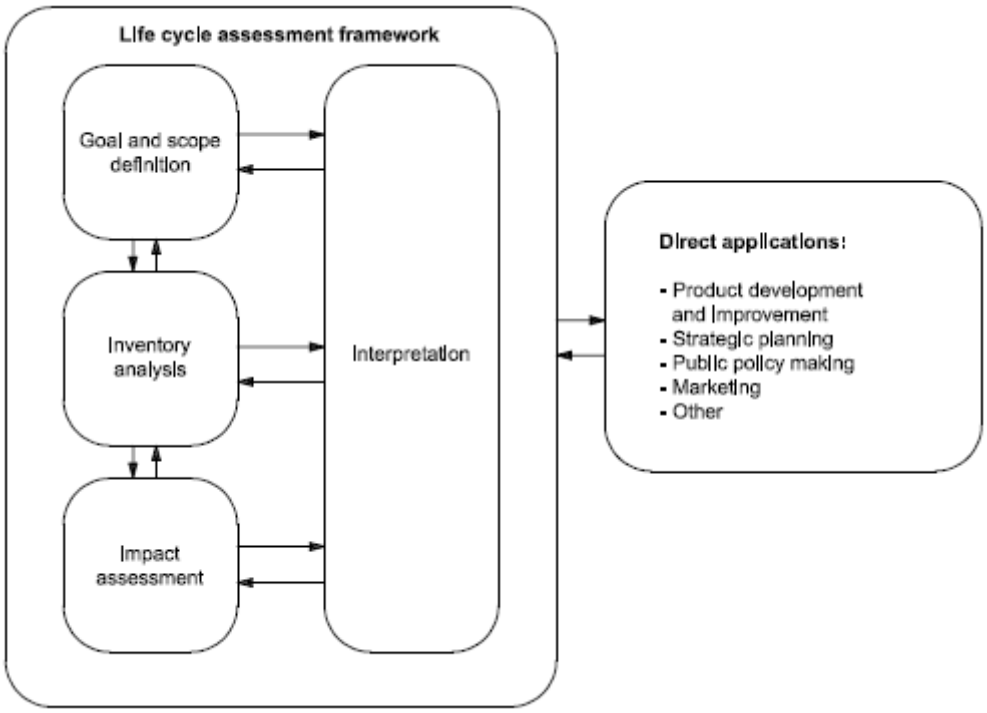


Figure 3 : Etapes de l'analyse de cycle de vie selon ISO, 2006

L'ACV est une méthode d'identification et d'évaluation des impacts environnementaux associés au cycle de vie d'un service ou produit (du berceau à la tombe ou du berceau au berceau pour l'aspect recyclage) (Weitz et al., 1999). C'est une méthode standardisée dont les principes et le cadre conceptuel sont présentés dans « Environmental management, Life cycle assessment : Pinciples and framework » et « Environmental management, Life cycle assessment : Requirements and guidelines » (ISO, 2006).

L'ACV comporte 4 étapes (figure 3), (ISO, 2006) :

1. La définition de l'objectif et du champ d'étude
2. L'inventaire du cycle de vie (ICV)
3. L'évaluation de l'impact du cycle de vie (LCIA)
4. L'interprétation du cycle de vie

a) Définition des objectifs et du champ d'étude

D'après le rapport final du SETAC nord américain sur l'uniformisation de l'ACV (Weitz et al., 1999), la définition de l'objectif d'une ACV doit présenter un but et permettre d'identifier les décisions et applications qui découleront des résultats de l'étude. Cette phase doit présenter les raisons de l'existence de cette étude ainsi que l'audience visée. Ces pré-requis conditionnent la réussite de l'étude puisqu'elle est menée à partir des déclarations émises lors de cette phase (Roy et al., 2009).
L'objectif permet de définir le champ d'étude. Ce dernier doit être suffisamment détaillé pour assurer que l'*ampleur*, la *profondeur* et le *détail* de l'étude sont compatibles avec son objectif (Weitz et al., 1999).
Le champ d'étude comprend un certain nombre d'éléments (ISO, 2006), principalement les limites du système, l'échelle et l'unité fonctionnelle (van der Werf et al., 2011). Les limites du système comprennent toutes les opérations contribuant au cycle de vie du produit, de la matière première à la transformation puis à la fin de vie. Cette règle est néanmoins différente pour les ACV agricoles où la plupart du temps le système s'arrête aux portes de la ferme (de Vries and de Boer, 2010). L'unité fonctionnelle représente la fonction étudiée, elle fournit une unité de référence (kg de produit ou surface agricole utilisée par exemple) à laquelle les données de l'inventaire sont rapportées (Roy et *al.,* 2009). Son choix dépend du but de l'étude et des impacts environnementaux considérés et les résultats de l'ACV sont susceptibles de varier en fonction de l'unité fonctionnelle choisie (Haas et *al*., 2000).

b) L'inventaire du cycle de vie (ICV)

Cette étape permet de quantifier les ressources nécessaires à la production de l'objet d'étude et ses émissions de polluants à chaque étape de son cycle de vie. Chaque donnée présente des caractéristiques spatiotemporelles (lieu et moment d'émission) perdues lorsque les informations sont agrégées et rapportées à l'unité fonctionnelle (Van der Werf *et al*., 2011). Cette étape est chronophage notamment à cause de la collecte des données et de leur disponibilité (Roy et *al.*, 2008). En effet, la collecte de données quantitatives peut être difficile lorsqu'un système a plusieurs lignes de production, il sera fastidieux de déterminer à quel produit les émissions et consommations d'énergies sont allouées. Par ailleurs, même lorsque ces données existent, les entreprises ou autres structures peuvent être réticentes à les fournir pour des raisons concurrentielles ou de temps disponible. Lorsque les données quantitatives ne sont pas disponibles, elles peuvent être substituées par des données de produits similaires

ou des informations qualitatives peuvent les remplacer.

c) *Evaluation de l'impact du cycle de vie*

L'évaluation de l'impact du cycle de vie consiste à comprendre et évaluer l'importance des impacts environnementaux associés aux ressources et émissions répertoriées dans l'inventaire. Les impacts environnementaux causés par les émissions dépendent de la quantité de substance émise, ses propriétés, les caractéristiques de la source d'émission et la sensibilité de l'environnement cible. Il peut y avoir des disparités spatiales des émissions et sensibilité de la cible ce qui influence fortement les impacts. Prendre en compte ces disparités complexifie la démarche ACV au vue de la quantité d'informations nécessaire (Finnveden et *al.*, 2009).

En général, l'évaluation de l'impact du cycle de vie passe par trois étapes obligatoires : la sélection des catégories d'impact, la classification et la caractérisation (ISO, 2006). Les catégories d'impacts sont sélectionnées et en lien avec les questions environnementales traitées par l'étude. La classification permet d'agréger les données d'inventaires dans les catégories d'impacts (Jolliet et *al.*, 2017). Pour chaque catégorie, un indicateur est défini et un modèle de caractérisation permet *« d'établir une relation quantitative entre les données d'inventaire et l'indicateur, au travers de facteurs de caractérisation »* (Van der Werf et *al*., 2011). La caractérisation permet ainsi de comparer directement les résultats de l'inventaire avec chaque catégorie.

La normalisation, le regroupement et la pondération sont des étapes facultatives (Finnveden et *al.*, 2009). La normalisation exprime les impacts potentiels en valeurs de références de manière à être comparables (par exemple, comparer l'impact du CO2 et/ou du méthane sur le changement climatique). La phase de regroupement et de pondération des catégories d'impacts consistent à refléter l'importance relative qu'on souhaite leur accorder dans l'étude. Il n'y a pas de méthode objective pour la pondération (Finnveden et *al*., 2009). Cette opération n'est pas autorisée dans les ACV destinées au public (ISO, 2006).

d) *Interprétation du cycle de vie*

Le but de l'ACV est de tirer des conclusions permettant de dégager des recommandations, adressées aux bénéficiaires de l'étude, en accord avec l'objectif et le champ d'étude de l'ACV. Cette phase consiste à évaluer la valeur de l'ensemble des résulats (inventaire et impact du cycle de vie) en accord avec les fondements de l'étude (Roy et *a*l., 2009; van der Werf et *al*., 2011).
Afin de produire une évaluation environnementale de qualité, Van der Werf et *al.* (2011) recommandent que la méthode, premièrement, prenne en compte „*une gamme d'objectifs environnementaux*“ suffisamment large pour couvrir les impacts régionaux et globaux. Deuxièmement, les indicateurs doivent préférentiellement être basés sur les impacts environnementaux (effets) plutôt que sur les pratiques (moyens). Les liens avec les objectifs sont plus directs et il sera possible d'agir sur le choix des pratiques. Troisièmement, les indicateurs devraient permettre d'exprimer les impacts en unité de surface et en unité de produit ce qui permet d'évaluer les systèmes agricoles à la fois comme des modes d'occupation du territoire et comme des systèmes de production.

e) *Incertitudes en ACV*

Les incertitudes en ACV sont généralement grandes. Ces dernières peuvent déformer la réalité

que l'ACV tente de représenter. Les décisions prises sur la base des recommandations de l'ACV peuvent en pâtir. De nombreuses méthodes statistiques existent mais outre des recommandations, il ne semble pas y avoir de méthode standardisée pour l'analyse d'incertitude (Finnveden et *al.*, 2009). L'incertitude peut être définie comme l'écart entre les mesures et les calculs de quantité et la vraie valeur de cette quantité. Les éléments d'entrée (sources) d'une ACV, c'est à dire les données, les choix (limites systèmes, principes d'allocations …) ou les relations entre variables peuvent être incertains de différentes manières. Les données peuvent présenter de la variabilité, être erronées, non spécifiques, incomplètes, de même les choix peuvent être incohérents avec les objectifs et le champ d'étude, ou encore les relations peuvent être fausses ou incomplètes (Finnveden et *al*., 2009).
Les incertitudes peuvent être réduites en augmentant la précision des mesures, du modèle et des choix de collecte de données représentant mieux le système (Chen and Corson, 2014).La plupart des ACV s'intéressant aux incertitudes utilisent la distribution de probabilités pour représenter l'incertitude dans les données d'inventaire, et la simulation de Monte-Carlo pour la propager dans le modèle d'ACV afin d'estimer l'incertitude des impacts potentiels. Avec la simulation de Monte-Carlo, les impacts prédits peuvent être exprimés comme intervalle de probabilité au lieu d'une seule valeur ce qui fournit une information plus complète sur l'amplitude de l'incertitude des prédictions. (Chen and Corson, 2014 ; Finnveden et *al*., 2009). Une autre méthode d'évaluation qualitative de l'incertitude des données est la pedigree matrix (Weidema and Wesnæs, 1996). Elle permet de fournir une indication semi-quantitative de la fiabilité des données (évaluation de la méthode d'échantillonnage), de leur complétude et de leur corrélation temporelle, géographique et technologique. L'objectif de cette méthode est d'évaluer la stratégie de collecte et la fiabilité des résultats. Cela permet à terme de proposer des pistes améliorations des données utilisées dans une ACV (Weidema and Wesnæs, 1996).

4) Problématiques et Stratégie

Les barrières méthodologiques identifiées dans la littérature permettent de formuler la problématique suivante :

Comment évaluer et quels sont les impacts environnementaux générés par des productions agricoles diversifiées sur un territoire, la Biovallée (26) ?

Pour répondre à cette problématique, la stratégie suivante a été définie :

- Caractériser les principales filières agricoles de la Biovallée
- Identifier les types d'exploitations représentatives sur le territoire
- Enquêter ces exploitations
- Appliquer la méthodologie d'analyse de cycle de vie à l'échelle du territoire
- Identifier les lacunes méthodologiques et les manques de données

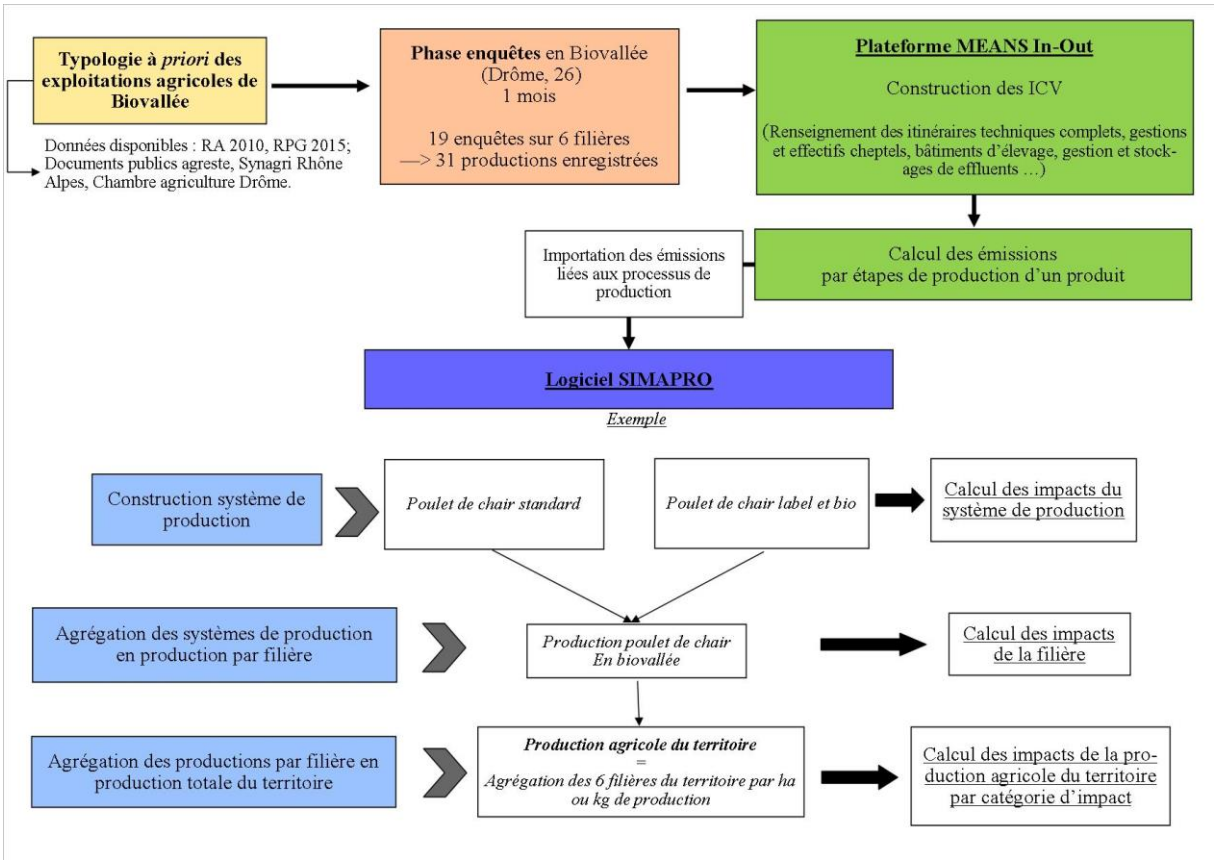


Figure 4 : Résumé des étapes de déroulement du stage et de la méthodologie employée

Tableau 1: Informations collectées à propos du territoire et leurs sources

Caractérisation agriculture territoire	Sources des données
Surfaces du territoire et des productions. Nombres d'exploitations	Recensement Agricole (RA) 2010 (Données cantonales et Communales), Registre Parcellaire Graphique (PRG) 2014
Filières majoritaires (Surfaces et nombres d'exploitations)	RA 2010, RPG 2015
Structures de filières	RA 2010, Agence Bio, Enquêtes réalisées par partenaire projet auprès responsables et techniciens filières (2017)
Modes de production des exploitations	Documents publics Chambre agriculture Drôme, RA 2010, Agence Bio
Caractéristiques des exploitations	Enquêtes réalisées par partenaire auprès des responsables et techniciens filières (2017), RA 2010.

MATERIELS ET METHODES

La méthodologie suivie comporte 4 étapes, résumées par les 4 couleurs différentes dans la figure 4. J'ai élaboré une typologie à priori des exploitations agricoles du territoire de la Biovallée afin d'identifier les exploitations à enquêter par filière. Suite à la phase d'enquête, j'ai généré les inventaires du cycle de vie (ICV) à partir des données recueillies. Ces ICV m'ont permis de construire les systèmes de production puis les filières et la production agricole du territoire sous le logiciel Simapro. Ces opérations m'ont permis de calculer les impacts de l'activité agricole du territoire de la Biovallée. La méthodologie est décrite plus précisement ci-après.

1) Typologie à priori des exploitations et enquêtes de terrain

Le temps disponible pour collecter les données techniques nécessaires à la réalisation des ACV est restreint à 1 mois d'enquête. Le choix des exploitations à enquêter est donc important pour que les systèmes de production et les pratiques associées représentent au mieux celles de l'ensemble du territoire.
Après analyse des données du territoire et discussion avec le comité de pilotage du projet, les productions majoritaires du territoire sont regroupées en 6 filières principales ; l'aviculture, les ovins viandes, les caprins laitiers, les grandes cultures, l'arboriculture et la viticulture

a) Bases de données utilisées

La description de l'agriculture en Biovallée a été effectuée grâce à des données publiques obtenues sur internet, des cartes et données fournies par les partenaires du projet. La Biovallée n'est pas un territoire administratif au même titre qu'un département. Les données exclusivement dédiées à ses 106 communes sont donc restreintes. Les données cantonales et/communales du recensement agricole (RA) 2010 et les registres parcellaires graphiques (RPG) 2015 ont été utilisées (tableau 1). Des documents publics sur la Drôme voire sur la région Rhône Alpes ont été exploités lorsqu'aucune donnée plus précise n'était disponible.

b) Typologie des exploitations

L'ensemble de données publiques collectées a permis de dégager des typologies à *priori* des exploitations de la Biovallée. Les filières ont été décrites selon leur mode de production majoritaires (biologique, conventionel) ou leur production.
Dans la filière grandes cultures, ce sont le blé tendre, le blé dur, le maïs, le soja, le tournesol, l'orge qui sont recherchées pour les enquêtes.
Cette phase de recherche a aboutit à 19 types d'exploitations agricoles différents répartis sur les six filières majoritaires du territoire. La typologie initiale a été vérifiée puis modifiée après une ré-évaluation du temps disponible et des entretiens avec des acteurs du territoire et durant la phase de terrain. Après révision des structures des filières, 15 types sont retenus. Figures 5 et 6, les cases en gris illustrent les types qui ont été retirés de la typologie. En production animale, une conseillère du syndicat ovin de la Drôme et une chargée de mission sur le pastoralisme jugent que la distinction entre le conventionnel et le bio en ovin viande n'est pas nécessaire car les pratiques sont proches. En production végétales, les deux arboriculteurs en

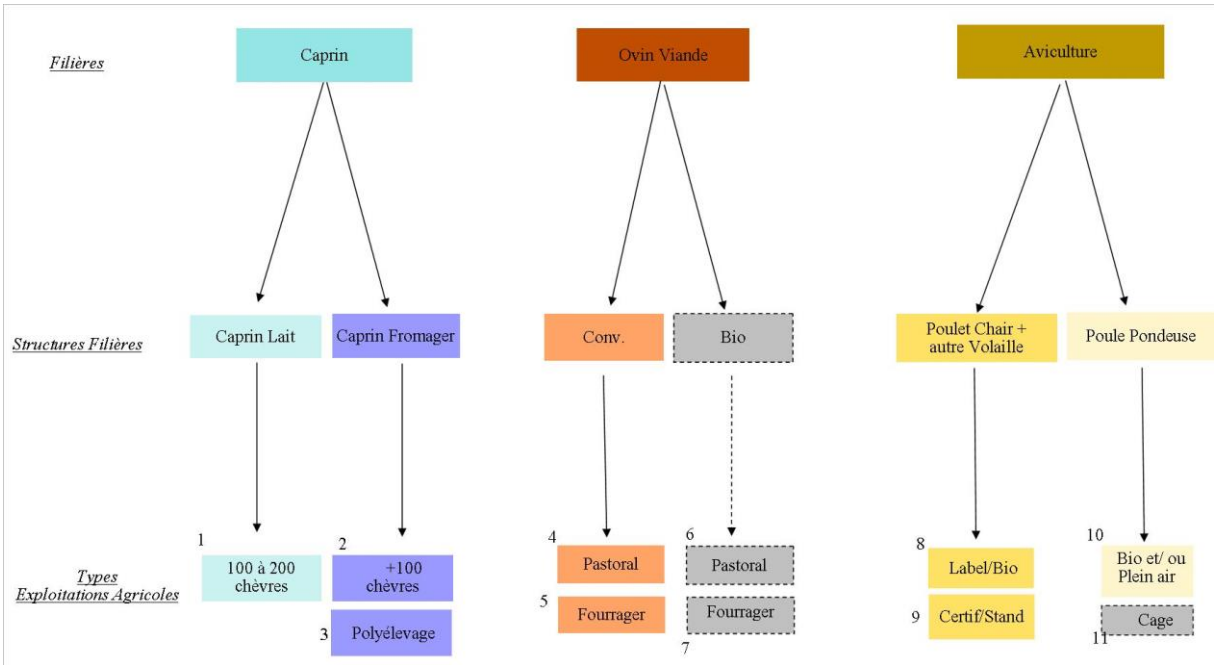


Figure 5 : Schéma des structures des filières animales et des typologies d'exploitation dégagées *à priori* dans la Biovallée, Drôme (26). En gris, les productions et types déclarés erronés par les acteurs du territoire pendant la phase d'enquête.

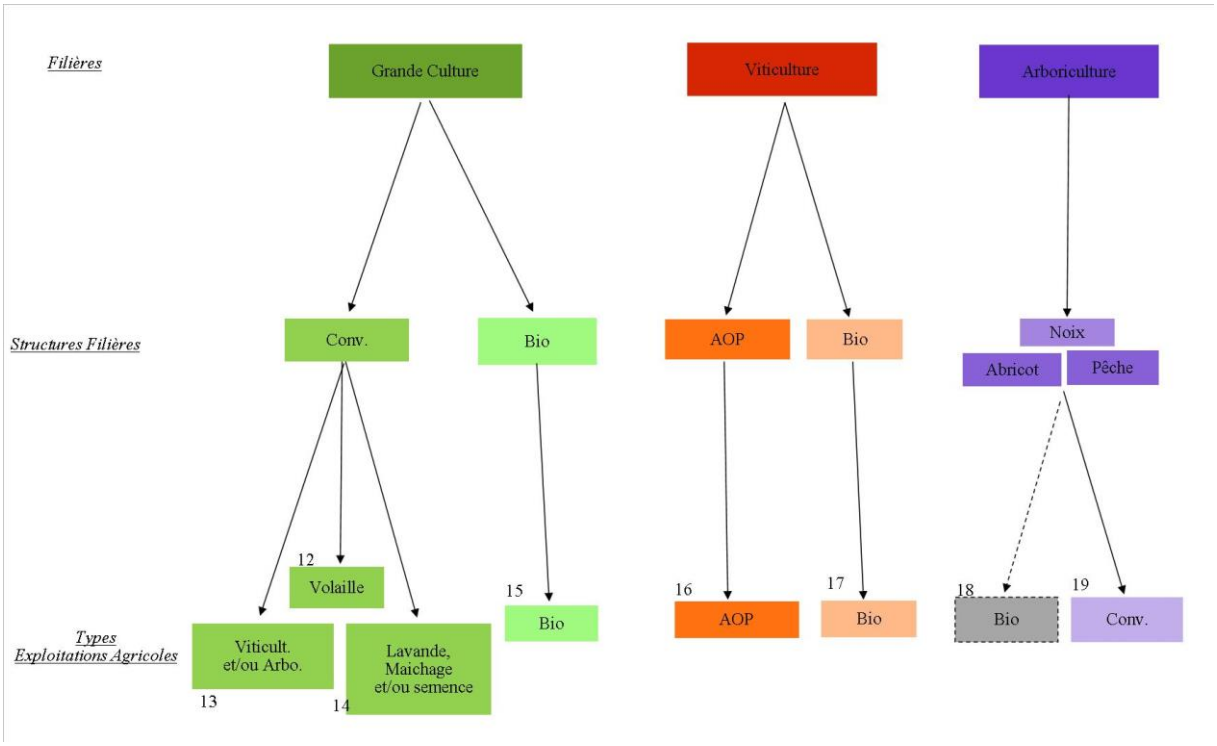


Figure 6 : Schéma des structures des filières végétales et des typologies d'exploitation dégagées à *priori* dans la Biovallée, Drôme (26). En gris, les productions et types déclarés erronés par les acteurs du territoire pendant la phase d'enquête.

abricot et pêche expliquent que la production biologique de ces fuits est très limitée sur le territoire du fait de la pression des ravageurs et des maladies.

c) Construction des enquêtes

Les enquêtes ont été conçues pour durer 2 heures. Elles sont structurées en deux parties (annexe 1 et 2): une pour la collecte des informations indispensables à l'ACV et une autre partie adressée à l'ensemble des partenaires du projet BOAT.

Le questionnaire ACV vise à obtenir des données sur l'itinéraire technique de la production enquêtée, sur les infrastructures, machines, énergies et intrants mobilisés (figure 7). Les informations à recupérer ont été selectionnées grâce au manuel d'utilisation de l'application Means In-out éditée par l'équipe « MEANS » de l'INRA, et décrite plus en détail au chapitre 2a. La partie commune du questionnaire vise a décrire l'exploitation et son fonctionnement (surfaces, productions, rendements commercialisation, charges) ainsi que la vision de l'exploitant sur son activité et sa filière.

d) Terrain : Collecte des données

La phase d'enquête sur le territoire de la Biovallée a duré 1 mois. Les contacts des agriculteurs ont été obtenus au travers de divers interlocuteurs et opportunités. Les premiers contacts ont été fournis par un partenaire du projet (Irstea) en contact avec des acteurs locaux et présents sur le terrain. Dans la Biovallée, j'ai été accueillie et guidée par la Communauté de Communes du Val de Drôme (CCVD). Mon bureau était situé sur le Campus de la Biovallée où sont rassemblées des coopératives céréalières, semencières, avicoles ainsi que d'autres structures en lien avec l'activité agricole du territoire. La première phase du travail a consisté à obtenir des contacts d'agriculteurs auprès de ces acteurs et en parallèle à mener les premières enquêtes. J'ai également obtenu d'autres contacts auprès des agriculteurs enquêtés, par démarchage directement sur l'exploitation ainsi que grâce au « Guide des producteurs locaux de la vallée de la Drôme – Biovallée » (2017) édité par la CCVD.
31 itinéraires de production ont été collectés lors de 19 enquêtes en exploitation agricole réparties sur les 6 filières majoritaires.

2) Evaluation des impacts environnementaux de l'activité agricole de la Biovallée

Les postulats suivantes ont servi de bases pour réaliser l'étude :

- Les données de statistiques agricoles Rhône-Alpes et Drôme sont transposables à la Biovallée.
- Les proportions de système de production biologiques et conventionnels sont transposables cultures par culture : les grandes cultures biologiques représentent 30% des surfaces du territoire donc, 30% des surface du blé, du soja, du mais, tournesol et orge sont biologiques
- Les grandes cultures sont exclusivements vendues aux coopératives. Elles ne sont pas exploiter pour l'alimentation animales sauf cas où la production d'aliments sur l'exploitation a été enquêtée.

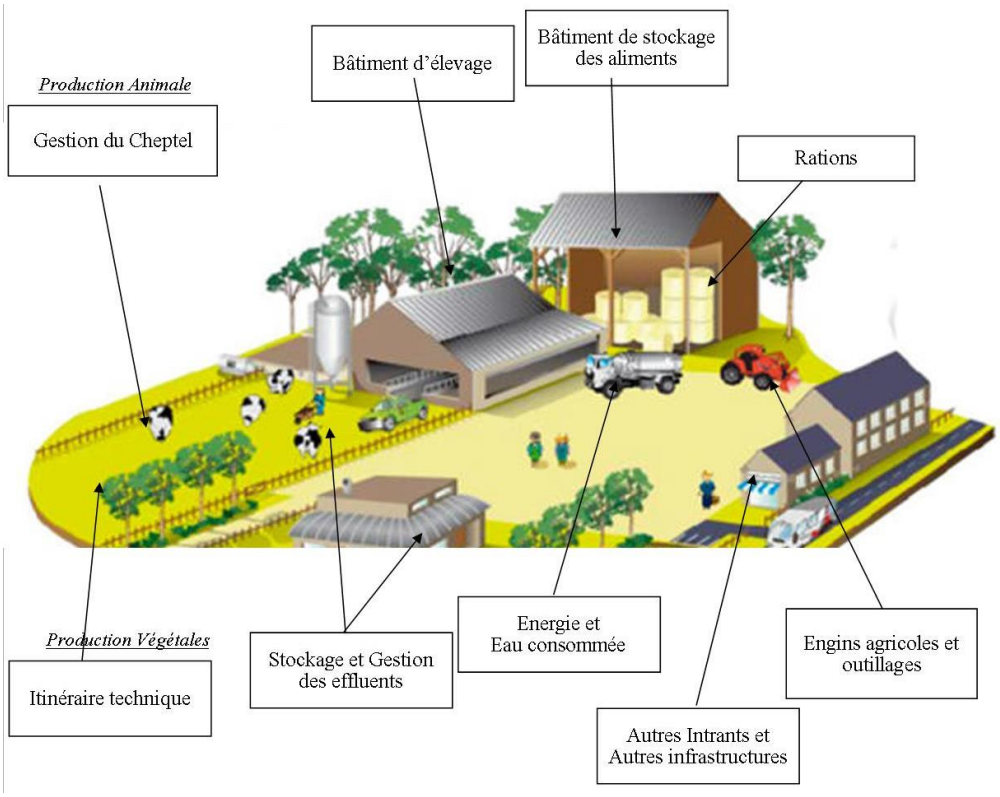


Figure 7 : Catégorie d'informations collectées pour les analyses de cycle de vie

a) Du système de production à la production agricole du territoire

i. Logiciels et méthode d'agrégation des productions en filière et territoire

Deux logiciels sont utilisés pour générer les ACV. La plateforme MEANS In-Out, développée par l'équipe MEANS de l'UMR SAS de INRA de Rennes, permet de construire l'inventaire de cycle de vie (figure 4). Cette plateforme permet de répertorier tous les intrants et les opérations nécessaires à la production d'un produit agricole. L'application calcule les émissions associées à la production grâce à des modèles de calculs qui suivent la méthodologie AGRIBALYSE (Koch and Salou, 2016).
Les résultats d'émissions générés par l'application sont ensuite exportés vers le logiciel Simapro. C'est un logiciel commercial d'ACV fourni avec des ICV de la base de données Ecoinvent v3 (Frischknecht and Jungbluth, 2007) (lien internet : https://network.simapro.com/evea/#usp) . Il permet d'assembler les étapes de production du produit (issues de la plateforme MEANS In-Out) en un système de production (figure 4) dont l'analyse permet de calculer des émissions et des consommations de ressources par unité fonctionnelle. Ces résultats sont représentées par des diagrammes qui expriment la contribution du système de production aux catégories d'impacts sélectionnées.

Afin de représenter les impacts générés par filières et par le territoire en unité de surface et de poids, les systèmes créés sous Simapro doivent être agrégés (figure 4). Après l'importation des ICV dans Simapro, une culture, par exemple, est représentée sous un processus de production dont les émissions correspondent à celles générées pour X kg de rendement (valeur en sortie du processus). Afin d'assembler les systèmes puis filière en territoire, les processus de production sont ramenés à la surface. Les productions, les filières et finalement le territoire sont construits en cumulant les surfaces qu'elles représentent par activité et par mode de production. Le processus final qui représente la production agricole du territoire cumule les émissions des 6 filières sur la SAU totale qu'elles constituent. Lorsque les impacts doivent être exprimés au kg, les processus sont construits sur la base des volumes de production du territoire obtenus grâce aux surfaces et rendements ainsi que grâce aux données sur la taille des cheptels pour la filière animale.

ii. Données et Bases de données utilisées

Les données de 31 productions ont été recueillies, néanmoins, certaines productions importantes dans le territoire n'ont pas pu être enquêtées. De plus, par manque de temps, toutes les enquêtes n'ont pas été exploitées et la filière arboricole n'a été représentée avec les données d'enquêtes. Elles ont donc été remplacées par des données disponibles dans les bases de données du logiciel d'ACV Simapro (annexe 3) :
La base de données écoinvent et agribalyse du programme agribalyse. Le programme Agribalyse a permis de concevoir une base de données d'inventaires de cycle de vie de produits agricoles dont les limites vont du berceau à la sortie du champ ou de l'atelier.

b) Objectif et champ d'étude de l'ACV

i. Objectif de l'étude

L'objectif principal de cette étude est de quantifier les émissions de polluants et de décrire les impacts de l'agriculture sur le territoire de la Biovallée. Dans un second temps il s'agit d'identifier les filières, les modes de production puis les pratiques ou processus de production responsables de la plus grande partie des impacts.
Les résultats de cette ACV visent à intégrer le projet BOAT. Ils sont destinés à être comparés aux impacts de l'agriculture dans le territoire de l'Aube. A terme, cette étude participera à la conception des scénarii de développement territoriaux pour optimiser les échanges de biomasses et les complémentarités des filières au sein des territoires. Cette étude est adressée aux acteurs des territoires (agricultures, coopérateurs, entreprises, etc.) impliqués dans le developpement des filières agricoles.

ii. Champ d'étude

L'étude se concentre sur les principales productions agricoles du territoire de la Biovallée c'est-à-dire les grandes cultures, les pêches et les abricots (arboriculture), le raisin de cuve (viticulture) et sur les systèmes d'élevage de brebis allaitantes, de chèvres laitières, de poules pondeuses et de poulets de chair.

Les impacts environnementaux sont rapportés à l'ha de territoire. Certains résultats seront également exprimés par kg en fonction des données disponibles et afin de mettre en évidence l'importance du choix des unités fonctionnelles. Les impacts de systèmes conduits selon des modes de production différents (biologique, conventionnel, par exemple) pourront être comparés selon ces deux unités fonctionnelles afin de relativiser les résultats, comme recommandé par (Salou et al., 2017a).

Le périmètre d'étude des six productions agricoles est délimité selon la perspective dite du berceau à la sortie du champ ou de l'atelier animal, ce qui inclut toutes les activités nécessaires à la production agricole mais aucune des phases postérieures à la récolte. Les données pour la conception de l'ICV ont été obtenues grâce aux enquêtes réalisées sur les exploitations agricoles répondant au mieux aux types décrits précédemment. Pour les productions végétales, tous les intrants nécessaires à la production d'un produit ainsi que les outils et machines sont répertoriées. Néanmoins, certains produits phytosanitaires n'ont pas pu être renseignés et quelques fertilisants ont été estimés par des produits similaires quand ils n'étaient pas disponibles dans les bases de données. Finalement, les caractéristiques des opérations mécaniques sont des approximations des opérations réelles, car il n'est pas possible de représenter exactement la grande diversité des machines et tracteurs. En production animale, les rations sont prises en compte avec également les intrants nécessaires à leur production. Cependant, pour les exploitations en ovin viande et caprin laitier, les itinéraires techniques de production des aliments n'ont été collectés que partiellement. Les rations sont donc composées d'aliments dont les inventaires de cycles de vie (ICV) sont issus de la base de données agribalyse ou ecoinvent 3. En aviculture, la production est intégrée et les éleveurs sont approvisionnés en aliment par leur coopérative, les rations sont donc également composées d'aliments issus de bases de données. Les batiments d'élevage et la gestion des effluents sont également comptabilisés mais leurs caractéristiques sont ici aussi des approximations des infrastructures d'origines. Le système s'arrête à la production du produit agricole non transformé (ex : 1 kg de blé ou 1 kg d'agneau vif). Le transport des productions après la récolte pour les filières végétales ou à la vente (vifs) pour les filières animales n'est pas pris en compte.

Tableau 2 : Catégories d'impacts utilisées dans l'étude et leurs méthodes associées.

Catégorie d'impact	Unité	Méthode
Acidification	kg SO2 eq	CML baseline
Eutrophisation	kg PO4 eq	CML baseline
Utilisation des terres	m2	CML non baseline
Participation au réchauffement climation, GWP (Global Warming Potential)	kg CO2 eq	IPCC 2007 (100ans)
Consommation d'énergie, CED (Cumulative Energy Demand)	MJ	Culative energy demand
Utilisation des ressources en eau, WRD (: Water resources depletion)	m3	ILCD 2011

c) *Inventaire du cycle de vie*

L'inventaire du cycle de vie est calculé à partir des informations entrées sur la plateforme MEANS In Out. Le calcul des émissions par étape suit le jeu de modèle Agribalyse et donc la méthodologie d'allocation correspondante.

i. Impact du cycle de vie

Les indicateurs d'impacts utilisés pour cette analyse correspondent à des catégories intermédiaires (mid-point) sélectionnées car leurs impacts sont associés aux enjeux environnementaux du territoire et de l'agriculture en général. Le tableau 2 présente les six catégories d'impacts utilisées dans ce rapport : l'acidification en kg SO2 eq, l'eutrophisation (kgPO4 eq), l'occupation des sols (m^2a), le réchauffement climatique (GWP) en kg CO2 eq, la consommation totale d'énergies primaires (CED) en mégajoules (MJ) et l'utilisation de ressources en eau (WRD) en m3. Ces catégories incluent les plus couramment utilisées en ACV agricole, auxquelles nous avons ajouté l'utilisation de l'eau qui est une problématique majeure du territoire. Les méthodes ont été sélectionnées sur les recommandations de Joel Aubin (communication personnelle, juin 2018).

ii. Exigence de qualité des données

Cette étude ne comporte pas d'exigence particulière en terme de qualité des données. Sa vocation est d'approcher les impacts de l'activité agricole du territoire et d'en identifier les composantes principales. Les données sont restreintes, plus particulièrement, sur les surfaces et les tailles de cheptels par mode de production. Un des objectifs du stage est d'identifier les données manquantes pour améliorer l'analyse. Les données pour la construction de l'ICV sont issues des enquêtes. La plupart des données sont des estimations et des moyennes de pratiques représentatives des années récentes fournies par l'agriculture durant les entretiens.

RESULTATS

Dans un premier temps, les impacts par ha de l'activité agricole du territoire et la contribution relative de chaque production seront présentés. Ces résultats prendront en compte l'importance des surfaces occupés par les filières. Dans un second temps, les résultats se concentreront sur les trois filières les plus impactantes. Pour chaque filière, l'analyse d'impact sera poursuivie pour les différents modes de productions au sein des systèmes. Finalement, un exemple de description des processus participant à une catégorie d'impact sera prit pour chaque filière majoritaire identifiée.

1) Description des impacts à l'hectare de la production agricole sur le territoire de la Biovallée

L'application de la méthodologie présentée en amont a finalement abouti à l'expression des impacts d'une partie de l'agriculture sur le territoire. Les résultats correspondent à 85 % (44875 ha) de la SAU totale de la Biovallée (annexe 4).

Tableau 3 : Impacts de la production agricole globale du territoire par catégories d'impacts (Méthode Ecoalim (CML, GWP100a, ILCD)- mid point), à l'hectare

Catégorie d'impact	Unité	Impact d'un hectare de production agricole en Biovallée
Acidification	kg SO2 eq	14,3
Eutrophication	kg PO4 eq	10,3
Utilisation des terres	m2	3766
Réchauffement climatique (GWP)	kg CO2 eq	2585
Utilisation des énergies (CED)	MJ	7680
Utilisation ressources en eau (WRD)	m3 water eq	19,2

GWP signifie Global Warming Potential, c'est-à-dire participation au réchauffement climatique. CED signifie Cumulative Energie Demand, c'est-à-dire utilisation d'énergie. WRD signifie Water Resource Depletion c'est-à-dire utilisation de ressources en eaux ; La case grisée correspond à une valeur erronée pour le calcul de la participation au réchauffement climatique.

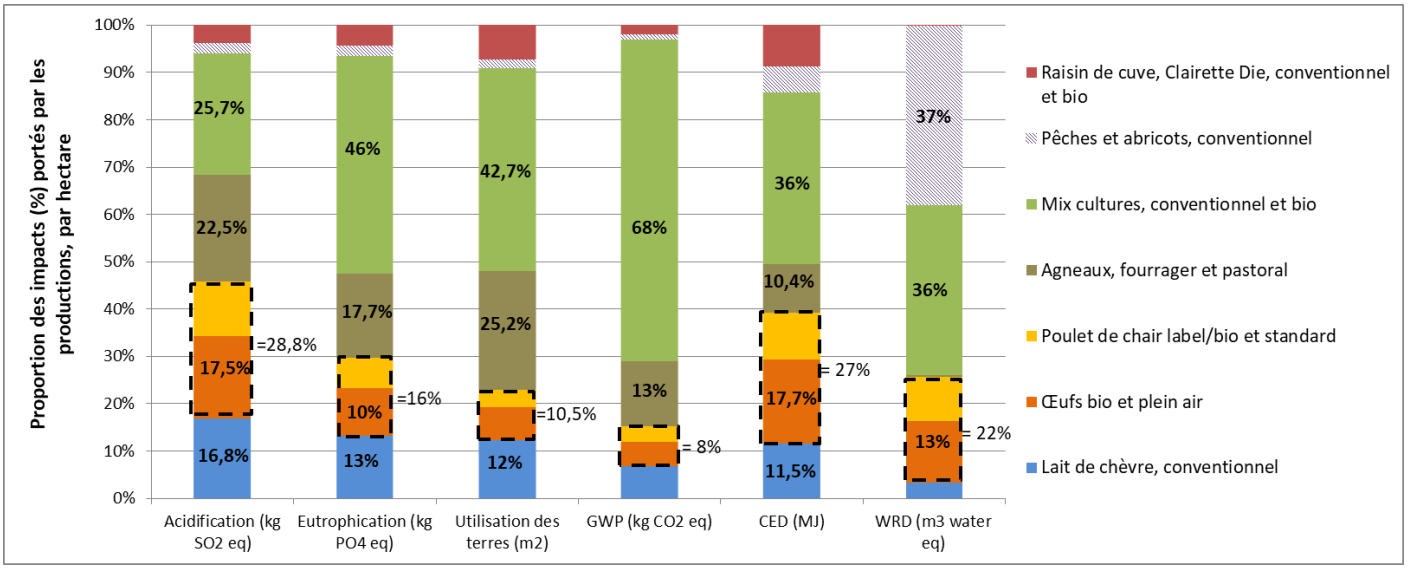


Figure 8 : Proportion des impacts portés par les productions du territoire de la Biovallée (Drôme, 26) par catégorie d'impact, à l'hectare

Les productions représentant moins de 10% des impacts d'une catégorie n'ont pas été indiqués sur la figure. Les cadres en pointillés représentent la filière avicole complète. Les pêches et abricots sont exclusivements des proxys. GWP signifie Global Warming Potential, c'est-à-dire participation au réchauffement climatique. CED signifie Cumulative Energie Demand, c'est-à-dire utilisation d'énergie. WRD signifie Water Resource Depletion c'est-à-dire utilisation de ressources en eaux.

Le tableau 3 présente les émissions et les consommations de ressources par hectare de territoire des productions agricoles en Biovallée. **Les résultats sur la contribution au réchauffement climatique sont erronés pour les grandes cultures et pour les résultats généraux (tableau 3) . Ils ne sont donc pas étudiés.**.La consommation d'énergie pour un ha est de 7680 MJ d'énergie, ce qui correspond, à titre de comparaison, à 1/3 de l'utilisation annuelle d'électricité d'un ménage français (0,528 tonnes d'équivalent pétrole soit 22106,3 MJ (Service de l'Observatoire et des Statistiques, 2015). Parmi les impacts, la production agricole sur un ha consomme 19,2 m3 d'equivalent en eau. La consommation annuelle en eau d'un habitant est d'environ 40 m3 (Semea, 2018).

Pour chaque catégorie d'impact, la figure 8 expose la contribution en pourcentage d'émissions des productions pour un hectare du territoire. Les grandes cultures représentent 25 % (11 607 ha) de la SAU totale étudiée. Elles génèrent la majorité des impacts avec plus de 35% d'implication par catégorie d'impact. A l'exception de l'utilisation des ressources en eau (WRD) et de l'acidification où presque 30% des émissions d'équivalent SO2 sont portées par l'aviculture contre 25,7% pour les grandes cultures et 22,5% pour la production d'agneaux.
La production d'agneaux et l'aviculture constituent les secondes productions responsables de la plus grande partie des impacts environnementaux. Les ovins viandes portent 17,7% des impacts d'eutrophisation, 25 % de l'utilisation des terres et 10,4% de la consommation en énergies. Sur l'utilisation des ressources en eau, cette production est responsable de moins d'1% des impacts.
L'aviculture se divise en deux activités, la production d'œufs et celle de poulet chair. La filière complète (encadrée en pointillé sur la figure 8) est responsable de 28,8% des émission d'eq. SO2, dont 17,5% pour la production d'œufs. C'est la deuxième activité la plus consommatrice d'énergie (27%), la troisième pour l'utilisation d'eau (22%) et l'eutrophisation. Au sein de la filière, la production d'œufs porte systématiquement la part la plus importante des impacts.
La production de lait de chèvre, est dans l'ensemble responsable de 10 à 16% des impacts environnementaux par catégorie d'impact. La contribution des productions viticoles et arboricoles dans les impacts environnementaux par hectare de territoire est également réduite par rapport aux autres filières. Elles participent respectivement à moins de 10% des impacts à l'exception de l'utilisation des ressources en eau où l'arboriculture consomme 37% de la ressource pour une surface de 1,4% de la SAU considérée (44875 ha) territoire.

2) Les grandes cultures, première activité responsable des impacts environnementaux de l'agriculture en Biovallée

a) Contribution aux impacts par mode de production et par culture

La figure 9 représente la contribution (en %) à l'hectare de chaque culture étudiée aux impacts environnementaux sur le territoire de la Biovallée. Le maïs grain représente 16 % (tableau 4) des surfaces en grandes cultures. C'est la culture la plus impactante à l'ha sur l'acidification (40%), la consommation d'énergie (33%) et l'utilisation de ressources en eau (53%). Le maïs est également une culture importante pour les émissions d'équivalent PO4 et d'utilisation des terres.
Le blé tendre, conventionnel et biologique confondus (4659 ha / 11607 : tableau 4), est la deuxième culture qui émet le plus d'équivalent SO2 et consomme le plus d'énergie. C'est aussi la première responsable de l'eutrophisation (25,5%) et de l'utilisation des terres (27,7%) que les grandes cultures engendrent à plus de 40% (figure 8).

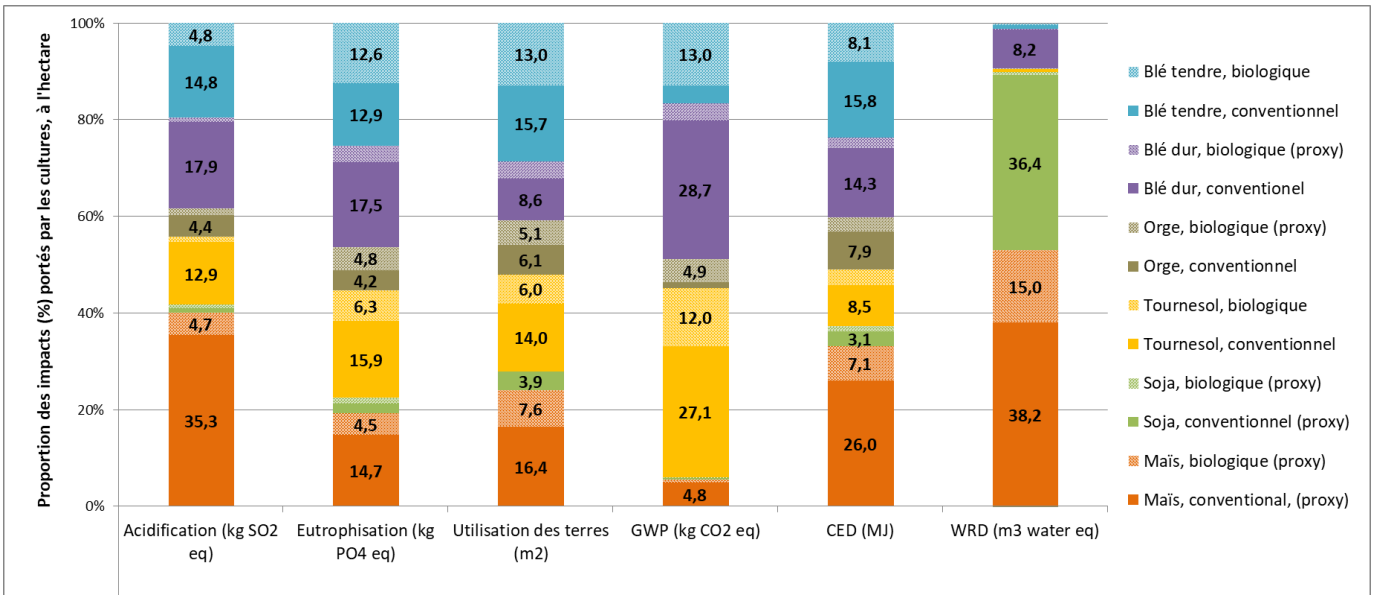


Figure 9 : Proportion des impacts portés par les cultures de la Biovallée (Drôme, 26), à l'hectare

Les surfaces occupées sur le territoire ont été prises en compte pour le calcul. Les valeurs correspondent à des pourcentages. Elles n'ont pas été affichées lorsqu'elles sont inférieures à 4 %. Les systèmes de production biologiques sont représentés en clair et les conventionnels en foncée. La mention proxy sur la légende indique que le processus de production utilisé provient de la base de donnée ecoinvent, agribalyse (sojas, maïs) ou qu'il utilise un processus d'une autre culture (blé dur et orge). GWP signifie Global Warming Potential, c'est-à-dire participation au réchauffement climatique. CED signifie Cumulative Energie Demand, c'est-à-dire utilisation d'énergie. WRD signifie Water Resource Depletion c'est-à-dire utilisation de ressources en eaux.

Tableau 4 : Rendements (q/ha) et surfaces dans la Biovallée (Drôme, 26) des cultures étudiées en conduite conventionnelle et biologique.

Cultures étudiées	Rendement (q/ha), système de production conventionnel	Surfaces en Biovallée (ha)	Rendement (q/ha), système de production biologique	Surfaces en Biovallée (ha)	Surfaces totales en biovallée (ha), source RPG 2015
Tournesol	27	1076	28,5	461	1537
Maïs	106	1326	60	568	1894
Blé dur	80	896	22	384	1280
Blé tendre	55	3261	30	1398	4659
Orge	47,5	1269	24,7	544	1814
Soja	31,5	295	28	126	421

La surface agricole utilise totale des grandes cultures étudiées est de 11607 ha.

Le blé dur conventionnel représente également une part importante des impacts environnementaux des grandes cultures sur le territoire malgré des surfaces (1269 ha en conventionnel) beaucoup moins importantes que le blé tendre conventionnel (3261ha) (tableau 4). Le système de production conventionnel du blé dur porte 17,9 et 17,5 % des impacts d'acidification et d'eurtrophisation. Le tournesol porte des impacts à l'hectare également importants surtout sur l'eutrophisation (22%) et l'utilisation des terres (20%).
Les résultats de la figure 9 indiquent également que les systèmes de production conventionnels sont dans l'ensemble responsables d'une plus grande part des impacts environnementaux que les systèmes biologiques. Ces systèmes conventionnels sont en effet plus répandus sur le territoire d'étude que les systèmes biologiques. Cette observation est également valable lorsque les modes de productions sont comparés à l'hectare, culture par culture (annexe 5). La conduite généralement moins consommatrice d'intrants de l'agriculture biologique génère des impacts par hectare plus faibles. C'est en revanche moins systématique lorsque les impacts sont comparés par kg de production (figure 10**)**.

b) Comparaison des modes de production du blé tendre, blé dur, tounesol et maïs

La figure 10 se concentre sur la comparaison relative des impacts, par kg, entre le mode de production conventionnel et biologique. Les résultats se lisent en comparant deux modes de productions au sein d'une même culture. Il n'est pas possible de comparer les valeurs entre deux cultures différentes. Les quatres cultures (Maïs, tournesol, blé tendre et dur) ayant les impacts les plus importants par ha parmi les grandes cultures y sont représentées. L'expression des impacts par kg s'accompagne d'une augmentation générale des émissions et consommations de toutes les cultures en production biologique. D'ailleurs, le blé tendre biologique engendre plus d'acidification (58%) que le système conventionnel (41%) par kg de production. Les ordres de grandeurs s'inversent également avec le blé dur. Par kg, le blé dur biologique émet plus de 60% de PO4 eq, le conventionnel 38% tandis qu'à l'ha, ils émettent respectivement 10% et plus de 85% de PO4 eq (annexe 5). Le blé dur suit également ce schéma pour la consommation d'énergie.
Finalement, Le maïs et le blé dur biologiques émettent moins d'eq SO2 que le conventionnel sous les deux unités fonctionnelles.
Les impacts produits par le tournesol sont du même ordre de grandeur, quelque soit l'unité fonctionnelle. A part pour l'acidification et l'utilisation d'eau où le système biologique génère moins d'impacts que le conventionnel.

3) L'aviculture, seconde activité responsable des impacts sur le territoire

Les résultats sont présentés par kg de produit car les systèmes de production avicoles mêlent hors-sol et extérieur. Le choix a été fait de ne pas méler surface hors sol et extérieur dans les analyses intra-filières.

a) Contribution aux impacts par type et mode de production

La figure 11 expose la part des impacts, par kg de produit avicole (tout système confondu), engendrés par les systèmes et modes de production de la filière avicole en fonction de la quantité produite sur le territoire. La production d'œuf aboutit à la plus grande part des impacts de l'aviculture, avec plus de 60% de contribution pour toutes les catégories. Par conséquent, la production de poulet de chair émet maximum 40% des impacts sur 1 kg de

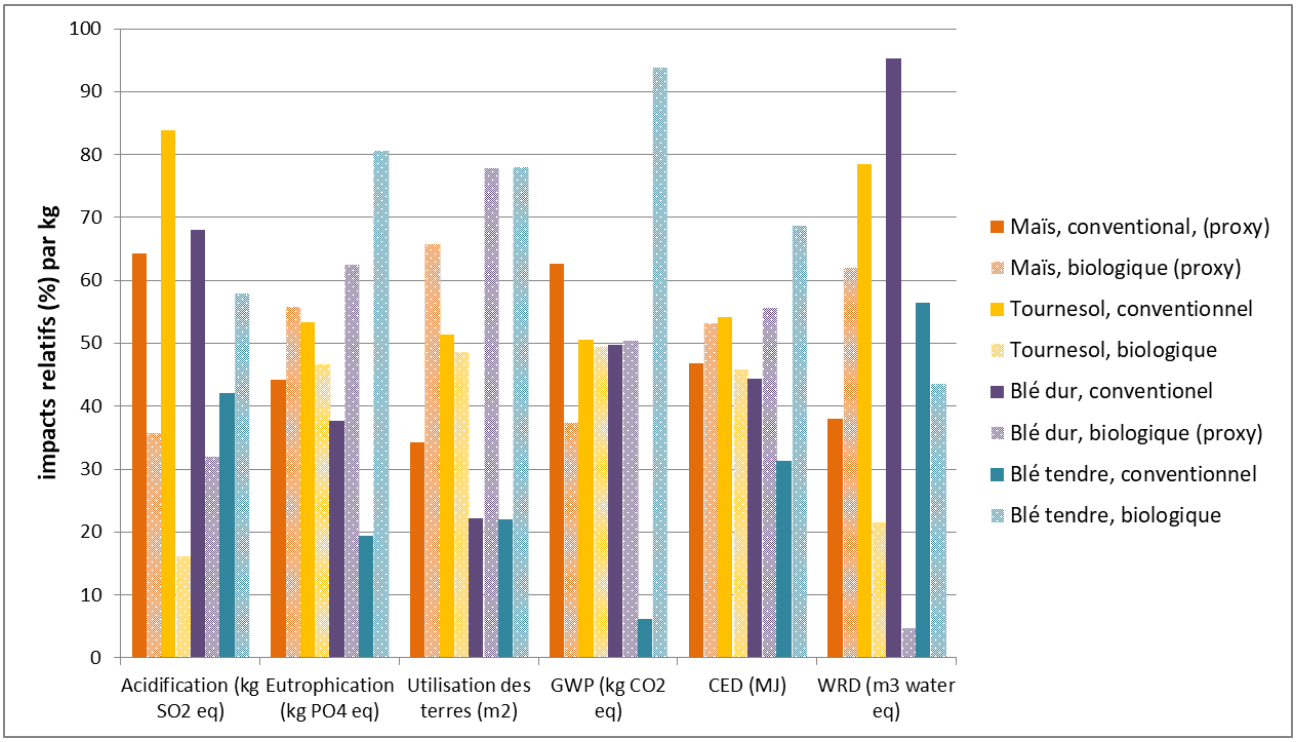


Figure 10 : Comparaison culture par culture des impacts des modes de production de la Biovallée (Drôme, 26), par kg

Les valeurs se comparent entre mode de production pour une même culture. Pas de comparaison possible entre deux cultures différentes. GWP signifie Global Warming Potential, c'est-à-dire participation au réchauffement climatique. CED signifie Cumulative Energie Demand, c'est-à-dire utilisation d'énergie. WRD signifie Water Resource Depletion c'est-à-dire utilisation de ressources en eaux. La mention proxy sur la légende indique que le processus de production utilisé provient de la base de donnée ecoinvent, agribalyse (maïs) ou qu'il utilise un processus d'une autre culture (blé dur)

production. En Biovallée, les productions « standards » et de qualité sont en moyenne responsables de la même part d'impacts environnementaux. En revanche, les émissions et consommations de ressources de la production d'œufs en plein air sont bien plus élevées que celles des œufs biologiques, avec des valeurs qui ne descendent pas sous les 45,5%.
Lorsque les impacts des productions ne sont pas calculés en fonction du volume produit sur le territoire, les résultats sont différents (tableau 5). Le tableau 5 permet, en effet, de comparer des systèmes et modes de productions indépendamment de leur importance sur le territoire. A ce titre, la production de chair « label » présente plus d'impact sur l'ensemble des catégories que la production standard. C'est également le cas pour les œufs « plein air ». C'est finalement le mode de production « standard » qui génère le moins d'impact dans l'ensemble, par kg (tableau 5).

b) *Identification des processus responsables de la consommation en énergie non renouvelables des différentes productions avicoles*

L'aviculture participe à 27 % de la consommation d'énergie (MJ) de l'agriculture du territoire (figure 8). La figure 12 présente les processus majoritairement responsables de la consommation d'énergie dans la filière avicole. Une forte proportion des processus n'a pas pu être identifiée à cause du temps de traitement du jeu de donnée complet. Les processus participant le moins à l'utilisation d'énergie sont donc agrégés en « processus restants ».
Sur l'ensemble des modes de production de poulet de chair et d'œuf, l'électricité et le gaz naturel pour la production de chaleur sont les principales sources d'énergie qui composent la CED. 25,7 % et 16,4 % de l'utilisation d'énergie proviennent de ces deux sources d'énergie en production d'œufs plein air. La production de fertilisant, le transport de marchandises et la transformation d'espaces naturels en terres arables (principalement liée à la culture de soja en Amérique du Sud) génèrent respectivement 12 à 13 % de la catégorie d'impact pour les œufs plein air.

4) La filière Ovin viande, troisième activité responsable des impacts sur le territoire

a) *Contribution aux impacts par mode de production*

La filière viande ovine engendre majoritairement des impacts sur l'acidification (22,5%), l'eutrophisation (17,7%) et l'utilisation des terres (25,2%) de la Biovallée (figure 8).
Sur l'ensemble des catégories d'impacts étudiées, c'est le système fourrager qui porte la majorité des impacts (figure 13) en Biovallée. A titre d'exemple, la production fourragère contribue à 72,6 %, 75 % et 78,3% à l'acidification, l'eutrophisation et l'utilisation des terres sur le territoire. Le reste provient du système pastoral. Lorsque les impacts par kg sont exprimés indépendamment du volume de production sur le territoire, les impacts du système fourrager restent très supérieurs à ceux du pastoral (tableau 6)

b) *Identification des processus responsables de l'eutrophisation, l'acidification et de l'utilisation des terres pour la production fourragère d'ovins viandes*

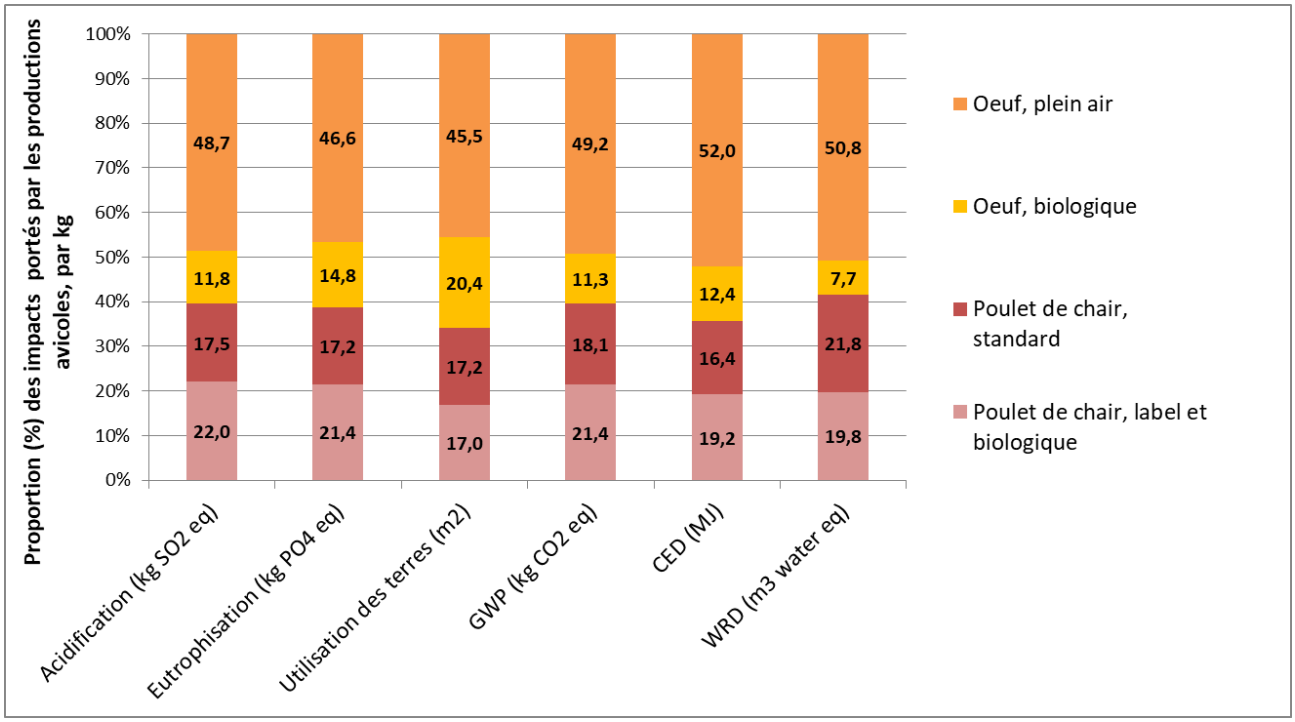


Figure 11 : Proportion des impacts portés par les différentes productions avicoles, au sein de la filière avicole du territoire de la Biovallée (26), par kg.

Tableau 5 : Comparaison des impacts des productions avicoles, par kg.

Catégorie d'impact	Unité	Poulet de chair, standard	Poulet de chair, label	Oeuf, plein air	Oeuf, biologique
Acidification	kg SO2 eq	0,03	0,09	0,05	0,03
Eutrophisation	kg PO4 eq	0,01	0,04	0,02	0,02
Utilisation des terres	m2	3,19	6,96	4,92	5,60
Réchauffement climatique (GWP)	kg CO2 eq	1,81	4,73	2,87	1,67
Utilisation des énergies non renouvelables(CED)	MJ	16,15	41,86	29,91	18,03
Utilisation ressources en eau (WRD)	m3	0,04	0,09	0,06	0,02
Volumes produit en Biovallée (kg)		1 209 498	545 903 (Label + Bio)	2 068 308	814 934

En rouge l'activité dont les émissions et ressources consommées sont les plus élevées par kg de production. GWP signifie Global Warming Potential, c'est-à-dire participation au réchauffement climatique. CED signifie Cumulative Energie Demand, c'est-à-dire utilisation d'énergie. WRD signifie Water Resource Depletion c'est-à-dire utilisation de ressources en eaux.

La figure 14 présente les processus du système fourrager qui contribuent le plus aux émissions de d'éq. SO2 et PO4 et à l'utilisation des terres. L'eutrophisation est générée à 61,9% par la production d'aliments et à 30% par l'élevage. L'acidification se compose à 83,2% des émissions due à l'élevage, principalement des agneaux. L'inventaire indiquent que les émissions gazeuses (NH3, NO, N2O, MH4 …) sont émis au batiment et principalement pendant le stockage des excréments. La production d'aliment est un processus qui compte pour 61,9% dans l'eutrophisation et 99,3 % dans l'utilisation des terres. Elle comprend les prairies temporaires et permanentes qui sont utilisées pour le pâturage et le fourrage des animaux, ainsi que toutes les surfaces liées aux aliments concentrés achetés ou produits à la ferme.

DISCUSSION

L'objectif principal de cette étude est de développer une méthode d'évaluation des impacts environnementaux de l'agriculture sur le territoire de la Biovallée. Et ce afin d'identifier les principales sources d'impacts environnetaux. Il s'agit d'en identifier les barrières méthodologiques et de proposer des pistes d'amélioration.

1) Comparaison des résultats avec la littérature

Les résultats de l'ACV des six productions majoritaires du territoire représentent les impacts de 85% de la SAU de la Biovallée. Il n'existe pas de référence pour l'évaluation d'un ensemble de systèmes de productions sur un territoire. Seuls les résultats individuels des systèmes (production de poulet de chair, production de céréale, d'agneaux, etc.) et des modes de productions (biologiques, conventionnels, pastoraux, etc.) peuvent être comparés à la bibliographie.

En grande culture, les résultats (annexe 6 et 7) par ha et kg sur le blé tendre sont comparables à ceux obtenus par Charles et al. (2006). Les valeurs obtenues par kg pour le tournesol sont cohérentes pour l'acidification, l'eutrophisation (Iriarte et al., 2010). Aucune référence n'a pu être trouvée pour le blé dur. Il est difficile de conclure sur la qualité des valeurs obtenues pour le blé dur conventionnel même si la même démarche de construction de l'ICV a été suivie.
Pour l'aviculture, les résultats d'impacts par kg d'œufs et de poids vifs en production plein air et standard correspondent à ceux trouvés dans la bibliographie sur toutes les catégories d'impacts étudiées, exceptée l'utilisation d'eau, non incluse dans les références (de Vries and de Boer, 2010).
Finalement en production ovine, les résultats d'impacts sur certaines catégories ont pu être comparés à la bibliographie existante. Ripoll-Bosch et al. (2013) comparent les émissions d'eq CO2 par kg de poids vif de deux systèmes d'élevage d'agneaux en Espagne : un système basé sur le pâturage et un système mixte (agneaux, céréales). Les limites de l'étude sont similaires à celle-ci. Le système mixte émet 24 kg d'éq CO2 par kg de poids vif et le système « pâturage » 25,9 kg eq CO2. Ces valeurs correspondent aux ordres de grandeurs des résultats pour les systèmes en Biovallée. Les références trouvées quantifient les émissions de GES. Pour les systèmes ovins, aucune référence n'a été trouvée sur les catégories d'impacts eutrophisation, acidification et utilisation des terres. La comparaison avec d'autres systèmes

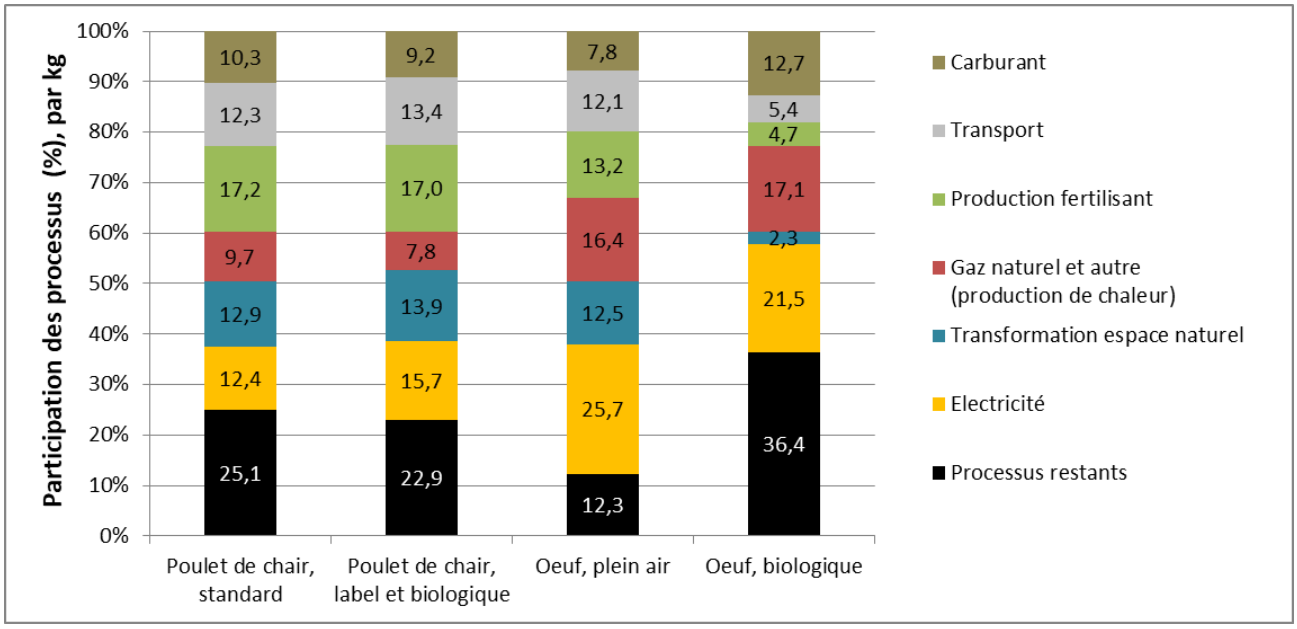


Figure 12 : Contribution de processus de production avicole à la consommation d'énergies non renouvelables (CED), par kg.

d'élevage d'autres espèces (de Vries and de Boer, 2010) est toujours possible mais elle reste délicate à interpréter.

Les résultats ont été présentés de deux façons différentes :
Une première consiste à déterminer les filières les plus impactantes du territoire. Cela induit de considérer la place de cette filière en terme de volume ou de surface de production. Par exemple, la production d'œufs plein air est la principale responsable des impacts en aviculture notament car ce sont ses volumes de production qui dominent sur le territoire. Il s'agit alors de se concentrer sur les facteurs majoritairement responsables des émissions ou consommation de ressources, de ce système de production en question.
Une seconde façon consiste à s'intéresser uniquement aux différents modes de production des systèmes. Par exemple, parmis le système de production de poulet de chair, c'est le mode de production label qui génère le plus d'impacts par kg. Ici également, il est possible d'identifier les processus majoritaires participant à l'émissions de polluants ou à la consommation de ressources. Le but est alors de déterminer quelles pratiques sont responsables des impacts environnementaux les plus importants au sein d'un système de production. Pour cette approche, il est important de caractériser précisément les pratiques qui définissent un mode de production (Therond et al., 2017).
Par conséquent, la possibilité est laissée aux partenaires du projet de se concentrer exclusivement sur le territoire pour émettre des recommandations spécifiques aux productions majoritairement responsables des impacts. Ce ne sont pas nécessairement les productions avec les plus fortes valeurs ajoutées ou présentant les plus fortes identités du territoire (exemple : la viticulture en AOC Clairette de Die ou la production de fromage AOP Picodon). La seconde option consiste donc à insister sur les formes d'agricultures spécifiques (Therond et al., 2017) de la Biovallée et de comparer leur impact à ceux d'un autre territoire, à savoir l'Aube dans le cadre du projet BOAT.

2) Quelles catégories d'impacts choisir pour comparer différents mode de production

Un des défis de l'évalutation environnementale des productions agricoles d'un territoire serait de développer des systèmes de production à hauts rendements et avec un minimum d'impacts sur l'environnement. Dans ce stage, un des objtectif est de comparer les impacts de plusieurs modes de production au sein d'une filière. Les bénéfices portés par les systèmes de production biologiques en grandes cultures ne sont pas clairs. Ils dépendent du point de vue (UF) et de la catégorie d'impacts considérées. C'est également le cas avec l'aviculture où nous nous attendions à constater moins d'impacts en production de poulet de chair « label » (et d'œufs « plein air ») qu'en production standard. Néanmoins, cela est cohérent avec la bibliographie puisque beaucoup d'étude ACV comparant des systèmes de production biologiques et conventionnels rapportent des fortes variations dans les résultats selon la catégorie d'impact choisie (Meier et al., 2015). Meier et al. (2015) expliquent d'ailleurs que le point le plus critique réside dans les flux d'azote influençant l'acidification, l'eutrophisation et le réchauffement climatique. Les modèles de calcul n'estimeraient pas correctement la quantité d'azote laissée dans le système. En effet, ces modèles ne seraient pas adaptés aux modes d'action des fertilisants organiques et ils sont calculés à partir d'hypothèses sur les systèmes conventionnels.
Dans cette évaluation, les catégories d'impact relatives à l'écotoxicité, à la toxicité humaine et à la biodiversité n'ont pas été prises en compte, du fait de leur fiabilité discutable (Finnveden, 2000; Reap et al., 2008). Les impacts de l'utilisation des produits phytosanitaires ne sont donc

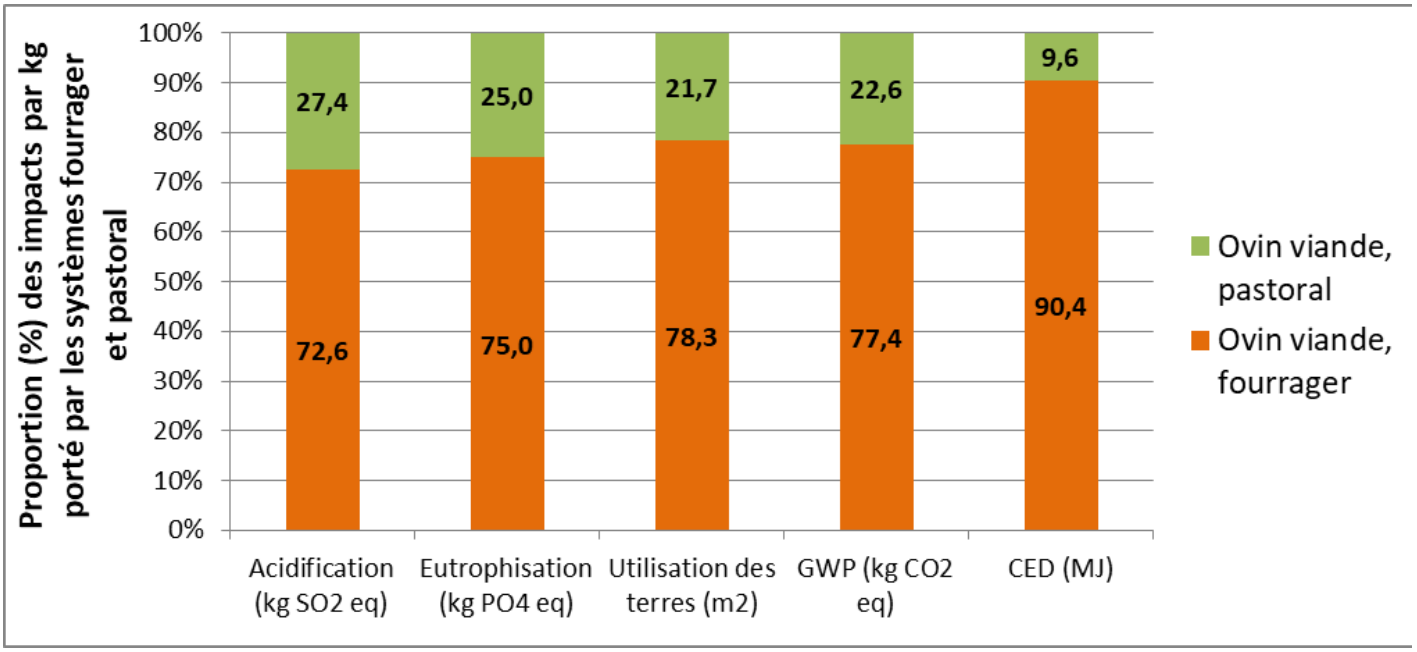


Figure 13 : Proportion des impacts portés par les systèmes fourragers et pastoraux dans la filière ovin viande, par kg.

Les valeurs représentent les étiquettes de données en %. GWP signifie Global Warming Potential, c'est-à-dire participation au réchauffement climatique. CED signifie Cumulative Energie Demand, c'est-à-dire utilisation d'énergie. WRD signifie Water Resource Depletion c'est-à-dire utilisation de ressources en eaux.

Tableau 6: Comparaison des impacts entre le mode de production fourrager et pastoral, par kg

Catégorie d'impact	Unité	Système de production ovin viande, fourrager	Système de producion ovin viande, pastoral
Acidification	kg SO2 eq	0,21	0,11
Eutrophication	kg PO4--- eq	0,12	0,06
Utilisation des terres	m2	65,84	24,66
Réchauffement climatique (GWP)	kg CO2 eq	24,47	9,61
Utilisation des énergies non renouvelables(CED)	MJ	63,89	9,17
Volumes produits en Biovallée		525 457	506 642

GWP signifie Global Warming Potential, c'est-à-dire participation au réchauffement climatique. CED signifie Cumulative Energy Demand, c'est-à-dire consommation d'énergie

pas représentés alors qu'ils constituent une différence importante entre les pratiques conventionnelle et biologique (Agence Bio, 2018). De même, les systèmes biologiques présentent généralement une plus grande diversité de la faune et de la flore que les systèmes conventionnels (Gomiero et al., 2011). Prendre en compte cette catégorie d'impact serait pertinent (Gabel et al., 2016) car le maintien de la biodiversité et sa coexistence avec une agriculture performante fait partie des objectifs de développement en Biovallée (Biovallée, 2012).

3) Choisir les unités fonctionnelles, un défi méthodologique

a) Commentaires sur les choix d'unités fonctionnelles de l'étude

Un hectare de surface agricole est utilisé comme unité fonctionnelle pour représenter les impacts environnementaux sur le territoire. Cette unité fonctionnelle convient aisément à la représentation des impacts des productions végétales (tout comme une unité fonctionnelle de masse, ce point sera discuté ci-après). Cependant, représenter les productions animales avec une unité fonctionnelle de surface est plus discutable pour cette étude car beaucoup de données manquent sur les surfaces des productions du territoire. Les résultats d'impacts sont donc influencés par ce choix. Pour les productions de petits ruminants, les surfaces correspondantes n'étaient pas disponibles. J'ai donc considéré que le nombre total de brebis (en système pastoral et fourrager) se répartit sur 42113 ha de paturage et de fourrage sur une surface totale du territoire de 56104 ha de SAU. Le pastoralisme est une question importante en Biovallée (Tourreng, 2015; Pascale, 2017) . Il est cependant très difficile d'estimer les surfaces dédiées uniquement aux systèmes de production pastoraux et les surfaces a attribuer aux systèmes fourragers à cause du manque de données.

b) L'unité fonctionnelle, un parti pris

Le cas des grandes cultures permet de mettre en avant la problématique du choix des unités fonctionnelles en ACV.
En grande culture, ce sont les productions de blé tendre, de blé dur, de tournesol et de maïs qui génèrent le plus d'émissions de polluants et de consommations de ressources à l'ha. Exprimés à l'ha, les systèmes conventionnels ont plus d'impacts que les biologiques, sauf pour le blé tendre. Par contre, tous les impacts des systèmes biologiques augmentent par kg de production. Les rendements des cultures biologiques sont inférieurs au conventionnel, sauf pour le tournesol (tableau II). Ceci explique que le tournesol biologique émet et consomme moins de ressources par kg et par ha que le conventionnel, dans la plupart des catégories d'impact. Pour les autres cultures, les impacts sont concentrés sur un volume de production plus faible ce qui augmente les dégâts par kg. De ce fait, exprimer des impacts de cultures à l'ha permet d'éviter la discrimination des systèmes moins productifs (Charles et al., 2006). Il faudra cependant plus de surfaces pour que le territoire produise la même quantité d'aliments qu'en système productif.
Le choix de l'unité fonctionnel répond à l'objectif fixé dans l'étude mais également aux fonctions attribuées à l'agriculture dans le territoire. L'agriculture est un objet multifonctionnel (Van Huylenbroeck et al., 2007). La fonction principale de l'agriculture en Biovallée peut être considérée comme une activité productrice de ressources alimentaires pour la population. Dans ce cas, son objectif principal est d'atteindre une forte productivité. Les impacts exprimés par kg seront donc en général plus favorables aux systèmes les plus

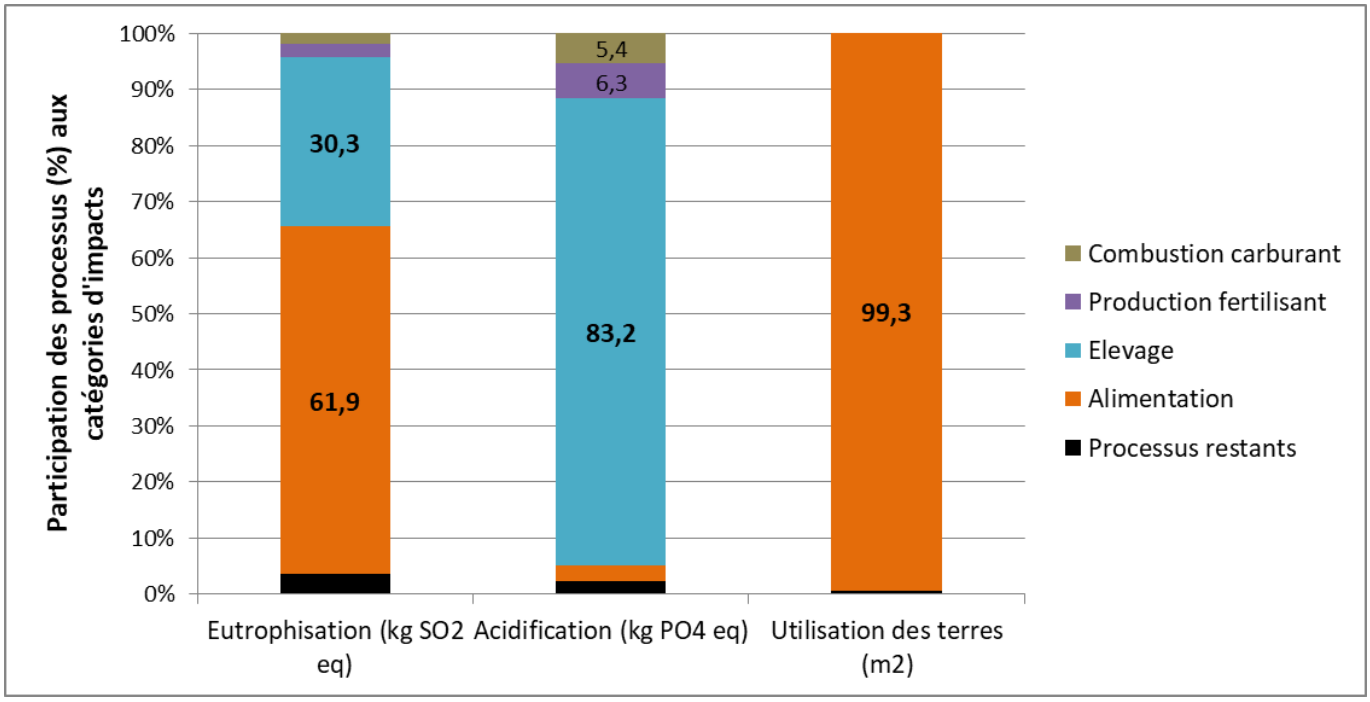


Figure 14 : Contribution des processus de productions d'ovin viande fourrager à l'eutrophisation, l'acidification et l'utilisation des terres, par kg. Les valeurs correspondent à des pourcentages

productifs. D'après les résultats de l'ACV en grande culture, les sytèmes conventionnels seront favorisés.
La fonction principale de l'agriculture peut légitimement être liée à l'utilisation des terres avec comme objectif la mise en valeur des surfaces et l'environnement du territoire (Van Huylenbroeck et al., 2007). Dans ces conditions, l'unité fonctionnelle de surface valorise fortement les productions biologiques et extensives à l'image des pratiques pastorales.
En Biovallée, l'accent est mis sur des productions de qualité (INDDIGO, 2011). L'unité fonctionnelle peut ainsi se concentrer sur la valeur nutrive, qualitative des productions avec des kg de protéines par kg de produit (de Vries and de Boer, 2010). En outre, elle permet de comparer des produits de systèmes différents telles que la production de poulet de chair, d'œufs, de lait de chèvre ou encore de céréales.
Si les partenaires du projet considèrent que le rôle majeur de l'agriculture est économique alors sa principale fonction est de produire des marchandises. Cette vision de l'agriculture en Biovallée est crédible puisque de nombreuses productions présentent de fortes valeurs ajoutées pour des surfaces réduites sur le territoire (INDDIGO, 2011). Les impacts peuvent donc être exprimé par unité de richesse créée (/€). Les impacts seront probablement répartis différament et l'analyse s'orienterait plus vers des productions à fortes valeurs ajoutées telle que la viticulture, les plantes à parfum ou l'ail semence (ces deux dernières productions n'ayant pas été incluses dans l'étude du fait de leur faible surface).
Finalement, toutes les fonctions de l'agriculture sont liées (Van Huylenbroeck et al., 2007), voire inter-dépendantes. En Biovallée, la production de richesse au travers de productions emblématiques (fromage AOP Picodon, Clairetter de Die, etc.) est en lien avec la qualité des productions mise en avant par le territoire. En outre, des problématiques de compétition du marché agricole en Biovallée avec les productions étrangères (aviculture, viticulture, arboriculture) ont été rapportées, en enquête, par plusieurs agriculteurs. La productivité reste donc un aspect important à prendre en compte. Dans le même temps, les espaces naturels de la Biovallée constituent un force d'attractivité qui bénéficie aux agriculteurs. Considération faite de ces interconnections, il est fondammental de prendre en compte plusieurs unités fonctionnelles afin de contre-balancer le point de vue delivré par une unité fonctionnelle unique (Salou et al., 2017b).

4) Fiabilité des données

Plusieurs niveaux d'incertitudes à différentes étapes du stage tendent à relativiser fortement les résultats d'évaluation d'impacts environnementaux de l'agriculture du territoire.

a) Représentativité des pratiques et productions

Les exploitations enquêtées sont susceptibles de ne pas correspondre à la moyenne des pratiques et caractéristiques des exploitations de la Biovallée, et cela pour plusieurs raisons. Dans un premier temps, la plupart des contacts fournis proviennent de la communauté de communes du Val de Drôme (CCVD), de l'IRSTEA, en contact avec la CCVD et la Biovallée, et du guide local des consommateurs (édité par la CCVD). Il est très probable que les coordonnées des agriculteurs aient été fournies par « habitude ». Les agriculteurs issus du guide correspondent à une population probablement favorables aux initiatives et à la vision de l'agriculture portées par la CCVD et la Biovallée. Ce n'est pas le cas de tous les agriculteurs, ce qui a été constaté lors de la phase d'enquête de terrain. Je n'ai sûrement pas obtenu, par cette voie, les contacts d'agriculteurs en rupture avec ces structures mais dont les pratiques peuvent néanmoins être relativement présentes dans le territoire. J'ai également enquêté des

connaissances d'agriculteurs précédement enquêtés, ce qui ne garantit pas non plus la représentativité des données, du fait de l'existence probable de plusieurs réseaux agricoles relativement indépendants.
Par ailleurs, par manque de temps pour une enquête, plusieurs productions ont été renseignées. Par exemple, un agriculteur produisait de l'ail semence, du blé dur, du tournesol et d'autres cultures en conventionnel. Le blé dur et le tournesol utilisés pour l'analyse des impacts viennent du même agriculteur. C'est également le cas d'un des blés tendres biologiques et du tournesol biologique. De la même manière, la production de lait de chèvre, d'orge et de blé conventionnel sont issus de la même enquête, tout comme la production d'ovin viande fourrager et l'orge conventionnel. Utiliser les productions d'une même enquête augmente le risque de ne pas être représentatif si l'agriculteur enquêté a des pratiques particulières. Cette question se pose également dans l'hypothèse où les pratiques culturales en système de polyculture élevage diffèrent des pratiques des exploitations spécialisées.
Pour finir, les productions issues de la base de données Agribalyse et Ecoinvent augmentent l'incertitudes des résultats. Par exemple, la consommation de ressources en eau est principalement due à l'arboriculture et au maïs au sein des grandes cultures. Hors, ce sont des données « proxy », issues de pratiques nationales moyennes et non d'enquêtes auprès d'agriculteurs de la Biovallée. Il est alors délicat de savoir si les pratiques d'irrigation des proxys correspondent à celles de la Biovallée. Néanmois, un rapport sur l'irrigation en Rhône Alpes indique que 44% des surfaces de maïs grain et 20% des surfaces arboricoles sont irriguées dans la Drôme (Vinatier and Lambert, 2010). Cette information laisse penser que l'irrigation du maïs est proche de ce qui est fait en Biovallée mais les résultats sur l'arboriculture restent très incertains. Un autre type de proxy a été utilisé. Il s'agit du blé biologique qui a servi d'approximation pour l'orge biologique et le blé dur biologique, compte tenu de l'absence de données pour ces productions. Ici également, il est difficile de savoir si les pratiques sont proches où si l'approximation nous écarte fortement des réelles émissions générées par ces cultures.
Consulter des experts (Coopératives, Chambre d'agriculture) des filières dans le territoire permettrait dans un premier temps d'estimer la représentativité des exploitations enquêtés. Dans un second temps, il serait utile de varier les méthodes d'échantillonnages des exploitations.

b) Précisions des informations obtenues lors des enquêtes

Le déroulement des enquêtes et la qualité des informations recueillies constituent également un autre niveau d'incertitude. Les données récoltées correspondent presque toujours à des pratiques moyennes de l'agriculteur sur son exploitation. En fonction de l'enquêté, de la durée de l'enquête et du type de production, les données sont plus ou moins précises. Par exemple, en production animale, il était difficile pour les agriculteurs de donner le poids de leurs animaux à tous les stades de vie. Egalement, la quantité d'eau ou de lait consommé par jour et par tête était difficile à obtenir. Pour ce type de données, des valeurs de références ont été prises. Par contre, les approximations sur l'alimentation des animaux sont plus néfastes à la qualité des ACV puisque c'est un des postes responsable de la plus grande partie des impacts générés par les animaux (figure 14). Une solution serait d'identifier précisément les informations que les agriculteurs ne peuvent fournir et de constituer une bibliographie solide pour les remplacer. Ou bien de réaliser des mesures dans des fermes de référence du territoire.

c) *Constitution des ICV sous MEANS.*

La construction des ICV constitue encore un autre niveau d'incertitude. Du fait de la SAU relativement réduite de la plupart des exploitations de la Biovallée (32 ha de SAU en moyenne par exploitation en 2010 dans la Drôme ; RA 2010), les machines et outils agricoles des agriculteurs sont souvent de faible puissance, légers et de faible taille/largeur de travail ; ces matériels ne sont pas présents sur la plateforme MEANS. Les puissances des tracteurs présents dans l'outil MEANS In-Out sont souvent supérieures et certains outillages sont manquants. Par conséquent les débits de chantier ne correspondent pas à la réalité du terrain et la quantité de carburant et donc d'émissions de gaz risquent d'être faussés. La fertilisation a également été approchée puisque MEANS ne contient pas tous les fertilisants du marché. Des approximations par l'utilisation de produits similaires ont permis de combler le manque de données mais les impacts liés à la production de ces produits s'en retrouvent biaisés. C'est également le cas pour les produits phytosanitaires lorsque certaines molécules ne sont pas présentes dans l'outil. Elles n'ont donc pas été renseignées. De même, les infrastructures de gestions des effluents, d'élevage et de stockage des aliments sont des proxys puisque la plateforme ne contient pas toute la diversité des bâtiments existants.
Sur ce point, un travail en plus proche collaboration avec l'équipe MEANS permettrait d'enrichir la base de données de la plateforme afin de mieux prendre en compte ces particularités.

d) *Données pour l'agrégation des productions*

L'agrégation des productions du territoire par surface a été réalisée sur la base des hypothèses et grâce aux données citées dans le chapitre Matériel et méthodes. Cette dernière phase constitue le dernier niveau d'incertitude de l'analyse. En effet, la spécificité de l'agriculture en Biovallée rend délicate la transposition des données départementales et régionales à la zone d'étude. Ce qui est vrai à large échelle ne l'est pas nécessairement à l'échelle inférieure comme constatée avec les données sur l'aviculture Rhône-Alpine (Agreste Rhône-Alpes, 2010), qui représente mal les spécificités de la Biovallée : pas de production d'œufs « cage », forte présence des systèmes de production sous label... En outre, les données du RA datent de 2010 : compte tenu de l'évolution rapide des systèmes de production agricole, les informations présentent le risque d'être obsolètes. Par ailleurs, lorsque des données plus récentes (2015 pour le Registre Parcellaire Graphique par exemple) étaient disponibles, elles ont été utilisées. L'utilisation de données collectées à des dates différentes pour les mêmes calculs fragilise leur cohérence. En conclusion, l'agrégation des différents systèmes de production a été réalisée au mieux à partir des données disponibles, mais ne garantit pas une parfaite représentativité de l'agriculture du territoire en 2018 ; par conséquent la responsabilité des systèmes de production dans les impacts environnemtaux est également sujette à caution.
Finalement, à l'exception des aviculteurs, l'ensemble des agriculteurs enquêtés auto-consomme leur production végétales. Cet élément n'a pas été pris en compte dans l'analyse. Les impacts de l'agriculture sur le territoire sont donc surestimés sur ce point.
Le manque de données pour cette partie est extrêment préjudiciable à l'analyse des impacts environnementaux globaux de l'agriculture sur le territoire. Il semble primordial d'obtenir des données plus récentes et précises sur le sujet.

Tableau 7 : Pedigree matrix issue de Weigema and Wesnaes, 1996

Table 1 Pedigree matrix with 5 data quality indicators

Indicator score	1	2	3	4	5
Reliability	Verified[a] data based on measurements[b]	Verified data partly based on assumptions or non-verified data based on measurements	Non-verified data partly based on assumptions	Qualified estimate (e.g. by industrial expert)	Non-qualified estimate
Completeness	Representative data from a sufficient sample of sites over an adequate period to even out normal fluctuations	Representative data from a smaller number of sites but for adequate periods	Representative data from an adequate number of sites but from shorter periods	Representative data but from a smaller number of sites and shorter periods or incomplete data from an adequate number of sites and periods	Representativeness unknown or incomplete data from a smaller number of sites and/or from shorter periods
Temporal correlation	Less than three years of difference to year of study	Less than six years difference	Less than 10 years difference	Less than 15 years difference	Age of data unknown or more than 15 years of difference
Geographical correlation	Data from area under study	Average data from larger area in which the area under study is included	Data from area with similar production conditions	Data from area with slightly similar production conditions	Data from unknown area or area with very different production conditions
Further technological correlation	Data from enterprises, processes and materials under study	Data from processes and materials under study but from different enterprises	Data from processes and materials under study but from different technology	Data on related processes or materials but same technology	Data on related processes or materials but different technology

[a]Verification may take place in several ways, e.g. by on-site checking, by recalculation, through mass balances or cross-checks with other sources.
[b]Includes calculated data (e.g. emissions calculated from inputs to a process), when the basis for calculation is measurements (e.g. measured inputs). If the calculation is based partly on assumptions, the score should be two or three.

Tableau 8 : Essai d'évaluation de la qualité des données recueillies en enquête par la méthode pedigree matrix, hors données proxy.

Indicateurs	Score	Signification/ Explication
Fiabilité de la source	4	Estimation qualifiées (expertise par agriculteur)
Complétude	5	Représentativité inconnue et données sur un petit nombre de sites
Différence temporelle	2	Données estimées sur les dernières années (2017 et/ou 2016)
Différence geographique	1	Données exclusivements recueillies sur le territoire (ne prend pas en compte les données proxy utilisée et les approximations générées lors de la construction de l'ICV sous MEANS)
Différences Technologies	1	Données sur l'activité, les processus et le matériel de l'exploitation enquêtée (ne prend pas en compte les approximations générées lors de la construction de l'ICV sous MEANS)

e) Analyse d'incertitude

L'analyse d'incertitude en ACV est fortement recommandée et constitue une bonne pratique de la norme ISO 14040 (Steen, 1997). Pour cette étude, elle n'a pas pu être réalisée. Le logiciel Simapro contient une procedure standardisée permettant de générer des facteurs d'incertitude à partir de l'évaluation qualitative des données. La méthode est basée sur une « pedigree matrix » composées de cinq indicateurs de qualité avec des scores allant de 1 à 5 (tableau 7), (Weidema and Wesnæs, 1996). La combinaison d'indicateurs et de scores permet d'obtenir un facteur d'incertitude qui sera converti en écart-type. Cette méthode est une partie de l'approche d'incertitude complète de Simapro (Golsteijn, 2018). Il serait important de réaliser une telle analyse afin d'identifier les données qui participent le plus à l'incertitude et qu'il faudrait par conséquent améliorer.

La procédure a été mise en œuvre pour les données collectées en enquête uniquement (tableau 8). Cet essai permet de mettre en avant le besoin d'améliorer la fiabilité de la source et la complétude des données recueillies. Afin de réaliser une évaluation adéquate de l'incertitude des données, il serait nécessaire d'adapter les indicateurs et le format de la pedigree matrix pour qu'ils soient plus cohérents avec l'objet d'étude, c'est-à-dire le territoire de la Biovallée et ces différentes productions. Comme plusieurs niveaux d'incertitude interviennent dans cette analyse sur les données d'inventaires et d'agrégation, chaque jeu de données devrait être soumis à la pedrigree matrix. A savoir, les données d'enquêtes, les données proxy utilisées dans l'ACV (Maïs, Soja etc.) et les données d'agrégation des productions. En outre, il serait nécessaire d'évaluer l'incertitude qui résulte de la différence entre les données récoltés et celles saisies dans la plateforme MEANS pour la construction de l'ICV.

Outre l'évaluation de la fiabilité des données, il serait judicieux de réaliser des études d'incertitude des modèles car l'analyse d'impact se base sur des hypothèses de linéarité des processus environnementaux qui ne prennent pas en compte leurs effets seuils (Jolliet et al., 2017).

5) Perspectives adressées à l'ACV territoriale

Les limites du système sont placées aux portes de la ferme. Or, le projet BOAT s'intéresse également aux acteurs en aval de la production agricole : coopératives agricoles et organismes stockeurs, transporteurs, transformateurs, etc. Les concertations avec les partenaires du projet ont abouti à la définition d'une limite qui s'étend à la première transformation (fromage de chèvre, vinification, panification, etc.). Ces limites n'ont pas pu être considérées dans cette étude. La collecte des données sur la transformation, du lait de chèvre en fromage par exemple, a été engagée pendant la phase de terrain. Cependant, la quantité et la précision de données à collecter est très importante. Une forte maitrise du logiciel d'ACV est nécessaire pour modéliser ces étapes et elle doit s'accompagner d'une bibliographie conséquente sur les matières premières, les énergies et les processus de production.
Le travail engagé pendant ce stage aborde les principales productions du territoire de la Biovallée. En cela, il constitue une première approche de l'ACV territoriale. A ce jour, peu de publications ont été produites sur la méthodologie d'ACV territoriale. La question de gestion des impacts environnementaux dans un contexte territoirial force également à s'intéresser à la spatialisation des émissions et des consommations de ressources. La perte des informations spatiales (van der Werf et al., 2011) se traduit par une faible correlation entre les impacts potentiels prédits et ceux réellement observés à l'exception des impacts globaux (réchauffement climatique) (Loiseau et al., 2013). Loiseau et al., (2013) proposent de

différencier les activités du territoire en système de 1er plan et en système territorial d'arrière plan. Cette distinction permet de différencier les activités qui ont lieu sur le territoire et celle qui ne le sont pas afin d'optimiser les prises de décisions.
En outre, une thèse a été produite en 2016 sur le développement d'une méthode d'ACV territoriale spacialisée appliquée à l'agriculture. Une méthode de caractérisation spatiale des impacts (pour l'eutrophisation, par exemple) est proposée afin de représenter le devenir du polluants et la sensibilité du milieu récepteur (Nitschelm, 2016). Ces travaux constituent des pistes d'inspiration et d'amélioration de la démarche produite durant ce stage.

Les résultats produits dans cette étude sont difficiles à interpréter à cause de leur incertitude importante. Néanmoins, ils offrent des pistes intéressantes pour la réalisation d'éco-bilan des productions agricoles du territoire.

CONCLUSION

L'étude du territoire de la Biovallée et les enquêtes réalisées auprès de 19 agriculteurs des six principales filières (aviculture, ovin viande, caprin lait, arboriculture, viticulture et grandes cultures), ont permis d'établir les impacts environnementaux de l'activité agricole du territoire.

Les résultats ont été déclinés pour décrire les impacts des six filières principales, des différents modes de production présents et de 23 produits agricoles à travers des catégories d'impacts faisant echo aux problématiques environnementales spécifiques à l'agriculture et de la Biovallée. Il s'agit de l'acidification, l'eutrophisation, l'utilisation des terres, le réchauffement climatique potentiel, l'utilisation d'énergies non renouvelables et l'utilisation d'eau. Les impacts environnementaux ont été exprimés avec des unités fonctionnelles de surface (impact par ha de SAU) et de masse (impact par kg de produit) afin de moduler les résultats pour deux fonctions majeures de l'agriculture : aménagement de l'espace et alimentation des populations. Cette étude a permis de dégager les freins et besoins pour la réalisation d'un éco-bilan de l'agriculture sur son territoire.
Les fonctions importantes de l'agriculture en Biovallée doivent être définies clairement par les partenaires du projet afin de déterminer quelles unités fonctionnelles sont les plus adaptées à la représentation des résultats : le rôle de moteur économique du territoire n'a pas été pris en compte dans ce travail, mais il serait envisageable d'exprimer les impacts par € de valeur ajoutée produite sur le territoire si cette dimension de l'agriculture est centrale dans la Biovallée. Les limites du systèmes méritent d'être étendue à la première transformation mais ce travail nécessite des données parfois difficiles à obtenir chez les industriels, un temps important d'enquête et de traitement de l'information sur le logiciel d'ACV Simapro. D'autres productions agricoles pourraient également être ajoutées à cette première description de l'activité agricole du territoire. En priorité, celles qui ont été remplacées par des estimations régionales ou nationales dans l'analyse (maïs, soja, blé dur et orge biologique, etc.). Dans un second temps, les productions emblématiques de la Biovallée telle que l'ail semence ou la lavande, qui ne représentent que de faibles surfaces mais ont un poids important dans l'identité du territoire et intéressent particulièrement les acteurs locaux. Il est également primordial de s'intéresser à la représentativité des exploitations enquêtés et à l'incertitude des données. Un premier travail consisterait à obtenir des données précises et récentes sur la proportion des différents modes de production dans chaque filière pour la phase d'agrégation des productions. La représentativité des données pourrait être évaluée par des experts des filières du territoire si aucune donnée pour les typologies et les exploitations correspondantes

n'est disponible. Finalement, toute ACV se doit de présenter une analyse d'incertitude afin de garantir le plus de clarté pour les bénéficiaires de l'étude. Une approche qualitative par l'usage d'une Pedigree Matrix a été explorée pour les données d'enquête recueillies, mais il serait nécessaire d'étendre ce travail à toutes les phases de l'ACV.

Cette étude permet d'identifier les impacts environnementaux des différentes productions agricoles de la Biovallée à condition de considérer les incertitudes qui ressortent de l'étude. Il est également nécessaire de considérer les postulats de départ avec attention. Finalement, ce travail constitue un outil de discussion pour les partenaires du projet. A terme, il pourra être exploité pour des scénarii prospectifs et/ou pour la comparaison des modes de production de la Biovallée. Le but final de cette approche d'ACV étant de fournir des informations susceptibles d'aider les acteurs du territoire à élaborer et comparer des scénarii d'aménagement territorial durable .

BIBLIOGRAPHIE

Agence Bio (2018) Les fondamentaux de la réglementation en agriculture biologique.

Agreste Rhône-Alpes (2010) Recentrage sur le poulet standard, Enquête aviculture 2008.

Baude M, Dussud F-X, Ecoiffier M, Duvernoy J, Vailles C (2017) Chiffres clés du climat France et Monde - Edition 2017. Service de l'observation et des statistiques (SOeS) 80

Biovallée (2012) Agriculture et biodiversité, Des pistes pour l'avenir. Institut de formation de l'environnement (IFORE), Campus Biovallée, p 10

Chambre d'Agriculture Drôme (2010) Etat des lieux de la filière caprine.

Charles R, Jolliet O, Gaillard G, Pellet D (2006) Environmental analysis of intensity level in wheat crop production using life cycle assessment. Agriculture, Ecosystems & Environment **113**: 216–225

Conseil Général de la Drôme (2009) Schéma directeur d'irrigation de la Drôme (Rapport Final).

Direction Régionale de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Forêt (2011) Recensement Agricole 2010 : Premiers résultats dans la département de la Drôme.

Finnveden G (2000) On the limitations of life cycle assessment and environmental systems analysis tools in general. The International Journal of Life Cycle Assessment **5**: 229–238

Finnveden G, Hauschild MZ, Ekvall T, Guinée J, Heijungs R, Hellweg S, Koehler A, Pennington D, Suh S (2009) Recent developments in Life Cycle Assessment. Journal of Environmental Management **91**: 1–21

Foley JA, Ramankutty N, Brauman KA, Cassidy ES, Gerber JS, Johnston M, Mueller ND, O'Connell C, Ray DK, West PC, et al (2011) Solutions for a cultivated planet. Nature **478**: 337–342

Frischknecht R, Jungbluth N (2007) Implementation of Life Cycle Impact Assessment Methods. 151

Gabel VM, Meier MS, Köpke U, Stolze M (2016) The challenges of including impacts on biodiversity in agricultural life cycle assessments. Journal of Environmental Management **181**: 249–260

Golsteijn L (2018) Improved Pedigree Matrix Approach for ecoinvent | PRé Sustainability. https://www.pre-sustainability.com/news/improved-pedigree-matrix-approach-for-ecoinvent

Gomiero T, Pimentel D, Paoletti MG (2011) Environmental Impact of Different Agricultural Management Practices: Conventional vs. Organic Agriculture. Critical Reviews in Plant Sciences **30**: 95–124

Guinée JB, Heijungs R, Huppes G, Zamagni A, Masoni P, Buonamici R, Ekvall T, Rydberg T (2011) Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future. Environmental Science & Technology **45**: 90–96

Haas G, Wetterich F, Geier U (2000) Life cycle assessment framework in agriculture on the farm level. The International Journal of Life Cycle Assessment **5**: 345

INDDIGO (2011) Biovallée : Etude de préfiguration d'un éco-territoire de référence.

Iriarte A, Rieradevall J, Gabarrell X (2010) Life cycle assessment of sunflower and rapeseed as energy crops under Chilean conditions. Journal of Cleaner Production **18**: 336–345

ISO (2006) Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework.

Jolliet O, Saadé-Sbeih M, Crettaz P, Jolliet-Gavin N, Shaked S, Soucy G, Houillon G (2017) Analyse du cycle de vie: comprendre et réaliser un écobilan.

Koch P, Salou T (2016) AGRIBALYSE : Rapport Méthodologique - Version. 343

Loiseau E (2014) Elaboration d'une démarche d'évaluation environnementale d'un territoire basée sur le cadre méthodologique de l'Analyse du Cycle de vie (ACV) - Application au territoire du bassin de Thau. Ecoloe doctorale Sciences des Procédés - Sciences des Aliments

Loiseau E, Roux P, Junqua G, Maurel P, Bellon-Maurel V (2013) Adapting the LCA framework to environmental assessment in land planning. The International Journal of Life Cycle Assessment **18**: 1533–1548

Loiseau E, Roux P, Junqua G, Maurel P, Bellon-Maurel V (2014) Implementation of an adapted LCA framework to environmental assessment of a territory: important learning points from a French Mediterranean case study. Journal of Cleaner Production **80**: 17–29

Meier MS, Stoessel F, Jungbluth N, Juraske R, Schader C, Stolze M (2015) Environmental impacts of organic and conventional agricultural products – Are the differences captured by life cycle assessment? Journal of Environmental Management **149**: 193–208

Nitschelm L (2016) Développement de la méthode analyse du cycle de vie territoriale spatialisée (ACVTS) appliquée à l'agriculture. Cas d'étude des bassins versants de la lieue de grève, Bretagne, France. Rennes, Agrocampus Ouest

Observatoire de l'eau, Département de la Drôme (2013) Qualité de la ressource en eau dans la Drôme, L'eau : un enjeu majeur sur le territoire drômois.

Pascale L (2017) PLAN PASTORAL TERRITORIAL VALLÉE DE LA DRÔME 2017-2022. Communauté de communes Vallée de la Drôme 80

Piveteau V, Morel B (1998) Agriculture et environnement : Les indicateurs, 1997th–1998th ed. Lavoisier Tec&Doc

Reap J, Roman F, Duncan S, Bras B (2008) A survey of unresolved problems in life cycle assessment: Part 2: impact assessment and interpretation. The International Journal of Life Cycle Assessment **13**: 374–388

Roy P, Nei D, Orikasa T, Xu Q, Okadome H, Nakamura N, Shiina T (2009) A review of life cycle assessment (LCA) on some food products. Journal of Food Engineering **90**: 1–10

Salou T, Le Mouël C, van der Werf HMG (2017a) Environmental impacts of dairy system intensification: the functional unit matters! Journal of Cleaner Production **140**: 445–454

Service de l'Observatoire et des Statistiques (2015) Consommations énergétiques des ménages en 2012. 10

Steen B (1997) On uncertainty and sensitivity of LCA-based priority setting. Journal of Cleaner Production **5**: 255–262

Therond O, Duru M, Roger-Estrade J, Richard G (2017) A new analytical framework of farming system and agriculture model diversities. A review. Agronomy for Sustainable Development. doi: 10.1007/s13593-017-0429-7

Tourreng O (2015) Plan Pastoral Territorial du Diois. 63

Van Huylenbroeck G, Vandermeulen V, Mettepenningen E, Verspecht A (2007) Multifunctionality of Agriculture: A Review of Definitions, Evidence and Instruments. Living Reviews in Landscape Research. doi: 10.12942/lrlr-2007-3

Vinatier JM, Lambert C (2010) L'irrigation en Rhône-Alpes, Etat des lieux et enjeux. Chambre d'agriculture Rhône-Alpes 125

de Vries M, de Boer IJM (2010) Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. Livestock Science **128**: 1–11

Weidema BP, Wesnæs MS (1996) Data quality management for life cycle inventories—an example of using data quality indicators. Journal of Cleaner Production **4**: 167–174

Weitz K, Sharma A, Vigon B, Price E, Norris G, Eagan P, Oens W, Veroutis A (1999) Streamlined life-cycle assessment: a final report from the SETAC North America streamlined LCA workgroup. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) and SETAC Foundation for Environmental Education

van der Werf HM, Kanyarushoki C, Corson M. (2011) L'Analyse de Cycle de Vie : un nouveau regard sur les systèmes de production agricole. Innovations Agronomiques 121–133

SITOGRAPHIE

Auvergne-Rhône-Alpes D (2017) Classement des communes en zone vulnérable à l'échelle de la région Auvergne-Rhône-Alpes. http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/classement-des-communes-en-zone-vulnerable-a-l-a11171.html

Biovallée (2018) Le territoire. Biovallée, http://www.biovallee.fr/

FAO (2014) Agriculture mondiale: horizon 2015/2030. FAO, http://www.fao.org/docrep/004/y3557f/y3557f11.htm

Gouvernement français (2016) Emprunte carbone. Gouvernement.fr, https://www.gouvernement.fr/indicateur-emprunte-carbone

Semea (2018) SEMEA : - Quelle est la consommation moyenne en eau d'un ménage ? http://www.semea.fr/le-service-public-de-l-eau/foire-aux-questions/maa-triser-ma-consommation-d-eau,30/quelle-est-la-consommation-moyenne-en-eau-d-un-ma-nage-,71.html

ANNEXES

ANNEXE 1 : Questionnaire spécifique à l'analyse de cycle de vie pour la filière grande culture

Grandes Cultures et Prairies

Nom, Prénom	
Age	
Adresse	
Téléphone ; Mail	
Documents fournits avec l'enquête (plan d'épandage, de fertilisation, fichier ITK, etc.)	

- Décrivez vos rotations :

Sol et Topographie

- Pour la production X, connaissez vous les valeurs des pentes, la longueur et les distances aux cours d'eau les plus proche ainsi que le type de sol ?

Parcelle n°		
Pente parcelle		
Longueur pente		
Orientation travail sol/pente		
Distance à l'eau de surface la plus proche		
Type de sol		

Commentaires :

Productions

- Récoltez vous la paille ? Si oui quel rendement ? Ou connaissez vous la quantité de résidus de culture après récolte

Productions : (description) (cas prairie : type de prairie)	Produit :	Coproduit :	Culture précédente :	Résidus culture : (estimation)
Rendement				(kg MS/UC) (kgN / kg MS)
Pourcentage			(% cult. Concernée*)	(surface concernée)
Date récolte				

*Cas où ITK car plusieurs précédents possibles

Commentaires :

Renseignement généraux ITK

- Décrivez votre ITK pour telle culture

- Faites vous appel à des tiers pour des opérations agricoles ? Si oui, pour quelle opération et à quel moment?

- Effectuez vous un travail du sol ? A quel moment (quelle phase) ? Quel type d'opération était-ce, avec quel outillage et combien de passage avez-vous effectué ?
- Y a –t i lde s opérations post-récoltes (type transport ou tassement silo) ? Si oui lesquelles, avec quelle machine et combien de fois ?

- Y a – t – il d'autres activités mécaniques ?

	Travail du sol	CI (préc)	Semis	Récolte	Opération post-récolte	Autres activités mécaniques*
Type général (Intitulé)		(type culture)			(transport)	

Opération agricole (caractéristiques machines, outillages)		(semis) (destruction)				
Nombre de passage						
Dates		(semis – arrêt)				
Quantité /UC						
Pourcentage surface concernée						
Opération réalisée par un tiers (lequel ?)						

*désherbage mécanique, broyage pailles etc.

- Les semences sont-elles traitées ? Si oui, avec quel produit et/ou matière active.

Commentaires :

Récolte Prairie :

Prairie		
Date récolte		
Opération agricole (caractérisitques machines, outils)		
Nbr de passage		
Pourcentage surface traitée		
Opération par un tiers ?		

Commentaires :

Fertilisation

- A quel moment/étape de la production avez-vous fertilisé ? Quels type de fertilisants utilisez vous ? Sous quelle forme, quelle quantité ? Quel matériel agricole utilisez vous pour cela et combien de passage effectuez vous ?

Types fertilisants*				
Caractéristiques (produit et forme)				
Concentration du produit				
Opérations (caractéristiques machine/outils)				
Quantité apportée (préciser forme ou produit)				
Date				
Nbr passage				
Opération effectuée par tiers				

*engrais simple azoté, phosphaté ou potassique,engrais minéraux composés, engrais organiques, autres engrais
Commentaires :

Protection des plantes

- Combien de produits phyto appliquez vous ? A quelle étape de production avez-vous appliqué des produits phytosanitaires ? Quels types de protection, quels produits (nom précis) ou quells matières actives ? Quelles quantités avez-vous appliquées ? Avec quels outils/machines, en combien de passage ? Sur quelle proportion des surfaces ?

Type de protection (herb, fong, reg croiss etc.)						
Produit et Mat. Active (si connue)						
Concentration						
Quantité appliquée (préciser forme ou produit)						
Date						
Pourcentage surface traitée						

Opération agricole pour traitement						
Nombre de passage						
Opération effectuée par tiers ?						

Commentaires :

Autres Intrants : (exemple : piquets clôture, terreau, poteau palissage etc.)

- Avez-vous installés du matériel type piquets, poteau palissage, plastiques baches, filets, fils plastiques sur votre exploitation ?
- Avez-vous utilisé du terreau ou autres types d'amendement ? Pour quelle étape ?

Type d'intrants				
Objectif usage				
Quantité				
Pourcentage surface				
Opération agricole				
Nbre passage				

Commentaires :

Irrigation/Fertirrigation

- Irriguez vous vos cultures ? Si oui, à quelle étape de production ? Quelle quantité, avec quel matériel, sur combien de surface ?

Type irrigation	Matériel	Qté eau arrosage (m3)	Pourcentage surface traitée	Type d'énergie utilisée (fac)	Qté d'énergie (fac)
Plein Champ					

Commentaires :

ANNEXE 2 : Questionnaire Commun aux partenaires du projet BOAT.

Questionnaire Commun BOAT
Enquêtes exploitations agricoles biovallée

Présentation de l'exploitation agricole (EA)

Nom, Prénom	
Age	
Adresse	
Téléphone ; Mail	
Statut juridique	
Formation	
Documents fournis avec l'enquête (déclaration PAC, plan de fertilisation, d'épendage, comptabilité, etc.)	

- Pouvez vous décrire votre exploitation en quelques mots?

- Quelles difficultés rencontrez vous ?

1) Dimension et Activité de l'EA

Activités agricoles

SAU totale (ha)	
UGB total	
Activité principale	
Activités de diversification	

Par quel circuit de commercialisation passez vous? (Est ce qu'il vous convient ?)

Production	Surface (ha)	Taille Cheptel	Rendements	Mode commercialisation	SIQO

Activités para-agricoles

- Avez vous une activité de transformation?

Produit transformé	Type de transformation	Volumes/Quantités transformé(e)s	Commercialisation

- Avez vous d'autres activité en lien indirect avec votre exploitation agricole (exemple: gîte, ferme pédagogique, ETA, etc.)?

Activités non agricoles

- Avez vous une autre activité, non agricole (activité complémentaire de revenu?)?

2) <u>Collectif de travail</u>

- Qui travaille sur l'EA?

	Temps plein	Temps partiel	Saisons et Taches associées
Nombre d'associés			
Nombre de salariés			
Main d'oeuvre non rémunéré (bénévolat, woofing, etc.)			

3) <u>Conduite technique</u>

- Qualifiez votre mode de production : conv, extensif, traditionnel, biologique, raisonné, durable, agro-écologique … (Question de relance présentation EA)

- Décrivez vos rotations

4) L'environnement de l'EA

Filière

Fournisseurs	Produit	Prix d'achat	Type de relation (conseils, contrats, etc.)

- Quel mode de contractualisation avez vous passé avec votre transformateur ?

Acheteurs	Produit	Prix de vente	Type de relation (conseils, contrats, etc.)

- Quelle est votre vision des enjeux de la filière X dans la vallée de la Drôme (et/ou dans le département, dans la région, en France)?

Autres réseaux

- Quels sont les autres acteurs ou partenaires avec qui vous entretenez des relations? Quelle est la nature de vos relations? / (Ou : participez vous à la vie politique locale ? A la vie associative locale? Y a-t-il des endroits ou des moments particuliers où vous rencontrez d'autres agriculteurs?)

- Echangez vous du matériel et/ou des matières (effluents, productions, etc.) avec des tiers (voisins, autres agriculteurs, etc.)?

- Pourquoi ?

- Comment ?

- A quel prix ?

5) Résultats technico-économiques

- Etes vous autonome en terme de fourrage/alimentation pour votre élévage? A quelle hauteur?

CA (€)	EBE (€)	Endetement %	Prélèvement(€)	Aides PAC(€)

- A combien s'élèvent vos couts de production?
- Quelles marges brutes pratiquez vous?

6) Perspectives d'avenir

- Comment voyez vous votre activité dans 5 ans, dans 10 ans? (question redondante?)

Représentativité :

- L'année 2017 est elle représentative, en terme de rendement, des années précédentes?

- Vos pratiques et organisation du travail sont elles représentatives des autres exploitations (département, région et/ou France) ou spécifiques à votre exploitation?

ANNEXE 3 : Tableau des processus utilisés pour les analyses de cycle de vie (ACV) et leur origine de données correspondantes.

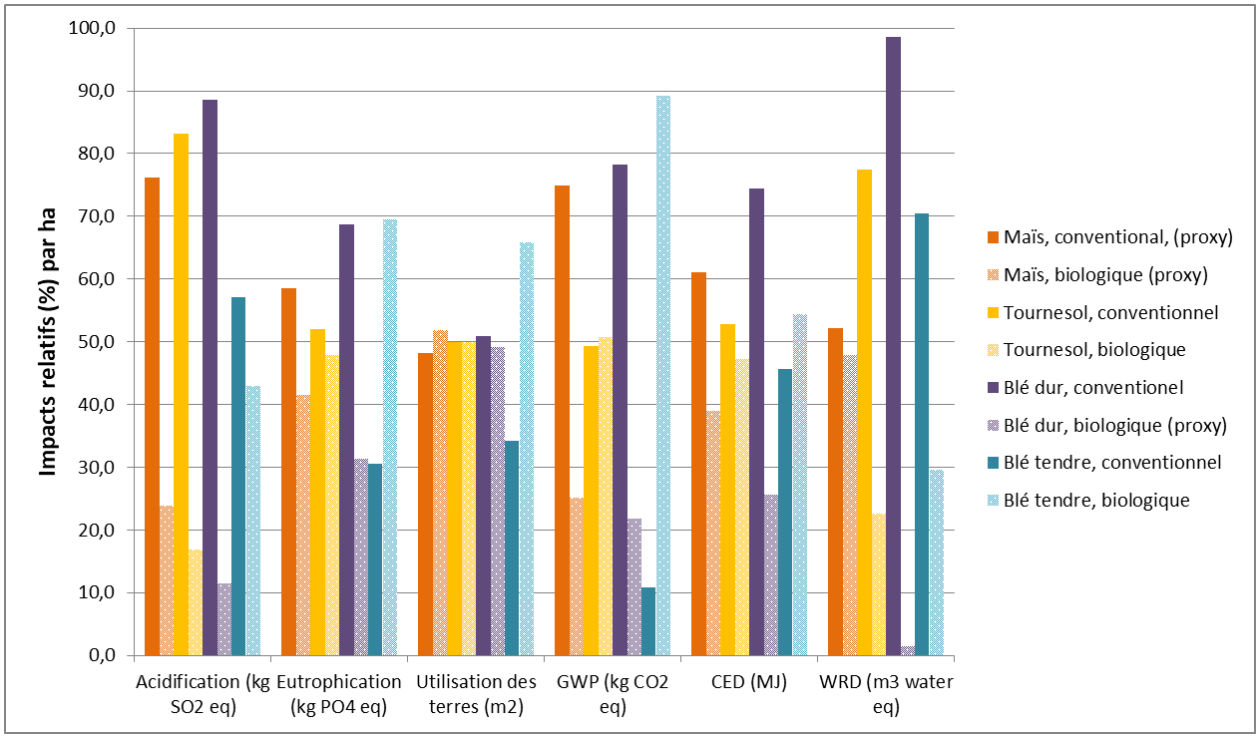
Productions nécessaires à la construction des principales productions du territoire	Origine des données pour l'ACV	Commentaires
Blé tendre conventionnel	Enquête Biovallée	
Blé tendre bio	Enquête Biovallée	
Blé dur conventionnel	Enquête Biovallée	
Blé dur bio	Blé tendre Bio (enquête Biovallée)	Blé dur bio inexistant dans la base de donnée : remplacement par blé tendre bio du territoire avec le rendement régional du blé dur bio correspondant.
Orge d'hiver conventionnel	Enquête Biovallée	
Orge d'hiver bio	Blé tendre Bio (enquête Biovallée)	Rendement remplacé par la moyenne orge hiver bio en rhone alpes
Tournesol conventionnel	Enquête Biovallée	
Tournesol bio	Enquête Biovallée	
Maïs grain conventionnel	Ecoinvent / Agribalyse (national)	
Maïs grain bio	Ecoinvent / Agribalyse (Aquitaine)	
Soja conventionnel	Ecoinvent / Agribalyse(Swiss)	
Soja bio	Ecoinvent / Agribalyse(Italie ?)	
Viticulture conventionnel	Enquête Biovallée	
Viticulture bio	Enquête Biovallée	
Abricot conventionnel	Ecoinvent / Agribalyse - Système de production de pêche	
Pêche conventionnel	Ecoinvent / Agribalyse	
Ovin viande fourrager	Enquête Biovallée	
Ovin viande pastoral	Enquête Biovallée	
Caprin laitier	Enquête Biovallée	
Caprin fromager	Non intégré dans l'étude	
Poulet chair standard	Enquête Biovallée (phase poulet de chair)	Ecoinvent / Agribalyse pour étapes précédentes
Poulet chair label/bio	Enquête Biovallée (phase poulet de chair)	Ecoinvent / Agribalyse pour étapes précédentes
Œuf plein air	Ecoinvent / Agribalyse	
Œuf bio	Enquête Biovallée phase pondeuses	Ecoinvent / Agribalyse pour étapes précédentes

ANNEXE 4 : Tableau d'assemblage des productions agricoles de la Biovallée (26) avec leurs surfaces et nombre de tête correspondant.

Production	surface (ha) et nombres d'animaux	SAU totale des principales productions agricoles
Grandes cultures	11607,5	44875
Viticulture (Clairette de Die)	1556,8	
Arboriculture (Pêches & Abricots)	650,4	
Caprin Lait	11815 têtes	
Ovin viande, pastoral	13420 têtes	
Ovin viande, fourrager	18104 têtes	
Poulet de chair, conventionnel	2,5	
Poulet de chair, label et biologique	99,3	
Œuf, biologique	17,7	
Œuf, plein air	56,7	

ANNEXE 5 : Comparaison des impacts, à l'hectare, des modes de productions des quatres cultures les plus impactantes de la Biovallée (26).

Les différences de proportions entre les modes de productions sont comparés pour une même culture. (Pas de comparaison possible entre les valeurs de deux cultures différentes). GWP signifie Global Warming Potential, c'est-à-dire participation au réchauffement climatique. CED signifie Cumulative Energie Demand, c'est-à-dire utilisation d'énergie. WRD signifie Water Resource Depletion c'est-à-dire utilisation de ressources en eaux.



ANNEXE 6 : Tableau des résultats d'impacts des grandes cultures principalement étudiée, par kg

Catégorie d'impact	Blé tendre, conventionnel	Blé tendre, biologique	Blé dur, conventionel	Blé dur, biologique (proxy)
Acidification (kg SO2 eq)	0,002	0,002	0,005	0,002
Eutrophication (kg PO4 eq	0,002	0,008	0,006	0,011
Utilisation des terres (m2)	0,8	2,8	1,1	3,8
GWP (kg CO2 eq)	0,2	3,1	4,0	4,0
CED (MJ)	1,4	3,0	3,1	3,9
WRD (m3 water eq)	0,000	0,000	0,004	0,000

Catégorie d'impact	Tournesol, conventionnel	Tournesol, biologique	Maïs, conventional, (proxy)	Maïs, biologique (proxy)
Acidification (kg SO2 eq)	0,009	0,002	0,005	0,003
Eutrophication (kg PO4 eq	0,015	0,013	0,003	0,003
Utilisation des terres (m2)	4,4	4,1	1,0	2,0
GWP (kg CO2 eq)	9,2	9,0	0,3	0,2
CED (MJ)	4,6	3,9	2,9	3,3
WRD (m3 water eq)	0,001	0,000	0,010	0,017

ANNEXE 7 : Tableau des résultats d'impacts des grandes cultures principalement étudiée, par hectare

Catégorie d'impact	Blé tendre, conventionne	Blé tendre, biologique	Blé dur, conventionel	Blé dur, biologique (proxy)
Acidification (kg SO2 eq)	9,378	7,054	41,133	5,310
Eutrophication (kg PO4 eq)	10,538	23,934	51,939	23,694
Utilisation des terres (m2)	4337,3	8373,5	8688,7	8400,7
GWP (kg CO2 eq)	1119,2	9175,7	31606,3	8802,7
CED (MJ)	7536,7	8995,2	24875,5	8547,8
WRD (m3 water eq)	1,096	0,462	35,396	0,485

Catégorie d'impact	Tournesol, conventionnel	Tournesol, biologique	Maïs, conventional, (proxy)	Maïs, biologique (proxy)
Acidification (kg SO2 eq)	24,792	5,026	55,019	17,224
Eutrophication (kg PO4 eq)	39,402	36,257	29,484	20,961
Utilisation des terres (m2)	11777,2	11773,6	11184,3	12041,0
GWP (kg CO2 eq)	24836,0	25618,4	3601,9	1208,2
CED (MJ)	12302,7	11009,0	30555,1	19506,4
WRD (m3 water eq)	2,215	0,644	112,005	102,834

Diplôme et Mention : Master Biologie, Agrosciences

Parcours : Amélioration, Production et Valorisation du Végétal

Option : Fonctionnement et Gestion des Agrosystèmes

Responsable d'option : Matthieu Carof

Auteur(s) : Victoire Barillet

Date de naissance* : 13 mai 1994

Nb pages : 28 Annexe(s) : 16

Année de soutenance : 2018

Organisme d'accueil : AgroCampus Ouest

Adresse : 65 rue de Saint Brieuc, 35000 Rennes

Maître de stage : Olivier Godinot

Titre français : Evaluation des impacts environnementaux des productions agricoles de la Biovallée par Analyse de Cycle de Vie (ACV) : Freins et améliorations à apporter

Titre anglais : Environmental impact assessment of agricultural production in Biovallée (26) through Life Cycle Analysis (LCA) : Limits and needs.

Résumé : L'agriculture est responsable de nombreux impacts environnementaux à l'échelle globale et locale. L'analyse de cycle de vie (ACV) est une méthode standardisée qui permet l'évaluation des impacts environnementaux de productions agricoles dans le but de réduire les dommages causés par l'agriculture. Dans le cadre du projet BOAT, commandé par l'ADEME, sur la valorisation et la gestion des biomasses d'origine agricole, nous nous intéressons aux impacts environnementaux des six principales filières agricoles de la Biovallée (Drôme, 26), représentant 85% de la SAU du territoire. Les impacts globaux de l'activité agricole du territoire sont présentés ainsi que les impacts par filière et par mode de production selon deux unités fonctionnelles courantes (l'hectare et le kilogramme). Les filières ayant les impacts les plus forts sont les grandes cultures, l'aviculture et la production d'ovin viande. Le mode de production biologique, très répandu sur ce territoire, présente généralement un profil environnemental plus favorable que l'agriculture conventionnelle par hectare utilisé, mais la situation s'inverse pour la plupart des productions lorsqu'on exprime les impacts par kg de produit. L'étude fine des résultats permet d'identifier les principaux processus responsables des impacts de chaque produit pour chaque catégorie d'impact, ce qui présente un intérêt pour faire évoluer les méthodes de production vers une agriculture plus durable. Les résultats obtenus sont cependant à considérer avec beaucoup de prudence au vue de l'importance des incertitudes. L'étude a permis de mettre en œuvre une méthodologie d'ACV pour l'évaluation des productions sur le territoire. La discussion de la méthode a finalement permis d'identifier les freins et besoins pour l'amélioration, entre autre, du choix des unités fonctionnelles, des catégories d'impacts, de la fiabilité des données d'enquête et d'agrégation des productions sur le territoire.

Abstract : Agriculture is responsible for numerous global and local environmental impacts. Life cycle assessment (LCA) is a standardized method for assessing the environmental impacts of agricultural production in order to reduce damages. Within the framework of the BOAT project, commissioned by ADEME, on the valorisation and management of agricultural biomass, we are interested in the environmental impacts of the six main agricultural sectors on the Biovallée territory (Drôme, 26), representing 85% of the territory's UAA. The overall impacts of the territory's agricultural activity are presented as well as the impacts by sector and by mode of production according to two current functional units (hectare and kilogram). The sectors with the strongest impacts are field crops, poultry farming and meat sheep production. The organic production method, widespread in this territory, generally has a more favourable environmental profile than conventional agriculture per hectare used, but the situation is reversed for most productions when the impacts are expressed per kg of product. The detailed study of the results makes it possible to identify the main processes responsible for the impacts of each product for each impact category, which is of interest for changing production methods towards more sustainable agriculture. However, these results should be considered with great caution due to their important uncertainty. The study made it possible to implement an LCA methodology for the evaluation of productions at the territory scale. The discussion of the method highlighted its main limits and needs for improving, among other things, the choice of functional units, impact categories, the reliability of survey data and the aggregation of production on the territory.

Mots-clés : Méthodologie ACV, Biovallée, Données, Territoire, Filières

Key Words: LCA Methodology, Biovallee, Datas, Territory, Sectors