



**HAL**  
open science

# Évaluation environnementale de scénarios de relocalisation de l'alimentation à l'échelle de la Guadeloupe

Gabin Guillemaud

► **To cite this version:**

Gabin Guillemaud. Évaluation environnementale de scénarios de relocalisation de l'alimentation à l'échelle de la Guadeloupe. Science politique. 2024. dumas-04835564

**HAL Id: dumas-04835564**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04835564v1>**

Submitted on 13 Dec 2024

**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.

## Mémoire de mission professionnelle

Présenté pour l'obtention du diplôme de Mastère Spécialisé® Innovations et politiques pour une alimentation durable

# > Évaluation environnementale de scénarios de relocalisation de l'alimentation à l'échelle de la Guadeloupe

**Gabin Guillemaud**

Date de soutenance : 11/10/2024

Tutrice de stage : **Éléonore Loiseau** - *INRAE (UMR ITAP-ELSA)*

Directeur de mémoire : **Nicolas Bricas** - *CIRAD (UMR MoISA)*

*Titulaire de la Chaire Unesco Alimentations du Monde*

Mémoire présenté devant un jury composé de :

Gwenolé Le Velly (président du jury)

Nicolas Bricas

Éléonore Loiseau

Loïc Guindé - *INRAE (UR ASTRO)*

## Remerciements

J'écris ces derniers signes sur un petit nuage, à bord de l'avion qui me ramène vers Montpellier, heureux du travail accompli, et émerveillé à jamais par cet archipel.

Je tiens à remercier en premier lieu Éléonore Loiseau, pour la pertinence de ses remarques, la justesse de ses conseils, et la qualité de son accompagnement. Merci, c'est et cela restera un plaisir de travailler avec toi.

J'adresse également un immense merci à Sophie Drogué et Loïc Guindé. Nous avons travaillé étroitement et je tiens à vous remercier particulièrement pour le temps que vous avez passé à faire tourner vos modèles pour mon travail. Et merci Sophie pour le voyage, je suis tellement heureux d'avoir découvert ces îles si particulières, magnifiques et attachantes.

Enfin, merci à l'ensemble des membres de l'équipe ELSA pour l'aide, les rires et les sourires.

Je dédie ce travail à mes camarades de la promo IPAD. C'était une année charnière pour moi, et elle se finit mille fois mieux que je n'aurais pu l'espérer. Merci pour l'espoir, la combativité, l'utopie, le recul, le soutien, et tout le reste.

## Table des matières

Remerciements .....	1
Liste des figures.....	3
Liste des tableaux.....	4
Résumé .....	6
Abstract .....	6
I - Introduction .....	7
II - Matériel et méthode .....	9
Présentation des scénarios .....	9
Démarche de modélisation.....	10
Modèle de diète .....	11
MOSAICA.....	11
Analyse de cycle de vie (ACV).....	12
1) Définitions des objectifs et du champ de l'étude .....	12
2) Inventaire .....	12
3) Évaluation des impacts.....	13
4) Interprétation .....	13

Analyse de cycle de vie territoriale .....	14
III - Objectifs et frontières de l'étude .....	14
Objectifs .....	14
Couples territoire/scénarios d'aménagement .....	14
Services rendus par le couple territoire/scénario .....	16
Indicateurs associés à chaque services rendus du territoire .....	17
Évaluation des indicateurs .....	18
IV - Inventaire du cycle de vie .....	18
Modélisation du scénario de référence (S0) .....	18
Données d'activités pour la consommation alimentaire du scénario S0 .....	18
Données d'activités pour la production agricole du scénario S0 .....	20
Modélisation des scénarios alternatifs (S1, S2 et S3) .....	21
Données d'activités pour la consommation alimentaire des scénarios alternatifs .....	21
Données d'activités pour la production agricole des scénarios alternatifs .....	22
Données d'inventaire de premier plan .....	22
ICV de la filière canne-sucre-rhum-énergie-amendement organique .....	22
ICV des productions agricoles locales de MOSAICA .....	23
Agribalyse 3.1.1. adaptée au DROM .....	24
Données d'inventaire d'arrière-plan .....	25
V - Évaluation des impacts .....	25
VI – Résultats et analyses .....	26
Résultats du modèle de diète .....	26
Résultats des hypothèses concernant les volumes de productions agricoles pour S1, S2 et S3 .....	27
Résultats ACV .....	28
Les impacts environnementaux de l'alimentation de la population guadeloupéenne .....	28
Les impacts environnementaux du système alimentaire guadeloupéen .....	35
Quantification des services rendus par les quatre scénarios et éco-efficience .....	38
VII - Discussion et perspectives .....	41
Comparaison avec la littérature .....	41
Qualité des données d'ICV .....	41
Incertitudes .....	42

Multifonctionnalité et frontières du système .....	42
Services rendus par les systèmes alimentaires territoriaux .....	43
Limites de la modélisation .....	43
Limites de l'ACV .....	43
Limites associées à l'enquête Kannari 2014 et au modèle de diète .....	43
Limites liées à l'évaluation environnementale de phénomènes sociaux et culturelles .....	44
Perspectives .....	44
VIII – Conclusion .....	44
IX - Bibliographie .....	45
X – Annexes .....	51
Annexe A : Méthode de prise en compte de l'alimentation des 0-15 ans .....	51
Annexe B : Méthode de traitement des résultats de l'enquête Kannari 2014 et de correspondance avec les catégories de MOSAICA .....	52
Annexe C : Rapport technique gestion des biomasses agricoles à l'échelle du territoire guadeloupéen .....	53
Annexe D : Paramétrage de la base de données Agribalyse DROM .....	53
Annexe E : Catégories d'impacts environnementaux caractérisées dans le méthode EF 3.1 .....	56
Annexe F : Scores d'impacts environnementaux des 4 scénarios .....	58
Annexe G : Principaux aliments contributeurs à l'impact sur le changement climatique de l'alimentation guadeloupéenne dans le cas des scénarios S1, S2 et S3 .....	59
Annexe H : Regroupement des ingrédients issus des recettes en famille d'aliment .....	60

## Liste des figures

Figure 1 : Démarche de construction des scénarios et de leur évaluation environnementale .....	11
Figure 2 : Les quatre phases de la méthode ACV (adapté de (ISO, 2006a)) .....	12
Figure 3 : Représentation simplifiée de l'approche systémique en ACV et des interactions entre systèmes (adapté de (Jolliet et al., 2010) par (Cornillier et al., 2015)) .....	13
Figure 4 : Frontières techniques du système étudié et sources des données .....	15
Figure 5 : Représentation quantifiée de la filière canne-sucre-rhum-énergie-amendement organique en Guadeloupe, exemple avec les données de production agricole du scénario S0 .....	23
Figure 6 : Démarche de modélisation des productions agricoles guadeloupéennes, exemple de la banane irriguée .....	24
Figure 7 : Illustration de l'adaptation de la base de données Agribalyse 3.1.1. au contexte guadeloupéen. Exemple du jus d'orange .....	25

Figure 8 : Composition des régimes alimentaires des 4 scénarios, obtenus soit par l'enquête Kannari 2014, soit par le modèle de diète .....	26
Figure 9 : Répartitions des cultures à l'échelle de la Guadeloupe pour chaque scénario .....	28
Figure 10 : Répartition de l'impact sur le changement climatique de la consommation alimentaire moyenne d'un-e guadeloupéen-e, comparée à la consommation alimentaire moyenne d'un-e métropolitain-e (Barbier et al., 2018).....	29
Figure 11 : Contribution de chaque mode de transport au total des aliments consommés en Guadeloupe (à gauche), et à son impact sur le changement climatique (à droite). .....	29
Figure 12 : Contribution de chaque famille d'aliments à l'impact sur le changement climatique de l'alimentation guadeloupéenne dans le scénario S0.....	30
Figure 13 : Impacts environnementaux de l'alimentation guadeloupéenne, comparaison des 4 scénarios. ....	32
Figure 14 : Contribution des principaux procédés à la formation d'ozone photochimique dans le scénario S3.....	34
Figure 15 : Analyse de contribution aux impacts du scénario S0 pour l'alimentation importée, l'alimentation locale, les produits exportés et l'électricité produite par combustion de la bagasse puis envoyée sur le réseau.....	36
Figure 16 : Impacts environnementaux du système alimentaire guadeloupéen, comparaison des 4 scénarios .....	37
Figure 17 : Éco-efficience sur la part de calories locales dans l'alimentation, comparaison des 4 scénarios .....	39
Figure 18 : Éco-efficience sur la quantité d'électricité envoyée sur le réseau, comparaison des 4 scénarios .....	40
Figure 19 : Méthode de traitement des résultats de l'enquête Kannari 2014 et de correspondance avec les résultats de MOSAICA .....	52
Figure 20 : Reparamétrage de la base de données Agribalyse DROM COM .....	54
Figure 21 : Contribution des aliments à l'impact sur le changement climatique des consommations alimentaires du scénario S1 .....	59
Figure 22 : Contribution des aliments à l'impact sur le changement climatique des consommations alimentaires du scénario S2.....	59
Figure 23 : Contribution des aliments à l'impact sur le changement climatique des consommations alimentaires du scénario S3.....	60

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition de la superficie cultivée de la Guadeloupe en 1671 (source : adapté de (Schnakenbourg, 1980)).....	7
Tableau 2 : Résumé des enquêtes et modèles utilisés pour construire les scénarios .....	10
Tableau 3 : Liste des services territoriaux associés à la relocalisation de l'alimentation dans la littérature scientifique.....	16
Tableau 4 : Définition des services rendus par le territoire et des indicateurs associés.....	18

Tableau 5 : Résultats de l'enquête Kannari 2014, issus du traitement présenté dans l'Annexe B .....	20
Tableau 6 : Calibrage de MOSAICA, et comparaison avec les données officielles .....	21
Tableau 7 : Quantités produites en 2017 des principales productions animales de la Guadeloupe, hors bovin .....	21
Tableau 8 : Volumes de productions locales des scénarios S1, S2 et S3 .....	27
Tableau 9 : Part de l'alimentation guadeloupéenne issues de produits locaux (hors alcools et eau) .....	28
Tableau 10 : Rang de contribution des viandes et du poisson à chacune des catégories d'impacts .....	31
Tableau 11 : Quantification des services rendus par les scénarios .....	39
Tableau 12 : Ajustement de la consommation alimentaire des guadeloupéens, afin de prendre en compte l'alimentation des enfants (source de la population : (INSEE, 2021)) .....	51
Tableau 13 : Distribution de la population guadeloupéenne au 1 <sup>er</sup> janvier 2018 (INSEE, 2021) .....	52
Tableau 14 : Composition des 6 nouvelles familles d'aliments créées .....	53
Tableau 15 : Liste des paramètres d'un projet Simapro relatif à la Guadeloupe, issue du reparamétrage de la base de données Agribalyse DROM COM .....	56
Tableau 16 : Description des indicateurs environnementaux de la méthode Environmental Footprint (European Commission & Joint Research Centre, 2020) et niveau de recommandation de ces indicateurs (Fazio et al., 2018) .....	58
Tableau 17 : scores d'impacts environnementaux des 4 scénarios .....	59
Tableau 18 : Regroupement des ingrédients issus des recettes en famille d'aliment .....	67

## Résumé

Depuis le début de la colonisation, l'agriculture guadeloupéenne est principalement axée sur les cultures d'exportation, en premier lieu la canne à sucre et la banane, ce qui participe au fait que la Guadeloupe est fortement dépendante des importations alimentaires. En parallèle, la relocalisation de l'alimentation est proposée comme une solution pour accroître l'autosuffisance alimentaire et atténuer les impacts environnementaux de l'alimentation guadeloupéenne. L'objectif de cette étude est d'analyser si cette relocalisation peut effectivement réduire ces impacts, et à quelles conditions. Pour ce faire, cette étude compare les impacts environnementaux de différents scénarios de transformation du système alimentaire guadeloupéen. Elle intègre dans cette analyse les niveaux de services rendus au territoire par chacun des scénarios. La méthodologie de construction de ces scénarios repose sur un couplage innovant entre ACV territoriale et deux modèles d'optimisation. Le premier est un modèle d'optimisation sous contrainte permettant de générer des régimes alimentaires qui par exemple maximise la part de produits locaux. Le second est un modèle bioéconomique qui permet de générer des répartitions des cultures à l'échelle de la Guadeloupe à partir de contraintes structurelles. Ce travail montre que la relocalisation a des effets contrastés selon les impacts environnementaux étudiés. Il expose également le fait que la relocalisation semble transformer profondément les niveaux de services rendus par le système alimentaire guadeloupéen. Enfin, cette étude montre surtout que pour que la relocalisation de l'alimentation ait des impacts bénéfiques sur l'environnement, cela doit passer par la végétalisation de l'alimentation guadeloupéenne, et donc une transformation profonde du secteur agricole.

## Abstract

Since the beginning of colonization, Guadeloupean agriculture has mainly focused on exported crops, primarily sugar cane and bananas, which contributes to the fact that Guadeloupe is heavily dependent on food imports. At the same time, the relocation of food is proposed as a solution to increase food self-sufficiency and mitigate the environmental impacts of the Guadeloupean diet. The goal of this study is to analyze whether this relocation can effectively reduce these impacts, and under what conditions. To accomplish this, this study compares the environmental impacts of different transformation scenarios for the Guadeloupean food system. This analysis integrates the levels of services provided to the territory by each of the scenarios. The methodology for constructing these scenarios is based on an innovative coupling between territorial LCA and two optimization models. The first is a constrained optimization model to generate diets that, for example, maximize the share of local products. The second is a bioeconomic model that generates crop distributions on the scale of Guadeloupe based on structural constraints. This work shows that relocation has contrasting effects depending on the environmental impacts studied. It also exposes the fact that relocation seems to deeply transform the levels of services provided by the Guadeloupean food system. Finally, this study shows that, above all, for the relocation of food to have beneficial impacts on the environment, this must involve the greening of Guadeloupean food, and therefore a profound transformation of the agricultural sector.

## Mots clés

### Analyse de cycle de vie, ACV territoriale, relocalisation, système alimentaire, Guadeloupe

Pour citer cet ouvrage : Guillemaud, G., (2024). *Évaluation environnementale de scénarios de relocalisation de l'alimentation à l'échelle de la Guadeloupe*. Mémoire de mission professionnelle, Mastère spécialisé® Innovations et politiques pour une alimentation durable, Institut Agro Montpellier.

## I - Introduction

En Guadeloupe, le secteur agricole est très spécialisé dans les cultures d'exportation (canne à sucre, banane) et l'offre locale en produits destinés au marché intérieur ne couvre pas la demande de la population. En 2017, la culture de la canne à sucre couvre 43,5 % de la surface agricole utilisée (SAU) totale de la Guadeloupe, et 64 % de la SAU hors prairies (Agreste Guadeloupe, 2018). Le sucre et le rhum sont majoritairement exportés en Hexagone.

Cette situation n'est pas nouvelle. Bien que visité et nommée par Christophe Colomb en 1493, la Guadeloupe (du nom du monastère royal de Santa María de Guadalupe, en Espagne) n'intéresse que peu les espagnols au XVI<sup>ème</sup> siècle, l'archipel ne possédant aucune mine d'or. Un des événements marquants de la colonisation de la Guadeloupe est le débarquement en 1635 de Charles Liénard de L'Olive, qui rapidement déclara la guerre aux habitants de l'île, les Kalinagos (Chalumeau, 2008). Ces derniers sont soit tués, soit morts suites à des maladies, soit chassés vers d'autres îles (Kubiak, 2019). Cependant, quelques familles et groupes amérindiens ont subsisté dans les terres les plus éloignées des centres de colonisation (Delpuech, 2023). Dès 1671, le foncier guadeloupéen est extrêmement concentré (5 % des propriétés rassemblent plus des deux tiers des terres cultivées) (Schnakenbourg, 1980). Ces grands propriétaires cultivent majoritairement la canne à sucre, à l'aide d'esclaves déportés depuis l'Afrique de l'Ouest, mais surtout de nombreux engagés blancs<sup>1</sup> (Roulet, 2016).

Superficie exprimée en « carrés » 1 carré = 0,95 ha	Culture d'exportation					Cultures vivrières	Total
	Canne à sucre	Tabac	Coton	Indigo	Gingembre		
Basse-Terre	618	8	10	0	0	568	1 204
Côte-au-vent	1 654	38	0	2	113	1 057	2 864
Grande-Terre	233	2	0	13	0	379	627
Grand Cul-de-Sac	278	6	0	0	7	301	592
Côte-sous-le-Vent	427	56	76	6	63	655	1 283
Total	3 210	110	86	21	183	2 960	6 570

Tableau 1 : Répartition de la superficie cultivée de la Guadeloupe en 1671 (source : adapté de (Schnakenbourg, 1980)).

<sup>1</sup> Ces français sont engagés par contrat, pour trois ans, auprès d'un maître qui a le droit de les revendre et de les mettre au travail.

En 1671, la canne à sucre occupe 49 % de la surface cultivée en Guadeloupe, soit 89 % de la surface des cultures destinées à l'exportation. La perte d'autonomie alimentaire de la Guadeloupe se poursuit, et à la fin du XVIIIème siècle, la Guadeloupe ne peut plus se nourrir elle-même. « *Les colons préfèrent consacrer le maximum d'espace et de main-d'œuvre aux cultures d'exportation et se retrouvent alors gravement et totalement dépendants de la métropole pour leur approvisionnement en "comestibles"* » (Schnakenbourg, 1980). Aujourd'hui, seulement 12 % de la nourriture que consomment les guadeloupéens est produite en Guadeloupe. Et les productions locales dépendent elles-mêmes fortement des importations (alimentation animale, engrais, énergie) (Asal et al., 2022). En somme, l'histoire agricole guadeloupéenne est marquée depuis quatre siècles par la colonisation et la culture de denrées destinées à l'export. De plus, la population guadeloupéenne actuelle est quasi-intégralement constituée des descendants des engagés français, des esclaves, et d'autres vagues d'immigration qui ont succédé à l'abolition de l'esclavage, notamment en provenance d'Inde (Giraud et al., 2009). En conséquence, la "re" localisation de l'alimentation doit plutôt s'entendre ici comme l'augmentation du degré d'autosuffisance alimentaire de la Guadeloupe, et non comme le retour à une organisation passée du système alimentaire.

D'autre part, les zones tropicales et les territoires insulaires sont particulièrement vulnérables au dérèglement climatique (Goujon et al., 2015; Tramis et al., 2022). Cela fait peser des risques spécifiques sur l'agriculture de ces territoires (sécheresse, précipitations accrues, cyclones). L'agriculture guadeloupéenne fait face à d'autres enjeux, comme la pollution des sols à la chlordécone (Tete, 2019), l'étalement urbain (Direction Départementale de l'Équipement de la Guadeloupe, 2010), la faible compétitivité des exploitations<sup>2</sup> et la dépendance aux aides (Morel, 2021).

Par ailleurs, la Guadeloupe vit depuis plusieurs décennies une transition nutritionnelle avancée avec le passage d'une alimentation centrée sur les féculents, avec une part plutôt modeste de protéines d'origine animale, vers une alimentation plus riche en protéines, lipides et glucides simples. Cette tendance marque un recul du modèle alimentaire traditionnel, qui cohabite désormais avec d'autres régimes. Ces changements alimentaires profonds sont une des causes de la prévalence élevée du surpoids et de l'obésité en Guadeloupe (Méjean, 2020).

Face à ces différents enjeux écologiques, de nutrition, et de résilience, la relocalisation de l'alimentation est une piste mise en avant par la recherche (Chiffolleau & Dourian, 2020), les acteurs locaux (DEAL Guadeloupe, 2021) ou nationaux<sup>3</sup>, pour permettre, en rapprochant les lieux de production et de consommation, de construire des systèmes alimentaires territoriaux durables.

Ici, c'est l'approche « physique » de l'autosuffisance alimentaire<sup>4</sup> qui est retenue, c'est-à-dire qu'un aliment produit et consommé en Guadeloupe est considéré comme participant à l'augmentation de cette autosuffisance. De plus, l'autonomie alimentaire n'est pas appréhendée à partir de la gouvernance du

---

<sup>2</sup> En Guadeloupe, 83 % des exploitations sont dites « micros ». C'est-à-dire qu'elles ont un potentiel de production brut standard (PBS) inférieur à 25 000 € par an (Agreste, 2022).

<sup>3</sup> <https://agriculture.gouv.fr/france-2030-presentation-de-lobjectif-6-investir-dans-une-alimentation-saine-durable-et-tracable> (consulté le 24/04/2024)

<sup>4</sup> Au sens que lui donne la FAO (FAO, 1999).

système alimentaire ou des modes d'organisation des structures le composant ou des rapports de force en son sein (Bélisle et al., 2017; Labrecque et al., 2020). Les concepts d'autonomie alimentaire et d'autosuffisance alimentaire seront donc considérés comme équivalents.

Dans ce contexte, le projet CALALOU a été initié pour comprendre et évaluer les potentiels bénéfiques de la relocalisation de l'alimentation en Guadeloupe. Outre l'intérêt pour le développement économique local, il émet l'hypothèse qu'un approvisionnement alimentaire local peut avoir un impact positif sur l'environnement sous certaines conditions (i.e. optimisation des flux logistiques, pratiques agricoles durables, etc.). Ce projet repose également sur l'hypothèse que c'est l'offre, c'est-à-dire l'approvisionnement alimentaire, qui est un déterminant majeur des comportements alimentaires, et donc de la demande. Dans cette perspective, le projet CALALOU étudie les impacts de l'augmentation de la part de la production agricole locale dans l'alimentation des guadeloupéens, sur la nutrition (et son lien avec la santé publique), l'organisation du système de production, et l'environnement. Le projet repose sur l'analyse multi-échelle du système alimentaire permettant une intégration profonde des disciplines (économie, nutrition, agronomie, sciences de l'environnement, géographie) qui apporteront des connaissances précieuses sur diverses composantes du système alimentaire local guadeloupéen.

L'objectif de cette étude est de mobiliser les travaux déjà existants afin de construire des scénarios de relocalisation de l'alimentation en Guadeloupe, et quantifier leurs impacts environnementaux. Dans le but de répondre à la question suivante :

**La relocalisation de l'alimentation à l'échelle de la Guadeloupe est-elle capable d'atténuer les impacts environnementaux du système alimentaire guadeloupéen ? Si oui, à quelles conditions ?**

## II - Matériel et méthode

L'ambition de ces travaux est de mener une étude à caractère prospectif, évaluant différents scénarios, différents agencements du système alimentaire guadeloupéen, à l'aune de leurs impacts environnementaux. La première étape du travail a consisté à définir les scénarios à étudier, puis à proposer dans un deuxième temps une démarche de modélisation pour quantifier leurs impacts environnementaux.

### Présentation des scénarios

Quatre scénarios d'agencement du système alimentaire guadeloupéen seront étudiés. Ils ont tous en commun le fait de rendre le même service au territoire, à savoir « nourrir l'ensemble de la population guadeloupéenne, 310 516 personnes, pendant un an ». De plus, seules les productions et pratiques agricoles actuelles de la Guadeloupe ont été considérées dans les scénarios. Cette étude ne s'intéresse pas à l'introduction de nouvelles productions, quasiment absentes du territoire aujourd'hui (céréales, productions laitières, protéines végétales, etc.), ni à l'adoption massive de pratiques agro-écologiques. Le but de cette étude est d'isoler l'effet de la relocalisation, et seulement de la relocalisation, sur les impacts environnementaux du système alimentaire guadeloupéen.

- Le scénario S0 rend compte de l'existant. Son but est de décrire la situation de référence, afin de comparer les scénarios suivants à celle-ci.
- Le scénario S1 modélise une relocalisation de 100 % de l'alimentation des guadeloupéen·nes en fruits, légumes, tubercules et viande bovine. Seules ces productions sont considérées car elles sont largement présentes en Guadeloupe. L'ambition est de mettre en exergue et discuter les contraintes du territoire qui seront potentiellement dépassées pour arriver à ce résultat. Ces changements modifieront l'occupation de la SAU, la provenance des aliments consommés en Guadeloupe, mais la structure du régime alimentaire des guadeloupéen·nes restera inchangé.
- Le scénario S2 modélise un nouveau régime alimentaire guadeloupéen moyen, qui respecte les recommandations nutritionnelles, et qui s'éloigne le moins possible du régime alimentaire observé. Ce scénario sera avant tout utile pour faire des comparaisons avec le scénario S3.
- Le scénario S3 modélise également un nouveau régime alimentaire guadeloupéen qui respecte les recommandations nutritionnelles. Mais celui-ci est aussi composé au maximum de produits locaux, c'est-à-dire produits localement. Dans ce scénario, les guadeloupéen·nes consomment donc beaucoup plus de produits locaux que dans S1, mais leur alimentation n'est pas totalement issue de la production locale. Car des aliments clés, comme les céréales ou les produits laitiers, ne sont pas produits localement.

## Démarche de modélisation

Le cœur de la méthode repose donc sur un couplage entre un modèle de diète, un modèle bioéconomique (MOSAICA), et l'Analyse de Cycle de Vie (ACV).

Pour la situation de référence, les données d'importation/exportation (Douanes, 2024) de la Guadeloupe n'ont pas été utilisées, à la différence de l'étude de l'ADEME (Asal et al., 2022). L'objectif ici n'est pas de construire une représentation fidèle en tout point à la réalité, mais plutôt de construire ce scénario avec les mêmes outils que les scénarios suivants, afin qu'ils soient comparables entre eux.

Pour la construction des scénarios, le choix a été fait d'utiliser les données d'un modèle d'optimisation capable de concevoir des mosaïques de culture à l'échelle de la Guadeloupe (MOSAICA) pour les volumes de production agricole et l'enquête Kannari 2014 (Barrau et al., 2020) ou les résultats du *Modèle de diète* pour les volumes de consommation alimentaire. Pour S2 et S3, ce sont les résultats du modèle de diète qui contraignent le modèle MOSAICA (voir *Tableau 2 : Résumé des enquêtes et modèles utilisés pour construire les scénarios*).

Scénarios	Production agricole de la Guadeloupe	Consommation des guadeloupéen·nes
S0	Calibrage MOSAICA	Enquête Kannari
S1	MOSAICA (taux de couverture (ODEADOM, 2018))	Enquête Kannari
S2	MOSAICA (contraintes issues du modèle de diète)	Modèle de diète (contraintes sur le respect des recommandation nutritionnelle)
S3	MOSAICA (contraintes issues du modèle de diète)	Modèle de diète (contraintes sur le respect des recommandations nutritionnelles + maximisation de la relocalisation)

*Tableau 2 : Résumé des enquêtes et modèles utilisés pour construire les scénarios*

En résumé, la démarche d'évaluation environnementale est construite de cette manière :

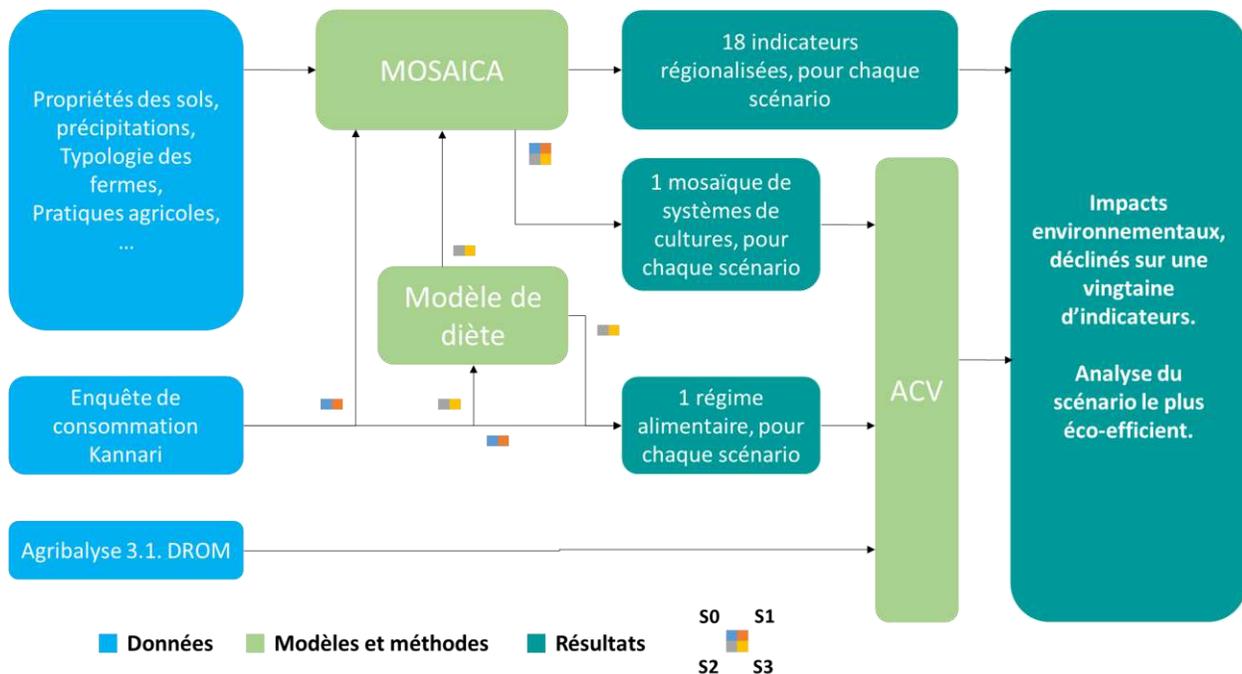


Figure 1 : Démarche de construction des scénarios et de leur évaluation environnementale

Ces différents modèles sont expliqués plus en détails ci-dessous.

### Modèle de diète

Ce modèle quadratique d'optimisation a pour variables l'ensemble des aliments consommés en Guadeloupe (environ 1500). Son but est de maximiser une fonction, ici être le plus proche de la diète observée (l'enquête Kannari). Des contraintes supplémentaires peuvent être ajoutées, comme ici le respect des recommandations nutritionnelles ou la maximisation de la consommation d'aliments locaux.

Ce modèle a notamment été utilisé par l'UMR MoISA sur une étude en Tunisie (Drogué et al., 2020; Pérignon et al., 2019).

### MOSAICA

MOSAICA est un modèle bioéconomique d'optimisation développé par l'UR ASTRO, qui intègre des informations à l'échelle de la parcelle, de la ferme, de la sous-région et de la région. Il permet de concevoir des mosaïques de systèmes de culture à partir de changements structurels (nouvelle répartition des aides, projections climatiques, pratiques agroécologiques, etc.), ce qui en fait un outil d'aide à la décision (Chopin et al., 2015; Chopin, Blazy, Guinde, et al., 2017). MOSAICA permet également de calculer des indicateurs économiques, sociaux et environnementaux pour chaque simulation d'usage des sols. Ce modèle a notamment été utilisé afin d'évaluer la pertinence du développement d'une agriculture « climato-intelligente » en Guadeloupe (Selbonne, 2022). Le détail de son fonctionnement est expliqué par (Chopin, Blazy, Guindé, et al., 2017).

## Analyse de cycle de vie (ACV)

La méthode de quantification des impacts environnementaux choisie est l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) qui est normalisée au niveau international (ISO, 2006a, 2006b) et est considérée comme la méthode de référence en évaluation environnementale. Cet outil quantifie les impacts d'un produit ou d'un service tout au long de son cycle de vie (de l'extraction des matières premières, à sa production, distribution, utilisation et jusqu'à la gestion de sa fin de vie) (Rebitzer et al., 2004). De plus, l'ACV est multicritère, c'est-à-dire qu'elle quantifie des impacts sur de nombreux indicateurs environnementaux. Cette approche cycle de vie et multicritère est centrale car elle permet de mettre en évidence des transferts d'impacts entre catégories d'impacts ou entre étape du cycle de vie. Par ailleurs, l'ACV est également fondée sur une approche fonctionnelle. Les impacts potentiels d'un bien ou d'un service sont quantifiés par unité de « service rendu » (unité fonctionnelle) permettant ainsi de comparer des systèmes très contrastés sur une base commune (Jolliet et al., 2005).

Le cadre méthodologique de l'ACV est divisé en quatre phases itératives selon la norme ISO 14040, telles que décrites ci-dessous :

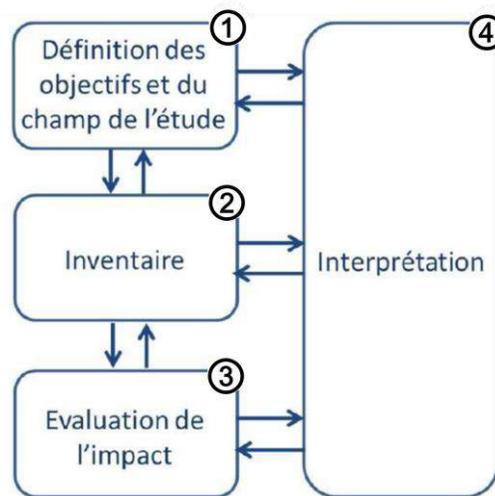


Figure 2 : Les quatre phases de la méthode ACV (adapté de (ISO, 2006a))

### 1) Définitions des objectifs et du champ de l'étude

C'est lors de la première phase que les objectifs de l'étude et les frontières du système considéré sont définis. C'est également à ce moment que l'unité fonctionnelle (UF) est choisie. Habituellement, ce flux contient une composante fonctionnelle, un critère de performance et une durée, par exemple : « Couvrir 1 m<sup>2</sup> de mur extérieur, avec une opacité d'au moins 0,99 pendant 10 ans » (Joint Research Centre, 2010b).

### 2) Inventaire

La phase d'inventaire du cycle de vie (ICV) consiste à quantifier l'ensemble des ressources consommées et des substances émises vers l'environnement par le système, sur tout son cycle de vie, de l'extraction des matières premières, à la transformation, distribution, utilisation et fin de vie. L'ACV s'inscrit dans une approche et un mode de représentation systémique du monde. De ce point de vue, le système à étudier

s'inscrit dans le monde économique (la technosphère en ACV) et constitué de l'ensemble des activités anthropiques, lui-même s'inscrivant dans son environnement naturel (l'écosphère en ACV) et incluant l'atmosphère, la biosphère, et la lithosphère (voir ci-dessous).

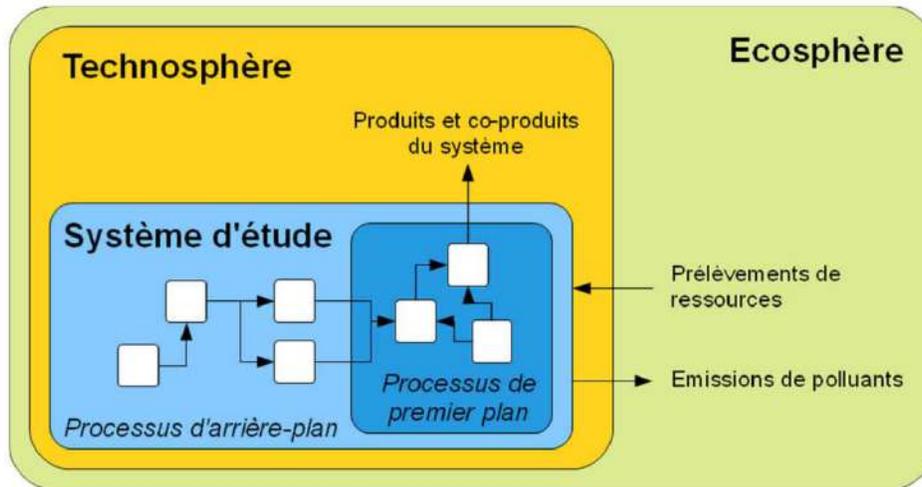


Figure 3 : Représentation simplifiée de l'approche systémique en ACV et des interactions entre systèmes (adapté de (Jolliet et al., 2010) par (Cornillier et al., 2015))

Dans la modélisation ACV, la technosphère est constituée d'un ensemble de sous-éléments appelés processus unitaires, qui échangent entre eux des flux de produits, de matières et d'énergie, et qui échangent des flux élémentaires avec l'écosphère : les consommations de ressources et les émissions de polluants (Jolliet et al., 2010). Enfin, il est également utile de distinguer les processus dits « de premier plan », qui sont les processus d'intérêt de l'analyse, ceux sur lesquels va porter la majorité de la collecte de données et qui constituent la singularité du système étudié. Et les processus dits « d'arrière-plan » qui sont plus génériques.

### 3) Évaluation des impacts

La phase d'évaluation des impacts du cycle de vie (EICV), qui vise à traduire l'ensemble des flux environnementaux issus de l'inventaire en un nombre restreint d'indicateurs environnementaux. Plusieurs méthodes de caractérisation des impacts sont disponibles pour cette étape, et selon la méthode utilisée une dizaine de catégories d'impacts peuvent être quantifiées (changement climatique, toxicité humaine, écotoxicité, acidification, eutrophisation, utilisation des terres, consommation de ressources fossiles ...).

### 4) Interprétation

Enfin la phase d'interprétation, où sont formulées les conclusions et recommandations de l'étude (Jolliet et al., 2010). La structure de cette partie dépend donc beaucoup des objectifs qui ont été précédemment fixés. C'est également ici qu'est discutée la fiabilité des résultats obtenus, notamment au moyen d'analyse de sensibilité et d'incertitude.

## Analyse de cycle de vie territoriale

Initialement conçue pour évaluer les performances environnementales de produits ou services, le cadre méthodologique de l'ACV a été adapté pour étudier des systèmes à des échelles « meso » avec le développement de l'ACV territoriale (Loiseau, 2014; Loiseau et al., 2018). L'ACV territoriale émerge d'un besoin d'évaluer les impacts environnementaux d'un territoire, en fonction des services rendus par ce dernier. Une des principales adaptations réside dans la quantification des deux types d'indicateurs, i.e., des impacts environnementaux, et différents services rendus par le scénario d'aménagement étudié. Le point de départ de l'ACV territoriale n'est plus la définition d'une UF, mais la définition du territoire d'étude et des scénarios à évaluer. Ce cadre sera mis en œuvre pour évaluer les scénarios décrits *ci-dessus*, en suivant les différentes étapes de l'ACV décrites *Figure 2* : Les quatre phases de la méthode ACV (adapté de (ISO, 2006a)).

## III - Objectifs et frontières de l'étude

### Objectifs

Cette étude a pour objectif la modélisation de scénarios de relocalisation de l'alimentation en Guadeloupe, et leur évaluation environnementale. Pour ce faire, le but est d'utiliser le plus possible des données spécifiques au contexte guadeloupéen. Ces scénarios seront comparés à niveau de services rendus au territoire équivalents. Cette étude a aussi pour objectif méthodologique de coupler deux modèles utilisés par au sein du projet CALALOU, MOSAICA et le modèle de diète.

### Couples territoire/scénarios d'aménagement

Ici le territoire considéré est la Guadeloupe. Cela comprend la Guadeloupe continentale (Basse-Terre et Grande-Terre) ainsi que Marie-Galante. Les Saintes et la Désirade sont considérées hors du territoire.

L'année de référence choisie pour cette étude est 2017, car c'est l'année de calibrage du modèle MOSAICA. De plus, cette année est suffisamment ancienne pour que la plupart des données d'organismes publics soient disponibles, et suffisamment récente pour considérer que les secteurs agricole et alimentaire en Guadeloupe n'aient pas subi de changements structurels.

Compte-tenu des objectifs définis ci-dessus, les frontières du système étudié comprennent les activités reportées dans la *Figure 4* : Frontières techniques du système étudié et sources des données, à savoir :

- Le secteur agricole (productions, intrants, matières premières, équipements agricoles, émissions au champ, stockage du carbone le cas échéant) ;
- La logistique, la transformation et la distribution (transport des produits bruts (1<sup>er</sup> kilomètre) et des produits transformés, infrastructures et matières premières pour la transformation et la distribution, stockage) ;
- Gestion des co-produits agricoles et agro-alimentaires (gestion des déchets, procédés de recyclage et de valorisation, notamment énergétique ou par compostage) ;
- Les importations alimentaires de la Guadeloupe, de la production à la consommation (cradle-to-supermarket gate) ;
- La production des produits alimentaires exportés (cradle-to-territorial gate).

En somme, cela peut être représenté de la sorte :

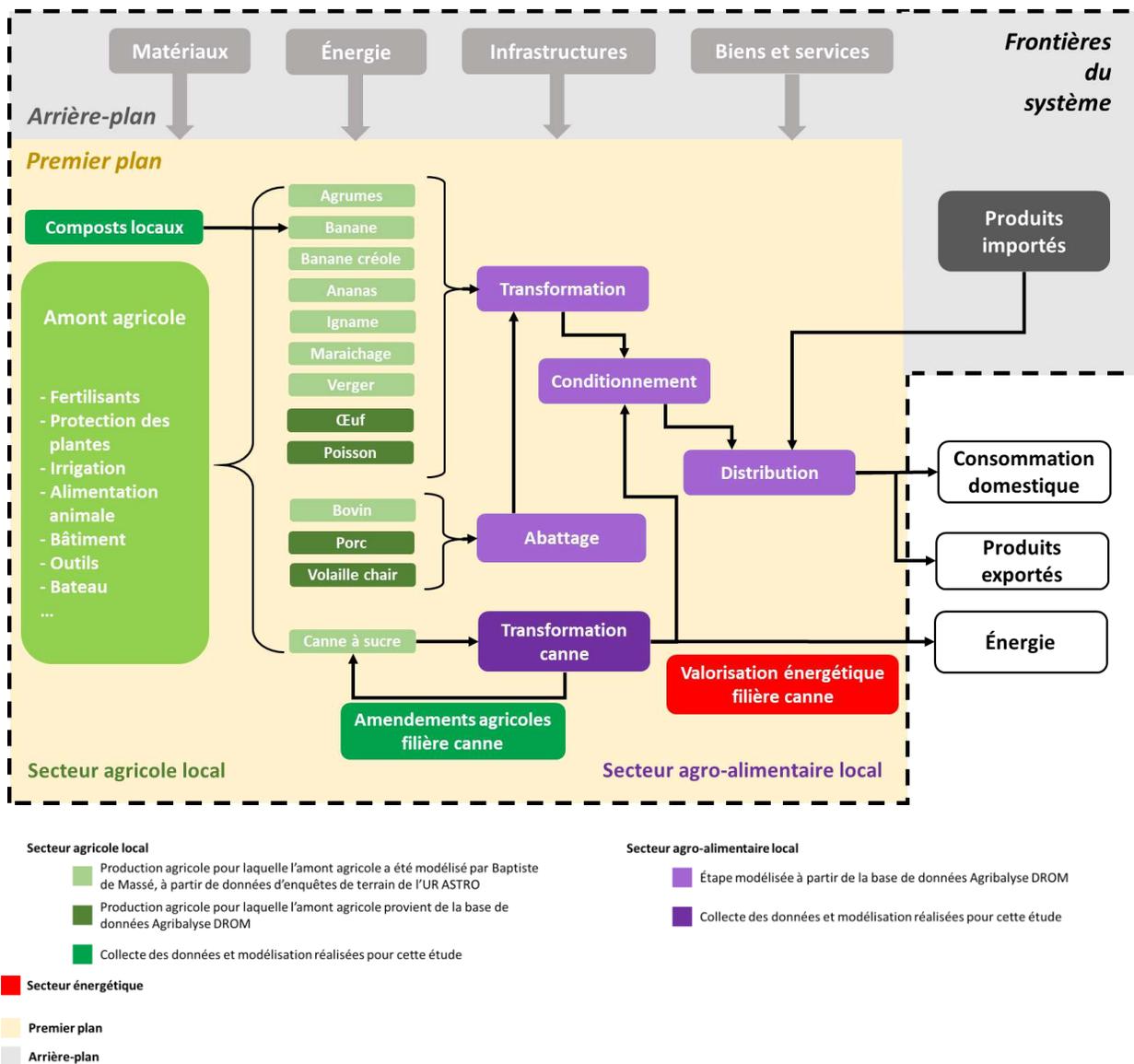


Figure 4 : Frontières techniques du système étudié et sources des données

Ici, le principe de « *responsabilité totale* » (Eder & Narodoslowsky, 1999) sera appliqué. Selon ce principe, le territoire est responsable « *de l'ensemble des impacts liés à ses activités de consommation, en tenant compte des impacts des biens et services importés (perspective cycle de vie). Il est également responsable des impacts liés aux biens et services produits au sein de ses frontières géographiques, toujours selon une pensée cycle de vie. En revanche, les impacts liés à la distribution, l'utilisation et la gestion de la fin de vie des biens et services exportés ne sont pas imputés au territoire étudié* » (Loiseau, 2014). Ici, cela signifie que l'impact des produits exportés (sucre, rhum, melon) n'est considéré que jusqu'au moment où ils quittent le territoire guadeloupéen (« at territorial-gate »).

De plus, plusieurs activités sont considérées hors des frontières des scénarios, notamment tout ce qui est compris dans la consommation domestique : Les modes de cuisson domestique, le dernier kilomètre, le

gaspillage alimentaire domestique, le lieu de consommation alimentaire etc. Cette étude prend en compte les impacts environnementaux de l'alimentation seulement jusqu'au lieu d'achat des produits, c'est-à-dire « at supermarket ».

### Services rendus par le couple territoire/scénario

Les scénarios sont comparés à l'aune des services qu'ils rendent à la population actuelle et future, qui dépend directement ou indirectement du système alimentaire guadeloupéen. Définir ces services et leurs indicateurs associés est donc un élément central de ce travail, car cela détermine la nature des résultats obtenus, ainsi que les analyses et interprétations de ceux-ci. Cette étude traitant de la relocalisation de l'alimentation, et s'inscrivant dans un projet qui postule de nombreux avantages à cette relocalisation, Les services potentiellement rendus par la relocalisation sont étudiés en premier lieu. Pour ce faire, et afin d'être le plus exhaustif possible, l'inventaire des services est basé sur deux sources : la littérature académique et le discours des porteurs et partenaires du projet CALALOU. Pour chacune de ces sources sont identifiées les vertus et qualités prêtées à la « relocalisation », le « local », les « circuits-courts », la « reterritorialisation », etc. Cependant, le cœur de ce travail n'est pas l'évaluation d'indicateurs territoriaux complexes. Des enquêtes sociologiques seraient évidemment à prévoir pour aller plus loin dans la compréhension et la quantification des services rendus par la relocalisation d'un système alimentaire.

Voici une liste (non exhaustive) des services ou vertus qui sont associés à la relocalisation ou la reterritorialisation de l'alimentation, dans la littérature scientifique. A noter que même si la relocalisation a des effets bénéfiques dans les cas présentés ci-dessous, la généralisation de ces effets bénéfiques est très discutée (Born & Purcell, 2006; Stein & Santini, 2022).

Domaine	Services	Sources
Résilience alimentaire	Autosuffisance alimentaire	(Commission européenne, 2020; Labrecque et al., 2020; Peters et al., 2009)
	Sécurité alimentaire	(Karg et al., 2016; Puma et al., 2015)
Environnement et santé	Qualité nutritionnelle des produits	(Mariola, 2008; Vogt & Kaiser, 2008)
	Bien-être des agriculteur-ices	(Mundler & Laughrea, 2016)
	Favorise des formes de bioéconomie territoriale	(Kiss et al., 2019)
	Les agriculteur-ices captent davantage de valeur ajoutée	(Malak-Rawlikowska et al., 2019; Mancini et al., 2019; Schmitt et al., 2017)
Gouvernance et économie	Créer une alternative à l'agriculture capitaliste	(Pacione, 1997; Pothukuchi, 2004)
	Développement rural et tourisme	(Kneafsey et al., 2013)

Tableau 3 : Liste des services territoriaux associés à la relocalisation de l'alimentation dans la littérature scientifique.

De même, il paraissait intéressant dans le cadre de cette étude de s'intéresser au discours que les acteurs locaux portent sur la relocalisation de l'alimentation, afin de décrire quelques-uns de ces services spécifiques à la relocalisation de l'alimentation guadeloupéenne. Tout d'abord, le projet CALALOU lui-même associe des bénéfices nutritionnels, gustatifs, et environnementaux à la relocalisation de l'alimentation en Guadeloupe (Drogué, 2022). Les deux partenaires locaux du projet, la Communauté d'Agglomération du Nord Grande-Terre (CANGT) et la Direction de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Forêt (DAAF) de Guadeloupe, associent eux aussi des vertus à la relocalisation du système alimentaire guadeloupéen. Pour le premier, c'est un moyen de soutenir l'économie locale, notamment en développant des filières légumineuses locales afin de fournir les cantines scolaires<sup>5</sup>. Pour le second, en plus du soutien à l'économie locale, l'approvisionnement des cantines en produits locaux est un moyen de faire de « l'éducation alimentaire » et encourager la consommation de fruits et légumes<sup>6</sup>. Dans un contexte de transition nutritionnelle où les jeunes guadeloupéen·nes mangent peu de fruits et légumes (Méjean, 2020, p. 75).

Il est impossible dans cette étude de mettre au point des indicateurs et de les quantifier précisément pour l'ensemble de ces services, pour chaque scénario. De plus, les services cités plus haut sont de nature assez vague. Pour obtenir une mesure de ceux-ci, il convient de passer par des indicateurs, plus précis.

Le *Tableau 4* : Définition des services rendus par le territoire et des indicateurs associés regroupe l'ensemble des services retenus dans cette étude, ainsi que leurs indicateurs associés.

### Indicateurs associés à chaque services rendus du territoire

Ces indicateurs permettent d'estimer le niveau des services pour chaque scénario d'aménagement.

Service	Indicateur	Description	Unité	Source
Autosuffisance alimentaire	Réduction de la dépendance calorique au commerce international	Part des calories de l'alimentation guadeloupéenne apportée par des aliments locaux	%	Calcul auteur
Autosuffisance énergétique	Électricité issue de la biomasse	Électricité produite à partir de la combustion de la bagasse par la centrale ALBIOMA et injectée sur le réseau	GWh	Calcul auteur
Bioéconomie territoriale	Autonomie en amendement organique	Part d'amendement, en équivalent N, P et K, produite par le territoire	%	Calcul auteur, avec données UR ASTRO
Performance économique de l'agriculture	Revenu global des exploitations agricoles	Somme des marges brutes de l'ensemble des systèmes de culture	€	Calcul auteur, avec données MOSAICA

<sup>5</sup> <https://www.cangt.fr/territoire-dagro-transformation/diagnostic-et-enjeux/> (consulté le 04/09/2024)

<sup>6</sup> <https://daaf.guadeloupe.agriculture.gouv.fr/cralim-comite-regional-de-l-alimentation-du-7-juin-2024-a1971.html> (consulté le 04/09/2024)

Justice économique au sein du secteur agricole	Écart de revenu entre les agriculteur-ices	Coefficient de Gini, qui mesure l'inégalité globale d'une variable dans une population, appliqué aux revenus des fermes	[0-1[	MOSAICA
--	--	---	-------	---------

Tableau 4 : Définition des services rendus par le territoire et des indicateurs associés

## Évaluation des indicateurs

L'évaluation des indicateurs est à retrouver ici : *Annexe F : Scores d'impacts environnementaux des 4 scénarios.*

## IV - Inventaire du cycle de vie

Dans cette étude, une grande attention a été portée sur le fait d'utiliser des données spécifiques à la Guadeloupe. Pour ce faire, beaucoup de données de « premier plan », c'est-à-dire des données non issues des bases de données utilisées habituellement en ACV, ont été collectées. Les données de « second plan » ou « d'arrière-plan » sont toutes celles qui sont issues de bases de données comme Ecoinvent ou Agribalyse. Elles sont par conséquent considérées comme suffisamment représentatives du contexte guadeloupéen pour être utilisées telles quelles.

De plus, il convient de distinguer les données « d'activités » des données « d'inventaire ». Les premières quantifient la quantité de chaque processus à modéliser (exemple : le nombre de tonnes de viande de porc consommées par la population guadeloupéenne sur un an). Les activités considérées ici sont les volumes de consommation alimentaire et les volumes de productions agricoles. Les secondes décrivent l'ensemble des flux entrants et sortants associés à un processus (exemple : type de nourriture, quantité de nourriture, consommation d'énergie, etc. nécessaire à la production d'un kilogramme de viande de porc).

### Modélisation du scénario de référence (S0)

#### Données d'activités pour la consommation alimentaire du scénario S0

Cette étude est d'abord fondée sur la quantification des impacts de la consommation réelle des guadeloupéen-nes, estimée grâce à l'enquête Kannari de 2014 (Barrau et al., 2020; Castetbon et al., 2016). Les habitudes alimentaires des guadeloupéen-nes ont été recueillies à l'aide d'entretiens téléphoniques, dits « rappels des 24 heures », réalisés par des diététicien-nes entre octobre 2013 et février 2014. Les 651 enquêté-es de plus de 16 ans ont renseigné l'ensemble des quantités de boissons et aliments ingérés la veille de l'entretien. Après le traitement de ces données, l'enquête fournit une valeur de consommation moyenne, pour chaque aliment déclaré, pour chaque sexe et tranche d'âge, en gramme/jour/habitant. Bien qu'obtenus en 2013-2014, les résultats fournis par cette enquête sont considérés comme rendant suffisamment compte des habitudes alimentaires des guadeloupéen-nes en 2017 pour être exploités en l'état. L'enquête Kannari a été réalisée auprès des personnes de 16 ans et plus. La méthode de prise en compte de la consommation alimentaire des enfants est détaillée en *Annexe A : Méthode de prise en compte de l'alimentation des 0-15 ans.*

Cependant, ces résultats ne sont pas utilisables en l'état pour cette étude. La multiplicité des aliments (environ 1500) rend le travail de saisie dans le logiciel Simapro difficile. De plus, travailler avec un nombre restreint de produits représentatifs permet une bonne approximation des impacts environnementaux. Et la présence de certains aliments (ex : tarte aux pommes), considérés comme préparés à domicile, ne permet pas de mener une étude où le système s'arrête aux aliments distribués (« at supermarket »), et ne permet pas d'évaluer les consommations des guadeloupéen-nes en produit brut (ex : fruits, sucre). Pour ces raisons, il a fallu traiter ces résultats. Ce traitement est décrit dans l'Annexe B : Méthode de traitement des résultats de l'enquête Kannari 2014 et de correspondance avec les catégories de MOSAICA.

Au final, les résultats de l'enquête Kannari 2014 qui sont utilisés dans cette étude sont les suivants :

Famille d'aliments	Quantité consommée (t/an) par la population	Proxy utilisé pour les données ICV
Légume	3,34E+04	tomate
Boisson sucrée	2,07E+04	soda au cola
Volaille et gibier	1,72E+04	cuisse de poulet rôtie avec peau
Lait nature	1,64E+04	lait demi-écrémé UHT
Fruit frais (hors bananes, agrumes, melon, ananas)	1,46E+04	pomme
Banane	1,18E+04	banane
Agrumes	1,15E+04	orange
Céréales (hors blé)	1,10E+04	riz blanc (poli)
Autres féculents (tubercules)	1,02E+04	igname
Produits à base de blé	9,73E+03	pâtes
Jus de fruit sans sucre ajouté	9,20E+03	jus d'orange pur jus
Viande de porc	8,92E+03	côte de porc grillée
Poisson maigre	8,30E+03	vivaneau
Pain	8,21E+03	baguette / pain blanc sans sel
Yaourt sucré ou avec edulcorant	6,84E+03	yaourt aromatisé
Légume sec	6,83E+03	lentilles
Viande de bœuf et agneau	5,85E+03	steak haché de boeuf 15% MG cru
Banane Créole	5,69E+03	banane plantain
Pomme de terre	4,37E+03	pomme de terre cuite à l'eau
Crustacé	2,85E+03	moule
Ananas	2,61E+03	ananas
Yaourt nature	2,44E+03	yaourt nature
Gateau, tarte, flan, glace	2,41E+03	crème glacée, autre parfum
Fromage	2,30E+03	emmental
Oeuf	2,24E+03	oeuf dur
Sandwich, burger, pizza	1,99E+03	croque-monsieur

Viennoiserie	1,90E+03	pâte feuilletée
Produits sucrants	1,88E+03	canne à sucre
Huile végétale	1,83E+03	huile d'olive
Biscuit et barre céréale	1,59E+03	biscuit type petit beurre
Plat préparé majoritairement végétal	1,46E+03	salade de riz
Poisson gras	1,29E+03	thon rouge
Feuilleté, beignet, produit pané, tarte salée	1,29E+03	quiche lorraine
Boisson avec edulcorant	1,20E+03	soda au cola light
Thé, café	1,18E+03	café
Melon	1,18E+03	melon
Céréales petit déjeuner	1,10E+03	pétales de maïs natures (corn flakes)
Confiserie et chocolat	9,97E+02	chocolat en poudre sucré (type Nesquik)
Epice	9,67E+02	sel
Beurre	9,56E+02	beurre doux
Sauce	7,28E+02	ketchup
Fruit transformé	7,19E+02	compote de pommes sans sucre ajouté
Dessert lacté	7,00E+02	crème dessert au chocolat
Miel, confiture, nutella	6,70E+02	confiture
Boisson végétale	6,63E+02	boisson (lait) au soja
Fruit oléagineux	5,22E+02	poudre d'amande
Produit apéritif (salé)	4,05E+02	biscuit apéritif nature (type crackers)
Soupe sans légume	3,98E+02	soupe type poule au pot
Plat préparé majoritairement animal	2,28E+02	couscous au poulet
Fruit sec	2,27E+02	mélange de fruits exotiques séchés
Alternatives protéiques végétales	1,39E+02	steak de soja nature
Alternatives végétales type yaourt	5,79E+01	yaourt au soja aux fruits

Tableau 5 : Résultats de l'enquête Kannari 2014, issus du traitement présenté dans l'Annexe B : Méthode de traitement des résultats de l'enquête Kannari 2014 et de correspondance avec les catégories de MOSAICA

### Données d'activités pour la production agricole du scénario S0

Dans le *Tableau 6* : Calibrage de MOSAICA, et comparaison avec les données officielles est détaillé le calibrage de MOSAICA, c'est-à-dire la répartition des surfaces agricoles considérée dans le scénario S0. Ce calibrage est comparé aux sources officielles afin de juger de sa fiabilité. De plus, pour chaque pratique culturale est associée un rendement, ce qui permet d'obtenir les volumes de production agricole à l'échelle du territoire sur une année.

Production	surface (ha)	variation de la surface par rapport au RGP	Production (t/an)	Variation de la surface par rapport à la SAA
------------	--------------	--	-------------------	--

Banane	1682,98	-12%	63449,5	39%
Canne à sucre	12853,44	0,3%	763767,9	-1%
Banane créole	153,84	5%	3999,8	116%
Igname	259,41	78%	4510,9	-8%
Maraichage	1150,68	6%	26090	28%
Ananas	153,85	16%	2308,2	3%
Agrumes	239,11	137%	4782,2	226%
Verger	86,24	-67%	1250,5	46%
Melon	196,04	4%	3920,8	-38%
Bovin	6315,93	3%	3600,1	18%

Tableau 6 : Calibrage de MOSAICA, et comparaison avec les données officielles

MOSAICA est un modèle attribuant à chacune des parcelles de Guadeloupe une production agricole, en tenant compte de nombreuses contraintes. Il ne modélise donc pas les productions comme la pêche et l'élevage en bâtiment. Afin de tenir compte de ces productions dans cette étude, les données de la statistique agricole ont été utilisées, en complément du modèle MOSAICA. En 2017, la Guadeloupe a produit :

Production	Quantité	Source
Porc (t viande)	1 522	(IDELE, 2019)
Volaille chair (tec)	1 066	(Agreste Guadeloupe, 2018)
Œuf (t coquille)	4 555	(IDELE, 2021; Leclercq & Salichon, 1970)
Poisson gras (t vif)	480 <sup>7</sup>	(Direction de la mer de la Guadeloupe, 2020; Ifremer, 2018)
Poisson maigre (t vif)	2 486 <sup>5</sup>	(Direction de la mer de la Guadeloupe, 2020; Ifremer, 2018)

Tableau 7 : Quantités produites en 2017 des principales productions animales de la Guadeloupe, hors bovin

La pêche des crustacés et mollusques, l'aquaculture, l'élevage caprin, l'élevage ovin, l'élevage cynicole, l'apiculture, la culture du cacao et la culture du café ne sont pas pris en compte dans cette étude, faute de données ou de volumes significatifs. L'ensemble des ingrédients issus de ces productions seront donc considérés comme entièrement importés.

## Modélisation des scénarios alternatifs (S1, S2 et S3)

### Données d'activités pour la consommation alimentaire des scénarios alternatifs

Les taux de couverture donnés par (ODEADOM, 2018) ont été utilisés. Ceux-ci indiquent qu'il faudrait environ doubler la production de légumes, de fruits et de tubercules, et quadrupler la production de viande bovine, afin de couvrir la demande de la population sur ces catégories de produits. Le scénario S1 modélise simplement le doublement de la production de légumes, de fruits, de tubercules et de viande bovine, et leur consommation par la population guadeloupéenne en substitution de leurs homologues importés.

<sup>7</sup> Ces chiffres sont issus d'un calcul détaillé dans le fichier « Matching.xlsx » ci-joint.

Pour le scénario S2, le modèle de diète a été utilisé afin de modéliser de nouveaux régimes alimentaires, répondant à certaines contraintes. Les voici :

- L'objectif est que la diète optimisée soit la + proche possible de la diète de départ ;
- L'adéquation aux recommandations nutritionnelles doit être respectée ;
- La quantité de plats préparés dans la diète doit être inférieure ou égale à l'observé ;
- La quantité de boissons sucrées doit être inférieure ou égale à l'observé ;
- La quantité de fruits et légumes ne doit pas être inférieure à 50% de l'observé ;
- Le rapport local/importé doit être supérieur ou égal à l'observé.

Pour le scénario S3, les mêmes contraintes ont été utilisées, à la différence que la dernière a été augmentée de façon itérative, jusqu'à ce que le modèle ne puisse la satisfaire.

### Données d'activités pour la production agricole des scénarios alternatifs

Malheureusement, par manque de temps l'UR ASTRO n'a pu nous fournir à temps les résultats du modèle MOSAICA pour les scénarios S1, S2 et S3. La démarche de modélisation, détaillée *Figure 6 : Démarche de modélisation des productions agricoles guadeloupéennes, exemple de la banane irriguée.*, n'a donc pu être menée à terme. Pour la suite, nous avons donc dû construire des mosaïques de culture « à la main », en considérant que :

- Les augmentations des surfaces des cultures destinées à l'alimentation locales se font sur la SAU destinée aux cultures d'exportations.
- Chaque culture d'exportation conserve la même part de la SAU destinée à l'exportation, à savoir canne à sucre 89 %, banane 10 %, et melon 1 %.
- La SAU totale à ne pas dépasser est de 26 054 ha, la SAU totale prise en compte dans MOSAICA.

Ces hypothèses sont une première estimation basée sur des simplifications, et ne tiennent pas compte des conditions pédo-climatiques, de la disponibilité de la main d'œuvre agricole, de la contamination à la chlordécone, etc.

De plus, pour la viande de porc, de volaille et les œufs, les quantités produites seront égales à celles du scénario S0 (voir *Tableau 7 : Quantités produites en 2017 des principales productions animales de la Guadeloupe, hors bovin*). Aucune donnée ne permettant de s'assurer que l'augmentation du nombre de ces élevages est possible en Guadeloupe. Pour la pêche, dans le scénario S3, l'effort de pêche sera fixé à 5 000 tonnes/an. Une étude de l'Ifremer estimant que plusieurs espèces sont pêchées de façon « raisonnable » (Biseau, 2023; Ifremer, 2018).

### Données d'inventaire de premier plan

Les quatre scénarios sont construits avec les mêmes données d'inventaire.

De plus, de nombreux calculs et hypothèses de cette partie sont explicités à l'*Annexe C : Rapport technique gestion des biomasses agricoles à l'échelle du territoire guadeloupéen*.

## ICV de la filière canne-sucre-rhum-énergie-amendement organique

La principale industrie agro-alimentaire de la Guadeloupe est bien entendu la filière canne. Fournissant de nombreux produits et co-produits, cette filière est spécifique au territoire et ne peut être considérée comme équivalente à la filière canne d'un autre territoire. Un effort de modélisation a donc été requis afin de modéliser cette filière. La filière canne de Guadeloupe est structurée autour de 3 produits (sucre, rhum industriel et rhum agricole) qui dans leur fabrication produisent de nombreux co-produits (écume de sucrerie, bagasse, vinasse de distillerie). La bagasse est quasi-entièrement brûlée afin de produire de l'énergie. Les écumes de sucrerie et les cendres de bagasse sont utilisées en amendement organique, sans traitement. Les vinasses sont aussi majoritairement utilisées en amendement organique, mais après avoir subi un traitement (lagunage, compostage, ou méthanisation) (DEAL Guadeloupe & Région Guadeloupe, 2020).

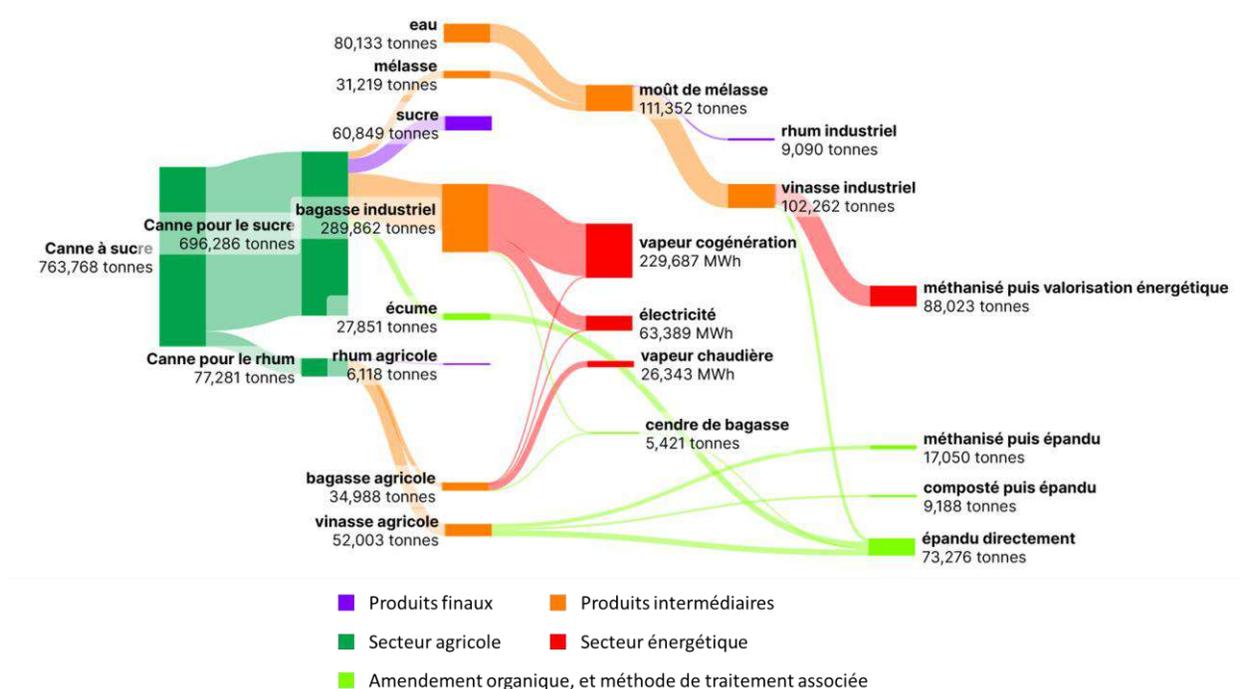


Figure 5 : Représentation quantifiée de la filière canne-sucre-rhum-énergie-amendement organique en Guadeloupe, exemple avec les données de production agricole du scénario S0

## ICV des productions agricoles locales de MOSAICA

Les itinéraires techniques des productions agricoles guadeloupéennes présentes dans le modèle MOSAICA (Agrumes, Ananas, Banane, Banane créole, Canne à sucre, Igname, Maraichage, Melon, Verger, Bovin viande) sont connus et issus d'enquête de terrain réalisées auprès des agriculteur-ices guadeloupéen-nes par l'UR ASTRO. Les ICVs de ces itinéraires techniques ont été réalisés par Baptiste de Massé (De Massé & Loiseau, 2023b, 2023a, 2024), en suivant la modélisation décrites dans la Figure 6 : Démarche de modélisation des productions agricoles guadeloupéennes, exemple de la banane irriguée.. Il s'est appuyé sur les données issues d'enquêtes réalisées auprès de nombreux-ses agriculteur-ices par

l'UR ASTRO. Ces mêmes données, de rendements, d'utilisations d'engrais et de pesticides, d'opérations agricoles, etc. sont utilisées dans le modèle MOSAICA.

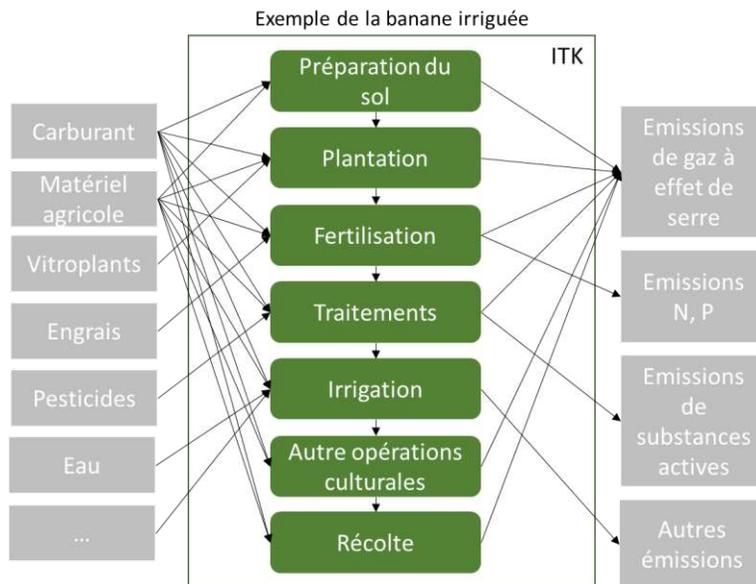


Figure 6 : Démarche de modélisation des productions agricoles guadeloupéennes, exemple de la banane irriguée.

Le calcul des émissions au champ est à retrouver à l'Annexe C : Rapport technique gestion des biomasses agricoles à l'échelle du territoire guadeloupéen.

Par ailleurs, afin de prendre en compte les variations des stocks de carbone dans les sols agricoles guadeloupéens, le modèle MorGwanik, développé par l'UR ASTRO (Demenois et al., 2023; Sierra, 2021), a été utilisé. La méthodologie utilisée pour ces calculs sont également à retrouver à l'Annexe C : Rapport technique gestion des biomasses agricoles à l'échelle du territoire guadeloupéen.

### Agribalyse 3.1.1. adaptée au DROM

Agribalyse est une base de données publiques fournissant des données de référence sur les impacts environnementaux d'environ 200 productions agricoles et 2 500 aliments pour la France métropolitaine. Elle est le résultat d'un partenariat entre l'ADEME, l'INRAE, les instituts techniques agricoles et agroalimentaires, des experts indépendants et des cabinets d'études (ADEME & INRAE, 2020)

L'ensemble des données de transport et du secteur agro-alimentaire, hors filière canne, sont issues de la base de données Agribalyse 3.1.1. dans sa déclinaison DROM (Esnouf, 2023). C'est-à-dire que le transport, les mix énergétique et eau, et la gestion des déchets ont été adaptés au contexte guadeloupéen. Cette adaptation consiste en un paramétrage de la base afin de créer trois configurations :

- Configuration 1 : Production des produits agricoles bruts en Hexagone ou autre région du monde, transformation de ces produits bruts dans l'Hexagone, transport des produits transformés et emballés vers le territoire de consommation finale ;

- Configuration 2 : Production des produits agricoles bruts en Hexagone ou autre région du monde, transport des produits bruts vers le territoire de consommation finale, transformation de ces produits bruts dans le territoire de consommation finale ;
- Configuration 3 : Production des produits agricoles bruts dans le territoire de consommation finale (sans adaptation des étapes de production agricole), puis étapes de transport et de transformation locales.

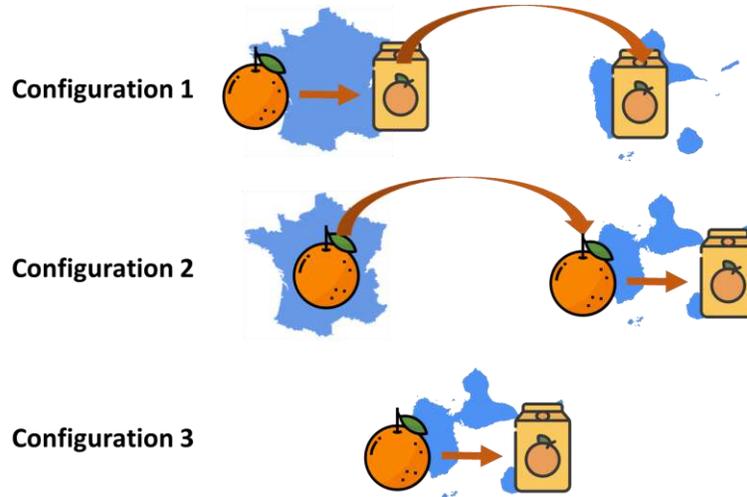


Figure 7 : Illustration de l'adaptation de la base de données Agribalyse 3.1.1. au contexte guadeloupéen. Exemple du jus d'orange.

Cette base de données n'a pu être importée directement, un reparamétrage a été nécessaire. Les détails de ce travail sont disponibles à l'Annexe D : Paramétrage de la base de données Agribalyse DROM.

### Données d'inventaire d'arrière-plan

Toutes les données non décrites plus haut sont considérées de second plan et sont issues de la base de données Agribalyse 3.1.1.. Celle-ci utilise elle-même des données d'arrière-plan pour tout ce qui ne relève pas des domaines agricole et alimentaire, issues des bases de données Ecoinvent 3.8<sup>8</sup> et WFLDB 3.5<sup>9</sup>.

## V - Évaluation des impacts

Cette étude utilise les outils classiques de l'ACV, à savoir le logiciel Simapro pour le calcul des impacts environnementaux. La méthode EICV choisie est la méthode Environmental Footprint 3.1. (EF), recommandée par la Commission Européenne (European Commission & Joint Research Centre, 2020). Dans cette méthode, les catégories d'impacts sont au nombre de 16. Les bases de données contiennent pour chaque substance extraite de ou émise vers l'écosphère un ou plusieurs facteurs de caractérisation, disponibles ici (European Commission & Joint Research Centre, 2017). Les facteurs de caractérisation permettent d'exprimer la contribution relative de chaque substance à chacune de ces 16 catégories

<sup>8</sup> <https://ecoinvent.org/> (consulté le 23/09/2024)

<sup>9</sup> <https://quantis.com/who-we-guide/our-impact/sustainability-initiatives/wfldb-food/> (consulté le 23/09/2024)

d'impacts, à retrouver à l'Annexe E : Catégories d'impacts environnementaux caractérisées dans le méthode EF 3.1..

## VI – Résultats et analyses

Dans cette partie, serons d'abord décrit les résultats permettant d'obtenir les données d'activités pour les scénarios alternatifs. Ensuite, les résultats de l'évaluation des impacts environnementaux seront présentés. L'analyse se portera d'abord sur l'alimentation guadeloupéenne, pour ensuite se pencher sur le système alimentaire guadeloupéen en général. Enfin, les scénarios seront comparés à l'aune des services qu'ils rendent au territoire.

### Résultats du modèle de diète

Ainsi, les régimes alimentaires obtenus sont les suivants :

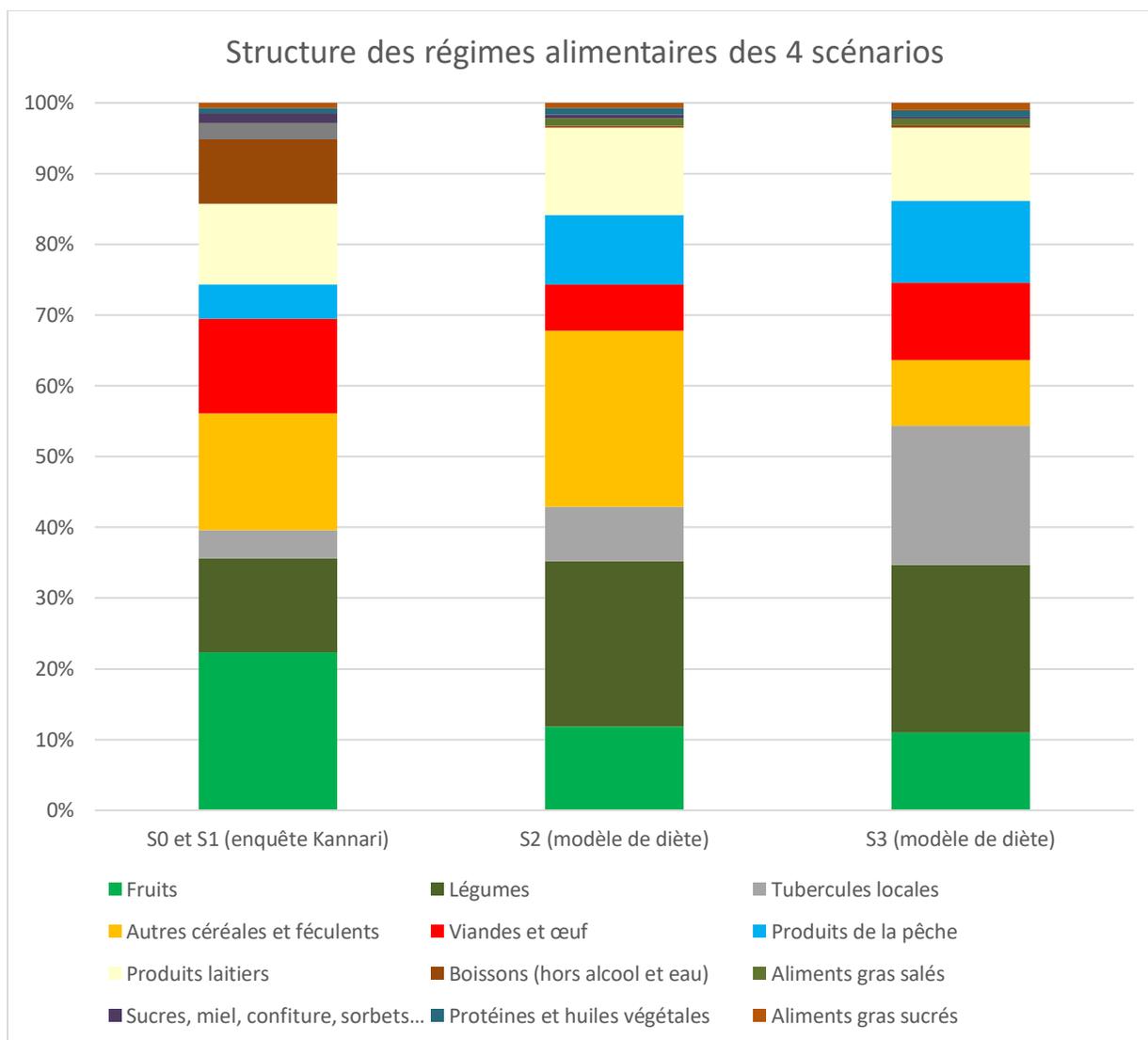


Figure 8 : Composition des régimes alimentaires des 4 scénarios, obtenus soit par l'enquête Kannari 2014, soit par le modèle de diète

Il est à noter que le modèle de diète maintient le groupe fruits et légumes au même niveau que l'observé. Cependant, les fruits baissent nettement au profit des légumes. De plus, les tubercules locaux (igname, manioc, etc.) connaissent une forte hausse dans le scénario S3. En ce qui concerne les céréales, les régimes alimentaires de S2 et S3 sont très différents. La Guadeloupe ne produisant pas de céréales, c'est normal que ceux-ci soit bien moins représentés dans S3, comparé à S2. L'hypothèse est que le modèle compense cette absence de céréales locales par des tubercules. Ensuite, les groupes viande et poisson évoluent au fil des scénarios. La consommation de poisson augmente pour S2 puis réaugmente pour S3. Et dans le même temps, pour ces deux scénarios la consommation de viande est inférieure à l'observée, mais cela est moins marqué dans S3.

## Résultats des hypothèses concernant les volumes de productions agricoles pour S1, S2 et S3

Du fait des problèmes rencontrés dans la réalisation de cette étude (voir *Données d'activités* pour la production agricole des scénarios alternatifs) le modèle MOSAICA n'a pas été utilisé pour les scénarios S1, S2 et S3. Les taux de couverture (ODEADOM, 2018) pour S1 et les diètes obtenues pour les scénarios S2 et S3 ont servi de base pour déterminer les volumes de productions pour chaque scénario et chaque culture. Voici les volumes de productions considérés :

Productions	Volumes de productions (tonnes/an)		
	S1	S2	S3
Maraichage	61 579	38 593	60898
Ignames		14 226	50849
Verger	32 460	10 329	13276
Agrumes		5 151	1224
Banane créole		4 683	4715
Ananas		774	698
Melon		12	338
Canne	25 790	6 104	6 724
Banane export	13 544	4 631	12 420
Bovin	7 232	2 170	9 630

Tableau 8 : Volumes de productions locales des scénarios S1, S2 et S3

Les résultats présentés dans le *Tableau 8 : Volumes de productions locales des scénarios S1, S2 et S3* devaient initialement servir comme contraintes imposées au modèle MOSAICA afin qu'il produise des mosaïques de cultures pour S1, S2 et S3. Mais par manque de temps ces modélisations n'ont pas encore vu le jour.

En considérant les *Résultats du modèle de diète* et les hypothèses formulées *Données d'activités* pour la production agricole des scénarios alternatifs, il est possible de déterminer la part (en masse) de produits locaux et importés dans l'alimentation guadeloupéenne :

	S0	S1	S2	S3
Part (massique) de l'alimentation issues de produits locaux (hors alcools et eau)	27 %	44 %	35 %	60 %

Tableau 9 : Part de l'alimentation guadeloupéenne issues de produits locaux (hors alcools et eau)

Par ailleurs chaque pratique culturale est associée un rendement, ce qui permet d'obtenir les répartitions des cultures suivantes :

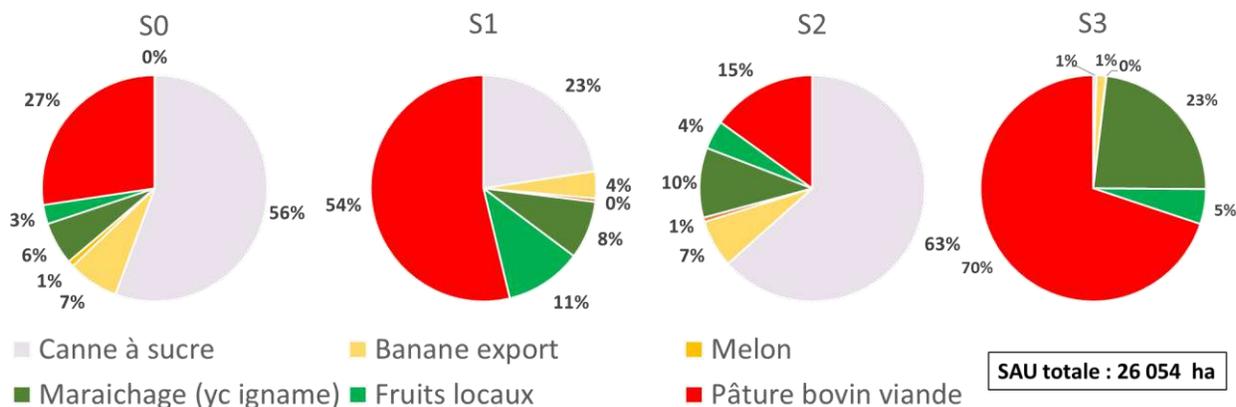


Figure 9 : Répartitions des cultures à l'échelle de la Guadeloupe pour chaque scénario

## Résultats ACV

Sur la base des *Résultats du modèle de diète* et des *Résultats d*, et grâce à l'ensemble du travail décrit dans la partie IV - Inventaire, l'V - *Évaluation* des impacts par la méthode EF 3.1. permet d'obtenir les résultats décrits par la suite.

Tout d'abord, les impacts environnementaux de la consommation alimentaire d'une personne guadeloupéenne moyenne seront analysés. Ensuite, les performances environnementales du système alimentaire guadeloupéen seront étudiées. Enfin, ces résultats seront mis en perspective avec les services rendus par chacun des scénarios.

## Les impacts environnementaux de l'alimentation de la population guadeloupéenne

### Impact sur le changement climatique de l'alimentation d'une personne vivant en Guadeloupe (S0)

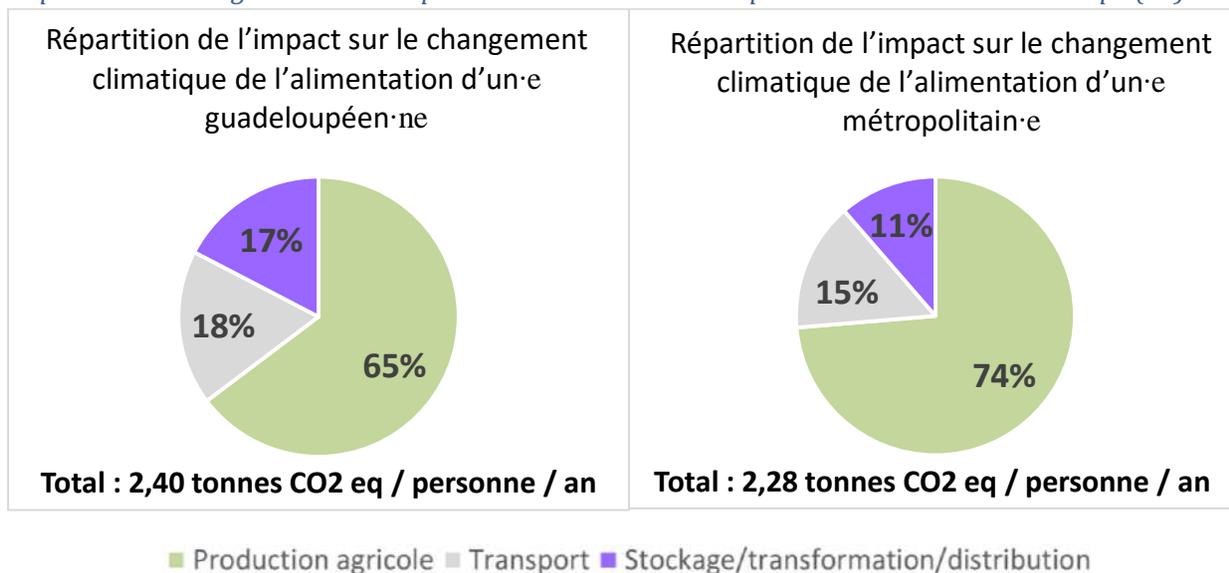


Figure 10 : Répartition de l'impact sur le changement climatique de la consommation alimentaire moyenne d'un-e guadeloupéen-e, comparée à la consommation alimentaire moyenne d'un-e métropolitain-e (Barbier et al., 2018).

Tout d'abord la *Figure 10* : Répartition de l'impact sur le changement climatique de la consommation alimentaire moyenne d'un-e guadeloupéen-e, comparée à la consommation alimentaire moyenne d'un-e métropolitain-e (Barbier et al., 2018). montre que l'impact sur le changement climatique de l'alimentation d'une personne habitant en Guadeloupe et d'une personne habitant en France Hexagonale est sensiblement la même, 2,4 contre 2,28 tonnes CO<sub>2</sub> eq/personne/an. Ce chiffre de 2,4 tonnes CO<sub>2</sub> eq/personne/an est également très proche du chiffre avancé par l'ADEME pour l'impact sur le changement climatique moyen de l'alimentation d'une personne guadeloupéenne, 2,3 tonnes CO<sub>2</sub> eq/personne/an, alors même que leur étude n'utilise pas les mêmes sources de données pour estimer la consommation alimentaire guadeloupéenne que celle-ci (Asal et al., 2022).

Par ailleurs, l'impact des phases de stockage/transformation/distribution passe de 11 % à 18 %. Ceci s'explique par le fait que le mix électrique guadeloupéen est plus carboné que le mix hexagonal, notamment du fait du recours à la combustion de fioul ou de charbon pour produire de l'électricité. De même, la part du transport est passée de 15 à 18 %, soit en valeur absolue de 0,34 tonnes CO<sub>2</sub> eq à 0,43 tonnes CO<sub>2</sub> eq. Ceci s'explique par le fait que la quasi-totalité du transport océanique s'effectue en porte-conteneur qui, ramené à la quantité de marchandises transportées, est un moyen de transport émettant relativement peu de gaz à effet de serre. Cependant, le transport en avion-cargo, même s'il représente aujourd'hui une part infime des aliments transportés, est lui extrêmement émetteur de gaz à effet de serre, comme le montre la figure 11 :

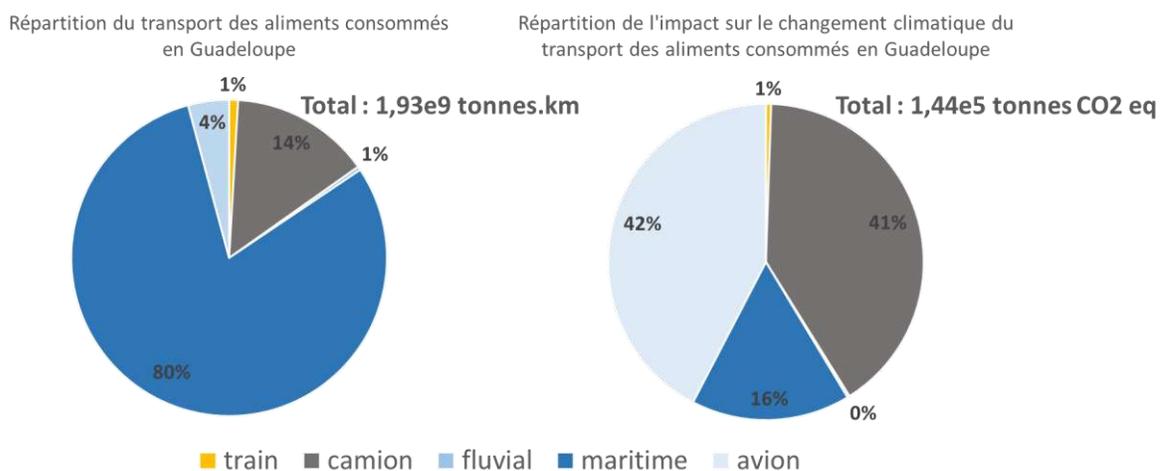


Figure 11 : Contribution de chaque mode de transport au total des aliments consommés en Guadeloupe (à gauche), et à son impact sur le changement climatique (à droite).

Avec 4 % des aliments transportés, l'avion contribue à 42 % de l'impact sur le changement climatique du transport de l'alimentation guadeloupéenne. En Guadeloupe, les principaux aliments transportés par avion, sont le poisson et les légumes à cosse (haricots rouges, lentilles, etc.) (Esnouf, 2023). A noter également que le transport frigorifique, quel que soit le mode de transport, émet beaucoup de gaz à effet de serre, du fait des gaz réfrigérants utilisés. En conséquence, malgré quelques exceptions, il semble que l'impact bénéfique sur le changement climatique de la relocalisation de l'alimentation guadeloupéenne n'est pas à chercher du côté de la réduction des distances de transport.

*Principaux aliments contributeurs aux impacts environnementaux de l'alimentation d'une personne vivant en Guadeloupe (S0)*

Ensuite, il est opportun de regarder quels aliments contribuent le plus à l'impact sur le changement climatique du scénario S0.

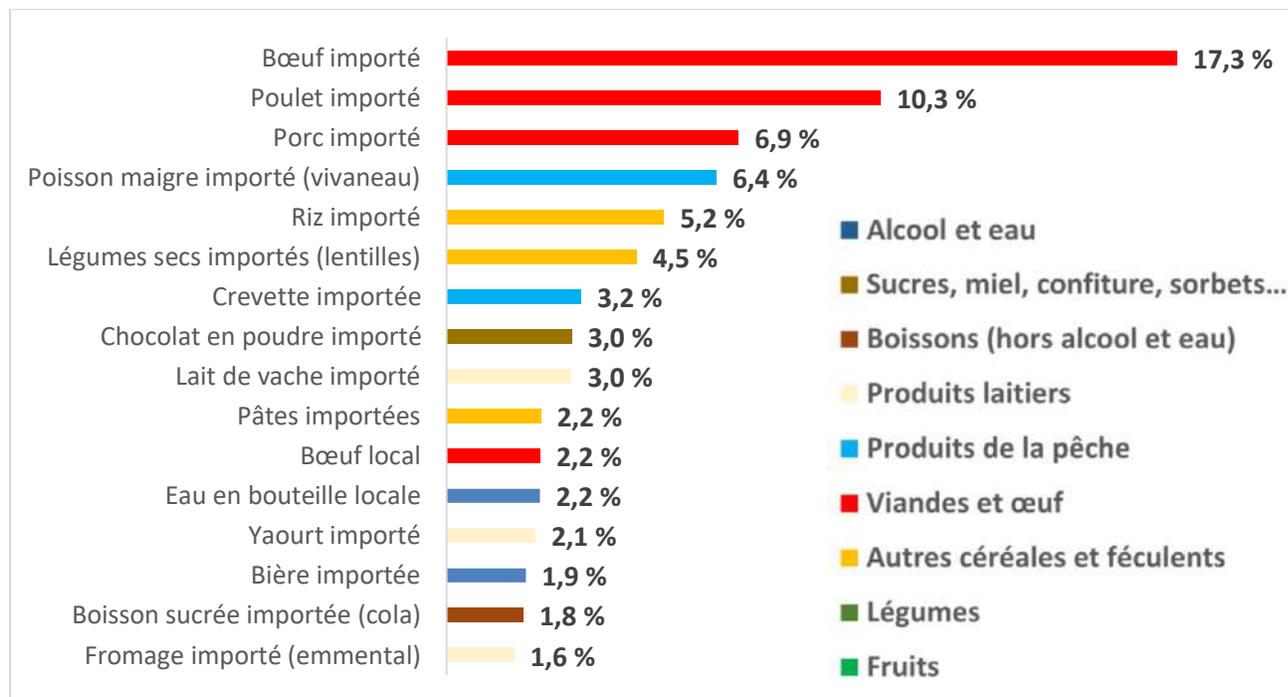


Figure 12 : Contribution de chaque famille d'aliments à l'impact sur le changement climatique de l'alimentation guadeloupéenne dans le scénario S0

La Figure 12 : Contribution de chaque famille d'aliments à l'impact sur le changement climatique de l'alimentation guadeloupéenne dans le scénario S0 montre clairement que ce sont les viandes et poissons qui contribuent le plus à l'impact sur le changement climatique.

De plus, il en est de même pour les autres catégories d'impacts. Sur les 59 groupes d'aliments considérés dans l'alimentation guadeloupéenne, voici le rang du bœuf, de la volaille, du porc et du poisson importé.

Catégories d'impacts	Bœuf importé	Bœuf local	Poulet importé et local	porc importé et local	Poisson importé
<b>Rang de consommation dans le régime alimentaire guadeloupéen actuel</b>	<b>19</b>	<b>34</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>20</b>
Changement climatique	1	11	2	3	4
Écotoxicité en eau douce	4	47	1	3	12
Eutrophisation en eau douce	6	12	2	4	10
Eutrophisation marine	1	26	2	4	5
Eutrophisation terrestre	1	11	2	3	4
Utilisation des terres	1	2	3	4	38

Utilisation de l'eau	6	39	2	4	30
Acidification	1	17	2	3	4
Particules fines	1	16	2	3	5
Toxicité humaine non-cancérogène	2	37	3	9	7
Toxicité humaine cancérogène	2	47	1	3	7
Destruction de la couche d'ozone	9	44	7	4	3
Formation d'ozone photochimique	4	16	3	6	1
Radiation ionisante	3	21	4	1	6
Épuisement des ressources fossiles	6	38	3	2	4
Épuisement des ressources minérales et métalliques	9	50	5	8	2
<b>Rang moyen</b>	<b>3,6</b>	<b>27,1</b>	<b>2,8</b>	<b>4,0</b>	<b>8,9</b>

Tableau 10 : Rang de contribution des viandes et du poisson à chacune des catégories d'impacts

Ce résultat est cependant moins net pour le bœuf local. En effet, l'élevage bovin en Guadeloupe est majoritairement pratiqué de façon très extensive, en laissant toute l'année les bovins attachés à un piquet. Ils se nourrissent alors uniquement d'herbe. Contrairement aux élevages intensifs européens, où l'alimentation des bovins est composée majoritairement de maïs et de soja.

#### *Impacts environnementaux de l'alimentation d'une personne vivant en Guadeloupe, comparaison des 4 scénarios*

Enfin, afin d'analyser quel scénario est le plus contributeur aux impacts environnementaux, il faut comparer les 4 scénarios sur l'ensemble des catégories d'impacts.

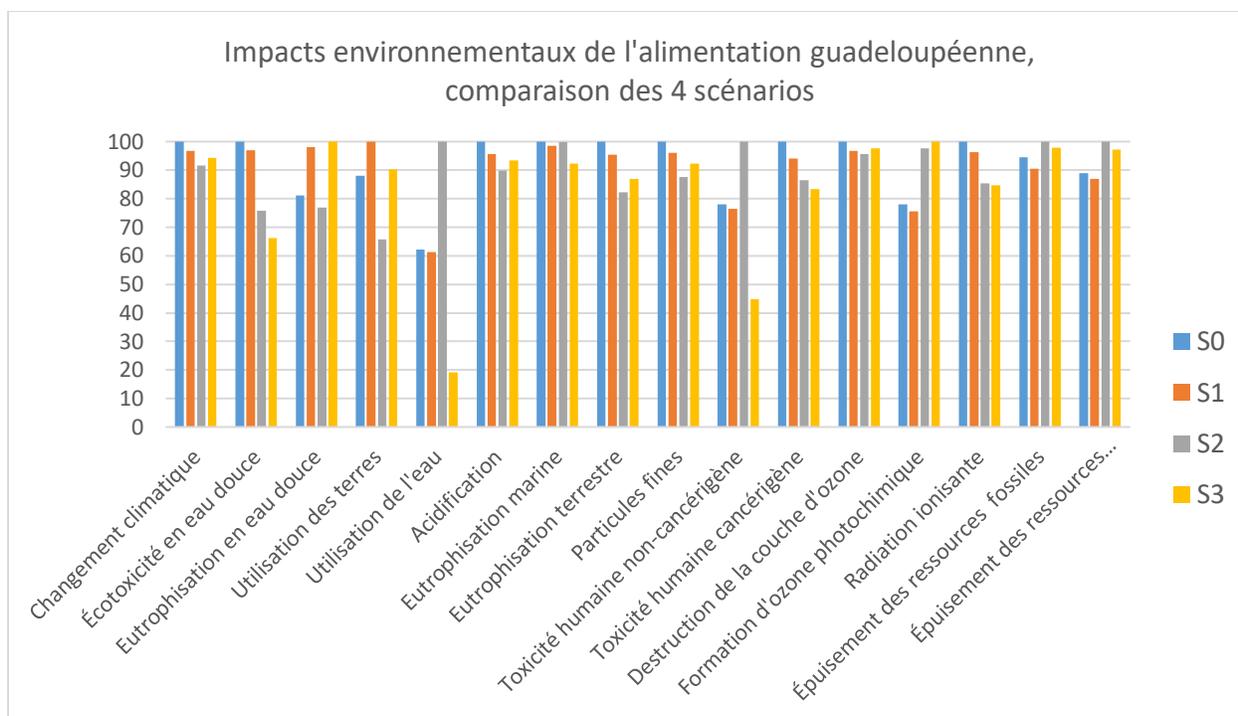


Figure 13 : Impacts environnementaux de l'alimentation guadeloupéenne, comparaison des 4 scénarios.

Tout d'abord, il est intéressant de remarquer dans la *Figure 13* : Impacts environnementaux de l'alimentation guadeloupéenne, comparaison des 4 scénarios, que l'alimentation des guadeloupéennes, pour les 4 scénarios, a quasiment le même impact sur le changement climatique, le scénario le plus impactant étant S0. Il n'y a que 8 % d'écart entre l'alimentation la plus contributrice et la moins contributrice. Cependant, ce sont les viandes et poissons qui constituent autour de 50 % de l'impact sur le changement climatique de l'alimentation guadeloupéenne, pour les 4 scénarios.

#### Focus sur les viandes et poissons, et leurs contributions au changement climatique

Pour les scénarios S0 et S1, où l'apport en protéines animales est centré sur la viande, c'est le bœuf importé qui arrive en premier contributeur (voir respectivement *Figure 12* : Contribution de chaque famille d'aliments à l'impact sur le changement climatique de l'alimentation guadeloupéenne dans le scénario S0 et *Figure 21* : Contribution des aliments à l'impact sur le changement climatique des consommations alimentaires du scénario S1). La viande bovine est en effet connue pour son impact élevé sur le changement climatique, dû notamment à la digestion entérique des bovins qui produit beaucoup de méthane. Globalement, les autres viandes comme le poulet et le porc sont souvent parmi les aliments les plus contributeurs. Pour les scénarios S2 et S3 (voir respectivement *Figure 22* : Contribution des aliments à l'impact sur le changement climatique des consommations alimentaires du scénario S2 et *Figure 23* : Contribution des aliments à l'impact sur le changement climatique des consommations alimentaires du scénario S3 à l'Annexe G : Principaux aliments contributeurs à l'impact sur le changement climatique de l'alimentation guadeloupéenne dans le cas des scénarios S1, S2 et S3), où l'apport en protéines animales est centré sur le poisson, c'est le vivaneau importé qui arrive en tête, même si le bœuf

importé n'est pas loin. Comme expliqué plus haut, l'impact du vivaneau importé est surtout dû à sa phase de transport du fait du moyen de transport utilisé : l'avion-cargo frigorifique.

De plus, certains aliments d'origines végétales sont également des contributeurs importants des régimes alimentaires décrits dans ces scénarios. Le riz est par exemple souvent assez haut placé. Cela provient du fait que dans les cultures de riz inondée, un processus de fermentation de la matière organique du sol inondé a lieu et produit beaucoup de méthane (Neue, 1993). En ce qui concerne les légumes secs (lentilles ou haricots rouges), cela provient de leur transport. Dans les données de douanes de 2019, il est indiqué que les légumes à cosses sont majoritairement transportés en avion. L'adaptation de la base Agribalyse au contexte DROM formule l'hypothèse que ces légumes à cosses correspondent aux lentilles, haricots rouges, etc., d'où l'impact élevé. Cette hypothèse est cependant à conforter.

En regardant les aliments contribuant le plus au changement climatique du régime alimentaire des scénarios S0, S1 et S2, il est frappant de remarquer que ce ne sont que des produits importés qui concentrent les impacts (bœuf, vivaneau, porc, volaille, riz, etc.). Il serait alors sensé d'émettre l'hypothèse que la relocalisation de l'alimentation en Guadeloupe pourrait avoir un effet bénéfique sur les émissions de gaz à effet de serre de cette dernière. Cependant en pratique cela ne se vérifie pas (*Figure 13 : Impacts environnementaux de l'alimentation guadeloupéenne, comparaison des 4 scénarios.*).

Le scénario S3 modélise effectivement une baisse de la consommation de viande importée (bœuf, volaille, porc). Cependant, pour remplacer ces aliments riches en protéines, il faut aller chercher une autre source de protéines. La Guadeloupe ne produit que très peu de protéines végétales, il faut donc se tourner vers les viandes et poissons locaux. Cependant, la Guadeloupe ne produit pas assez de ces productions pour nourrir toute sa population. Le modèle est donc contraint d'aller chercher des viandes et poissons importés. De plus, les viandes de porc et volaille sont quasiment aussi impactantes importées ou locales. Les phases de production agricole sont considérées comme identiques. Et même s'il n'y a plus de transport océanique de viande, il reste le transport de l'alimentation de ces volailles et porcs.

Au final, la relocalisation de l'alimentation en Guadeloupe semble aujourd'hui trop contrainte pour espérer atténuer son impact sur le changement climatique. A moins que la Guadeloupe ne se mette à produire des protéines végétales en grande quantité. A noter également que la diminution drastique de la consommation de viande, et sa substitution par des protéines végétales, même importées, est un très bon moyen de réduire l'impact sur le changement climatique de l'alimentation guadeloupéenne.

#### Comparaison multi-critère des quatre scénarios

La *Figure 13 : Impacts environnementaux de l'alimentation guadeloupéenne, comparaison des 4 scénarios.* décrit aussi le fait que l'alimentation guadeloupéenne du scénario S0 est la plus impactante sur 9 catégories d'impacts (changement climatique, écotoxicité en eau douce, acidification, eutrophisations marine et terrestre, particules fines, toxicité humaine cancérigène, destruction de la couche d'ozone et radiation ionisante) sur les 16 considérées. Cependant, il convient de noter que si S0 arrive en tête, c'est souvent de très peu. Les résultats sont en réalité très contrastés et il serait difficile de conclure sur le fait que S0 soit le scénario le plus impactant.

L'alimentation guadeloupéenne du scénario S2 est la plus impactante sur 4 catégories d'impacts, à savoir l'utilisation de l'eau, la toxicité humaine non-cancérogène, l'épuisement des ressources fossiles et l'épuisement des ressources minérales et métalliques. Alors que S1 et S3 arrive en tête sur les 3 dernières catégories, à savoir utilisation des terres, eutrophisation en eau douce et formation d'ozone photochimique.

Il est important de remarquer le fait que le scénario S2 a un impact très élevé (comparativement aux autres) sur l'indicateur utilisation de l'eau. Le riz, cultivé de façon intensive nécessite de grande quantité d'eau. En conséquence, 83 % de l'impact du scénario S2 sur l'utilisation de l'eau provient de l'irrigation du riz. Pour la toxicité humaine non cancérogène, c'est encore la production du riz qui est en cause, ce qui explique que le scénario S2 soit aussi impactant. L'utilisation de composés à base de zinc sous forme d'engrais secondaires ou d'oligo-éléments dans la culture du riz est en cause. Le scénario S3, où la consommation de riz est très faible, est donc le moins impactant sur la toxicité humaine non-cancérogène.

De même, les scénarios S1 et S3 sont largement en tête dans les catégories eutrophisation en eau douce et utilisation des terres. Pour l'eutrophisation en eau douce, c'est la culture de l'igname locale, et l'amendement en engrais phosphatés de synthèse qui est en cause. De plus, le phosphore est un élément qui ruisselle facilement vers les rivières et étangs lors de pluies abondantes, ce qui est courant en Guadeloupe. En ce qui concerne l'utilisation des terres, c'est l'élevage extensif des bovins au piquet qui est en cause. Cette pratique, néanmoins très peu impactante sur l'ensemble des autres catégories en comparaison avec l'élevage intensif, nécessite beaucoup de terres pour produire peu de nourriture (177,6 kg de steak hachée par hectare).

Pour la formation d'ozone photochimique, le scénario S3 est le plus impactant. Il est possible d'étudier les procédés qui contribuent le plus à l'impact.

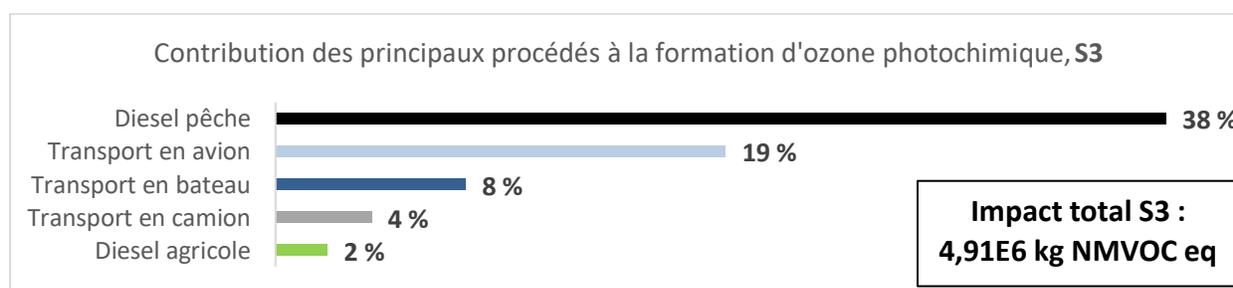


Figure 14 : Contribution des principaux procédés à la formation d'ozone photochimique dans le scénario S3

Ce sont la combustion de carburants, comme le kérosène ou le diesel, qui sont à l'origine de l'impact élevé du scénario S3 sur la formation d'ozone photochimique. De plus, cette consommation élevée de carburants s'explique par le fait que l'alimentation guadeloupéenne est ici très consommatrice de poissons pêchés. De plus, Comme décrit précédemment, le poisson est majoritairement importé par avion, ce qui explique la forte contribution du transport en avion.

Par ailleurs, le poisson pêché, bien que moins émetteur de gaz à effet de serre que la plupart des viandes, a un impact élevé sur la formation d’ozone photochimique. Passé d’un régime alimentaire où l’apport protéique est assuré par la viande à un régime alimentaire où celui-ci est assuré par le poisson peut permettre de réduire le bilan carbone de l’alimentation, cependant cela peut engendrer des transferts de pollution, comme mis en évidence ici.

A noter également que, particulièrement dans le cas de la formation d’ozone photochimique, la pollution est ici exportée. L’alimentation guadeloupéenne a un impact sur la dégradation de la qualité de l’air, par la formation d’ozone photochimique, probablement à plusieurs milliers de kilomètres de la Guadeloupe. En ce sens, la relocalisation de l’alimentation ne pose pas un problème de dégradation potentielle de la qualité de l’air de la Guadeloupe par la formation d’ozone photochimique. Bien que, comme beaucoup d’espaces urbains, la Guadeloupe est concernée par des problèmes de qualité de l’air en zone urbaine (IGEDD, 2021).

De plus le scénario S3 a un impact très faible sur l’utilisation de l’eau. Ceci s’explique sûrement par le fait que l’agriculture guadeloupéenne est peu intensive, et que la Guadeloupe a de hauts niveaux de précipitation toute l’année. S3 a également un impact faible sur l’écotoxicité en eau douce, dans les autres scénarios se sont essentiellement la culture du riz de façon intensive et l’alimentation des bovins (soja brésilien, maïs français) qui sont très contributeurs. Le fait que dans le scénario S3 la consommation de riz est très faible et qu’une part importante de la viande bovine consommée soit locale, issue d’animaux nourrit à l’herbe, rendent ce scénario peu impactant sur l’écotoxicité de l’eau douce.

Au final, le plus grand bénéfice apporté par la relocalisation de l’alimentation en Guadeloupe semble être l’atténuation de l’épuisement de la ressource en eau, au niveau global. Les cultures et l’élevage intensif, dont les productions sont destinées à l’export, sont très gourmands en eau. Si la quantité d’eau disponible tend à diminuer dans le futur, il semble qu’en Guadeloupe la relocalisation de l’alimentation soit une bonne solution. Cependant, il apparaît que si ce sont les enjeux d’eutrophisation de l’eau douce et de raréfaction des terres qui deviennent centraux dans le futur, il semble que l’alimentation guadeloupéenne devrait suivre une évolution vers un état semblable au scénario S2.

## Les impacts environnementaux du système alimentaire guadeloupéen

### *Alimentation versus exportations*

Dans cette étude, le système alimentaire désigne la somme de l’alimentation guadeloupéenne et des exportations de la Guadeloupe. Pour rappel, ces exportations (sucre, rhum agricole, rhum industriel, banane cavendish et melon) sont considérées de l’extraction des matières premières jusqu’à leur sortie du territoire (cradle-to-territorial gate). Tout d’abord, voici une analyse de contribution permettant de comparer alimentation et exportations :

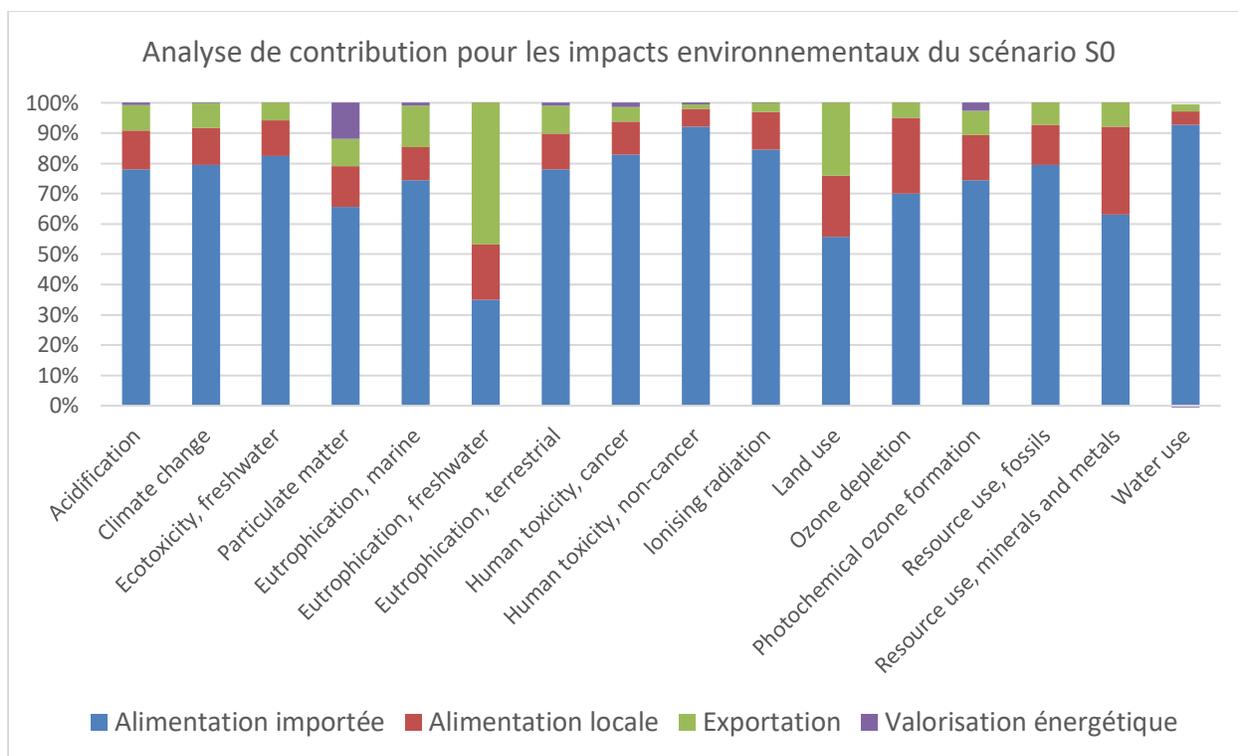


Figure 15 : Analyse de contribution aux impacts du scénario S0 pour l'alimentation importée, l'alimentation locale, les produits exportés et l'électricité produite par combustion de la bagasse puis envoyée sur le réseau

Tout d'abord, il est intéressant de noter que c'est l'alimentation importée qui est de très loin la plus contributrice aux impacts du scénario S0, sauf pour l'eutrophisation en eau douce. Ceci s'explique par le fait que dans le cas de S0, l'alimentation est importée à 73 % (en masse, hors alcools et eau, voir *Tableau 9* : Part de l'alimentation guadeloupéenne issues de produits locaux (hors alcools et eau)). De plus, les viandes et poissons sont majoritairement importés, et ce sont les aliments les plus impactants, sur la grande majorité des catégories (voir *Tableau 10* : Rang de contribution des viandes et du poisson à chacune des catégories d'impacts).

Globalement, les exportations ont un impact relatif assez faible sur la plupart des catégories. Il n'y a que pour « eutrophisation de l'eau douce », « utilisation des terres » et « épuisement des ressources minérales et métalliques » que les produits exportés ont un impact significatif.

Pour l'eutrophisation de l'eau douce, ce sont quasi-exclusivement les émissions de phosphore et phosphate liées à la fertilisation de la canne à sucre. Pour l'utilisation des terres, et donc la dégradation de la qualité du sol, ce sont assez trivialement les grandes surfaces destinées au culture d'exportation qui sont en cause, donc en premier lieu la canne à sucre. Pour l'épuisement des ressources minérales et métalliques, c'est avant tout la production d'engrais inorganiques, destinés à l'amendement de la canne et de la banane qui sont en cause. Arrive ensuite la production des consommations de produits inorganiques nécessaires à la transformation de la canne en sucre ou en rhum (produits chimiques, chaux, acide sulfurique, dioxyde de soufre, etc.).

En ce qui concerne les particules fines, seule catégorie où l'impact de la valorisation énergétique est visible, c'est là encore l'industrie du sucre qui en est la cause. La combustion des bagasses, qui permet de produire de l'électricité, est une source importante de particules fines. De plus, l'impact des exportations sur la catégories particules fines s'explique par le fait que l'industrie du sucre a besoin de beaucoup d'énergie pour broyer les cannes, distiller le rhum, etc. Hors en Guadeloupe le mix énergétique repose majoritairement sur la combustion d'énergie fossile, avec notamment le recours à la combustion de fioul pour produire de l'électricité, ce qui émet beaucoup de particules fines.

### Comparaison multi-critère des quatre scénarios

Les valeurs absolues qui ont servi à construire le graphique suivant sont disponibles à l'Annexe F : Scores d'impacts environnementaux des 4 scénarios.

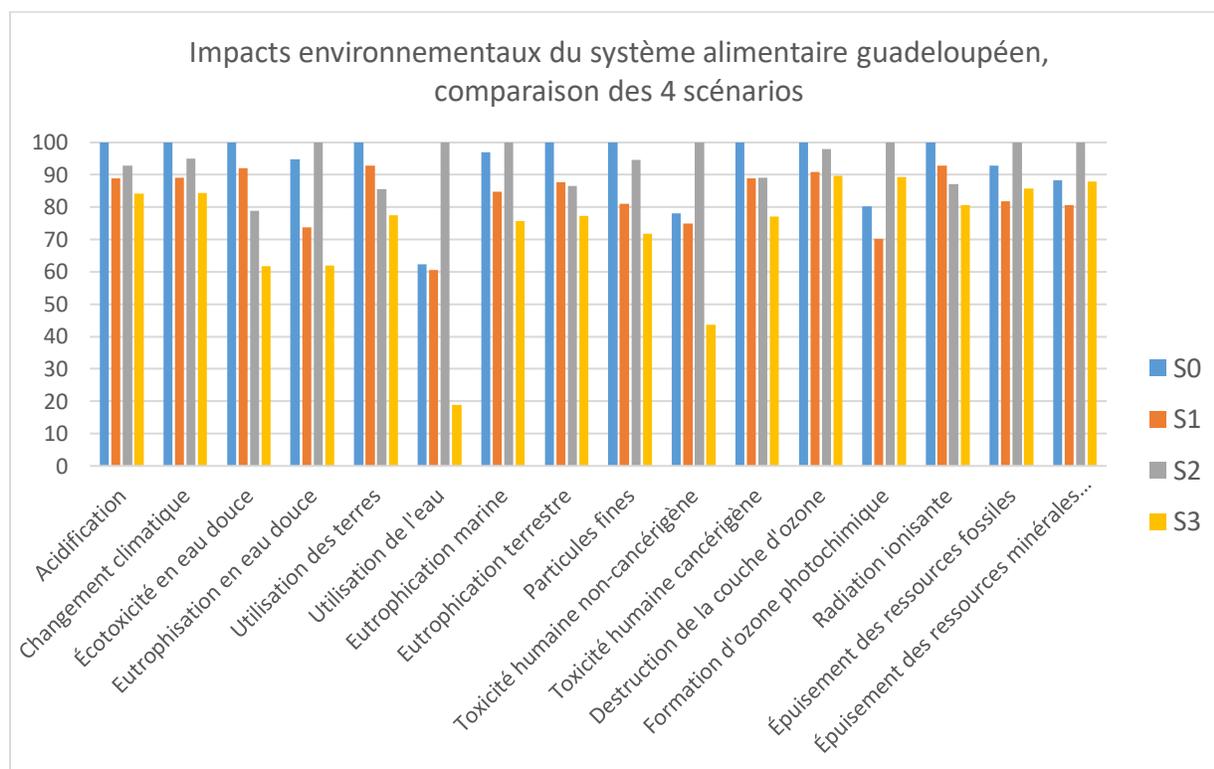


Figure 16 : Impacts environnementaux du système alimentaire guadeloupéen, comparaison des 4 scénarios

Beaucoup d'éléments expliquant ces résultats ont déjà été apportés *Comparaison* multi-critère des quatre scénarios et *Alimentation* versus exportations. Cependant, il convient de relever le fait qu'à présent les scénarios S1 et S3 ne sont en tête sur aucune des catégories d'impacts. Seuls S0 et S2 sont les scénarios les plus impactants, sur respectivement 9 et 7 des 16 catégories. Cela provient du fait que sur les quelques catégories où l'alimentation dans les scénarios S1 et S3 était largement plus impactantes (eutrophisation de l'eau douce et utilisation des terres), les exportations étaient également assez impactantes (*voir Alimentation* versus exportations).

La *Figure 16* : Impacts environnementaux du système alimentaire guadeloupéen, comparaison des 4 scénarios met en évidence la fait que les scénarios S1 et S3 ont globalement moins d'impact sur l'environnement que les scénarios S0 et S2. De là il est possible de dire que la relocalisation de l'alimentation en Guadeloupe semble bénéfique pour l'environnement, notamment sur des enjeux de d'écotoxicité en eau douce, d'eutrophisation de l'eau douce, d'épuisement de la ressource en eau ou de toxicité humaine non cancérigène. Cependant, dans le cas précédent, en se cantonnant uniquement sur l'alimentation guadeloupéenne (voir *Comparaison* multi-critère des quatre scénarios), les scénarios ont la même fonction, à savoir « nourrir la population guadeloupéenne pendant un an ». Ici, les scénarios ne rendent pas les mêmes services au territoire. L'exportation de produits agricoles et agroalimentaires est une activité économique majeure de la Guadeloupe. Et la production d'électricité à partir d'un co-produit du sucre représente un enjeu de souveraineté énergétique important. En Guadeloupe, le système alimentaire est loin de n'avoir que des fonctions nourricières. Il convient donc de comparer ces scénarios non plus de façon absolue, mais à l'aune des services qu'ils rendent au territoire. Pour ce faire, des services à étudier ont été sélectionnés (*Tableau 4* : Définition des services rendus par le territoire et des indicateurs associés).

## Quantification des services rendus par les quatre scénarios et éco-efficience

### *Quantification des services rendus par les quatre scénarios*

Afin de comparer les scénarios à l'aune des services qu'ils rendent au territoire, il est nécessaire de quantifier chaque service rendu pour chacun des scénarios.

Le service « autosuffisance alimentaire » a été quantifié à l'aide des apports caloriques fournis par l'ensemble des aliments de chaque régime alimentaire. Le service « autosuffisance énergétique » a été calculé en considérant qu'une tonne de bagasse brûlée dans l'usine ALBIOMA envoie sur le réseau 0,31 MWh d'électricité (Deniau et al., 2021). Cette production a ensuite été rapportée à la consommation électrique totale de l'archipel sur l'année 2018 (en supposant cette consommation proche de celle de 2017), soit 1 455 GWh<sup>10</sup>. Enfin le service « Performance économique de l'agriculture guadeloupéenne » a été calculé à l'aide des marges brutes associées à chaque culture dans le modèle MOSAICA.

Dans le scénario S0, la Guadeloupe produit 4,2 % de son électricité à l'aide la bagasse, soit 61,2 GWh. Cela est cohérent avec le chiffre officiel de 63,49 GWh d'électricité produit en 2017 par combustion de bagasse (OREC Guadeloupe, 2022).

Service	Indicateur	Description	S0	S1	S2	S3
Autosuffisance alimentaire	Réduction de la dépendance calorique au commerce international	Part des calories de l'alimentation guadeloupéenne apportée par des aliments locaux	10 %	25 %	17 %	53 %

<sup>10</sup> <https://www.guadeloupe-energie.gp/chiffre-cles-de-lenergie/consommation-finale-denergie-guadeloupe/> (consulté le 04/10/2024)

Autosuffisance énergétique	Part de la consommation électrique guadeloupéenne issue de la biomasse	Électricité produite à partir de la combustion de la bagasse par la centrale ALBIOMA, et injectée sur le réseau	4,2 %	1,4 %	5,2 %	0,04 %
Performance économique de l'agriculture guadeloupéenne	Revenu global des exploitations agricoles	Somme des marges brutes de l'ensemble des systèmes de culture	96,9 M€	107,1 M€	121,2 M€	141,8 M€

Tableau 11 : Quantification des services rendus par les scénarios

Pour le moment, seuls ces trois services sont quantifiés. Pour les autres, les résultats du modèle MOSAICA ou des données de l'UR ASTRO sont nécessaires. Néanmoins, les données concernant les marges brutes des pratiques culturales ont pu être extraites de MOSAICA. L'analyse des scénarios sera donc, pour le moment, cantonnée à ces 3 services, sur les 5 proposés dans le *Tableau 4* : Définition des services rendus par le territoire et des indicateurs associés.

#### *Comparaison des quatre scénarios à l'aide leurs éco-efficiences*

L'éco-efficience, ou éco-efficacité, est définie comme « *le ratio des services fournis au territoire et les impacts environnementaux correspondants* » (Seppälä et al., 2005). Cette notion, centrale en ACV territoriale (Loiseau et al., 2018), permet de comparer plusieurs scénarios d'aménagement du territoire, ayant des impacts environnementaux différents, et rendant des services territoriaux différents, comme c'est le cas dans cette étude. Ce ratio, où les impacts environnementaux sont situés au dénominateur, est donc à maximiser.

Dans les figures *Figure 17* : Éco-efficience sur la part de calories locales dans l'alimentation, comparaison des 4 scénarios et *Figure 18* : Éco-efficience sur la quantité d'électricité envoyée sur le réseau, comparaison des 4 scénarios, les scores d'éco-efficience sur les autosuffisances alimentaire et énergétique ont été calculés, pour l'ensemble des scénarios et indicateurs environnementaux.

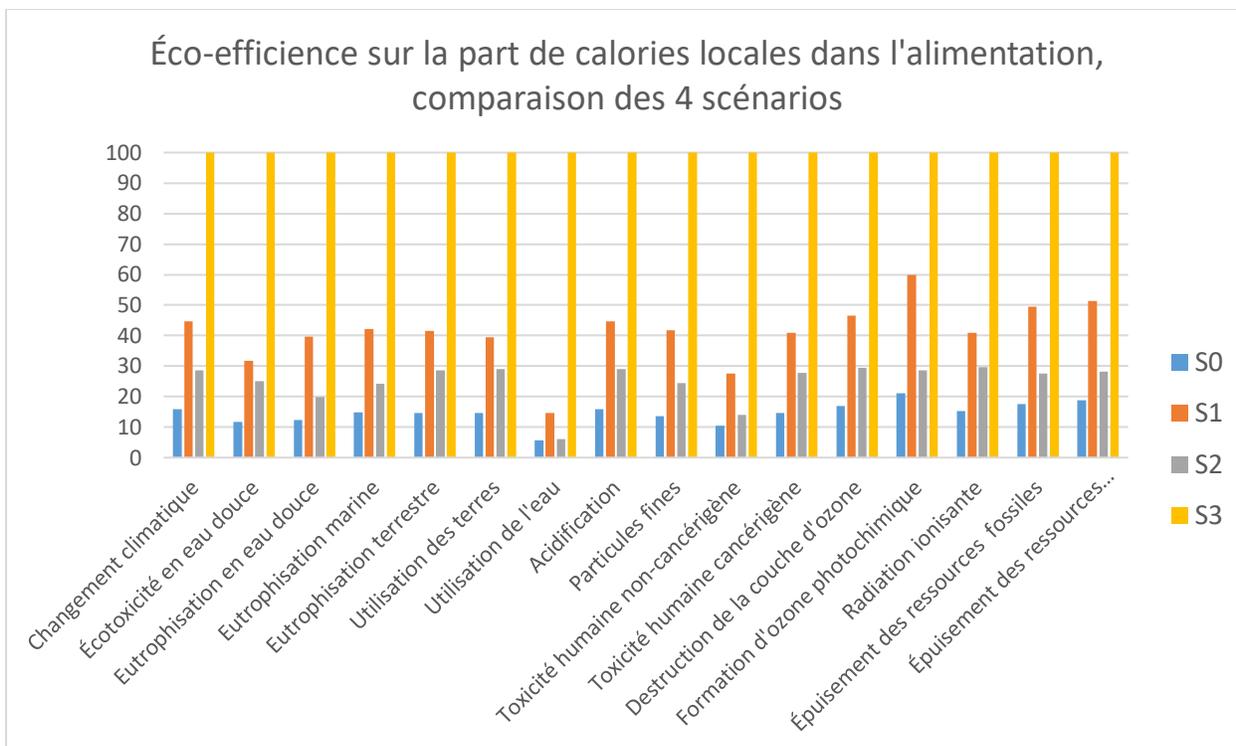


Figure 17 : Éco-efficacité sur la part de calories locales dans l'alimentation, comparaison des 4 scénarios

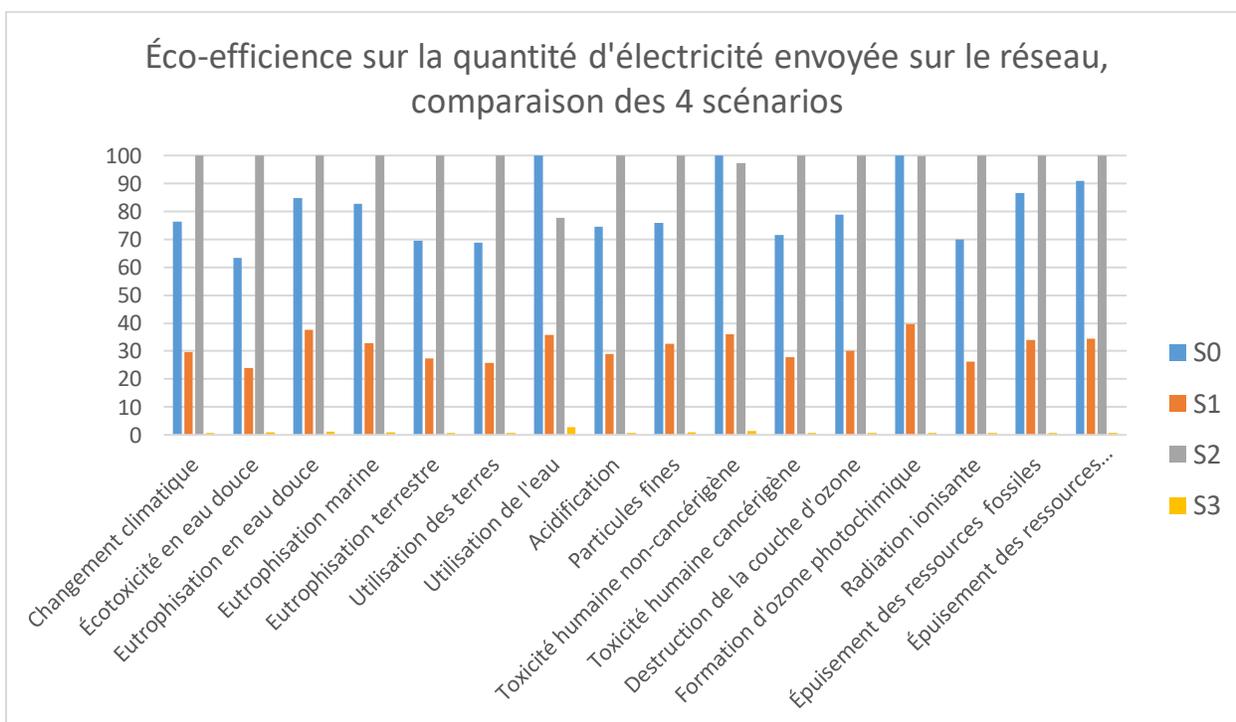


Figure 18 : Éco-efficacité sur la quantité d'électricité envoyée sur le réseau, comparaison des 4 scénarios

Ces résultats contrastent fortement avec ceux obtenus dans la *Figure 16* : Impacts environnementaux du système alimentaire guadeloupéen, comparaison des 4 scénarios. Tout d'abord, il est important de noter qu'il était attendu que S1, et surtout S3 obtiennent de hauts scores d'éco-efficience sur le service autosuffisance alimentaire. Ces scénarios ont été construits dans ce but. Sauf avec des impacts environnementaux beaucoup plus importants que le scénario de référence (ce qui n'est pas arrivé), il ne pouvait qu'être plus éco-efficient. Cela montre tout de même que si l'autosuffisance alimentaire de la Guadeloupe devient un enjeu majeur, la relocalisation de l'alimentation est souhaitable, d'un point de vue environnemental.

Néanmoins, dans la *Figure 18* : Éco-efficience sur la quantité d'électricité envoyée sur le réseau, comparaison des 4 scénarios qui présente l'éco-efficience sur le service autosuffisance énergétique, ce sont les scénarios S0 et S2 qui sont de loin les plus éco-efficients. Cela est dû au fait que dans ces scénarios une large partie de la surface agricole est couverte par des cultures d'exportation, et donc par de la canne à sucre, qui est par l'intermédiaire de la bagasse la source d'électricité considérée ici. Dans les scénarios S1 et S3, ayant peu de cultures d'exportations, très peu d'électricité issues de la combustion de la bagasse est injectée sur le réseau. Cela permet cependant de conclure sur le fait que, sans autre modification du système alimentaire que celles étudiées ici, si l'autosuffisance énergétique de la Guadeloupe devient un enjeu majeur, la relocalisation de l'alimentation n'est pas souhaitable, d'un point de vue environnemental.

Ce cas d'étude illustre parfaitement les effets de compromis qui peuvent advenir lors de l'étude multifonctionnelle d'un territoire. Dans une perspective d'aide à la décision, cet exemple illustre la pertinence de l'utilisation de l'éco-efficience.

Enfin, l'éco-efficience sur la performance économique de l'agriculture guadeloupéenne n'a pas été calculée. Selon des résultats préliminaires, il semble que la quantification de ce service réalisée ici soit erronée. En effet, ici la somme des marges brutes de l'ensemble des systèmes de culture augmente avec la relocalisation. Cependant, cela est dû au fait que les hypothèses de construction des scénarios alternatifs (détaillées *Données d'activités pour la production agricole des scénarios alternatifs*) soient trop simplificatrices. En effet, ces résultats préliminaires quantifient plutôt une baisse de la somme des marges brutes dans le cas de la relocalisation. Cette baisse semble s'expliquer par un phénomène de déprise agricole (Guindé et al., à paraître), due au manque de main-d'œuvre agricole, un hectare de canne à sucre nécessitant bien moins de main-d'œuvre qu'un hectare de maraichage ou d'igname. Pour le moment, les travaux présentés ici s'abstiendront donc de produire des conclusions économiques sur la seule base de ces hypothèses.

## VII - Discussion et perspectives

### Comparaison avec la littérature

Tout d'abord, il est important de remarquer que cette étude, même si elle prend place dans un contexte particulier, un territoire insulaire où l'agriculture est fortement tournée vers l'export, est globalement en accord avec les résultats globaux qui font consensus en évaluation environnementale.

Par exemple, il est aujourd'hui admis que le transport contribue peu aux émissions de gaz à effet de serre de l'alimentation, étant donnée l'impact majeur de la phase de production agricole (Barbier et al., 2018; Roy et al., 2009). Le fait que la Guadeloupe importe la majorité de son alimentation d'un autre territoire situé à plus de 6 000 km ne vient pourtant pas apporter un contre-exemple (*voir Impact* sur le changement climatique de l'alimentation d'une personne vivant en Guadeloupe (S0)). Autre exemple, dans la littérature les viandes et poissons sont régulièrement identifiés comme étant les aliments les plus contributeurs à la plupart des impacts environnementaux (Asal et al., 2022; Barbier et al., 2022; Loiseau et al., 2023). Sans surprise c'est ce que cette étude réaffirme sans ambiguïté (*voir Tableau 10* : Rang de contribution des viandes et du poisson à chacune des catégories d'impacts).

## Qualité des données d'ICV

Beaucoup de données d'ICV utilisées ici sont spécifiques à la Guadeloupe, notamment en ce qui concerne les productions agricoles locales avec les enquêtes de l'UR ASTRO, les consommations alimentaires guadeloupéennes avec l'enquête Kannari 2014, ou l'adaptation de la base de données Agribalyse aux contextes DROM. Globalement, l'objectif pour l'ICV était de collecter les données les plus spécifiques possibles au contexte guadeloupéen. Ces données sont donc considérées comme étant de meilleures qualités que des données génériques. Cependant, par manque d'information quelques données génériques ont été utilisées :

- Les inventaires des productions agricoles pour les élevages de porc et de volaille ;
- Les inventaires des procédés de transformation de la canne en sucre ou en rhum ;
- Les inventaires des pratiques de pêches (des pratiques « artisanales » ont été choisies, sur la base des espèces pêchées qui sont plutôt des poissons de bord de côte).

De plus, la modélisation de la production de composts locaux sur le site de SITA VERDE a été réalisée avec le peu d'informations disponibles. Si celle-ci doit resservir, il est à mon sens opportun de l'améliorer, notamment à l'aide d'une enquête à SITA VERDE. De même, il a été très difficile de comprendre quel amendement organique va sur quelles cultures et sur quelles parcelles. Il faudrait là encore refaire des enquêtes auprès des maraichers, des cultivateurs de canne et de banane.

## Incertitudes

Véritable champ de recherche, la prise en compte des différentes incertitudes en ACV est un problème qui se pose de façon récurrente (Leroy & Lasvaux, 2013). De plus, les méthodes d'évaluation d'impacts comportent elles aussi de nombreuses incertitudes et hypothèses dans le calcul des impacts environnementaux (Bourgault, 2013). Étant donnée la durée de réalisation de ce travail, le choix a été fait de ne pas mettre en œuvre une méthode de mesure et de propagation de l'incertitude, telle qu'il en existe plusieurs (par exemple la méthode analytique de propagation (Heijungs, 1996) ou la simulation Monte-Carlo (Sonnemann et al., 2003)). Le but ici n'était pas d'obtenir une représentation fidèle de la réalité, mais de comparer des scénarios entre eux, ce qui a pour effet d'annuler plusieurs types d'incertitude. De plus, les données spécifiques au contexte guadeloupéen sont considérées comme ayant moins d'incertitude que des données génériques. La conséquence de la non-prise en compte des incertitudes est le fait que l'analyse des résultats s'est concentrée sur les différences saillantes, afin de s'assurer au

maximum de couvrir les incertitudes potentielles. Avec un calcul rigoureux des incertitudes, l'analyse aurait pu être plus exhaustive et plus poussée sur certaines catégories d'impacts.

## Multifonctionnalité et frontières du système

Dans ce type d'étude, la difficulté de la définition des frontières du système réside dans le fait de comparer des scénarios qui ne rendent pas le même niveau de services au territoire. Ici, le choix a été fait d'utiliser l'ACV territoriale, et donc de définir les frontières du système (*voir Figure 4 : Frontières techniques du système étudié et sources des données*) en se concentrant uniquement sur le système alimentaire. C'est par la suite le ratio d'éco-efficience qui permet de comparer les scénarios entre eux, en regardant quel scénario rend le plus de service, à impacts environnementaux égales.

Mais d'autres options méthodologiques existent. Par exemple, il est possible de travailler en expansion des limites du système. Cette méthode consiste à étendre le système pour y inclure les fonctions supplémentaires des produits et prendre en compte les impacts environnementaux évités par ces derniers, tout en tenant compte des frontières du système (Joint Research Centre, 2010a). Par exemple, étant donné que dans cette étude de l'électricité est produite à partir de bagasse, cela aurait induit le fait d'inclure dans le système l'ensemble du secteur de production d'électricité guadeloupéen, et construire des scénarios au mix électriques différents. Aussi en considérant que les scénarios alternatifs sont autant de scénarios prospectifs, d'évolutions possibles de la situation de référence, il aurait été possible de construire une ACV avec une approche conséquentialiste. L'ACV conséquentielle repose sur l'évaluation des conséquences causées par le passage d'un état A à un état B du cycle de vie d'un système. Par exemple ici, la fait de passer de S0 vers S3 implique une diminution de l'énergie électrique issue de la biomasse envoyée sur le réseau. L'hypothèse peut être faite que cette énergie « non produite » sera substituée par de l'énergie issue de la production électrique majoritaire en Guadeloupe, à savoir la combustion du fioul. Alors au lieu de compter positivement la production d'électricité issue de la bagasse, il faudrait compter négativement la production d'électricité évitée, à savoir de l'électricité issue de la combustion du fioul.

## Services rendus par les systèmes alimentaires territoriaux

Le cœur de cette étude n'était pas de mener un travail méthodologique sur le choix des fonctions associées aux systèmes alimentaires territoriaux. Ce choix a plutôt été basé sur les considérations des parties prenantes (comme préconisé par (Loiseau, 2014)) et sur la facilité à quantifier chaque service pour chacun des scénarios. Cependant, il est évident que, dans une étude s'appuyant sur des éco-efficiences, le choix des services étudiés ainsi que les indicateurs associés conditionnent complètement les résultats obtenus. Ce sujet a été abondamment traité par (Lulovicova, 2024). Sur la base d'une revue de la littérature, elle propose d'étudier 11 fonctions du territoire, réparties sur les 3 piliers de la durabilité (environnemental, sociétal et sanitaire, économique) (*voir tableau 2 de sa thèse*).

## Limites de la modélisation

### Limites de l'ACV

L'ACV offre une perspective limitée sur les systèmes alimentaires. Par exemple, elle rend très mal compte des pertes ou gains en biodiversité qui peuvent être associés à des changements de cultures ou de

pratiques culturelles (Chaudhary & Brooks, 2018). Généralement, l'ACV associe au système agricole seulement des services de production de biomasse (produire un litre de lait), alors que l'agriculture rend de nombreux services écosystémiques qui ne sont pas pris en compte (contrôle de l'érosion, pollinisation, etc.) (van der Werf et al., 2020).

Une piste pour améliorer l'évaluation environnementale de l'agriculture est de raisonner en complémentarité avec des notions de capacités de charge, locale ou globale. La ferme n'est plus comparée à une autre ferme, mais est insérée dans son écosystème afin d'évaluer si elle ne dépasse pas les capacités de charge imposées par son écosystème local, ou l'écosystème mondial (Repar et al., 2016).

### Limites associées à l'enquête Kannari 2014 et au modèle de diète

Tout d'abord, aucune autre enquête semblable au volet de l'enquête Kannari portant sur les consommations alimentaires n'a été réalisée depuis. Ce qui en fait une source de données moins robuste que les enquêtes de cohorte INCA réalisée sur le temps long en France métropolitaine. Ensuite, d'un point de vue méthodologique les données de Kannari 2014 doivent subir plusieurs traitements (cas des sous-déclarants énergétiques, calcul de poids de sondage, etc.) pour être analysées (Colombet, 2020a). Enfin, l'étude a été réalisée entre octobre 2013 à février 2014, une période où le régime alimentaire peut différer des consommations habituelles. Au final, il semble que les résultats de l'enquête privilégient surreprésentent les foyers au régime alimentaire dit « traditionnel », et sous-représentent les foyers au régime alimentaire dit « moderne » (Colombet et al., 2022). Ce qui explique peut-être les fortes consommations de fruits et légumes de la situation de référence Figure 8 : Composition des régimes alimentaires des 4 scénarios, obtenus soit par l'enquête Kannari 2014, soit par le modèle de diète).

Par ailleurs, le modèle de diète ne tient pas compte d'un certain nombre de paramètres. Par exemple, dans le scénario S3, de grands volumes de consommations de mangue et autres fruits locaux sont modélisés. Cependant, ces fruits peuvent avoir une période de récolte assez courte, et des durées de conservation souvent très courtes elles aussi. Autre exemple, lorsque le modèle considère une culture comme locale, il ne considère pas réellement de seuil de production. Ce qui a pour effet de modéliser par exemple, de très grandes quantités de poissons pêchés localement, bien supérieures aux capacités de reproduction des stocks locaux.

### Limites liées à l'évaluation environnementale de phénomènes sociaux et culturelles

L'alimentation en Guadeloupe est traversée de valeurs et représentations héritées de l'histoire de la Guadeloupe et de ses influences multiples. Ici, même si des mutations profondes des pratiques alimentaires guadeloupéennes sont modélisées, il n'est jamais évoqué d'une part les mutations à l'œuvre aujourd'hui, ni d'autre part les mécanismes les rendant possible (Belin, 2023; Colombet, 2020b).

De plus, les conclusions de cette étude se cantonnent aux questions environnementales. En aucun cas les recommandations formulées ici décrivent des phénomènes souhaitables de façon absolue, mais bien de façon relative aux enjeux environnementaux.

## Perspectives

D'ici la fin de ce stage, le 31 octobre, nous espérons pouvoir arriver au terme de la démarche de modélisation prévue initialement, c'est-à-dire avant tout utiliser les modèle MOSAICA pour les scénarios S1, S2 et S3, et ainsi pouvoir estimer des productions agricoles plus crédibles, régionalisées à l'échelle de la Guadeloupe, et étudier les éventuels verrous socio-économiques de la relocalisation (main-d'œuvre agricole, rémunération du secteur agricole, aides publiques, etc.).

De plus, il semble évident que, pour aller plus loin dans ce travail, il est nécessaire d'étudier l'effet de l'adoption massive de nouvelles pratiques agricoles, et notamment des pratiques agro-écologiques, dans une perspective de relocalisation de l'alimentation en Guadeloupe. C'est le sens des travaux de l'UR ASTRO avec la ferme KARUSMART<sup>11</sup>, où des itinéraires techniques innovants sont testés, et sont ensuite ajoutés au modèle MOSAICA. De plus, il serait pertinent de tester si l'introduction de nouvelles productions agricoles (légumineuses, céréales, élevages laitiers, alimentation animale, etc.), ou l'adoption de nouveaux régimes alimentaires (pesco-végétarien, végétarien, etc.) viendrait modifier les impacts environnementaux de la relocalisation.

## VIII – Conclusion

En Guadeloupe, la relocalisation telle qu'envisagée ici, c'est-à-dire avec les cultures et pratiques agricoles actuelles, ne semble pas permettre de diminuer les émissions de gaz à effet de serre de l'alimentation guadeloupéenne. En ce qui concerne les autres catégories d'impacts, la relocalisation de l'alimentation a des effets contrastés. Elle peut induire une baisse des impacts environnementaux sur certaines catégories, et une augmentation sur d'autres. Tout au long de l'analyse des résultats, plusieurs transferts de pollution entre indicateurs environnementaux ont été mis en exergue.

Le résultat le plus marquant de cette étude est le fait que, comme attendu, ce sont les viandes et poissons qui concentrent les impacts environnementaux de l'alimentation, même si cette dernière est davantage relocalisée. Si à l'avenir la Guadeloupe se concentre sur la relocalisation de son alimentation, il est impératif de mettre au point des pratiques d'élevage moins impactantes. De plus, une autre voie pour réduire les impacts environnementaux est la végétalisation de l'alimentation guadeloupéenne. Dans une perspective de relocalisation, l'agriculture guadeloupéenne doit donc produire des protéines végétales.

Ensuite, à l'échelle du système alimentaire guadeloupéen, même en ayant étudié seulement deux services rendus par les différents scénarios (autosuffisances énergétique et alimentaire), la relocalisation a des niveaux de services variables, soit très faibles soit très élevés. Même si ici le travail sur les éco-efficiences est à mener bien plus avant, cela met en exergue le fait que la relocalisation n'est pas bonne « en soi », mais s'insère dans un paradigme qui valorise les services rendus par la relocalisation, et ne s'intéresse pas aux services rendus par l'organisation du système alimentaire actuel. Il apparaît alors complexe pour la recherche d'avoir une approche holistique et exhaustive sur le choix des services à

---

<sup>11</sup> <https://astro.antilles.hub.inrae.fr/dispositifs-de-recherche/dispositifs-scientifiques-et-techniques/micro-ferme-karusmart> (consulté le 05/10/2024)

étudier et de la façon de mesurer les indicateurs associés. Ce type d'étude semble par contre capable d'appuyer des décisions dans le cas de politiques territoriales.

## IX - Bibliographie

- ADEME, & INRAE. (2020). *Guide utilisateur Agribalyse—L'évaluation environnementale des produits agricoles et alimentaires*.
- Agreste. (2022, février). *Recensement agricole 2020 : Les visages de l'agriculture dans les départements d'Outre-mer*. [https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/Pri2204/Primeur%202022-4\\_RA2020-DOM.pdf](https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/Pri2204/Primeur%202022-4_RA2020-DOM.pdf)
- Agreste Guadeloupe. (2018). *Mémento de la statistique agricole*.
- Asal, S., Petit, M., & Meyer, J. (2022). *Impact environnemental de l'alimentation en outre-mer*. ADEME, ECO2 Initiative.
- Barbier, C., Couturier, C., Cayla, J.-M., Pourouchottamin, P., Silvestre, M., Billen, G., Pharabod, I., Toilier, F., Gardat, M., Routhier, J.-L., Jeballa, I., & Berraki, H. (2018). *Contenu énergétique et carbone de l'alimentation des ménages en France*.
- Barbier, C., Couturier, C., Dumas, P., Kesse-Guyot, E., Baudry, J., Pharabod, I., Pourouchottamin, P., & Toilier, F. (2022). *Prospective du système alimentaire et de son empreinte énergétique et carbone*.
- Barrau, M., Godard, E., Suivant, C., & Ledrans, S. (2020). *Méthodes du socle commun aux quatre volets de l'étude Kannari sur la santé, la nutrition et l'exposition à la chlordécone aux Antilles, 2011-2018*. Santé publique France.
- Belin, M. (2023). *L'alimentation en Guadeloupe : Pratiques, représentations et valeurs*.
- Bélisle, M., Labarthe, J., Moreau, C., Landry, E., Adam, G., Bourque Bouliane, M., & Dupéré, S. (2017). Repenser ensemble le concept d'autonomie alimentaire. *Global Health Promotion*, 24(1), 70-74. <https://doi.org/10.1177/1757975915585499>
- Biseau, A. (2023). *Diagnostic 2022 sur les ressources halieutiques débarquées par la pêche française dans les régions ultra-périphériques*. [https://peche.ifremer.fr/content/download/165645/file/Diagnostic\\_2022\\_d%C3%A9barquements\\_fran%C3%A7ais-RUP\\_Vdef2.pdf](https://peche.ifremer.fr/content/download/165645/file/Diagnostic_2022_d%C3%A9barquements_fran%C3%A7ais-RUP_Vdef2.pdf)
- Born, B., & Purcell, M. (2006). Avoiding the Local Trap : Scale and Food Systems in Planning Research. *Journal of Planning Education and Research*, 26(2), 195-207. <https://doi.org/10.1177/0739456X06291389>
- Bourgault, G. (2013). 2.4 Analyse d'impacts. In *Gestion de l'incertitude causée par l'incohérence d'échelle spatiale à l'interface de l'inventaire et de l'analyse des impacts en ACV* (p. 20).
- Castetbon, K., Ramalli, L., Vaidie, A., Yacou, C., Merle, S., Ducros, V., Deschamps, V., & Bateau, A. (2016). *Consommations alimentaires et biomarqueurs nutritionnels chez les adultes de 16 ans et plus en Guadeloupe et Martinique. Enquête Kannari 2013-2014*.
- Chalumeau, F. (2008). Arrivée des Premiers Habitants à la Guadeloupe en juin 1635 : Les écrits des chroniqueurs et les réalités insulaires. *Généalogie et Histoire de la Caraïbe*, 214, 5536-5542.
- Chaudhary, A., & Brooks, T. M. (2018). Land Use Intensity-Specific Global Characterization Factors to Assess Product Biodiversity Footprints. *Environmental Science & Technology*, 52(9), 5094-5104. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b05570>
- Chiffolleau, Y., & Dourian, T. (2020). Sustainable Food Supply Chains : Is Shortening the Answer? A Literature Review for a Research and Innovation Agenda. *Sustainability*, 12(23), Article 23. <https://doi.org/10.3390/su12239831>

- Chopin, P., Blazy, J.-M., Guindé, L., Tournebize, R., & Doré, T. (2017). A novel approach for assessing the contribution of agricultural systems to the sustainable development of regions with multi-scale indicators : Application to Guadeloupe. *Land Use Policy*, *62*, 132-142. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.12.021>
- Chopin, P., Blazy, J.-M., Guinde, L., Wéry, J., & Doré, T. (2017). A framework for designing multi-functional agricultural landscapes : Application to Guadeloupe Island. *Agricultural Systems*, *157*, 316. 5. Conference of the Farming Systems Design Community of Practice (FSD). <https://doi.org/10.1016/j.agry.2016.10.003>
- Chopin, P., Guindé, L., Blazy, J.-M., & Doré, T. (2015). MOSAICA : A multi-scale bioeconomic model for the design and ex ante assessment of cropping system mosaics. *Agricultural Systems*, *140*, 26-39. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2015.08.006>
- Colombet, Z. (2020a). *Comportements alimentaires des adultes et des enfants résidant dans les Antilles françaises : Déterminants sociaux et évolution*. [https://www.supagro.fr/theses/extranet/20-0017\\_Colombet.pdf](https://www.supagro.fr/theses/extranet/20-0017_Colombet.pdf)
- Colombet, Z. (2020b). Une transition démographique antillaise rapide, marquée par l'émigration des jeunes et un fort vieillissement. In *Comportements alimentaires des adultes et des enfants résidant dans les Antilles françaises : Déterminants sociaux et évolution* (p. 14-21). [https://www.supagro.fr/theses/extranet/20-0017\\_Colombet.pdf](https://www.supagro.fr/theses/extranet/20-0017_Colombet.pdf)
- Colombet, Z., Lamani, V., Allès, B., Terrieux, P., Ducrot, A., Drogué, S., & Méjean, C. (2022). Les déterminants de la transition nutritionnelle dans les Antilles françaises. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, *57*(1), 37-58. <https://doi.org/10.1016/j.cnd.2021.11.003>
- Commission européenne. (2020, mai 20). *Une stratégie « De la ferme à la table » pour un système alimentaire équitable, sain et respectueux de l'environnement*.
- Cornillier, C., Benoist, A., & Piednoir, B. (2015). *Étude préliminaire à la réalisation de bilans environnementaux sur le chauffage au bois—Partie 1 : État de l'art*. ADEME, FCBA, CIRAD, CNPF.
- De Massé, B., & Loiseau, É. (2023a). *Évaluation environnementale de scénarios de transition agricole pour relocaliser l'alimentation*.
- De Massé, B., & Loiseau, É. (2023b). *Rapport technique interne « ACV des productions agricoles du modèle MOSAICA » : Application au cas de l'élevage*.
- De Massé, B., & Loiseau, É. (2024). *Rapport technique interne « ACV des productions agricoles du modèle MOSAICA » : Application au cas de la banane*. INRAE - UMR ITAP.
- DEAL Guadeloupe. (2021). *Diagnostic du système alimentaire guadeloupéen*.
- DEAL Guadeloupe, & Région Guadeloupe. (2020). *Schéma Régional Biomasse (SRB) de la Guadeloupe*.
- Delpuech, A. (2023). Présences Kalinago en Guadeloupe au XIXe et XXe siècles. Contribution à l'histoire des Amérindiens des Petites Antilles à l'époque contemporaine. *Bulletin de la Société d'Histoire de la Guadeloupe*, *194*, 1-20. <https://doi.org/10.7202/1099597ar>
- Demenois, J., Albrecht, A., Blanfort, V., Blazy, J.-M., Freycon, V., Roggy, J.-C., Sierra, J., Versini, A., Fujisaki, K., Teste, A., Thongo Mbou, A., Gavazzi, A., Ponton, C., Moniot, M., Acosta-Alba, I., Montouroy, Y., Avadí, A., Benoist, A., Brechet, L., ... Dagué, E. (2023). *Étude « 4 pour 1000 » Outre-mer : Stocker du carbone dans les sols ultramarins—État des connaissances et leviers d'actions dans les départements et régions d'Outre-mer*. CIRAD, INRAE, IRD. <https://hal.inrae.fr/hal-04073557>
- Deniau, F.-X., Aprikian, T., Lachaussée, G., Kruger, D., & Kholler, D. (2021). *Perspectives de la filière canne-sucre-rhum-énergie en outre-mer*. IGF/CGEDD/CGAER.
- Direction de la mer de la Guadeloupe. (2020). *Monographie maritime des îles de Guadeloupe, Saint-Martin et Saint-Barthélemy*.

- Direction Départementale de l'Équipement de la Guadeloupe. (2010, septembre). *Diagnostic territorial de l'archipel Guadeloupe*. [https://www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/diagnostic\\_territorial\\_guadeloupe\\_181010.pdf](https://www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/diagnostic_territorial_guadeloupe_181010.pdf)
- Drogué, S. (2022). *Annexe projet CALALOU*.
- Drogué, S., Pérignon, M., Darmon, N., & Amiot, M. J. (2020). Does a better diet reduce dependence on imports? The case of Tunisia. *Agricultural Economics*, 51(4), 567-575. <https://doi.org/10.1111/agec.12572>
- Eder, P., & Narodoslowsky, M. (1999). What environmental pressures are a region's industries responsible for? A method of analysis with descriptive indices and input-output models. *Ecological Economics*, 29(3), 359-374. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(98\)00092-5](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(98)00092-5)
- Esnouf, A. (2023, novembre). *Note méthodologique : Adaptations de la base de données Agribalyse 3.1.1 aux différents contextes d'Outre-mer*. ADEME et EVEA.
- European Commission, & Joint Research Centre. (2017). *Environmental footprint characterisation factors*. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/LCDN/developerEF.html>
- European Commission, & Joint Research Centre. (2020). *Guide for EF compliant data sets*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/537292>
- FAO. (1999). *Implications of Economic Policy for Food Security : A Training Manual Available. Chapter 1 : Food Security : The Conceptual Framework*. <https://www.fao.org/4/x3936e/x3936e03.htm>
- Fazio, S., Biganzioli, F., De Laurentiis, V., Zampori, L., Sala, S., & Diaconu, E. (2018). *Supporting information to the characterisation factors of recommended EF Life Cycle Impact Assessment methods : Version 2, from ILCD to EF 3.0* (European Commission). Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/002447>
- Giraud, M., Dubost, I., Calmont, A., Daniel, J., Destouches, D., & Milia-Marie-Luce, M. (2009). La Guadeloupe et la Martinique dans l'histoire française des migrations en régions de 1848 à nos jours. *Hommes & migrations. Revue française de référence sur les dynamiques migratoires*, 1278, Article 1278. <https://doi.org/10.4000/hommesmigrations.252>
- Goujon, M., Hoarau, J.-F., & Rivière, F. (2015). Vulnérabilités au changement climatique des Outre-mer et des petits Etats insulaires. *Post-Print*, Article hal-01454721. <https://ideas.repec.org/p/hal/journal/hal-01454721.html>
- Heijungs, R. (1996). Identification of key issues for further investigation in improving the reliability of life-cycle assessments. *Journal of Cleaner Production*, 4(3), 159-166. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(96\)00042-X](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(96)00042-X)
- IDELE. (2019, mai). *Résultats et références technico-économiques filière porcine*.
- IDELE. (2021, novembre). *Résultats et références technico-économiques filière poules pondeuses*.
- Ifremer. (2018). *Synthèse 2017 de l'observation des efforts et débarquements des pêcheries côtières*. Projet Système d'Informations Halieutiques SIH.
- IGEDD. (2021). *plan de protection de l'atmosphère de l'aire urbaine de Pointe-à-Pitre—Les Abymes (971)*.
- INSEE. (2021). *POP1B - Population par sexe et âge en 2018—Département de la Guadeloupe (971)* [Jeu de données]. [https://www.insee.fr/fr/statistiques/5397445?sommaire=5397467&geo=DEP-971#ancrage-POP1B\\_V2](https://www.insee.fr/fr/statistiques/5397445?sommaire=5397467&geo=DEP-971#ancrage-POP1B_V2)
- ISO. (2006a). *ISO 14040 : Environmental management—Life cycle assessment—Principles and framework*. International Organisation for Standardisation. Genève, Suisse.
- ISO. (2006b). *ISO 14044 : Environmental Management—Life cycle assessment—Requirements and guidelines*. International Organisation for Standardisation. Genève, Suisse.
- Joint Research Centre. (2010a). *ILCD Handbook : Analysis of existing environmental impact assessment methodologies for use in life cycle assessment*.

- Joint Research Centre. (2010b). *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook :general guide for life cycle assessment : Detailed guidance*. (European Commission). Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2788/38479>
- Jolliet, O., Saadé, M., Crettaz, P., & Shaked, S. (2010). *Analyse du cycle de vie—Comprendre et réaliser un écobilan* (2e édition). Presses Polytechniques Et Universitaires Romandes. <https://www.racontemoilaterre.com/livre/9782880748869-analyse-du-cycle-de-vie-comprendre-et-realiser-un-ecobilan-2e-edition-olivier-jolliet-miriam-saade-pierre-crettaz-shanna-shaked/>
- Karg, H., Drechsel, P., Akoto-Danso, E. K., Glaser, R., Nyarko, G., & Buerkert, A. (2016). Foodsheds and City Region Food Systems in Two West African Cities. *Sustainability*, 8(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/su8121175>
- Kiss, K., Ruskai, C., & Takács-György, K. (2019). Examination of Short Supply Chains Based on Circular Economy and Sustainability Aspects. *Resources*, 8(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/resources8040161>
- Kneafsey, M., Venn, L., Schmutz, U., Balazs, B., Trenchard, L., Eyden-Wood, T., Bos, E., Sutton, G., & Blackett, M. (2013). *Short food supply chains and local food systems in the EU : A state of play of their socio economic characteristics*. JRC. <https://data.europa.eu/doi/10.2791/88784>
- Kubiak, V. (2019, mars 21). Massacrés par les Européens, qui étaient les Amérindiens kalinagos ? *Géo*. <https://www.geo.fr/histoire/massacres-par-les-europeens-qui-etaient-les-amerindiens-kalinagos-195006>
- Labrecque, J., Mundler, P., Peignier, I., Poitevin, M., Rousseau, H.-P., Royer, A., & Tamini, L. D. (2020). *Relance de l'économie et autonomie alimentaire : Éléments de réflexions*. CIRANO.
- Leclercq, B., & Salichon, M.-R. (1970). Facteurs nutritionnels modifiant le poids de l'oeuf et de ses constituants. *Annales de Biologie Animale Biochimie Biophysique*, 10(2), 239-252. <https://doi.org/10.1051/rnd:19700206>
- Leroy, Y., & Lasvaux, S. (2013). De la gestion des incertitudes en analyse de cycle de vie. *Marché et organisations*, 17(1), 65-82. <https://doi.org/10.3917/maorg.017.0065>
- 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)*.
- Loiseau, E., Aissani, L., Le Féon, S., Laurent, F., Cerceau, J., Sala, S., & Roux, P. (2018). Territorial Life Cycle Assessment (LCA) : What exactly is it about? A proposal towards using a common terminology and a research agenda. *Journal of Cleaner Production*, 176, 474-485. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.169>
- Loiseau, E., Jouve, L., Salou, T., Perignon, M., Drogué, S., Rollet, P., & Roux, P. (2023). Life cycle assessment of urban food supply : Key findings and recommendations from a French metropolitan area case study. *Journal of Cleaner Production*, 401, 136788. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136788>
- Lulovicova, A. (2024). *Évaluation environnementale des systèmes alimentaires territoriaux : Apports de l'analyse du cycle de vie territoriale à la construction et à l'évaluation des processus de reterritorialisation durables des systèmes agroalimentaires en France* [Phdthesis, Université Côte d'Azur]. <https://theses.hal.science/tel-04551369>
- Malak-Rawlikowska, A., Majewski, E., Waş, A., Borgen, S. O., Csillag, P., Donati, M., Freeman, R., Hoàng, V., Lecoeur, J.-L., Mancini, M. C., Nguyen, A., Saïdi, M., Tocco, B., Török, Á., Veneziani, M., Vittersø, G., & Wavresky, P. (2019). Measuring the Economic, Environmental, and Social Sustainability of Short Food Supply Chains. *Sustainability*, 11(15), Article 15. <https://doi.org/10.3390/su11154004>

- Mancini, M. C., Menozzi, D., Donati, M., Biasini, B., Veneziani, M., & Arfini, F. (2019). Producers' and Consumers' Perception of the Sustainability of Short Food Supply Chains : The Case of Parmigiano Reggiano PDO. *Sustainability*, 11(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/su11030721>
- Mariola, M. J. (2008). The local industrial complex? Questioning the link between local foods and energy use. *Agriculture and Human Values*, 25(2), 193-196. <https://doi.org/10.1007/s10460-008-9115-3>
- Méjean, C. (avec Institut de recherche pour le développement & France). (2020). *Alimentation et nutrition dans les départements et régions d'Outre-mer*. IRD.
- Morel, C. (2021). *Pour une agriculture plus respectueuse des hommes et de l'environnement : Quel accès aux aides pour les agriculteurs en Guadeloupe?*
- Mundler, P., & Laughrea, S. (2016). The contributions of short food supply chains to territorial development : A study of three Quebec territories. *Journal of Rural Studies*, 45, 218-229. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.04.001>
- Neue, H.-U. (1993). Methane Emission from Rice Fields. *BioScience*, 43(7), 466-474. <https://doi.org/10.2307/1311906>
- ODEADOM. (2018). *Quelles conditions pour améliorer la couverture des besoins alimentaires dans les départements d'Outre-mer ?*
- OREC Guadeloupe. (2022). *Bilan de l'énergie 2021* (p. 37).
- Pacione, M. (1997). Local exchange trading systems—A rural response to the globalization of capitalism? *Journal of Rural Studies*, 13(4), 415-427. [https://doi.org/10.1016/S0743-0167\(97\)00026-0](https://doi.org/10.1016/S0743-0167(97)00026-0)
- Pérignon, M., Sinfort, C., Ati, J. E., Traissac, P., Drogué, S., Darmon, N., Amiot, M. J., & Group, M. S. (2019). How to meet nutritional recommendations and reduce diet environmental impact in the Mediterranean region? An optimization study to identify more sustainable diets in Tunisia. *Global Food Security*, 23, 227. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.07.006>
- Peters, C. J., Bills, N. L., Wilkins, J. L., & Fick, G. W. (2009). Foodshed analysis and its relevance to sustainability. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 24(1), 1-7. <https://doi.org/10.1017/S1742170508002433>
- Pothukuchi, K. (2004). Community Food Assessment : A First Step in Planning for Community Food Security. *Journal of Planning Education and Research - J PLAN EDUC RES*, 23, 356-377. <https://doi.org/10.1177/0739456X04264908>
- Pratap, B., Kumar, S., Purchase, D., Bharagava, R. N., & Dutta, V. (2021). Practice of wastewater irrigation and its impacts on human health and environment : A state of the art. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(2), 2181-2196. <https://doi.org/10.1007/s13762-021-03682-8>
- Puma, M. J., Bose, S., Chon, S. Y., & Cook, B. I. (2015). Assessing the evolving fragility of the global food system. *Environmental Research Letters*, 10(2), 024007. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/2/024007>
- Rebitzer, G., Ekvall, T., Frischknecht, R., Hunkeler, D., Norris, G., Rydberg, T., Schmidt, W.-P., Suh, S., Weidema, B. P., & Pennington, D. W. (2004). Life cycle assessment : Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. *Environment International*, 30(5), 701-720. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2003.11.005>
- Repar, N., Jan, P., Dux, D., Nemecek, T., & Doluschitz, R. (2016). Implementing farm-level environmental sustainability in environmental performance indicators : A combined global-local approach. *Journal of Cleaner Production*, 140, 692-704. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.022>
- Roulet, É. (2016). La famille. L'habitation sucrière de la Compagnie des îles de l'Amérique à la Guadeloupe (1642-1649). *Revue d'histoire de l'Amérique française*, 69(3), 35-57. <https://doi.org/10.7202/1035960ar>

- 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), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.06.016>
- Schmitt, E., Galli, F., Menozzi, D., Maye, D., Touzard, J.-M., Marescotti, A., Six, J., & Brunori, G. (2017). Comparing the sustainability of local and global food products in Europe. *Journal of Cleaner Production*, 165, 346-359. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.039>
- Schnakenbourg, C. (1980). Le « terrier » de 1671 et le partage de la terre en Guadeloupe au XVIIe siècle. *Revue française d'histoire d'outre-mer*, 67(246), 37-54. <https://doi.org/10.3406/outre.1980.2235>
- Selbonne, S. (2022). *Conception et expérimentation d'une micro-ferme climato-intelligente et évaluation par modélisation des conditions d'émergence à l'échelle du territoire.*
- Seppälä, J., Melanen, M., Mäenpää, I., Koskela, S., Tenhunen, J., & Hiltunen, M.-R. (2005). How Can the Eco-efficiency of a Region be Measured and Monitored? *Journal of Industrial Ecology*, 9(4), 117-130. <https://doi.org/10.1162/108819805775247972>
- Sierra, J. (2021). *MorGwanik v5, un outil pour évaluer l'évolution de la matière organique des sols de Guadeloupe.*
- Sonnemann, G. W., Schuhmacher, M., & Castells, F. (2003). Uncertainty assessment by a Monte Carlo simulation in a life cycle inventory of electricity produced by a waste incinerator. *Journal of Cleaner Production*, 11(3), 279-292. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00028-8](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00028-8)
- Srinivasan, J. T., & Reddy, V. R. (2009). Impact of irrigation water quality on human health : A case study in India. *Ecological Economics*, 68(11), 2800-2807. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.04.019>
- Stein, A. J., & Santini, F. (2022). The sustainability of "local" food : A review for policy-makers. *Review of Agricultural, Food and Environmental Studies*, 103(1), 77-89. <https://doi.org/10.1007/s41130-021-00148-w>
- Tete, E. (2019). L'affaire du chlordécone. *Droit, Déontologie & Soins*, 19(4), 441-483. <https://doi.org/10.1016/j.ddes.2019.10.022>
- Tramis, M., Rey, T., & Leone, F. (2022). La relocalisation, une stratégie d'adaptation aux risques côtiers : Les leçons tirées des projets aux Antilles françaises. *Études caribéennes*, 53, Article 53. <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.24309>
- van der Werf, H. M. G., Knudsen, M. T., & Cederberg, C. (2020). *Évaluer les impacts environnementaux de l'agriculture biologique : L'analyse du cycle de vie doit faire mieux.* *Innovations Agronomiques* 80, 113-121. <https://doi.org/10.15454/HWYC-YB48>
- Vogt, R. A., & Kaiser, L. L. (2008). Still a time to act : A review of institutional marketing of regionally-grown food. *Agriculture and Human Values*, 25(2), 241-255. <https://doi.org/10.1007/s10460-007-9106-9>

## X - Annexes

### Annexe A : Méthode de prise en compte de l'alimentation des 0-15 ans

En Guadeloupe, 17,5 % de la population a entre 0 et 15 ans. Ici, l'hypothèse retenue est le fait que les enfants consomment la même nourriture que leurs parents, au prorata de leurs besoins énergétiques. La valeur de référence du besoin énergétique de la population adulte est fixée à 2126,67 kcal/jour, soit l'apport énergétique conseillé moyen pour la population de 18 à 79 ans, considérée susceptible d'avoir des enfants entre 3 et 15 ans. Ces coefficients sont donc le rapport entre le besoin énergétique de la

tranche d'âge et de sexe considérée, et la valeur de référence pour la population adulte, multiplié par la population concernée.

Age	Garçon			Fille		
	Population	Besoin énergétique (kcal/jour)	Equivalent en + 16 ans	Population	Besoin énergétique (kcal/jour)	Equivalent en + 16 ans
3 ans	2087	1174	1152	2159	1096	1113
4 ans	2149	1436	1451	2239	1335	1406
5 ans	2249	1522	1610	2329	1417	1552
6 ans	2434	1610	1843	2239	1500	1579
7 ans	2418	1711	1945	2310	1591	1728
8 ans	2497	1819	2136	2371	1688	1882
9 ans	2479	1925	2244	2612	1790	2198
10 ans	2652	1933	2410	2665	1818	2278
11 ans	2746	2043	2638	2747	1908	2465
12 ans	2816	2174	2879	2675	2004	2521
13 ans	2908	2333	3190	2813	2099	2776
14 ans	2992	2513	3536	2835	2175	2899
15 ans	2838	2699	3602	2822	2228	2956
<b>Total</b>	<b>33 265</b>		<b>30 635</b>	<b>32 816</b>		<b>27 354</b>

Tableau 12 : Ajustement de la consommation alimentaire des guadeloupéens, afin de prendre en compte l'alimentation des enfants (source de la population : (INSEE, 2021))

Ces valeurs représentent le nombre d'adulte à ajouter à la diète afin de prendre en compte les 3-15 ans. En sommant l'ensemble de ces valeurs et en divisant par la population de plus de 16 ans, cela donne 0,187. Il faut donc augmenter les consommations de tous les aliments de 18,7 % pour prendre en compte les 3-15 ans. Pour les 0-2 ans, l'hypothèse est faite que la majorité de leur alimentation provient de l'allaitement.

## Annexe B : Méthode de traitement des résultats de l'enquête Kannari 2014 et de correspondance avec les catégories de MOSAICA

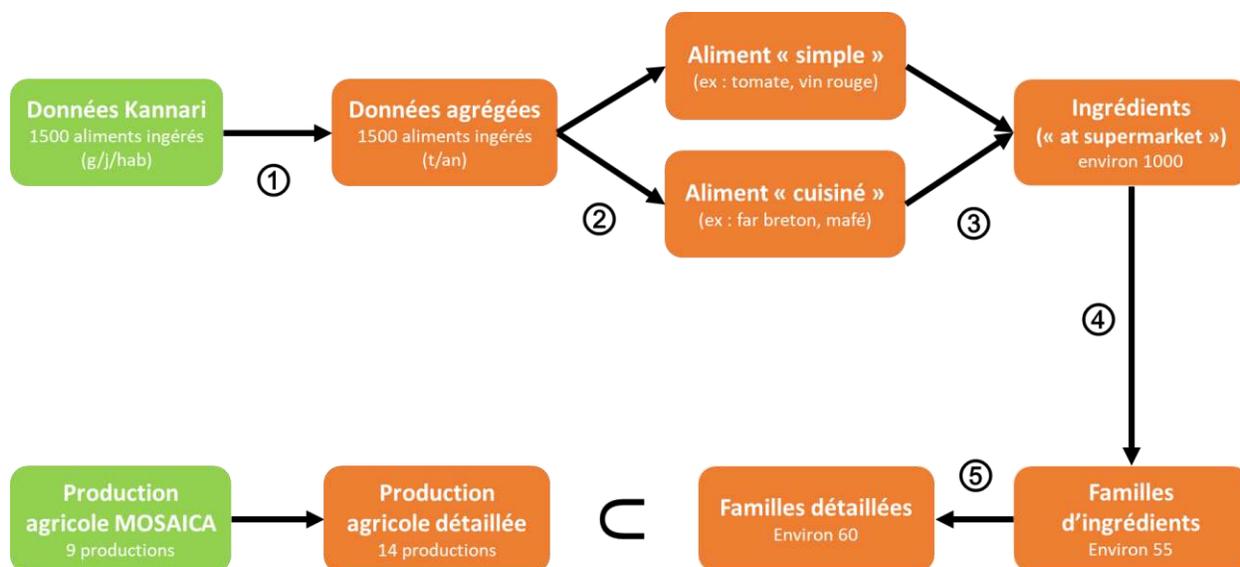


Figure 19 : Méthode de traitement des résultats de l'enquête Kannari 2014 et de correspondance avec les résultats de MOSAICA

1. Chaque quantité d'aliment consommé a été multipliée par 365, par 1/1000000, et par la population concernée :

	Homme	Femme	Ensemble
[16-35[	35 452	39 076	76 305
[35-50[	29 696	41 107	74 102
[50-65[	40 393	47 969	87 358
65+	33 125	43 590	72 751
<b>Ensemble</b>	<b>139 190</b>	<b>171 327</b>	<b>310 516</b>

Tableau 13 : Distribution de la population guadeloupéenne au 1<sup>er</sup> janvier 2018 (INSEE, 2021)

2. Chaque aliment apparaissant dans la liste des recettes (présentes dans le fichier « modèle diète – scénario baseline.xlsx > Recette SD\_UV + nutwind) a été décomposé en l'ensemble des ingrédients composant celle-ci. Les autres aliments n'ont pas subi de traitement.
3. Chaque aliment a été multiplié par un facteur traduisant la variation de masse subie lors de la préparation, de la cuisson, etc. Cette étape permet de passer d'aliments ingérés à des ingrédients achetés au supermarché.
4. Pour mener cette étude il est nécessaire de regrouper les aliments en quelques dizaines de groupe, tout d'abord pour rendre le volume de travail convenable et ensuite pour relier à chaque famille d'aliment une production agricole (voir **Error! Reference source not found.**). Chaque groupe sera représenté par l'aliment majoritaire du groupe, le « proxy ». Les aliments recensés dans l'enquête sont classés par groupe (8), sous-groupe (25) et famille d'aliment (54). Les familles, de par leur nombre, semblent convenir aux besoins de cette étude. Cependant, ces familles classent les aliments en fonction de leurs apports nutritionnels, de leur mode de préparation, de leur origine animale ou végétale, etc. Ce qui conduit à classer dans la famille « charcuterie » la saucisse de volaille et la saucisse de porc, ou dans la famille « viande rouge » la côte de porc et l'escalope de bœuf. En évaluation environnementale, il est admis que la viande porc et la viande de bœuf ont des impacts environnementaux très différents, même si elles sont préparées de la même manière. De plus, pour que la démarche de cette étude soit cohérente, il faut que le rôti de porc soit rattaché à la production de viande porcine et l'escalope de bœuf à la production de viande bovine. Il a donc fallu au cas

par cas ajuster cette classification. La nouvelle classification ainsi que les principaux changements sont disponibles dans le fichier « modèle diète – scénario baseline.xlsx > libellé aliment ».

Cependant, certains ingrédients composant les recettes n'étaient pas regroupés en groupe, sous-groupe et famille. Ce travail a donc été réalisé lors de cette étude. Ces ingrédients n'ont été classés que par famille, seule catégorie qui sera exploitée par la suite. Vous pouvez retrouver cette classification à l'Annexe H : Regroupement des ingrédients issus des recettes en famille d'aliment.

5. Des familles supplémentaires ont été créées afin de pouvoir utiliser la modélisation des principales productions agricoles de la Guadeloupe, réalisée par Baptiste de Massé (De Massé & Loiseau, 2023a). Voici leurs compositions :

<b>Agrumes</b>	<b>Ananas</b>	<b>Banane</b>	<b>Banane créole</b>	<b>Melon</b>	<b>Rhum</b>
- citron jaune - citron vert - clémentine / mandarine - orange - pamplemousse	- ananas - ananas cuit - ananas au sirop	- banane - banane verte	- Banane lady finger (fressinette, figue pomme, sugar) - banane plantain	- melon	- rhum

Tableau 14 : Composition des 6 nouvelles familles d'aliments créées

Ces ingrédients ont évidemment été retirés de leur famille d'origine.

## Annexe C : Rapport technique gestion des biomasses agricoles à l'échelle du territoire guadeloupéen

Ce document est disponible à cette adresse : <https://nextcloud.inrae.fr/s/oTcWenC5NeYcrPE>

Ce rapport décrit les hypothèses réalisées et les méthodes utilisées pour modéliser la gestion de la biomasse à l'échelle de la Guadeloupe, notamment pour les objets suivants :

- Filière canne-sucre-rhum-énergie-amendement organique
- Filière composts de SITA VERDE
- Émissions au champ des amendements organiques (co-produits de la canne et composts SITA VERDE)
- Évolution des stocks de carbone dans les sols lors de l'utilisation des amendements organiques (co-produits de la canne et composts SITA VERDE)

## Annexe D : Paramétrage de la base de données Agribalyse DROM

Les paramètres implémentés sont définis au niveau de la librairie. Les configurations sont donc appliquées de façon globale et non procédé par procédé. Il est donc impossible, en important simplement cette base de données dans Simapro, de modéliser au sein d'un même projet une production locale consommée localement (configuration 3) et un produit importé (configuration 1). Afin de résoudre ce problème, un reparamétrage de la base de données a été réalisé pour les trois configurations, de la manière suivante :

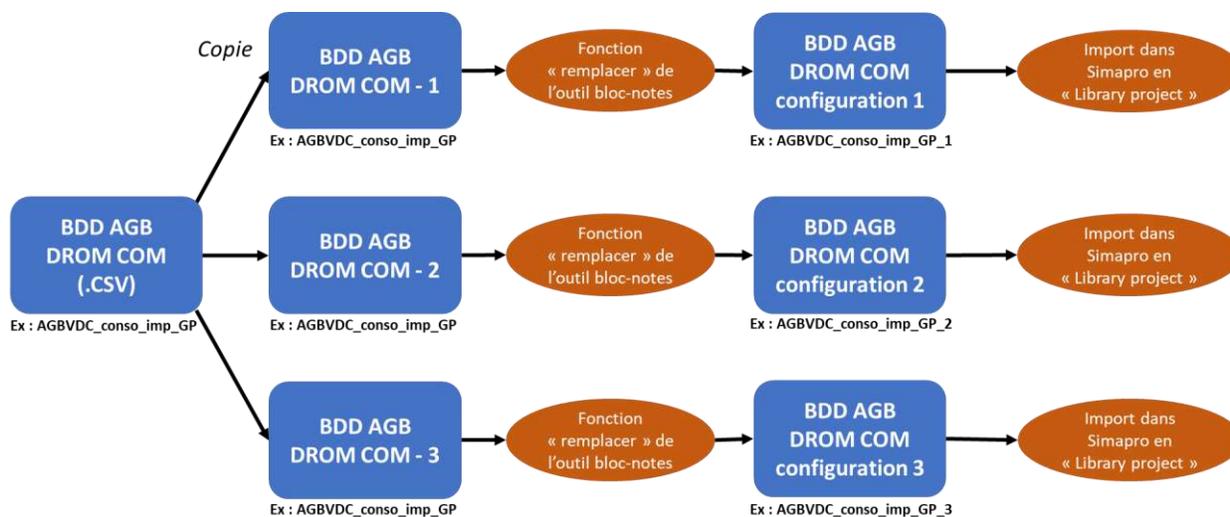


Figure 20 : Reparamétrage de la base de données Agribalyse DROM COM

Préalablement à l'import dans Simapro, il est indispensable de renseigner dans l'onglet « parameters/database » l'ensemble des paramètres créés et d'origine. Une fois les 3 librairies importées, il suffit de les appeler dans son projet. Cela a pour effet de tripler le nombre de paramètres relatifs au territoire considéré. Après cette manipulation, il est possible d'appeler dans un même projet Simapro des produits locaux et des produits importés, pour lesquels le transport, les mix énergétique et eau, et la gestion des déchets sont différents.

Nom du paramètre	valeur
AGBVDC_conso_imp_GP_1	0
AGBVDC_conso_loc_GP_1	0
AGBVDC_transfo_GP_1	0
AGBVDC_pack_import_GP_1	0
AGBVDC_distribution_GP_1	1
AGBVDC_distri_imp_GP_1	1
AGBVDC_distri_loc_GP_1	0
AGBVDC_supermarket_GP_1	1
AGBVDC_supermarket_dech_GP_1	1
AGBVDC_consumer_GP_1	1
AGBVDC_prepa_dech_GP_1	1
AGB_conso_dist_import_original_1	1
AGB_transfo_original_1	1
AGBVDC_conso_imp_GP_2	1
AGBVDC_conso_loc_GP_2	1
AGBVDC_transfo_GP_2	1
AGBVDC_pack_import_GP_2	1

AGBVDC_distribution_GP_2	1
AGBVDC_distri_imp_GP_2	0
AGBVDC_distri_loc_GP_2	1
AGBVDC_supermarket_GP_2	1
AGBVDC_supermarket_dech_GP_2	1
AGBVDC_consumer_GP_2	1
AGBVDC_prepa_dech_GP_2	1
AGB_conso_dist_import_original_2	0
AGB_transfo_original_2	0
AGBVDC_conso_imp_GP_3	0
AGBVDC_conso_loc_GP_3	1
AGBVDC_transfo_GP_3	1
AGBVDC_pack_import_GP_3	1
AGBVDC_distribution_GP_3	1
AGBVDC_distri_imp_GP_3	0
AGBVDC_distri_loc_GP_3	1
AGBVDC_supermarket_GP_3	1
AGBVDC_supermarket_dech_GP_3	1
AGBVDC_consumer_GP_3	1
AGBVDC_prepa_dech_GP_3	1
AGB_conso_dist_import_original_3	0
AGB_transfo_original_3	0
AGBVDC_conso_imp_GF	0
AGBVDC_conso_loc_GF	0
AGBVDC_transfo_GF	0
AGBVDC_pack_import_GF	0
AGBVDC_distribution_GF	0
AGBVDC_distri_imp_GF	0
AGBVDC_distri_loc_GF	0
AGBVDC_supermarket_GF	0
AGBVDC_supermarket_dech_GF	0
AGBVDC_consumer_GF	0
AGBVDC_prepa_dech_GF	0
AGBVDC_conso_imp_MQ	0
AGBVDC_conso_loc_MQ	0
AGBVDC_transfo_MQ	0
AGBVDC_pack_import_MQ	0
AGBVDC_distribution_MQ	0
AGBVDC_distri_imp_MQ	0
AGBVDC_distri_loc_MQ	0
AGBVDC_supermarket_MQ	0
AGBVDC_supermarket_dech_MQ	0

AGBVDC_consumer_MQ	0
AGBVDC_prepa_dech_MQ	0
AGBVDC_conso_imp_RE	0
AGBVDC_conso_loc_RE	0
AGBVDC_transfo_RE	0
AGBVDC_pack_import_RE	0
AGBVDC_distribution_RE	0
AGBVDC_distri_imp_RE	0
AGBVDC_distri_loc_RE	0
AGBVDC_supermarket_RE	0
AGBVDC_supermarket_dech_RE	0
AGBVDC_consumer_RE	0
AGBVDC_prepa_dech_RE	0
AGBVDC_distce_loc_GF	75
AGBVDC_distce_loc_GP	50
AGBVDC_distce_loc_MQ	50
AGBVDC_distce_loc_RE	75
AGBVDC_freezing_and_cooling_elec_multi	1
AGBVDC_prepa_dcollecte_GF	15
AGBVDC_prepa_dcollecte_GP	15
AGBVDC_prepa_dcollecte_MQ	15
AGBVDC_prepa_dcollecte_RE	15
AGBVDC_prepa_dcollecte_FR	150
AGB_distribution_original	0
AGB_distri_imp_original	0
AGB_supermarket_original	0
AGBVDC_supermarket_dech_original	0
AGB_consumer_original	0
AGBVDC_prepa_dech_original	0

Tableau 15 : Liste des paramètres d'un projet Simapro relatif à la Guadeloupe, issue du reparamétrage de la base de données Agribalyse DROM COM

## Annexe E : Catégories d'impacts environnementaux caractérisées dans le méthode EF 3.1.

Catégorie d'impact	Description	Unité	Niveau de recommandation
Changement climatique	Modification des équilibres climatiques, et notamment du phénomène naturel d'effet de serre, due à l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre d'origine anthropique dans l'atmosphère.	kg CO <sub>2</sub> eq	I

Destruction de l'ozone stratosphérique	Phénomène de destruction de la couche d'ozone dû notamment aux gaz CFC. Cette couche est une protection pour les organismes vivants, car elle absorbe les rayons ultraviolets nocifs.	kg CFC-11 eq	I
Radiation ionisante (santé humaine)	Quantification des impacts des radiations ionisantes sur la population.	kBq U <sup>235</sup> eq	II
Formation d'ozone photochimique	Pollution à l'ozone ou « smog » générée par l'émission dans les couches basses de l'atmosphère de composés organiques volatils et de NO <sub>x</sub> . L'ozone est un fort oxydant, il provoque des problèmes respiratoires et limite la croissance végétale.	kg NMVOC eq	II
Particules fines	Pollution aux particules fines en suspension dans l'air pouvant avoir de fortes conséquences sanitaires suite à leur infiltration dans les voies respiratoires. En plus des particules issues des combustions, les oxydes d'azote, de soufre et l'ammoniac sont e des gaz liés à la production de particules.	Disease incidence	I
Toxicité humaine (effet non cancérigène)	Catégories d'impact représentant les effets toxiques cancérigènes et non cancérigènes sur l'être humain, en termes de morbidité, des émissions de substances dans l'environnement (modèle USETox).	CTUh	II
Toxicité humaine (effet cancérigène)		CTUh	III
Acidification	Phénomène naturel qui est amplifié par l'augmentation de polluants atmosphériques, notamment le NH <sub>3</sub> , les NO <sub>x</sub> , et le SO <sub>2</sub> . Cet effet se traduit par une diminution de l'absorption d'éléments minéraux par la végétation.	mol H <sup>+</sup> eq	II
Eutrophisation des eaux douces	Enrichissement excessif d'un milieu aquatique en éléments nutritifs phosphatés. En milieu aquatique, cet enrichissement peut provoquer un développement surabondant de biomasse végétale, dont la décomposition ultérieure consomme, en partie ou en totalité, l'oxygène dissous dans l'eau et réduit la biodiversité du milieu aquatique.	kg P eq	II
Eutrophisation marine	Enrichissement excessif d'un milieu aquatique en éléments nutritifs azotés.	kg N eq	II
Eutrophisation terrestre	Enrichissement excessif d'un milieu terrestre en éléments nutritifs azotés suite à la déposition d'éléments azotés préalablement émis vers l'atmosphère.	mol N eq	II

Écotoxicité de l'eau douce	Catégorie d'impact représentant les effets toxiques sur les écosystèmes d'eau douce, en termes de fraction potentiellement affectées, des émissions de substances dans l'environnement (modèle USETox).	CTUe	III
Occupation des terres	L'indicateur est l'index de qualité des sols proposé par le modèle LANCA V2.2.	Pt	III
Épuisement des ressources en eau	Cette catégorie d'impact utilise le modèle Relative Available Water REmaining (AWARE) qui mesure la ressource disponible restante dans le milieu après que les prélèvements des humains et les besoins des écosystèmes aquatiques ont été satisfaits.	m <sup>3</sup> depriv.	III
Épuisement des ressources énergétiques fossiles	Indicateur de mesure de l'utilisation des ressources énergétiques fossiles et nucléaires.	MJ	III
Épuisement des ressources métalliques et minérales	Indicateur de mesure de l'utilisation de ressources métalliques et minérales	kg Sb eq	III

Tableau 16 : Description des indicateurs environnementaux de la méthode Environmental Footprint (European Commission & Joint Research Centre, 2020) et niveau de recommandation de ces indicateurs (Fazio et al., 2018)

## Annexe F : Scores d'impacts environnementaux des 4 scénarios

Catégories d'impacts	Unité	S0	S1	S2	S3
Acidification	mol H+ eq	1,27E+07	1,13E+07	1,18E+07	1,07E+07
Changement climatique	kg CO2 eq	1,03E+09	9,16E+08	9,75E+08	8,68E+08
Écotoxicité en eau douce	CTUe	1,13E+10	1,04E+10	8,95E+09	7,00E+09
Eutrophisation en eau douce	kg P eq	3,32E+05	2,59E+05	3,50E+05	2,17E+05
Utilisation des terres	Pt	6,13E+10	5,68E+10	5,25E+10	4,75E+10
Utilisation de l'eau	m3 priv.	1,93E+09	1,87E+09	3,09E+09	5,81E+08
Eutrophication marine	kg N eq	4,57E+06	4,00E+06	4,71E+06	3,57E+06
Eutrophication terrestre	mol N eq	4,90E+07	4,30E+07	4,24E+07	3,79E+07
Particules fines	Incidence des maladies	1,08E+02	8,71E+01	1,02E+02	7,73E+01
Toxicité humaine non-cancérogène	CTUh	2,83E+01	2,72E+01	3,63E+01	1,58E+01
Toxicité humaine cancérogène	CTUh	6,37E-01	5,67E-01	5,68E-01	4,92E-01
Destruction de la couche d'ozone	kg CFC11 eq	1,62E+02	1,47E+02	1,59E+02	1,45E+02
Formation d'ozone photochimique	kg NMVOC eq	4,44E+06	3,89E+06	5,53E+06	4,94E+06
Radiation ionisante	kBq U-235 eq	1,02E+08	9,45E+07	8,88E+07	8,21E+07
Épuisement des ressources fossiles	MJ	9,62E+09	8,48E+09	1,04E+10	8,90E+09

Épuisement des ressources minérales et métalliques	kg Sb eq	6,89E+03	6,29E+03	7,81E+03	6,86E+03
--	----------	----------	----------	----------	----------

Tableau 17 : scores d'impacts environnementaux des 4 scénarios

## Annexe G : Principaux aliments contributeurs à l'impact sur le changement climatique de l'alimentation guadeloupéenne dans le cas des scénarios S1, S2 et S3

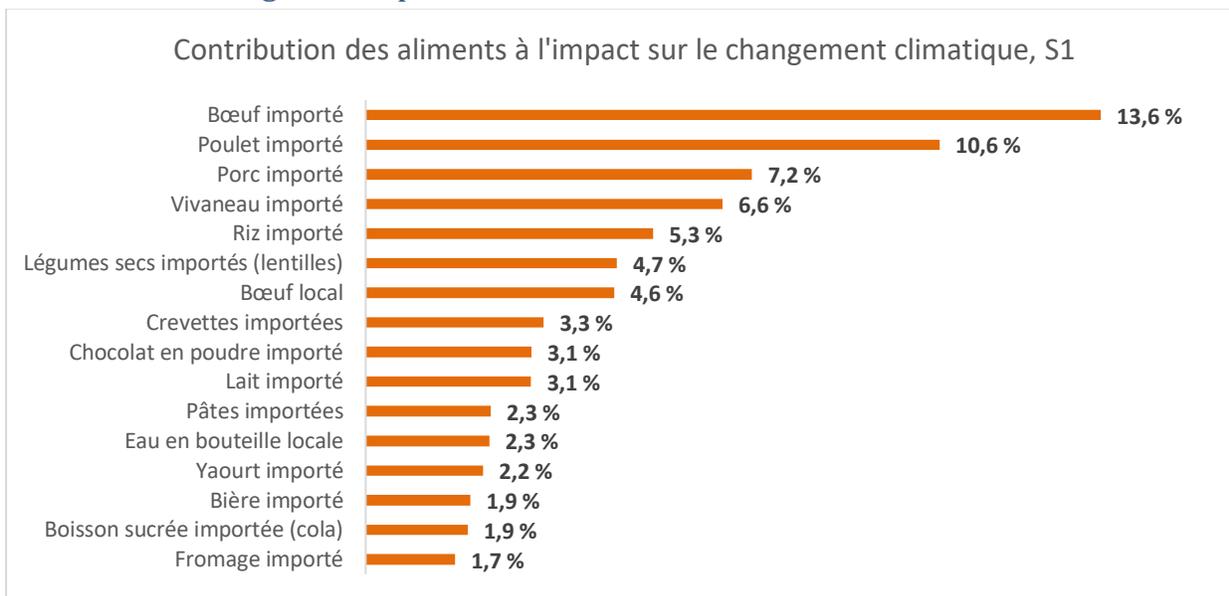


Figure 21 : Contribution des aliments à l'impact sur le changement climatique des consommations alimentaires du scénario S1

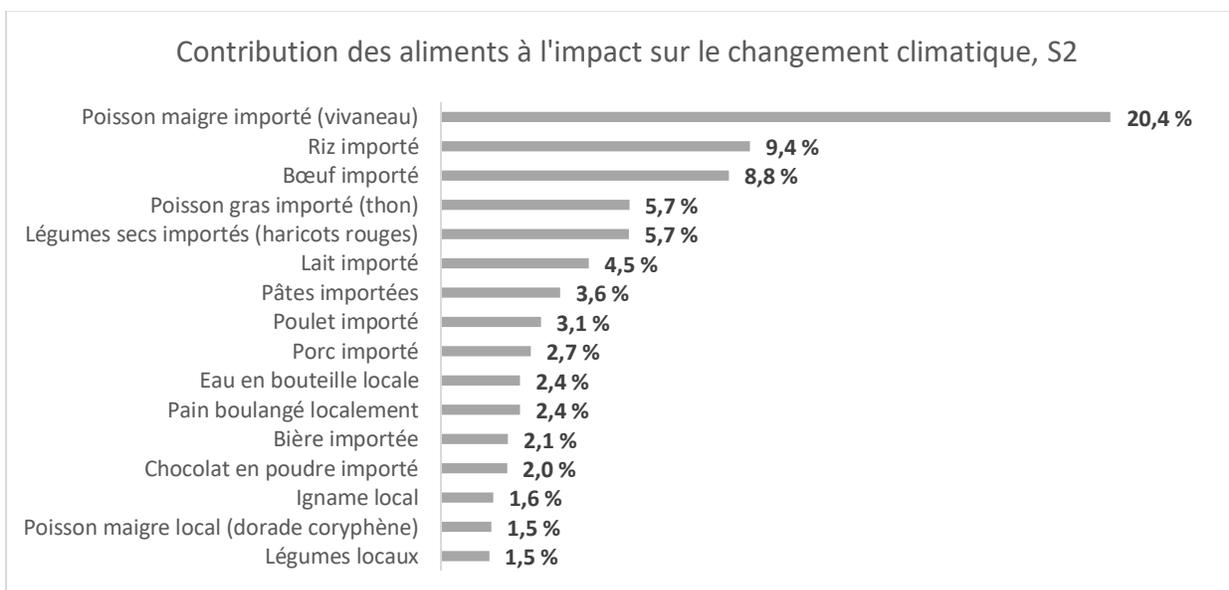


Figure 22 : Contribution des aliments à l'impact sur le changement climatique des consommations alimentaires du scénario S2

### Contribution des aliments à l'impact sur le changement climatique, S3

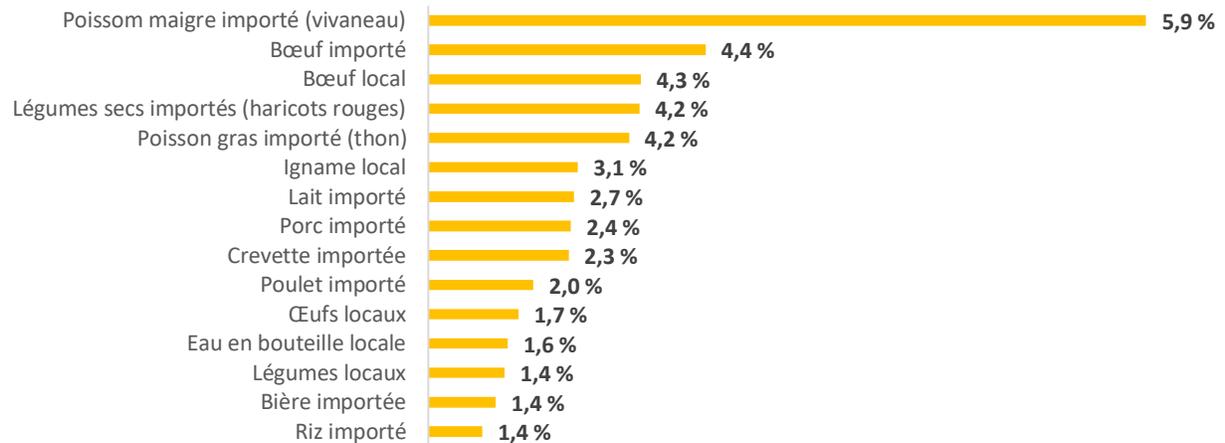


Figure 23 : Contribution des aliments à l'impact sur le changement climatique des consommations alimentaires du scénario S3

### Annexe H : Regroupement des ingrédients issus des recettes en famille d'aliment

ingrédients issus des recettes	famille	ingrédients issus des recettes (suite)	famille (suite)
4 épices	Epice	jarret d'agneau / mouton	Viande rouge
abricot	Fruit frais	jarret d'agneau / mouton braisé	Viande rouge
ail frais	Légume	jarret de porc rôti	Charcuterie
aile de dinde crue (avec os)	Volaille et gibier	julienne (cabillaud)	Poisson gras
aile de poulet rôtie	Volaille et gibier	jus d'ananas pur jus	Jus de fruit sans sucre ajouté
amandes non salées	Fruit oléagineux	jus de citron presse	Jus de fruit sans sucre ajouté
ananas	Fruit frais	jus de citron pressé	Jus de fruit sans sucre ajouté
ananas au sirop	Fruit frais	jus d'orange pressé	Jus de fruit sans sucre ajouté
ananas cuit	Fruit frais	jus d'orange pur jus	Jus de fruit sans sucre ajouté
apéritif à base de vin ou vermouth, type Martini	Alcool	ketchup	Sauce
artichaut	Légume	Kiri	Fromage
aubergine	Légume	kiwi	Fruit frais
avocat	Fruit frais	lait concentré sucré	Dessert lacté
bacon fumé	Charcuterie	lait de noix de coco	Fruit transformé
baguette	Pain	lait demi-écrémé UHT	Lait nature

baguette / pain blanc sans sel	Pain	lait écrémé UHT	Lait nature
baguette de campagne	Pain	lait entier concentré sucré	Dessert lacté
banane	Fruit frais	lait entier UHT	Lait nature
banane plantain	Légume	laitue	Légume
basilic frais	Epice	lambi	Crustacé
bâtonnet de poisson pané	Plat préparé majoritairement animal	langouste	Crustacé
beurre de cacahuètes	Fruit oléagineux	lapin	Volaille et gibier
beurre demi-sel	Beurre	lard gras	Charcuterie
beurre doux	Beurre	lardons fumés, crus	Charcuterie
bière brune	Alcool	lardons fumés, cuits	Charcuterie
biscotte	Produit céréalier complet	lardons naturels, cuits	Charcuterie
blanc de poulet rôti	Volaille et gibier	laurier	Epice
blanc d'oeuf cuit	Oeuf	lentilles	Légume sec
boeuf à bourguignon ou carbonnade	Plat préparé majoritairement animal	levure boulangère	Biscuit et barre céréale
boeuf à pot-au-feu	Plat préparé majoritairement animal	levure chimique	Biscuit et barre céréale
boite d'anchois	Poisson gras	levure de boulanger fraîche	Biscuit et barre céréale
boudoir / biscuit à la cuillère	Biscuit et barre céréale	levure de boulanger sèche	Biscuit et barre céréale
bouillon cube	Plat préparé majoritairement végétal	lieu noir (colin)	Poisson gras
bouillon de légumes déshydraté reconstitué	Plat préparé majoritairement végétal	limande	Poisson gras
bouillon de viande déshydraté, reconstitué	Plat préparé majoritairement animal	limonade	Boisson sucrée
bouillon de volaille déshydraté, reconstitué	Plat préparé majoritairement animal	liqueur	Alcool
Bouquet garni (thym, laurier, persil)	Epice	maïs doux	Légume
brocoli	Légume	mangue	Fruit frais
cabillaud	Poisson gras	marrons chauds / châtaignes	Fruit frais

cabri	Viande rouge	mayonnaise	Sauce
cacahuètes grillées non salées	Fruit oléagineux	melon	Fruit frais
cacao en poudre non sucré	Fruit transformé	menthe	Epice
café	Thé, café	merguez	Viande rouge
calmar	Crustacé	miel	Miel, confiture, nutella
camembert 45% MG (22% sur produit fini)	Fromage	miette de crabe	Crustacé
camembert 50% MG (25% sur produit fini)	Fromage	morue	Poisson gras
campari	Alcool	moule	Crustacé
canard rôti	Volaille et gibier	moutarde	Sauce
cannelle	Epice	mouton (agneau)	Viande rouge
caramel	Miel, confiture, nutella	mozzarella	Fromage
carotte	Légume	navet	Légume
carotte crue	Légume	noix	Fruit oléagineux
céleri branche	Légume	noix de coco fraîche	Fruit frais
céleri-rave cru	Légume	noix de coco fraîche	Fruit frais
cerfeuil	Légume	noix de coco râpée	Fruit frais
cerise	Fruit frais	noix de muscade	Epice
chair à saucisse	Charcuterie	nouilles chinoises	Plat préparé majoritairement végétal
champagne	Alcool	nouilles ou vermicelles de riz	Plat préparé majoritairement végétal
champignon cru	Légume	oeuf dur	Oeuf
champignon de Paris	Légume	oignon	Légume
champignon noir	Légume	oignon (jaune, blanc, rouge) cuit	Légume
chapelure / panure	Plat préparé majoritairement végétal	oignon (jaune, rouge, blanc) cru	Légume
cheddar	Fromage	oignon (jaune, rouge, blanc) cuit	Légume
chicorée en poudre	Légume	oignon (jaune, rouge, blanc) cuit	Légume
chocolat au lait	Dessert lacté	olive noire	Fruit frais
chocolat noir	Confiserie et chocolat	olive verte	Fruit frais
chocolat noir 70% cacao	Confiserie et chocolat	orange	Fruit frais

chou blanc cru	Légume	oseille fraîche	Epice
chou vert cuit	Légume	pain aux céréales	Pain
christophine	Légume	pain de campagne, bis ou gris	Pain
ciboulette fraîche	Epice	pain de mie complet (pain pour toast)	Pain
ciboulette fraîche	Epice	pain de mie nature (pain pour toast)	Pain
citron jaune	Fruit frais	pain hamburger	Produit céréalier complet
citron vert	Fruit frais	pain noir ou de seigle	Pain
clou de girofle moulu	Epice	pain pita, libanais blanc	Produit céréalier complet
cœur d'agneau/mouton	Viande rouge	pamplemousse	Fruit frais
cognac / armagnac	Alcool	paprika	Epice
colombo (poudre)	Epice	parmesan en poudre	Fromage
colombo en poudre	Epice	patate douce	Autres féculents (tubercules)
comte	Fromage	pâte à lasagne	Produit céréalier complet
comté	Fromage	pâte à pizza	Produit céréalier complet
concentré de tomate	Légume	pate brisee toute prete	Produit céréalier complet
concombre	Légume	pate cuite	Produit céréalier complet
confiture	Miel, confiture, nutella	pâté de campagne	Charcuterie
coriandre	Epice	pâte feuilletée	Viennoiserie
cornichon	Légume	pâte sablée	Biscuit et barre céréale
côte de veau	Viande rouge	pâtes	Produit céréalier complet
côtelette d'agneau / mouton	Viande rouge	pepperoni (chorizo)	Charcuterie
courgette	Légume	persil frais	Epice
courgette crue	Légume	petits pois	Légume
crabe	Crustacé	pied de porc	Charcuterie
crème chantilly	Confiserie et chocolat	pied de veau	Viande rouge
crème de cassis	Alcool	pilon de poulet	Volaille et gibier
crème fraîche épaisse	Lait nature	piment de cayenne	Légume
crème fraîche épaisse	Lait nature	piment rouge	Légume
crème fraîche épaisse allégée	Lait nature	poire au sirop	Fruit transformé

crème fraîche liquide	Lait nature	poireau	Légume
crème fraîche liquide	Lait nature	pois cassés	Légume sec
crème glacée à la vanille	Gateau, tarte, flan, glace	pois chiches	Légume sec
crème glacée au chocolat	Gateau, tarte, flan, glace	pois gourmands, haricot mange-tout	Légume
crème pâtissière	Gateau, tarte, flan, glace	poitrine de porc fumée	Charcuterie
crêpine	Biscuit et barre céréale	poivre	Epice
crevette rose	Crustacé	poivre moulu	Epice
crisophine (chayotte)	Légume	poivron rouge	Légume
croûtons	Produit céréalier complet	poivron rouge cru	Légume
cuisse de dinde crue (avec os)	Volaille et gibier	poivron vert	Légume
cuisse de poulet	Volaille et gibier	pomme	Fruit frais
cuisse de poulet rôtie avec peau	Volaille et gibier	pomme de terre crue	Pomme de terre
cumin	Epice	pomme de terre cuite à l'eau	Pomme de terre
curcuma en poudre	Epice	porc (échine)	Charcuterie
curry (curry / massala en poudre)	Epice	porc haché	Charcuterie
curry / massala en poudre	Epice	potiron (giraumon)	Légume
dinde	Volaille et gibier	poudre d'amande	Fruit oléagineux
dos de poulet	Volaille et gibier	poudre maltée cacaotée (type tonimalt, ovomaltine)	Compléments, aliments spéciaux
eau de ville (du robinet)	Eau du robinet	poulet	Volaille et gibier
eau gazeuse	Eau minérale	poulpe( chatrou)	Crustacé
échalote	Légume	pruneau	Fruit frais
emmental	Fromage	purée de piments (piment rouge)	Légume
endive (chicon) crue	Légume	queue de boeuf	Charcuterie
épaule d'agneau	Viande rouge	Queue de porc cuite	Charcuterie
épaule d'agneau / mouton rôtie	Viande rouge	raisins secs	Fruit sec
épaule de porc	Charcuterie	rhubarbe	Légume
épices	Epice	rhum	Alcool
épinard pays (amarante) cuits	Légume	rhum sans alcool	Boisson avec edulcorant
épinards crus	Légume	ricoré en poudre	Thé, café

épinards pays (amarante) cuits	Légume	riz blanc (poli)	Pâte, riz, semoule
épinards pays (amarente) cuits	Légume	Riz pour risotto	Pâte, riz, semoule
escalope de poulet	Volaille et gibier	riz sauvage	Pâte, riz, semoule
escalope de veau	Viande rouge	roquefort	Fromage
estragon	Epice	roquette	Légume
extrait de vanille	Epice	rosbif de boeuf	Plat préparé majoritairement animal
farine blanche	Produit céréalier complet	rôti de porc	Charcuterie
farine de maïs	Produit céréalier complet	safran	Epice
farine de manioc	Autres féculents (tubercules)	saindoux	Beurre
farine de sarrasin	Produit céréalier complet	saint pierre (colin)	Poisson gras
faux-filet de boeuf	Viande rouge	salade verte	Légume
fecule de maïs	Produit céréalier complet	sauce béchamel	Sauce
fécule de maïs	Produit céréalier complet	sauce chien	Sauce
fécule de pomme de terre	Pomme de terre	sauce de soja	Sauce
Feuille de gélatine	Compléments, aliments spéciaux	sauce nuoc mam	Sauce
feuilles de brick	Produit céréalier complet	sauce piquante	Sauce
feuilles de riz	Pâte, riz, semoule	sauce tomate	Légume
fèves	Légume	saucisse cocktail	Charcuterie
filet de bacon	Charcuterie	saucisse de Francfort	Charcuterie
filet de porc maigre	Charcuterie	saucisson à l'ail	Charcuterie
fines tranches d'emmental (type Leerdammer)	Fromage	saucisson sec	Charcuterie
flanchet de boeuf	Plat préparé majoritairement animal	saumon	Poisson gras
foie d'agneau/mouton	Viande rouge	saumon fumé	Poisson gras
foie de boeuf	Viande rouge	sel ajoute a table	Epice
foie de veau	Viande rouge	sel ajouté à table	Epice
fond de sauce	Sauce	sel de préparation	Epice
fond de veau	Sauce	semoule (graine de couscous)	Produit céréalier complet

fond de volaille (fond de sauce)	Sauce	sirop d'érable	Miel, confiture, nutella
fraise	Fruit frais	soda tonique (type schweppes)	Boisson sucrée
fromage à raclette	Fromage	steak haché de boeuf 15% MG cru	Viande rouge
fromage ail et fines herbes (type Boursin, Tartare)	Fromage	steak haché de boeuf 15% MG cuit	Viande rouge
fromage blanc 0% MG nature	Fromage	steak haché de boeuf 20% MG cru	Viande rouge
fromage blanc 20% MG nature (3% sur produit fini)	Fromage	sucre	Produits sucrants
fromage de chèvre frais	Fromage	sucre blanc	Produits sucrants
fromage de chèvre type bûche	Fromage	sucre blond de canne	Produits sucrants
fromage fondu 25% MG	Fromage	sucre blond, pur canne	Produits sucrants
fromage fondu 45%MG	Fromage	sucre blond, pure canne (type saint louis)	Produits sucrants
fruit à pain cuit	Fromage	sucre glace	Produits sucrants
fruit de la passion	Fruit frais	sucre roux, cassonade	Produits sucrants
fruits de mer	Crustacé	sucre vanillé	Produits sucrants
galette de maïs, tortilla (sans garniture)	Produit céréalier complet	surimi de crabe	Crustacé
gambas	Crustacé	tendron de veau	Plat préparé majoritairement animal
gelée	Miel, confiture, nutella	thon au naturel	Poisson gras
germe ou pousse de soja	Légume	thon rouge	Poisson gras
gigot d'agneau	Viande rouge	thym	Epice
gin	Alcool	ti-nain (poyo)	Fruit frais
gingembre cru	Fruit frais	tofu	Alternatives protéiques végétales
gingembre moulu	Epice	tomate	Légume
Giraumon cru (râpé)	Légume	tomate cerise	Légume
giraumon cuit	Légume	tomate cuite	Légume
gombo	Légume	tomate entière pelée au jus	Légume
goyave	Fruit frais	tomate séchées	Légume
gruyère	Fromage	tournedos de boeuf	Viande rouge
gruyère rapé	Fromage	travers de porc	Charcuterie
gruyère râpé	Fromage	tripes nature	Viande rouge

hareng (maatje)	Poisson gras	tube cannelloni	Produit céréalier complet
hareng fumé (maatje)	Poisson gras	veau (prix moyen)	Viande rouge
haricot rouge	Légume sec	vermicelle	Pâte, riz, semoule
haricot vert	Légume	vin blanc	Alcool
harissa	Sauce	vin blanc sans alcool	Boisson avec edulcorant
herbe de provence	Epice	vin doux (porto, sherry, vin cuit...)	Alcool
herbes de provence	Epice	vin rouge	Alcool
huile d'arachide	Huile végétale	vinaigre (de vin, de cidre, de xérès...)	Sauce
huile de noix	Huile végétale	vinaigre (de vin, de cidre, de xérès...)	Sauce
huile de sésame	Huile végétale	vinaigre balsamique	Sauce
huile de tournesol	Huile végétale	vinaigrette	Sauce
huile d'olive	Huile végétale	vinaigrette à l'huile d'olive	Sauce
huile sans précision	Huile végétale	vivaneau	Poisson gras
huile sans précision	Huile végétale	vodka	Alcool
igname	Autres féculents (tubercules)	whisky / bourbon	Alcool
jambon blanc (cuit)	Charcuterie	yaourt brassé nature	Yaourt nature
jambon blanc (cuit) fumé	Charcuterie		

Tableau 18 : Regroupement des ingrédients issus des recettes en famille d'aliment