



ISTOM

École Supérieure d'Agro-Développement International

4, rue Joseph Lakanal, 49 000 ANGERS
Tél. : 02 53 61 84 60 istom@istom.fr



4, rue Joseph Lakanal, 49 000 ANGERS

Mémoire de fin d'études :

Estimation des consommations en eau et azote et des rendements de la production horticole alimentaire à l'échelle de La Réunion



Parcelles de maraîchage au Tampon, La Réunion (Source : Marion Sinico)

SINICO Marion
Promotion 107

Stage effectué à La Réunion, France
du 01/03/2021 au 30/08/2021
au sein du Cirad, Station Bassin Plat

Maîtres de stage : Valentin Russeil (UMR Tetis), Joël Huat (UR Hortsys)
Tuteur pédagogique : Marie Mawois

Remerciements

Je tiens à remercier mes maitres de stage Valentin Russeil et Joël Huat qui m'ont permis de réaliser ce stage au sein du CIRAD. Je les remercie pour leur encadrement tout au long du stage et la confiance qu'ils m'ont accordée ainsi que tous leurs précieux conseils.

Je tiens à remercier également Mme Mawois, ma tutrice de stage à l'ISTOM qui m'a permis d'avoir un autre regard sur le sujet du stage et qui a toujours été disponible dans le suivi de mon travail.

Je remercie Lionel Le Mezo, chercheur au CIRAD, pour son aide précieuse tout au long de mon stage et sa patience pour toutes mes requêtes QGIS, ainsi que l'ensemble des chercheurs ayant pu m'aider sur ce sujet complexe au cours de ces 6 mois.

Je remercie tous les experts qui m'ont accordé de leur temps lors des entretiens, sans quoi ce travail n'aurait pas abouti.

Ce stage n'aurait pas été si enrichissant personnellement sans les autres stagiaires de la station de Bassin Plat. Merci à N. Assani, D. Bertin, M. Bayle, M. Carlier, J. Gaab, H. Guidez pour cette belle ambiance de travail au long de ces 6 mois, vos conseils et votre joie de vivre quotidienne.

J'adresse une grosse pensée pour A. Hoareau, parti trop tôt. Merci d'avoir été là pour les stagiaires, de nous avoir chouchouté et fait rire avec toutes tes anecdotes et histoires. Tu as laissé un grand vide derrière toi.

Résumé

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche portant sur l'autonomie alimentaire-énergétique de La Réunion porté par l'ADEME, le CIRAD et l'Université de La Réunion visant à simuler l'évolution d'indicateurs d'autonomie alimentaire-énergétique, en lien avec l'usage des sols, selon plusieurs scénarios à l'échelle du territoire. Cette modélisation s'appuie notamment sur la connaissance des rendements et des besoins pour plusieurs types de cultures. Dans le cas des cultures fruitières et maraîchères, il existe un manque voire une absence de données concernant la répartition spatiale des surfaces, leur superficie et sur les consommations en intrants et les rendements de ces cultures. Cette étude vise donc à affiner la connaissance sur la production horticole alimentaire. A travers une approche à dire d'experts, des zones de production maraîchères et fruitières ont été cartographiées au sein desquelles les cultures majoritaires en termes d'occupation du sol ont été identifiées. Ces cartes ont fait l'objet d'une validation par les experts. A la suite de cela, les consommations en eau et en azote et les rendements des cultures fruitières et maraîchères par zone ont été estimés. Un travail complémentaire à partir de vérification d'images satellites a également permis d'estimer la surestimation de surfaces identifiées issues d'une carte par télédétection réalisée par le CIRAD.

Mots-clés : Ile de La Réunion, production horticole alimentaire, zones de production, consommation en eau, consommations en azote, SIG, cartographie, approche à dire d'experts.

Summary

This study is part of a research project on food-energy autonomy in Reunion Island, carried out by ADEME, CIRAD and the University of Reunion Island. The aim is to simulate the evolution of food-energy autonomy indicators, in relation to land use, according to several scenarios on a territorial scale. This modeling is based on the knowledge of yields and needs for several types of crops. In the case of fruit and vegetable crops, there is a lack or absence of data concerning the spatial distribution of surfaces, their surface area, the consumption of inputs and yields of these surfaces. This study therefore aims to refine the knowledge on food horticultural production. Through an expert opinion method, vegetable and fruit production areas were mapped within which the main crops in terms of land use were identified. These maps were validated by the experts. Following this, the water and nitrogen consumption and the yields of fruit and vegetable crops per zone were estimated. Additional work based on the verification of satellite images was also used to estimate the overestimation of identified areas from a remote sensing map produced by CIRAD.

Keywords : Reunion Island, fruit and vegetable crops, production areas, water consumption, nitrogen consumption, GIS, mapping, expert opinion method.

Resumen

Este estudio se inscribe en el marco de un proyecto de investigación sobre la autonomía alimentaria-energética en la Reunión, llevado a cabo por la ADEME, el CIRAD y la Universidad de la Reunión. El objetivo es simular la evolución de los indicadores de autonomía alimentaria-energética, en relación con el uso del suelo, según varios escenarios a escala territorial. Esta modelización se basa, en particular, en el conocimiento de los rendimientos y las necesidades de varios tipos de cultivos. En el caso de los cultivos hortofrutícolas, faltan o no hay datos sobre la distribución espacial de las zonas, su superficie y el consumo de insumos y los rendimientos de estos cultivos. Este estudio pretende, por tanto, perfeccionar los conocimientos sobre la producción de alimentos hortícolas. Mediante un método de opinión de expertos, se han cartografiado las zonas de huerta y de producción de fruta, dentro de las cuales se han identificado los principales cultivos en términos de uso de la tierra. Estos mapas fueron validados por los expertos. A continuación, se estimó el consumo de agua y nitrógeno y el rendimiento de los cultivos de frutas y verduras por zona. Los trabajos adicionales basados en la verificación de las imágenes de satélite también permitieron estimar la sobreestimación de las superficies identificadas a partir de un mapa de teledetección elaborado por el CIRAD.

Palabras clave : Isla de la Reunión, producción de frutas y verduras, zonas de producción, consumo de agua, consumo de nitrógeno, SIG, cartografía, método de opinión de expertos.

Table des matières

Résumé.....	3
Summary.....	3
Resumen.....	3
Table des illustrations	6
Liste des abréviations	7
Introduction.....	8
Partie 1 : Contexte général.....	9
1) L'île de la Réunion	9
2) L'agriculture réunionnaise.....	9
a. Chiffres clés de l'agriculture réunionnaise.....	9
b. L'évolution de l'agriculture	12
c. La pression foncière	12
d. L'appui des politiques agricoles européennes et nationales.....	13
e. L'enjeu de l'autonomie alimentaire.....	13
Partie 2 : Contexte de l'étude et problématique.....	15
1) Un projet de recherche sur l'autonomie alimentaire-énergétique de l'île de La Réunion	15
2) Un manque de données pour la filière maraîchère et fruitière.....	15
3) Problématique.....	17
Partie 3 : Méthodologie.....	18
1) Collecte des données primaires et secondaires	18
a. Synthèse des données secondaires disponibles	18
b. Base de données agronomiques des cultures	19
c. Collecte de données manquantes.....	20
2) Estimations des consommations en eau et en azote et des rendements des productions horticoles alimentaires à l'échelle de l'île	20
a. Cartographie des zones de production horticoles alimentaires à dire d'experts	20
b. Regroupement des zones de production par bassin de production	21
c. Restitution et validation des cartes produites à dire d'experts par les experts.....	22
d. Attribution des données d'apports en eau, en azote et de production par zone de production.....	23
3) Quantifier la surestimation des surfaces horticoles alimentaires identifiées au sein de la Carte d'Occupation des Sols.	23
Partie 4 : Résultats.....	26
1) Répartition spatiale des cultures maraîchères.....	26
a. Les zones de production maraîchères	26
b. Les bassins de production maraîchers.....	27

2) Répartition spatiale des cultures fruitières	29
a. Les zones de production fruitières.....	29
b. Les bassins de production fruitiers.....	30
3) Synthèse des cartes à dire d'experts.....	32
4) Estimation des consommations en eau et en azote et les rendements de chaque zone de production	33
5) Quantifier la surestimation des surfaces en fruits et légumes de la COS au sein des zones identifiées.....	38
a. Les taux de « bonne identification » (taux _{b,i}) des surfaces fruitières et maraîchères au sein des zones de production	38
b. Sources d'erreurs d'identification	39
 Partie 5 : Limites et perspectives.....	 40
1) Des limites essentiellement méthodologiques	40
a. Une cartographie basée à dire d'experts	40
b. Des estimations de consommations et de rendements très approximatives.....	41
2) Une représentation cartographique à un instant t : perspectives d'évolution.....	41
 Conclusion	 43
 Bibliographie synthétique	 44
 Annexes.....	 47

Table des illustrations

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Importations des fruits et légumes frais en 2019 (Source : DAAF - Agreste La Réunion, 2020).....	11
Figure 2 : Occupation du sol de l'île de La Réunion en 2019 (Source : base d'occupation du sol – Statistique Agricole Annuelle – DAAF La Réunion).....	13
Figure 3 : Carte des régions agricoles de la Réunion (Source : Saint Macary et al., 2002).	16
Figure 4 : Carte d'Occupation des Sols, niveau 2 (S. Dupuy, 2019) (Source : CIRAD)	17
Figure 5 : Critères définissant les bassins de production fruitiers et maraîchers.....	22
Figure 6 : Illustration de la méthodologie employée pour l'étape de vérification du maraîchage et de l'arboriculture (Source : auteur)	24
Figure 7 : Photo satellite de parcelles de maraîchage (Source : Google earth)	25
Figure 8 : Photo satellite de parcelles de canne à sucre et d'arboriculture (Source : Google earth)....	25
Figure 9 : Carte des 48 zones de production maraîchères en fonction des principales cultures maraîchères identifiées par zone (Source : auteur)	26
Figure 10 : Liste des cultures maraîchères principales selon les.....	27
Figure 11 : Carte des 5 bassins de production maraîchers (Source : auteur)	28
Figure 12 : Carte des 13 zones de production fruitières selon les cultures fruitières principales identifiées par zone (Source : auteur).....	30
Figure 13 : Carte des 4 bassins de production fruitiers (Source : auteur)	31
Figure 14 : Carte synthétique de la répartition spatiale des cultures maraîchères principales au sein des zones de production par bassin (Source : auteur).....	32
Figure 15 : Carte synthétique de la répartition spatiale des cultures fruitières principales au sein des zones de production par bassin (Source : auteur).....	33
Figure 16 : Carte des estimations des consommations en azote moyennes par zone de production maraîchère (Source : auteur).....	34
Figure 17 : Carte des estimations des consommations en eau moyennes par zone de production maraîchère (Source : auteur).....	35
Figure 18 : Carte des estimations de rendements moyens par zone de production maraîchère (Source : auteur).....	36
Figure 19 : Carte des estimations de consommations en azote moyennes par zone de production fruitière (Source : auteur).....	36
Figure 20 : Carte des estimations de consommations en eau moyennes par zone de production fruitière (Source : auteur)	37
Figure 21 : Carte des estimations de rendements moyens par zone de production fruitière (Source : auteur).....	38

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Estimation de la production de fruits et légumes en 2019 en tonnes (Source : DAAF - Agreste La Réunion, 2020)	10
Tableau 2 : Comparaison des surfaces identifiées entre la COS et les données de la DAAF (Source : auteur).....	17
Tableau 3 : Liste des espèces maraîchères regroupées par catégorie de cultures (Source : auteur) .	21
Tableau 4 : Résultats des taux de bonne identification du maraîchage (Source : auteur)	38
Tableau 5 : Résultats des taux de bonne identification de l'arboriculture (Source : auteur).....	39

Liste des abréviations

SIGLES ET ACRONYMES

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'énergie
AROP-FL : Association Réunionnaise des Organisations de Producteurs de Fruits et Légumes
ARIFEL : Association Réunionnaise Interprofessionnelle des Fruits et Légumes
BOS : Base d'Occupation des Sols
CIRAD : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
COS : Carte d'Occupation des Sols
DAAF : Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt
DEAL : Direction de l'Eau, de l'Aménagement et du Logement
DROM : Départements et Régions d'Outre-Mer
FEADER : Fonds Européen Agricole pour le Développement Rural
FEDER : Fonds Européen de Développement Régional
GABIR : Gestion Agricole des Biomasses à l'échelle de la Réunion
INSEE : Institut national de la statistique et des études économiques
ODEADOM : Office de développement de l'économie agricole d'outre-mer
OP : Organisation de Producteurs
PDR : Plan de Développement Rural
POSEI : Programme d'options spécifiques à l'éloignement et à l'insularité
PRAAD : Plan Réunionnais de Développement Durable de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire
RA : Recensement agricole
RPG : Relevé parcellaire agricole
SAFER : Les Sociétés d'aménagement foncier et d'établissement rural
SAPHIR : Société d'Aménagement des Périmètres Hydroagricoles de l'Île de la Réunion
SAU : Surface Agricole Utile

ABREVIATIONS

ha : hectare
t : tonne
kg : kilogramme
m³ : mètre cube
m² : mètre carré
BP : bassin de production
% : pourcentage

Introduction

L'objectif d'autonomie alimentaire de La Réunion est un objectif affiché par les politiques nationales et régionales dans l'orientation du développement agricole du territoire. Cependant depuis quelques années le taux de couverture des besoins locaux par la production réunionnaise s'est dégradé. Les importations sont restées constantes sur les 20 dernières années (DAAF, 2011). La dépendance alimentaire des territoires insulaires comme La Réunion est vu comme un facteur de vulnérabilité (Bonnet, 2021). L'atteinte de cet objectif d'autonomie alimentaire passe par le développement des filières agricole locales et donc la connaissance des systèmes productifs de ces filières permet une meilleure orientation des politiques publiques et des actions de recherche et développement pour y accéder.

La filière canne à sucre est la filière agricole dominante à La Réunion. Cependant les surfaces en canne ont connu un recul ces dernières années d'une part par l'urbanisme et d'autre part au profit de la diversification des cultures dont les productions fruitières et légumières. La production horticole alimentaire locale couvre 70% des besoins en produits frais, la diversité des climats étant propice aux cultures tropicales et tempérées. L'élevage fait également partie des piliers de l'agriculture réunionnaise avec un développement important de la filière depuis les années 80, façonnant notamment les Hauts de l'île.

Cette évolution de l'occupation de l'usage du sol pose question dans l'atteinte de l'autonomie alimentaire de l'île. Un projet de recherche porté par l'ADEME, le CIRAD et l'Université de La Réunion aborde cette thématique par la simulation de l'évolution d'indicateurs d'autonomie alimentaire-énergétique, en lien avec l'occupation des sols, selon plusieurs scénarios à l'échelle du territoire. Cette modélisation s'appuie notamment sur la connaissance des rendements et des besoins pour plusieurs types de cultures. Cependant le manque de données à l'échelle de l'île sur la répartition des cultures principales horticoles alimentaires à l'échelle de l'île ne permet pas de modéliser les consommations en intrants et la production des surfaces horticoles alimentaires dans cette modélisation.

Ce manque de données pose la question d'une méthode permettant d'estimer les consommations en eau et en azote et les rendements des cultures fruitières et maraîchères. Ce mémoire s'attachera donc à affiner la connaissance sur la production horticole alimentaire en répondant à la problématique principale suivante : ***comment estimer les consommations en eau et en azote ainsi que les rendements moyens de la production horticole alimentaire réunionnaise à l'échelle de l'île ?*** Pour répondre à cette question de recherche, une démarche de zonage des cultures horticoles alimentaires à dire d'experts est mobilisée pour affiner la connaissance des zones de production maraîchères et fruitières de La Réunion. Cette échelle des zones de production permet par la suite d'estimer les consommations et les rendements de ces cultures.

Un travail d'estimation des surestimations des surfaces de la Carte d'Occupation des Sols produite par le CIRAD est le deuxième axe de recherche de ce mémoire, toujours dans le but d'affiner les données sur la répartition spatiales des productions horticoles alimentaires à l'échelle de l'île.

Les résultats principaux permettront d'avoir des ressources cartographiques présentant les zones de production fruitières et maraîchères avec les cultures majoritaires identifiées par zone. L'estimation des consommations moyennes en eau et en azote et des rendements moyens se fait par zone à partir de données secondaires issues essentiellement de fiches techniques des cultures identifiées.

Partie 1 : Contexte général

1) L'île de la Réunion

L'île de la Réunion est un département d'Outre-Mer, d'une superficie de 2512 km², situé dans le Sud-Ouest de l'Océan Indien, faisant partie de l'archipel des Mascareignes avec les îles Maurice et Rodrigues.

a. Le relief

De formation volcanique avec ses deux massifs, le Piton des Neiges (point culminant de l'île à 3070 mètres d'altitude) et le Piton de la Fournaise, l'île possède un relief marqué par ses nombreuses ravines et falaises constituées par l'activité volcanique. Le massif montagneux de l'île accentue la disparité thermique et pluviométrique, ainsi le relief particulier de l'île est donc à l'origine d'une grande variabilité de climats sur l'ensemble du territoire.

b. Le climat

Le climat tropical humide de la Réunion est marqué par deux saisons, une saison des pluies de novembre à avril, où les précipitations sont abondantes et les températures avoisinant les 30°C en littoral et la saison sèche ou « hiver austral » de mai à octobre, où les températures s'adoucissent jusqu'à 20°C. Le climat est modulé par l'exposition aux alizés et l'altitude : la côte Est au vent reçoit ainsi une pluviométrie élevée (plus de 5000 mm par an) alors que la côte Ouest sous le vent, ne recevant que 750 mm d'eau en moyenne par an est semi-aride. En altitude les plaines et les cirques bénéficient d'un climat frais, plus ou moins humide selon l'altitude et l'exposition.

c. Le paysage

Le paysage réunionnais est marqué par la distinction de deux grands ensembles : les Hauts et les Bas qui se sont développées différemment de par leur histoire, leur climat et leur géographie naturelle. Les Bas (< 600m d'altitude) beaucoup plus urbanisés, concentrent la majorité de la population mais également des espaces cultivés, notamment en canne à sucre. A l'inverse les Hauts sont plus naturels et sauvages d'aspect avec des reliefs plus importants et peu cultivés. (DEAL, 2010). Le relief et le climat de l'île favorisent l'érosion des sols et conditionnent leurs occupations.

d. La population

La population réunionnaise s'élève à 858 450 habitants en 2021. La croissance démographique de l'île est une des plus dynamiques à l'échelle nationale, avec une augmentation de 0,5% par an (contre une moyenne nationale 0,3% par an), soit environ 4200 habitants. Elle devrait atteindre le million d'ici 2030 (INSEE, 2020). La population se concentre en majorité sur l'espace littoral, soumis à une forte pression démographique avec une densité de population de plus de 300 habitants au km².

2) L'agriculture réunionnaise

a. Chiffres clés de l'agriculture réunionnaise

L'agriculture réunionnaise ne représente que 1,4% du Produit Intérieur Brut (PIB) de l'île, mais a un poids important dans l'économie réunionnaise, avec une production agricole d'une valeur de 443 M€ en 2019 (DAAF - Agreste La Réunion, 2020). Elle représente 6% de la population active. L'espace agricole est restreint par le relief montagneux de l'île et la Parc National occupant 42% du territoire. La superficie agricole utile (SAU) occupe 17% du territoire soit environ 42 000 ha (Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, 2021) où se concentrent les principales filières : la canne à sucre, l'élevage et les productions végétales. L'agriculture réunionnaise est le « support d'une industrie agro-alimentaire en plein essor » (Département de La Réunion, 2019) qui est le principal secteur industriel de l'île.

- La filière canne à sucre

La canne à sucre est la culture pivot de l'agriculture à La Réunion, occupant plus de 22 000 ha soit plus de 55% de la SAU totale de l'île. Elle est répartie sur l'ensemble du littoral et occupe 80% de la SAU des Bas. La production de canne représentait 146 M€ soit plus de 33% de la valeur de production agricole annuelle de La Réunion en 2017 (DAAF – Agreste La Réunion, 2019). Pilier de l'agriculture, elle constitue le socle de la première activité économique industrielle de l'île avec la filière canne-sucre-rhum-bagasse représentant 80% des exportations de l'île en volume. Le sucre est le premier produit d'exportation de l'île avec 90% de la production destiné à l'export. La filière valorise également les coproduits tels que la bagasse, qui participe à la production d'électricité à hauteur de 10% des besoins de l'île.

Alors que cette culture est principalement destinée à l'exportation, l'agriculture réunionnaise est également portée par deux autres piliers : la filière fruits et légumes et la filière élevage qui se sont développées ces dernières années, couvrant 72% du marché local en produits frais (DAAF – Agreste La Réunion, 2020).

- Les filières d'élevage

L'élevage représente 31% de la valeur totale de la production agricole, soit 139 M€. Cette filière repose sur une organisation des filières porcine, bovine viande et lait et avicole autour de coopératives et de deux interprofessions permettant la structuration de la filière en amont et en aval. Pour chacune de ces filières, plus de 85% de la production commercialisée sur le marché local provient d'une organisation de producteurs. La production de viande de volaille et de porc représente 94% de la production de viande locale en produits frais (DAAF - Agreste La Réunion, 2020). Les principales filières d'élevage occupent la zone des Hauts. Cette filière est portée par le projet D.E.F.I (Développement de l'Élevage et des Filières des Interprofessions) avec le soutien de l'Etat et de l'Union Européenne visant augmenter la production et encourager la consommation de produits locaux par les réunionnais.

- La filière maraîchère et fruitière

La culture d'une grande diversité de fruits et légumes à La Réunion est permise par le gradient altitudinal et climatique de l'île. Ces cultures sont présentes sur l'ensemble de l'île avec une prédominance dans le Sud, occupant 5000 hectares de la SAU totale (la superficie des exploitations n'excèdent souvent pas 1 hectare en maraîchage) pour 2600 producteurs. Seul un tiers des exploitations maraîchères et deux tiers des exploitations fruitières sont spécialisées. Les autres exploitations développent le maraîchage ou l'arboriculture fruitière comme activité de diversification en plus de la canne à sucre et/ou de l'élevage (DAAF - Agreste La Réunion, 2019a).

Les cultures légumières principales sont la tomate, la salade, le chou, la carotte et l'oignon. Les principaux fruits produits sont l'ananas, les agrumes, les letchis et les mangues. L'essentiel de la production en fruits et légumes est destiné au marché local, avec quelques cultures principalement exploitées pour l'exportation comme l'ananas, premier fruit exporté en volume (2500 t/an). La production locale de la filière est estimée à 87 850 t, couvre 75% des besoins en légumes frais et 65% en fruits frais (DAAF - Agreste La Réunion, 2019a).

Tableau 1 : Estimation de la production de fruits et légumes en 2019 en tonnes (Source : DAAF - Agreste La Réunion, 2020)

Légumes	52 800 t	% dans production maraîchère totale	Fruits	35 100 t	% dans production fruitière totale
dont tomate	16 400 t	31,1	dont ananas	14 300 t	40,7
dont salade	7500 t	14,2	dont agrumes	8400 t	23,9
dont chou	6400 t	12,1	dont bananes	5200 t	14,7
dont chouchou	3500 t	6,6	dont letchis et longanis	3000 t	8,4
dont pomme de terre	2100 t	4,0	dont mangues	1900 t	5,4
dont carotte	1700	3			
dont oignon	1000	1,9			

Cependant les importations en fruits et légumes restent importantes par rapport à la production locale. 19 945 tonnes de fruits frais et 17 056 tonnes de légumes ont été importées en 2019 (DAAF – Agreste La Réunion, 2020)

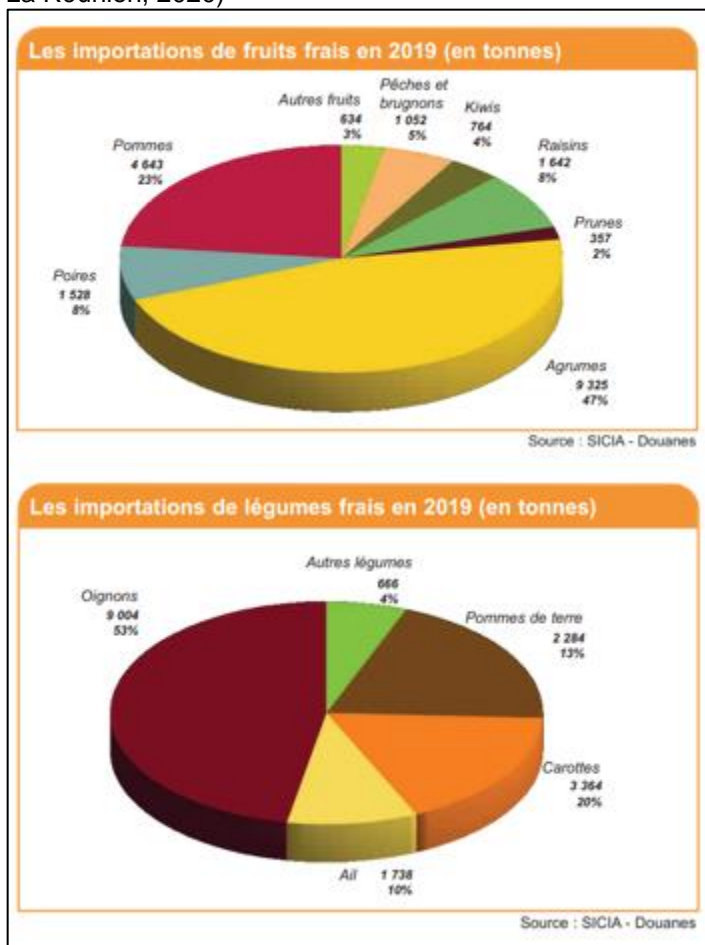


Figure 1 : Importations des fruits et légumes frais en 2019 (Source : DAAF - Agreste La Réunion, 2020).

Seulement 20% de la production locale est commercialisée par les organisations de producteurs (DAAF - Agreste La Réunion, 2019a), la plus grande partie de la production étant produite hors organisations de producteurs et écoulee en vente directe ou à travers des intermédiaires, les « bazariers » (Piccin *et al.*, 2019). La volonté de structuration de la filière s'est affirmée récemment avec la création de 10 organisations de producteurs fédérées par l'association AROP-FL depuis 2009, et appuyées par l'interprofession ARIFEL depuis 2012.

- L'agriculture biologique

L'agriculture pratiquée à la Réunion est dite « conventionnelle » pour la plupart des surfaces exploitées. Cependant depuis quelques années, on assiste à l'essor de l'agriculture biologique. Au total 306 producteurs cultivent 1272 ha (3% de la surface agricole) en agriculture biologique. Les principales filières concernées sont les fruits et légumes et l'élevage avicole. 2200 tonnes de fruits et légumes sont environ produits annuellement (DAAF – Agreste La Réunion, 2017a). Les producteurs sont principalement indépendants, à l'exception de quelques-uns organisés en coopérative (DAAF – Agreste La Réunion, 2019b). L'objectif affiché par le projet « AGRIPéi 2030 » est d'avoir 1500 ha de plus en agriculture biologique et 400 exploitations supplémentaires engagées dans une démarche bio. Le projet « Ambition 2022 » a été initié en 2018 afin de promouvoir des modes de production plus durables et respectueux de l'environnement.

b. L'évolution de l'agriculture

Le système agricole réunionnais a connu une mutation dans les années 60 impulsée par la réforme foncière mise en place par la SAFER. Cette réforme va conduire à la redistribution des grandes exploitations héritées de l'économie de plantation cannière par la promotion du modèle d'exploitation agricole familiale (Paillat-Jarousseau, 1999). Cette mutation du système agricole a continué par la mise en place du plan d'aménagement des Hauts en 1975 pour faire face au déséquilibre de développement et de peuplement entre les Hauts et les Bas (Benoit, 2015). Il va permettre la revalorisation de terres par le développement notamment de l'élevage et des cultures maraichères et ainsi freiner l'exode rural et le phénomène de « littoralisation ».

Le nombre d'exploitations agricoles a diminué de moitié au cours de ces 30 dernières années, par la disparition des petites exploitations au profit de l'extension de la SAU des grandes exploitations (DAAF La Réunion, 2012). La modernisation des exploitations a pu se faire par en partie par l'introduction de l'irrigation, permise par le projet hydraulique ILO d'acheminement d'eau entre l'Est et l'Ouest (DAAF La Réunion, 2012). Avec 60% des ressources en eau à l'Est, l'apport d'eau à l'Ouest par ce projet a permis la diversification des cultures avec $\frac{1}{4}$ du périmètre irrigué ILO est occupé par des cultures autres que la canne.

c. La pression foncière

Une des contraintes auxquelles doit faire face l'agriculture réunionnaise actuellement est la pression exercée par l'urbanisation sur le foncier agricole. Avec seulement 1/3 du territoire pouvant être occupé par l'Homme, la pression démographique a entraîné un empiètement de l'espace urbain sur les friches qui sont le « principal réservoir de foncier agricole » et souvent également les terres les plus fertiles comme les plaines littorales. Les sols artificialisés poursuivent leur extension plus modérément (440ha/an entre 1992 et 2000 contre 310 ha/an entre 2006 et 2016) (DAAF – Agreste La Réunion 2015), toujours en faveur de l'extension de l'urbanisation. La préservation des espaces agricoles est donc devenue un enjeu pour le développement de l'agriculture réunionnaise. Grâce à cette volonté de préservation du foncier agricole affichée comme un axe prioritaire du schéma d'aménagement régional (SAR) et du PRAAD, la SAU agricole s'est stabilisée autour de 42 000 ha depuis quelques années. La perte de surface agricole s'est accompagnée d'une hausse de surfaces détenues par des non-agriculteurs, entraînant un espace agricole morcelé imbriqué dans l'espace urbain (DAAF – Agreste La Réunion, 2015).

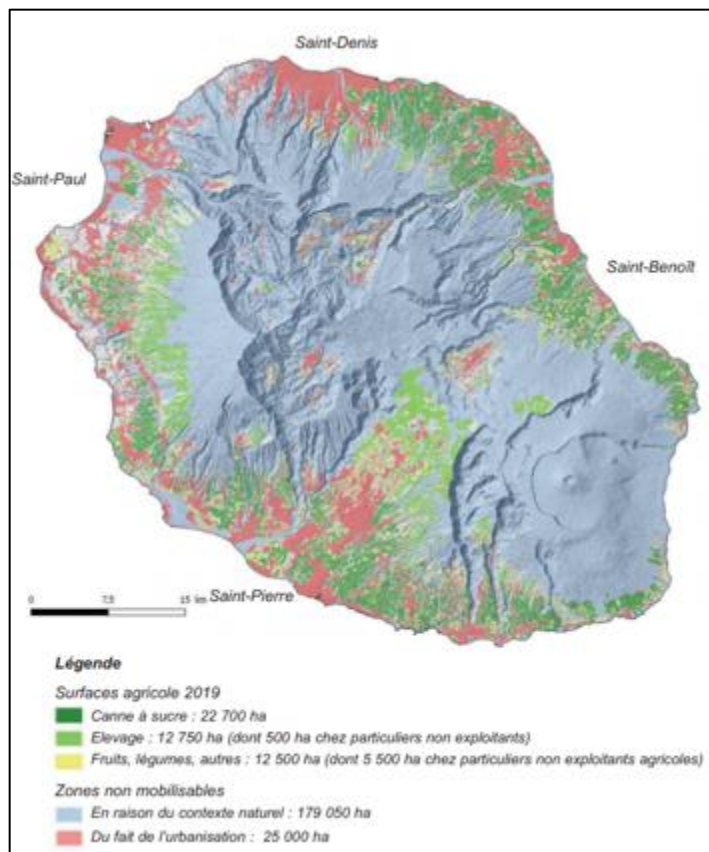


Figure 2 : Occupation du sol de l'île de La Réunion en 2019 (Source : base d'occupation du sol – Statistique Agricole Annuelle – DAAF La Réunion)

d. L'appui des politiques agricoles européennes et nationales

L'agriculture de La Réunion et des DOM en général reste sensible « aux aléas climatiques et structurels particuliers des régions tropicales » (POSEI, 2020). Les filières de production agricole et agroalimentaire réunionnaise sont particulièrement sensibles à la concurrence des produits importés (DAAF – Agreste La Réunion, 2017b) et conduit à une certaine dépendance de l'agriculture aux aides et programmes nationaux et européens. Les deux principaux programmes en soutien financier aux régions ultramarines sont le Programme d'options spécifiques à l'éloignement et à l'insularité (POSEI) et le Plan de développement rural (PDR). Depuis 2014, le POSEI a pour objectif de promouvoir une agriculture durable dans les DOM, en maintenant les filières d'exportation et en favorisant le développement de filières de diversification pour couvrir les besoins locaux des populations. Un des axes prioritaires du POSEI place l'alimentation et l'autonomie alimentaire comme un levier de développement économique des territoires. Ce programme est complémentaire au FEADER, le second pilier de la PAC qui agit au travers de PDR. Ce dernier met l'accent notamment sur l'amélioration de la compétitivité du secteur agricole avec pour enjeu l'organisation des filières agricoles pour répondre à la demande externe et interne. Ces deux programmes ont été reconduits sur la période 2021-2027. En 2019, les soutiens à l'agriculture réunionnaise s'élevaient à 279 216 883 € avec plus de 50% des soutiens versés à travers le POSEI et 20% à travers le PDR (ODEADOM, 2020c).

e. L'enjeu de l'autonomie alimentaire

Définition de l'autonomie alimentaire

La définition de ce concept ne fait pas l'unanimité (Marzin J., Fréguin-Gresh S., Angeon V., *et al.*, 2021).. La notion d'autonomie alimentaire est définie ici comme la satisfaction des besoins alimentaires d'une population par la production nationale et des besoins en ressources permettant cette production. Il est nécessaire de prendre en compte les besoins en ressources permettant la production locale dans l'optique d'établir le degré de dépendance aux importations, d'intrants notamment, des territoires pour répondre à la production locale.

Les éléments à prendre en compte dans l'accès à l'autonomie alimentaire à La Réunion sont l'augmentation de la production pour faire de l'import-substitution, être davantage indépendants sur certains facteurs de production comme l'alimentation animale ou les fertilisants et mieux sécuriser l'approvisionnement en eau pour l'agriculture aussi. Ces paramètres sont actuellement avancés par les stratégies nationale et régionale mises en place dans le contexte réunionnais pour répondre à l'objectif d'autonomie alimentaire de l'île.

Un enjeu au centre des stratégies nationale et régionale de développement agricole

Malgré des filières agricoles couvrant presque 80% de la consommation de produits frais (ADIR, 2019) par la diversification des productions dans une logique d'import-substitution depuis ces 20 dernières années, les importations de produits alimentaires ne diminuent pas (annexe 1). De 2010 à 2017, la balance commerciale agricole et agroalimentaire de la Réunion a connu un taux de détérioration de 25% (ODEADOM, 2018). Au vu de la dégradation des taux de couverture des besoins locaux par la production réunionnaise, la question de l'autonomie alimentaire de l'île pose donc question. Les programmes européens, nationaux et régionaux ont fixé cet objectif parmi les axes majeurs de leurs politiques (voir partie I.2.d) dans l'optique d'augmenter la résilience des régions ultramarines face à un contexte d'insularité et de croissance démographique, passant par la transformation du modèle agricole comme à La Réunion.

En 2019, le Président de la République a affiché l'objectif d'autonomie alimentaire dans les DOM à l'horizon 2030, objectif repris par le ministre des Outre-Mer en août 2020 lors de sa venue à La Réunion. Cet enjeu est au cœur des stratégies de développement agricole de La Réunion, d'autant plus avec la crise de la Covid-19 qui a montré « l'importance de faire de l'autonomie alimentaire un levier de développement de la production locale » (Chambre de l'agriculture Réunion, 2020) et la nécessité de répondre localement à la demande en produits frais et transformés.

En novembre dernier, le premier comité national de transformation agricole des outre-mer a été réuni à l'initiative du ministre des Outre-mer et du ministre de l'Agriculture et de l'Alimentation. Ce comité doit permettre « l'adaptation de la politique agricole aux spécificités ultramarines, visant à tendre vers l'autonomie alimentaire en 2030 » (ODEADOM, 2020a). Le comité de transformation de l'agriculture réunionnaise a été réuni à plusieurs reprises au cours de l'année 2020 avec les différents représentants des filières locales afin de mener des travaux pour la transformation du modèle agricole réunionnais (ODEADOM, 2020b). Toutes les filières locales mènent des réflexions pour réaffirmer le modèle agricole réunionnais en renforçant la production locale et la consolidation des filières réunionnaises.

A l'échelle régionale le Plan Régional de Développement Durable de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire (PRAAD), reprend depuis 2014 les orientations stratégiques et les plans d'action pour accompagner le développement de chaque filière agricole. Plus récemment le projet de territoire « AGRIPéi 2030 » a été défini par le département, prévoyant 39 actions pour « un modèle agricole réunionnais responsable » avec une agriculture « diversifiée visant l'autonomie alimentaire de l'île » (Département de la Réunion, 2019).

Les enjeux sociaux, économiques et environnementaux ont amené les politiques publiques à mettre en place des politiques en faveur de l'agriculture et la diversification des productions pour répondre à cet objectif, sans toutefois que les surfaces de canne à sucre ne soient revues à la baisse. Cette culture traditionnelle conserve son rôle de pilier et de facteur de sécurité au sein des systèmes de production réunionnais (DAAF Réunion, 2012) Plus de 50% des soutiens financiers des programmes européens et nationaux sont destinés à la filière canne-sucre-rhum (ODEADOM, 2020b).

Un enjeu lié à une agriculture plus durable

L'agriculture réunionnaise est encore fortement dépendante d'importations d'intrants de production, notamment engrais et produits phytosanitaires pour les productions végétales. Cette dépendance vis-à-vis de l'extérieur pèse également sur la capacité d'autonomie alimentaire du territoire. Les contraintes liées au territoire imposent une utilisation élevée des fertilisants concentrés. Les fortes pentes et les pluies tropicales importantes favorisent l'érosion des sols entraînant une perte de ressources en sol de bonne qualité. Dans un contexte de changement climatique et d'épuisement des sols la question de la fertilisation des cultures et de la ressource en eau devient un enjeu pour une agriculture durable (Paillat *et al.*, 2015). Les nombreuses politiques agricoles nationales et régionales (AgriPéi 2030, PRAAD etc.) misent sur la transition vers une agriculture durable ayant moins recours aux intrants chimiques notamment.

En 2016 le projet GABIR a été initié par le CIRAD afin « d'améliorer l'autonomie des exploitations et du secteur agricole face aux ressources importées sous forme de fertilisants minéraux et d'aliments pour les animaux, par le transfert de biomasses ». Le recyclage de ces biomasses est un des voies explorées pour l'amélioration de la fertilité de sols par la production d'amendements et fertilisants d'origine organique.

Partie 2 : Contexte de l'étude et problématique

1) Un projet de recherche sur l'autonomie alimentaire-énergétique de l'île de La Réunion

Le contexte actuel de l'île (croissance démographique, pression foncière, développement durable et locale etc.) montre la nécessité de pouvoir évaluer la réponse de la production future alimentaire et énergétique pour pallier la demande supplémentaire. L'orientation future de l'agriculture et des politiques publiques passe donc par une meilleure connaissance de la production actuelle à l'échelle du territoire. Cette production s'appuie sur la connaissance des surfaces qui lui sont allouées à et de quantités produites sur ces surfaces.

Depuis 2019, un projet de recherche porté par l'ADEME, le CIRAD et l'Université de la Réunion vise à simuler l'évolution d'indicateurs d'autonomie alimentaire-énergétique, en lien avec l'usage des sols, selon plusieurs scénarios à l'échelle du territoire. Cette modélisation s'appuie notamment sur la connaissance des rendements et des besoins pour plusieurs types de cultures.

Les rendements sont une donnée essentielle car ils permettent à chaque instant de la modélisation de faire le lien entre surface et volume de production. Deux facteurs de production ont été identifiés comme principaux grâce à une phase d'entretiens préliminaires : le besoin en azote et en eau des cultures. Par ailleurs, rendements et facteurs de productions doivent être ramenés à l'hectare et à l'année car ce sont les deux unités de base du modèle. Enfin, une même culture pouvant montrer des variations de rendements et de besoins selon ses conditions de culture (pluviométrie, température, pédologie), il est important que les résultats soient spatialisés à l'échelle de l'île.

La bibliographie est riche de travaux permettant de simuler la plupart des productions locales, mais les données manquent en ce qui concerne les productions horticoles alimentaires.

2) Un manque de données pour la filière maraichère et fruitière

La filière maraichère et fruitière sera désignée par la suite comme « filière horticole alimentaire ». Elle comprend à la fois la production structurée au sein d'organisation de producteurs et les producteurs indépendants. Comme expliqué en II.2.a, 75% de la production horticole alimentaire est assurée par des producteurs indépendants (hors organisations de producteurs). La part de la production des jardins de case et vergers familiaux n'est d'autant plus pas comptabilisée dans la production totale de la filière participant pourtant à l'autonomie alimentaire de l'île. 2000 ha seraient alloués aux arbres fruitiers hors exploitations agricoles (DAAF – Agreste La Réunion, 2014).

A l'échelle de l'île, peu de connaissances existent sur les systèmes de culture horticoles alimentaires et sur leurs performances agronomiques, notamment sur leur répartition spatiale, les consommations en eau et azote et les rendements. Les rotations de culture sont peu courantes à La Réunion, le choix des cultures dépendant beaucoup de la situation de l'agriculteur et du marché (annexe 4, E.2).

Une étude réalisée en 2002 par Hervé Saint Macary *et al.*, portant sur la caractérisation des systèmes de culture à La Réunion, a permis de caractériser 13 zones (régions agricoles) représentant les principaux types de culture présents sur l'île, avec pour chaque zone une répartition des surfaces et des besoins en azote par culture.

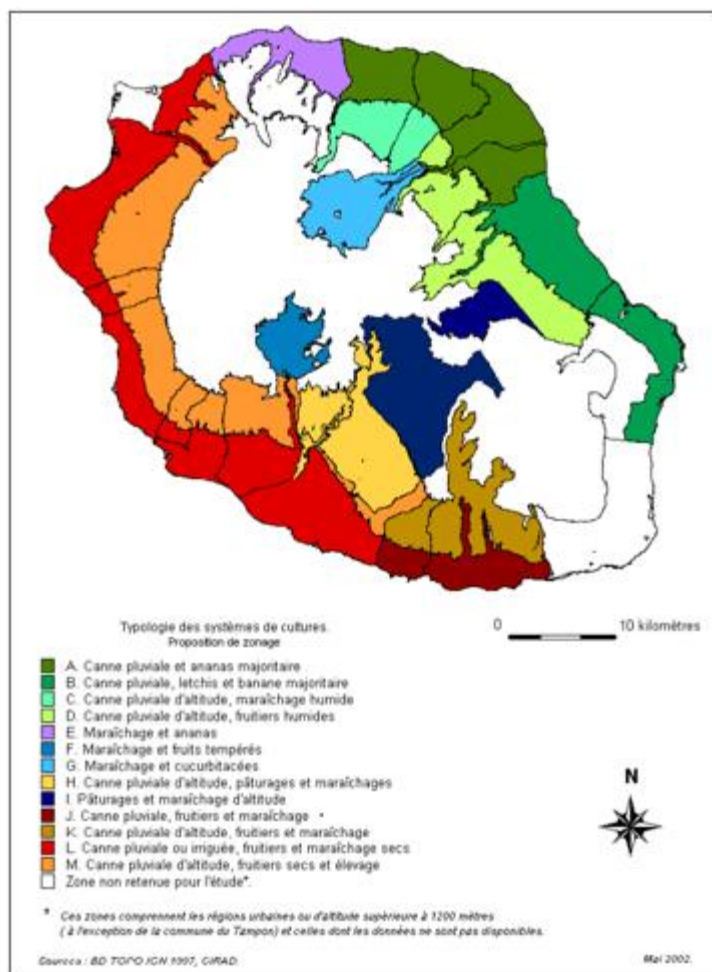


Figure 3 : Carte des régions agricoles de La Réunion (Source : Saint Macary et al., 2002).

La délimitation des différentes zones repose sur une superposition de différentes sources de données : pluviométrie moyenne, altitude (conditionnant les températures moyennes), les principales associations de culture et d'élevage et la présence de systèmes irrigués (Saint Macary et al., 2002). Cette étude a permis de caractériser les systèmes de culture (SC) à La Réunion.

Plus récemment, une carte d'Occupation des Sols de La Réunion (S. Dupuy, 2019) basée sur de la télédétection a permis d'obtenir une répartition des surfaces par culture à l'échelle de l'île. Elle est construite à partir de l'utilisation conjointe d'une base de données terrain, d'une image à Très Haute Résolution Spatiale et de séries temporelles d'images à Haute Résolution Spatiale. Cette carte possède trois niveaux de précision de classification des cultures, le niveau 1 étant le plus précis. La validation de la classification a été réalisée à partir d'une comparaison statistique entre la réalité terrain et le résultat obtenu de la classification sous forme de matrice de confusion.

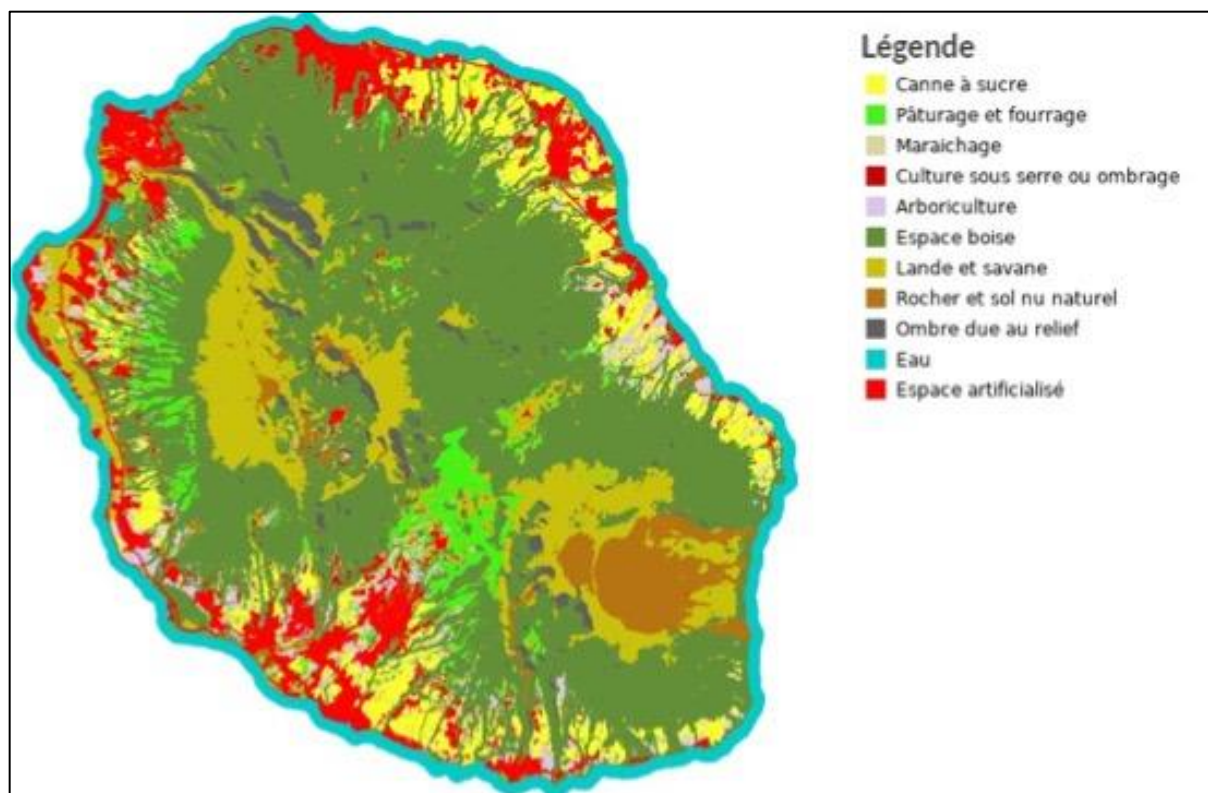


Figure 4 : Carte d'Occupation des Sols, niveau 2 (S. Dupuy, 2019) (Source : CIRAD)

Les cultures principales comme la canne et les prairies sont plutôt bien identifiées avec le modèle par rapport à la réalité terrain. En revanche il existe pour le maraichage et l'arboriculture une surestimation des surfaces élevée.

Tableau 2 : Comparaison des surfaces identifiées entre la COS et les données de la DAAF (Source : auteur)

Cultures (COS classification niveau 2)	COS : surface totale en ha (données niveau 2)	DAAF : surface totale en ha (données 2019)
Maraichage + culture sous serre ou sous ombrage*	4705	2160
Arboriculture	14400	2980
Canne à sucre	18497	22700

*La culture de l'ananas est considérée comme du maraichage au sein de la COS, on le considèrera comme une culture fruitière pour la suite de ce travail.

Comme le montrent les données du tableau ci-dessus, pour le maraichage et l'arboriculture la surface totale de parcelles identifiées est jusqu'à 5 fois supérieure aux chiffres officiels de la DAAF. Même en tenant compte des jardins et vergers familiaux des non exploitants représentant 5500 hectares d'après la DAAF, les erreurs de détection restent élevées, avec au total pour le maraichage et l'arboriculture combinés, un facteur x2 en termes d'hectares identifiés. Le niveau 3, à l'échelle des espèces cultivées, présente encore plus de décalage entre les surfaces identifiées par le modèle et déclarées par la DAAF. La COS ne permet donc pas de connaître la répartition spatiale précise ni la surface globale des surfaces en maraichage et arboriculture.

3) Problématique

Il est donc difficile d'estimer à l'échelle de l'île, les consommations en eau et azote des surfaces dédiées à la production horticole alimentaire et les rendements de ces surfaces à cause d'un manque de

données fiables voire de l'absence de données sur la répartition spatiale des cultures, les surfaces occupées par ces cultures et leurs itinéraires techniques.

Cette étude vise donc à établir une méthodologie pour affiner les connaissances à la fois sur la superficie des surfaces allouées aux cultures horticoles alimentaires et la localisation de ces cultures afin d'estimer les consommations en eau et azote et les rendements de la production horticole alimentaire à l'échelle de l'île.

La première partie de cette étude répondra à la question de recherche suivante :

Comment estimer les consommations en eau et en azote ainsi que les rendements moyens de la production horticole alimentaire réunionnaise à l'échelle de l'île ?

Pour y répondre l'hypothèse suivante est retenue :

Il existe différentes zones de production horticoles alimentaires à La Réunion et des cultures principales dans chacune de ces zones qui permettent d'estimer des consommations en eau et en azote et des rendements spatialisés à l'échelle du territoire. Le zonage et l'identification des cultures principales peuvent se faire à dire d'acteurs en s'appuyant sur leurs connaissances du territoire.

La 2^{ème} partie de cette étude vise à évaluer la surestimation des surfaces fruitières et maraîchères figurant sur la Carte d'Occupation des Sols (COS), obtenue chaque année par traitement de séries d'images satellites (Dupuy 2019). La question de recherche correspondante est la suivante :

Comment quantifier la surestimation des surfaces en fruits et légumes de la COS au sein des zones identifiées ?

Pour y répondre les hypothèses suivantes sont retenues :

Le degré d'exactitude de la COS varie selon l'aspect des surfaces agricoles sur les images satellites. Il existe un lien entre l'aspect des surfaces agricoles sur les images satellites et leur localisation sur le territoire.

Partie 3 : Méthodologie

La méthodologie est divisée en deux parties correspondant aux deux questions de recherche. L'identification des zones de production horticoles alimentaires est conduite à dire d'experts et leur représentation graphique se base sur une combinaison de ressources bibliographiques et cartographiques. Les estimations des consommations moyennes des zones ont été calculées à partir de recommandations en apports azotés ou d'eau issues de la bibliographie. Les rendements ont été estimés à partir de données bibliographiques également.

La surestimation des surfaces maraîchères et fruitières identifiées par la COS s'est faite à partir de vérification d'images satellites afin de comparer les objets identifiés en maraîchage ou culture fruitière par la COS et la réalité « terrain » déduite des images satellites. Cette surestimation se traduit par un calcul de coefficient différent en fonction de la localisation des cultures, donc des zones de production.

1) Collecte des données primaires et secondaires

a. Synthèse des données secondaires disponibles

Acquisition des données sur les cultures fruitières et maraîchères à La Réunion

La première étape vise à dresser un inventaire des données secondaires disponibles au sein de la bibliographie sur les cultures horticoles alimentaires à La Réunion. Les principales informations recherchées concernent la répartition spatiale des cultures et les données de production (surface, production, rendements, consommation en eau et en azote).

Plusieurs sources de données ont été répertoriées :

- Données cartographiques (annexe 3)
- Données extraites de la littérature grise (rapports, thèses et autres travaux de recherche etc.) et technique (fiches techniques de la Chambre d'Agriculture de La Réunion sur les cultures)

Les principales sources de données identifiées sont les suivantes :

- Carte d'Occupation des Sols, Stéphane Dupuy (2019)
- Recensement agricole (RA), DAAF (2010)
- Relevé parcellaire graphique (RPG), Agence de services et de paiement (2017), zones de culture déclarées par les exploitants. Le registre parcellaire graphique est une base de données géographiques servant de référence à l'instruction des aides de la politique agricole commune (PAC).
- Base agricole d'occupation du sol (BOS), DAAF, 2019
- Cartographie des vergers d'agrumes de La Réunion (V. Ravigné *et al.*, 2021). Carte réalisée dans le cadre de l'étude du greening des agrumes sur les vergers d'agrumes à La Réunion.
- Littérature grise (rapport d'essais, rapport de stage etc.) et technique (fiches techniques des cultures publiées par le SUAD etc...)

Fiabilité des données

La COS (Dupuy, 2019) est la carte la plus récente et complète concernant la cartographie des principales cultures à l'échelle de l'île de La Réunion. Elle est construite à partir de l'utilisation conjointe d'une base de données terrain, d'une image à Très Haute Résolution Spatiale et de séries temporelles d'images à Haute Résolution Spatiale. Cette carte possède trois niveaux de précision de classification des cultures, le niveau 1 étant le plus précis. La validation de la classification a été réalisée à partir d'une comparaison statistique entre la réalité terrain et le résultat obtenu de la classification sous forme de matrice de confusion. Il y a donc plusieurs indicateurs de fiabilité permettant d'estimer la qualité de chaque classe :

- La précision pour l'utilisateur : probabilité que l'objet identifié dans une classe appartienne bien à cette classe dans la réalité
- La précision pour le producteur : indique le taux de réussite de classement des objets appartenant réellement à cette classe.
- Le F-1 score : moyenne harmonique des précisions de l'utilisateur et du producteur

Un indicateur de précision globale a été calculé également correspondant au nombre d'objets bien classés par rapport au nombre total d'objet. Il ne permet cependant pas d'avoir l'information sur les classes ayant la meilleure fiabilité (Dupuy S., Gaetano R., 2019)

Ainsi les cultures principales comme la canne et les prairies sont plutôt bien identifiées avec le modèle par rapport à la réalité terrain. En revanche il existe pour le maraîchage et l'arboriculture des incertitudes d'identification plus importantes entraînant une surestimation des surfaces (2)

Le RPG, repose sur les déclarations de surfaces par les agriculteurs afin d'obtenir les aides de la Politique Agricole Commune (PAC). Les surfaces déclarées en maraîchage et arboriculture ne sont pas représentatives car sous déclarées, les subventions étant surtout destinées à la culture de la canne à sucre (<https://www.geoportail.gouv.fr/>).

L'étude de H. Saint Macary (2) datant de 2002, la répartition des cultures principales par zone agricole est à mettre en parallèle avec des données plus récentes pour valider si cette répartition fait toujours sens actuellement.

b. Base de données agronomiques des cultures

Les calculs de consommations en azote et en eau nécessitent des données agronomiques sur les cultures présentes à La Réunion. Pour les principales cultures maraîchères et fruitières identifiées dans la littérature, une base de données agronomique a été réalisée renseignant plusieurs variables :

- Surface totale cultivée à l'échelle de l'île (en hectares)
- Production totale par an (en tonnes)
- Cycle de production (en jour ou année)
- Densité de plantation (plants/ha)

- Consommations en eau (en mm) par cycle pour les cultures maraîchères et par an pour les cultures fruitières
- Consommations en azote (en kg/ha) par cycle pour les cultures maraîchères et par an pour les cultures fruitières
- Rendements (en t/ha)

Cette base de données a donc été construite avec des données de production « locales » lorsque cela était possible. Dans le cas de données manquantes à l'échelle de La Réunion notamment concernant les consommations en eau, azote et les rendements, des données de pays en zone tropicale au contexte similaire ont été retenues. Lorsque ces données n'étaient pas disponibles non plus, alors des données sur les cultures en zone tempérée ont été utilisées.

c. Collecte de données manquantes

Le travail bibliographique a mis en évidence les données incomplètes ou manquantes sur la production horticole alimentaire à La Réunion, notamment leur localisation par cultures dominantes et les systèmes de cultures principaux. Les données secondaires issues de la bibliographie ont besoin d'être complétées par des données « terrain ».

Au vu du manque de documentation sur la production horticole alimentaire de l'île, des experts ont été sollicités. Le parti pris de cette étude est qu'il existe des personnes ayant une connaissance fine de cette thématique à La Réunion, par leur expérience professionnelle. Ces « experts » dont l'assemblage de leurs connaissances mis en relation avec les données secondaires récoltées, permettent d'identifier les cultures maraîchères et fruitières principales et d'en établir des zones de production. Ces connaissances sont recueillies au travers d'entretiens semi-directifs individuels. Des conseillers en maraîchage et arboriculture de la Chambre d'Agriculture de La Réunion ont été sollicités ainsi que le directeur du Marché de Gros de Saint Pierre. Au total 7 experts ont été enquêtés (annexe 4).

Chaque entretien d'une durée d'une heure environ abordait deux grands thèmes :

- La répartition spatiale des principales cultures des zones d'étude de chaque enquêté, les surfaces allouées à chaque culture et les données sur les consommations en eau et azote.
- Des informations plus larges sur la zone d'étude des enquêtés (type d'agriculture pratiquée, diversification des cultures, perspectives d'évolution de l'agriculture etc...).

Le support cartographique a été utilisé « comme base de dialogue et de représentation des connaissances des acteurs » (Brau F. *et al.*, 2005).

2) Estimations des consommations en eau et en azote et des rendements des productions horticoles alimentaires à l'échelle de l'île

a. Cartographie des zones de production horticoles alimentaires à dire d'experts

Les entretiens avec les experts (annexe 4) ont permis d'identifier les principales zones de production maraîchères et fruitières, avec pour chaque zone, les cultures principales. A l'issue de chaque entretien une carte des zones de production identifiées par secteur d'intervention des experts est produite, accompagnée des critères définissant chaque zone. Les cartes et les données issues des entretiens sont superposées pour mettre en perspective les données collectées. Les sources de données secondaires sont utilisées pour compléter le zonage réalisé.

Une zone de production est définie par la ou les cultures qui y sont majoritairement produites en termes de surface et de dominance dans l'assolement. Les cultures principales sont les cultures occupant plus de 50% des surfaces (entretiens). Le détail précis des surfaces n'étant pas disponible, ni la localisation précise des surfaces horticoles alimentaires, ces zones correspondent souvent à des lieux-dits ou quartiers de communes, ou bien à des répartitions altitudinales des cultures. Des cultures secondaires sont parfois présentes dans les zones. Ce sont des cultures pouvant être mises en place en complément

selon les années ou bien occupant une surface moins importante. Il existe des productions horticoles hors des zones identifiées mais n'étant pas majoritaires elles ont été négligées pour ce travail.

La modélisation graphique des cartes des zones de production maraîchères et fruitières a été réalisée à l'aide du logiciel SIG, QGIS. Afin d'obtenir pour chaque carte un découpage précis des zones de production, plusieurs sources de données cartographiques ont été utilisées :

- Carte d'Occupation des Sols, niveau 2 (S. Dupuy, 2019)
- Plan Local d'Urbanisme (uniquement les « zones agricoles »)
- Google earth
- Carte des grands quartiers des communes de La Réunion
- Carte des communes de La Réunion
- Courbe de niveaux (100m)

Les zones de production sont définies par des polygones dont le découpage a été fait à partir de la couche des zones agricoles du Plan Local d'Urbanisme (PLU). En effet, le détail précis de la localisation des surfaces au sein des zones n'étant pas connu, les polygones définissant les zones devaient être le plus précis possible. Les polygones des zones agricoles du PLU permettent donc d'avoir pour chaque zone de production la SAU sans englober les zones urbaines et naturelles. Certaines zones du PLU classées « naturelles » étant cultivées, les images satellites ont été utilisées en complément du PLU pour plus de précision. Chaque polygone correspondant à une zone de production représente donc la SAU de la zone au sein de laquelle il existe des surfaces maraîchères ou fruitières. Elles ont été cartographiées à partir de la synthèse des données récoltées en entretien et des données secondaires. Les données des surfaces maraîchères par zone sont essentiellement à dire d'experts lorsque l'information était connue. Lorsqu'il existe plusieurs cultures principales par zone, elles ont été regroupées par type de culture pour une représentation simplifiée des zones.

Tableau 3 : Liste des espèces maraîchères regroupées par catégorie de cultures (Source : auteur)

Légumes feuilles	Légumes fruits	Légumes racines et tubercules	« Grains »
Chou Chou-fleur Salade Brèdes Artichaut Cresson Poireau	Tomate Piment Poivron Aubergine Concombre Citrouille Melon, pastèque, fraise	Pomme de terre Songe Patate douce Curcuma Oignon Ail Carotte Gingembre	Haricot Lentille Pois

Ces zones ont été regroupées à une échelle plus large de bassin de production car elles présentaient des similitudes de contexte pédoclimatique, agronomique et conduite technique.

b. Regroupement des zones de production par bassin de production

Ces zones de production sont caractérisées par des cultures principales et parfois secondaires. Au-delà de cette spécificité, ces zones présentent des caractéristiques communes telles que la conduite des cultures, le type d'exploitations, des spécificités pédoclimatiques etc. Ces zones ont donc été regroupées en bassins de production permettant une lecture à l'échelle territoriale de la production horticole alimentaire.

Définition d'un bassin de production

Le bassin de production est un concept qui « semble fonctionner : comme un sens commun ne nécessitant que très rarement une définition ». Son emploi se réfère souvent à un « ensemble cartographique indiquant « la » zone, « le » lieu dans une approche essentiellement descriptive » (F. Fortunel, 2017).

Cette approche descriptive est mentionnée par F. Sarrazin dans son ouvrage *Construction sociale des bassins de production agricole* (2016). Il définit le bassin de production comme « une réalité physique et agronomique, marquant son empreinte au sol du fait des pratiques culturelles spécifiques à ce bassin.

C'est donc une réalité cartographiable à partir de données mesurables : hectares cultivés ou d'animaux élevés, tonnages récoltés [...], nombre d'exploitations concernées ». Cette définition est considérée d'un point de vue descriptif, « cela signifie que ce niveau d'analyse est obtenu par le simple recueil des données, telles qu'elles peuvent être collationnées par l'histoire, la géographie et l'économie agricoles ainsi que par les chambres d'agriculture, les organisations professionnelles agricoles, et consignées dans des ouvrages régionaux, des notes de conjoncture et des séries statistiques publiques et officielles, privées et professionnelles ».

16 facteurs principaux sont à renseigner afin d'établir un bassin de production. Dans le temps imparti du stage il n'était pas possible d'utiliser la définition complète de F. Sarrazin. Seuls les deux premiers facteurs ont été retenus et intégrés à la construction des bassins de production. La **spécificité pédoclimatique** fait référence aux qualités physiques originelles (relief, climat, exposition, sols...) ou acquises par des aménagements humains » (irrigation, drainage, aménagement en terrasses...) de la portion de territoire étudiée et définie in fine comme un bassin de production. Les aménagements humains renvoient au **système sociotechnique** prenant en compte le « moyens de production (terres cultivables, agencement et aménagement des parcelles, équipements techniques de la production etc.) » et les « capacités humaines de mise en œuvre de ces moyens. »

Construction des bassins de production

Le terme « bassin de production » renvoie donc ici à une entité géographique ayant ses caractéristiques propres, correspondant au regroupement des zones de production ayant les mêmes caractéristiques. Ainsi 4 critères ont été utilisés pour délimiter et différencier les bassins de production :

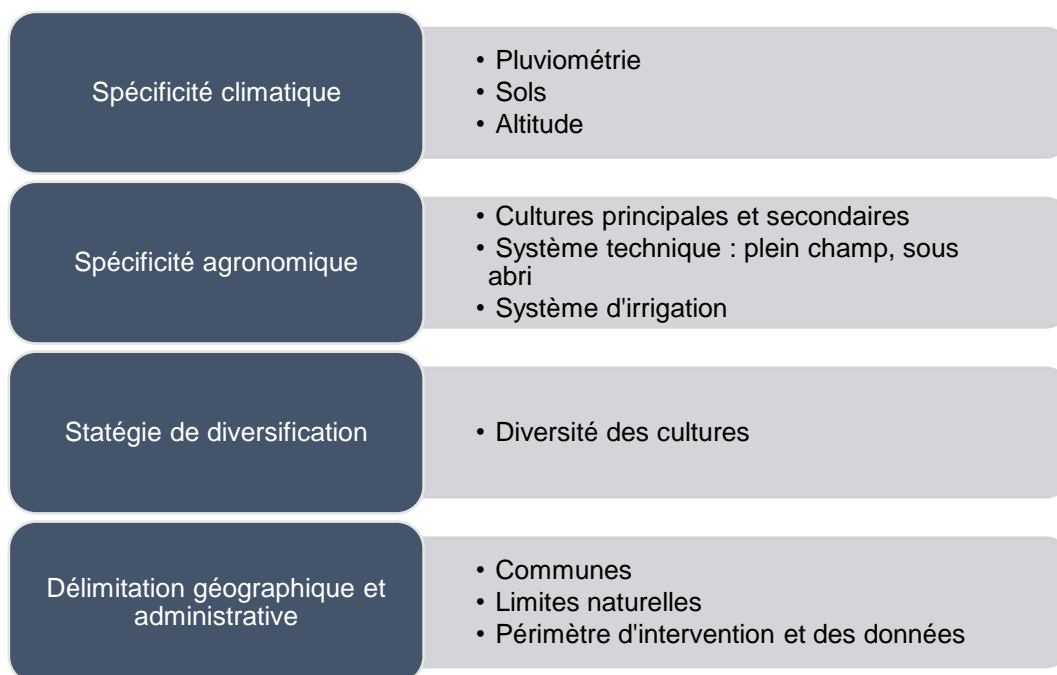


Figure 5 : Critères définissant les bassins de production fruitiers et maraîchers

c. Restitution et validation des cartes produites à dire d'experts par les experts

Une restitution collective auprès des experts enquêtés a été organisée pour présenter les résultats obtenus. Cette étape est importante dans la suite de l'étude car elle permet d'améliorer et de valider le découpage des zones de production, des bassins de production et la répartition des cultures au sein de ces zones par les experts. Les erreurs liées à une mauvaise compréhension, un contre-sens lors des entretiens peuvent être identifiées et corrigées lors de cette étape. Au total 3 experts sur les 7 enquêtés ont pu être présents.

d. Attribution des données d'apports en eau, en azote et de production par zone de production

Les consommations moyennes en eau et en azote d'un hectare et la production de ce même hectare en termes de rendements ont été attribuées pour chaque zone. Ce travail se fait à partir des données de la base de données agronomique (annexe 2)/ Les données ont été annualisées pour les besoins du projet de recherche dans lequel s'inscrit cette étude.

Pour chaque culture, les consommations en eau et en azote pour un hectare pour un an ont été calculées :

- Dans le cas des espèces fruitières pérennes où les données sont déjà annualisées, celles de la 7^{ème} année ont été prises comme référence. En effet à cette année-là pour la plupart des espèces arboricoles, les vergers sont considérés comme « productifs ».
- Pour les cultures maraîchères, les données ont été ramenées à hectare. Le manque de données sur les rotations et les successions de cultures rend difficile l'estimation du nombre de cycles par culture par an. Il a été considéré que chaque culture n'avait qu'un cycle par an car ce sont majoritairement des cultures à cycle moyen-long (4 à 6 mois), sauf les légumes feuilles ayant des cycles courts, et donc par an une moyenne de 2,5 cycles pour un hectare (E.2)

Puis la moyenne de toutes ces données pour l'ensemble des espèces (cultures fruitières) ou catégorie de cultures (maraichage) par zone a été calculée en attribuant des pondérations en fonction de l'occupation du sol de ces cultures par zone (annexe 5)

Enfin les rendements moyens pour un hectare par zone ont été calculés selon la formule suivante pour le nombre n de cultures identifiées par zone :

$$(\text{Surface}_{\text{culture1}} \times \text{rendement}_{\text{culture1}} + \dots + \text{Surface}_{\text{culture n}} \times \text{rendement}_{\text{culture n}}) / \sum_{\text{surfaces}}$$

Dans le cas du maraichage, le détail des surfaces n'étant pas toujours connu par catégorie de cultures, il a été difficile de pondérer l'occupation de chaque culture par rapport à la surface totale maraîchère de la zone pour les calculs de consommations et de rendements. Une extrapolation des données issues du recensement agricole de 2010 a permis d'affiner les calculs pour le maraichage. Le RA renseigne par commune le détail des surfaces par catégorie de cultures (légumes frais, tubercules et légumes secs) et la superficie totale en légumes et tubercules. Un ratio de chaque catégorie par rapport à la surface totale a été fait puis attribué par zone en fonction de la commune où se situe la zone de production.

3) Quantifier la surestimation des surfaces horticoles alimentaires identifiées au sein de la Carte d'Occupation des Sols.

Comme expliqué en //2. la COS présente une surestimation des surfaces en maraichage (plein champ et sous abri) et arboriculture. Cette étape vise donc à estimer cette surestimation en calculant un coefficient correctif pour les surfaces identifiées en maraichage et en arboriculture. La même méthodologie a été appliquée pour les surfaces maraîchères et celles fruitières. Les sources de données utilisées sont :

- Les cartes des zones de production maraîchères et fruitières
- Les cartes des bassins de production maraîchers et fruitières
- La COS (niveau 2)
- Google earth (images de l'année 2019)

Ci-après la méthodologie utilisée avec l'exemple des surfaces maraîchères :

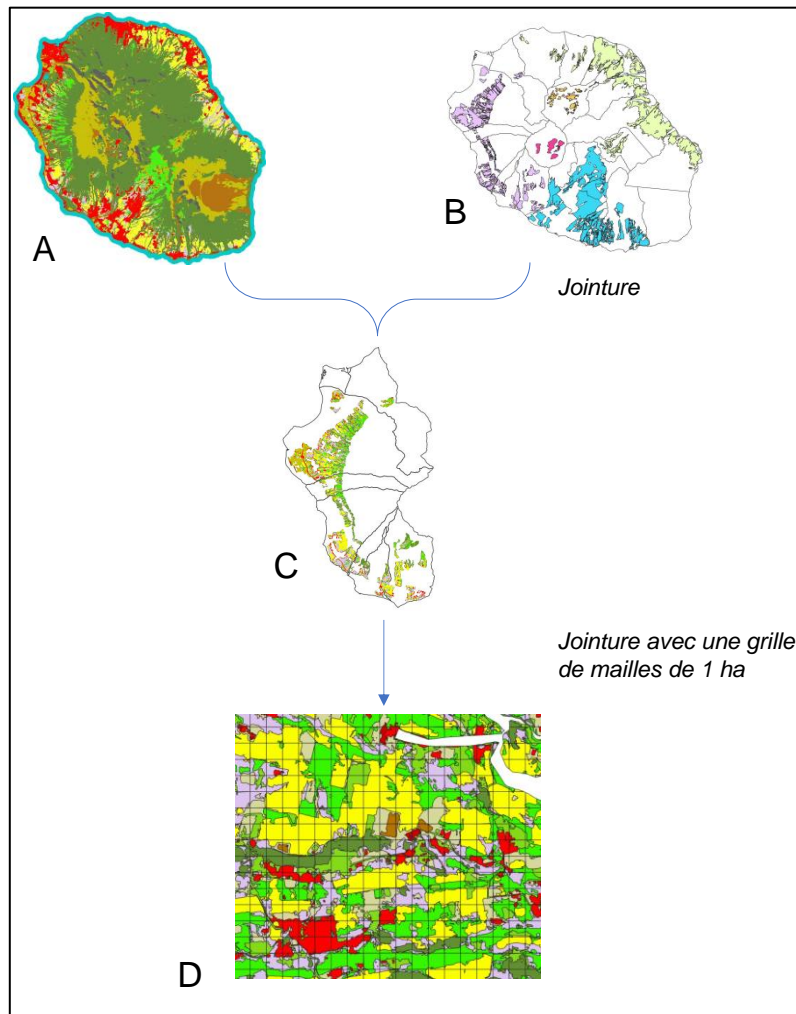


Figure 6 : Illustration de la méthodologie employée pour l'étape de vérification du maraîchage et de l'arboriculture (Source : auteur)

Légende :

A : COS, niveau 2 (S. Dupuy, 2019)

B : Carte des zones de production maraîchères regroupées par bassin de production

C : Jointure de la COS au sein des zones de production maraîchères regroupées par bassin (exemple, zones de production maraîchères du bassin de production ouest).

D : Jointure d'une grille d'un maillage de 1 ha avec la couche précédente

La vérification s'est faite à l'échelle de bassins de production pour limiter le nombre de maille à vérifier tout en aillant un échantillon de maille représentatif pour tous les bassins de production.

Après avoir obtenu des mailles de 1 ha avec les différents objets identifiés dans la COS sur l'ensemble des zones de production par bassin, seules les mailles ayant un certain taux de maraîchage identifié ont été retenues. Ce taux varie entre 75 et 85 % en fonction des bassins de production. Au total 70 mailles par bassin ont été choisies aléatoirement parmi toutes celles identifiées à ces taux. Les mailles choisies aléatoirement ont donc fait l'objet d'une vérification : pour chaque objet identifié au sein d'une maille, il s'agissait de vérifier à l'aide de Google earth (en 2019, année utilisée dans la chaîne de traitement des données, grâce à la fonction temporelle du logiciel), si l'objet était bien identifié d'après la classification de la COS. Un code de validation a été utilisé : 1 pour valide, 0 pour non valide. Dans le cas où un objet était mal identifié, alors dans la mesure du possible, était indiquée une correction correspondant à un type d'occupation du sol présent dans la COS ou nouveau (exemple des chemins et routes non pris en compte dans la COS). Une fois les 70 mailles vérifiées par bassin, il est possible de calculer le taux de surfaces en maraîchage bien identifiées par la COS.



Figure 7 : Photo satellite de parcelles de maraîchage (Source : Google earth)

Cette vue satellite se situe au niveau du Piton Hyacinthe au Tampon dans le Sud de l'île. On remarque les parcelles maraîchères facilement reconnaissables par leur petite taille et la présence de cultures en bande.



Figure 8 : Photo satellite de parcelles de canne à sucre et d'arboriculture (Source : Google earth)

L'image ci-dessus montre des parcelles de canne à sucre issues d'un visuel satellite également. La canne à sucre se reconnaît par la grande taille des parcelles et la série temporelle de Google earth permet d'étudier l'évolution de la parcelle avec la coupe de la canne entre juillet et décembre chaque année, laissant une partie de la parcelle beige. On remarque également des parcelles de vergers, reconnaissables par l'alignement des arbres en rangées.

Partie 4 : Résultats

La première partie des résultats concerne la répartition spatiale des principales cultures maraîchères et fruitières par zone et leurs consommations en eau et azote et les rendements. Les résultats principaux de cette partie sont des représentations cartographiques des zones de production à dire d'experts. Les cartes réalisées ont été validées par les experts lors d'une restitution collective. Le détail des zones de production et des bassins de production sont disponibles en annexe (annexes 6 à 16). La deuxième partie s'intéresse aux résultats obtenus à la suite de la quantification de la surestimation des surfaces maraîchères et fruitières par la carte d'Occupation des Sols.

Les zones fruitières et celles maraîchères sont traitées séparément

1) Répartition spatiale des cultures maraîchères

a. Les zones de production maraîchères

48 zones de production maraîchères ont été mises en évidence à dire d'experts ainsi que les cultures principales au sein de ces zones.

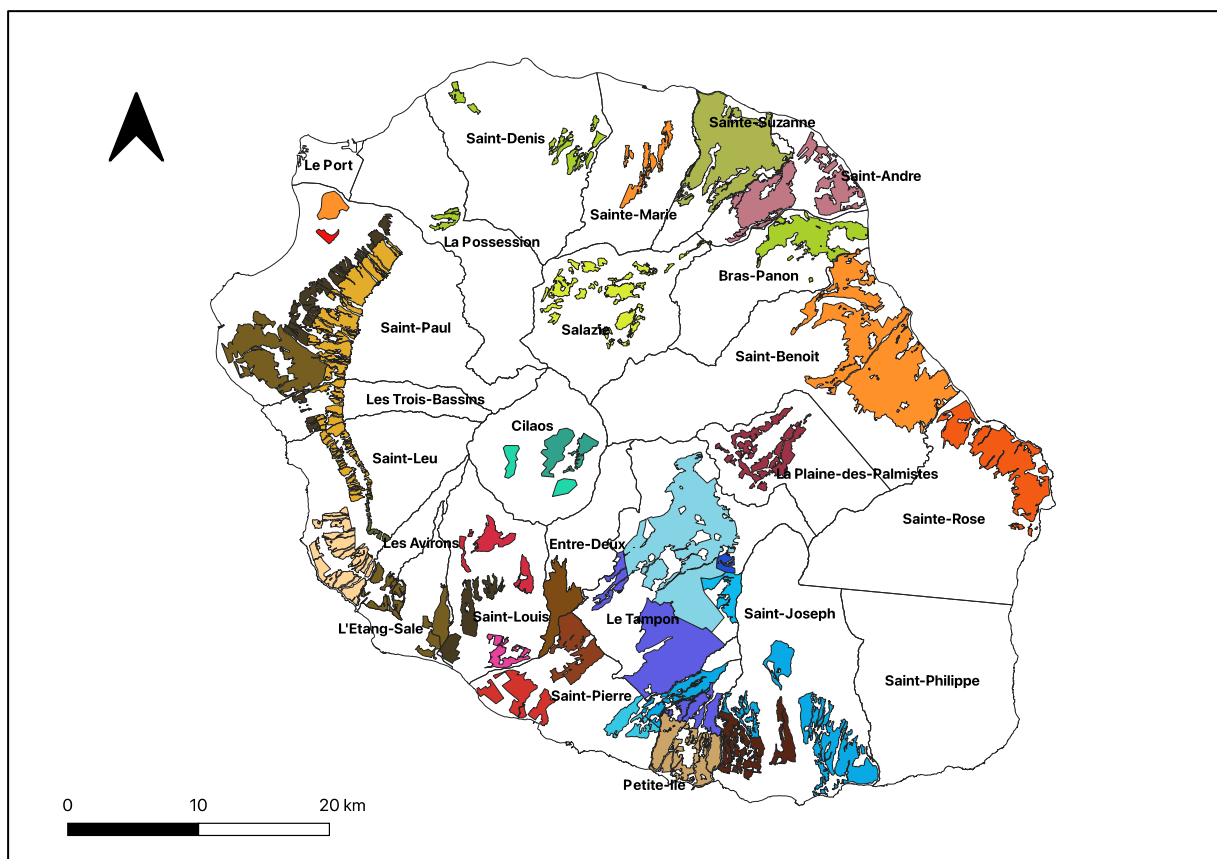


Figure 9 : Carte des 48 zones de production maraîchères en fonction des principales cultures maraîchères identifiées par zone (Source : auteur)



Figure 10 : Liste des cultures maraîchères principales selon les zones de production. Légende de la figure 9 (Source : auteur)

A l'Ouest les légumes fruits dominants sont la tomate, le concombre, le piment, l'aubergine, la courgette et le chou, tandis qu'à l'Est il s'agit essentiellement de la tomate, du concombre, du melon, du piment, cultivés essentiellement sous serre. Au Sud, sont présents quasiment tous les légumes fruits produits à La Réunion. Les principales zones de production de tubercules se trouvent dans le Sud de l'île de Saint Pierre à Saint Joseph, avec une importante production de pomme de terre à La Plaine des Cafres au Tampon.

Bien que les zones identifiées diffèrent par leurs cultures majoritaires, il existe des similitudes entre certaines zones en termes de surfaces maraîchères au sein des exploitations, de conduite technique, de diversité des cultures et de contexte pédoclimatique. Il a donc été possible de regrouper ces zones en bassin de production représentant une entité géographique délimitée par des communes au sein desquelles les zones identifiées sont assez homogènes selon un nombre de critères. Définir des bassins de production permet d'avoir la répartition des productions à une échelle plus large, celle du territoire.

b. Les bassins de production maraîchers

Les entretiens avec les experts ont mis en évidence des spécificités communes entre plusieurs zones de production, permettant de les regrouper par bassin de production. Le découpage des bassins de production coïncide avec les périmètres d'intervention respectifs des experts, qui couvrent un ensemble de communes aux caractéristiques pédoclimatiques et agronomiques similaires.

5 bassins de production ont été identifiés, deux d'entre eux sont les Cirques de Salazie et de Cilaos, bassins de production historiques du chou chou et de la lentille respectivement.

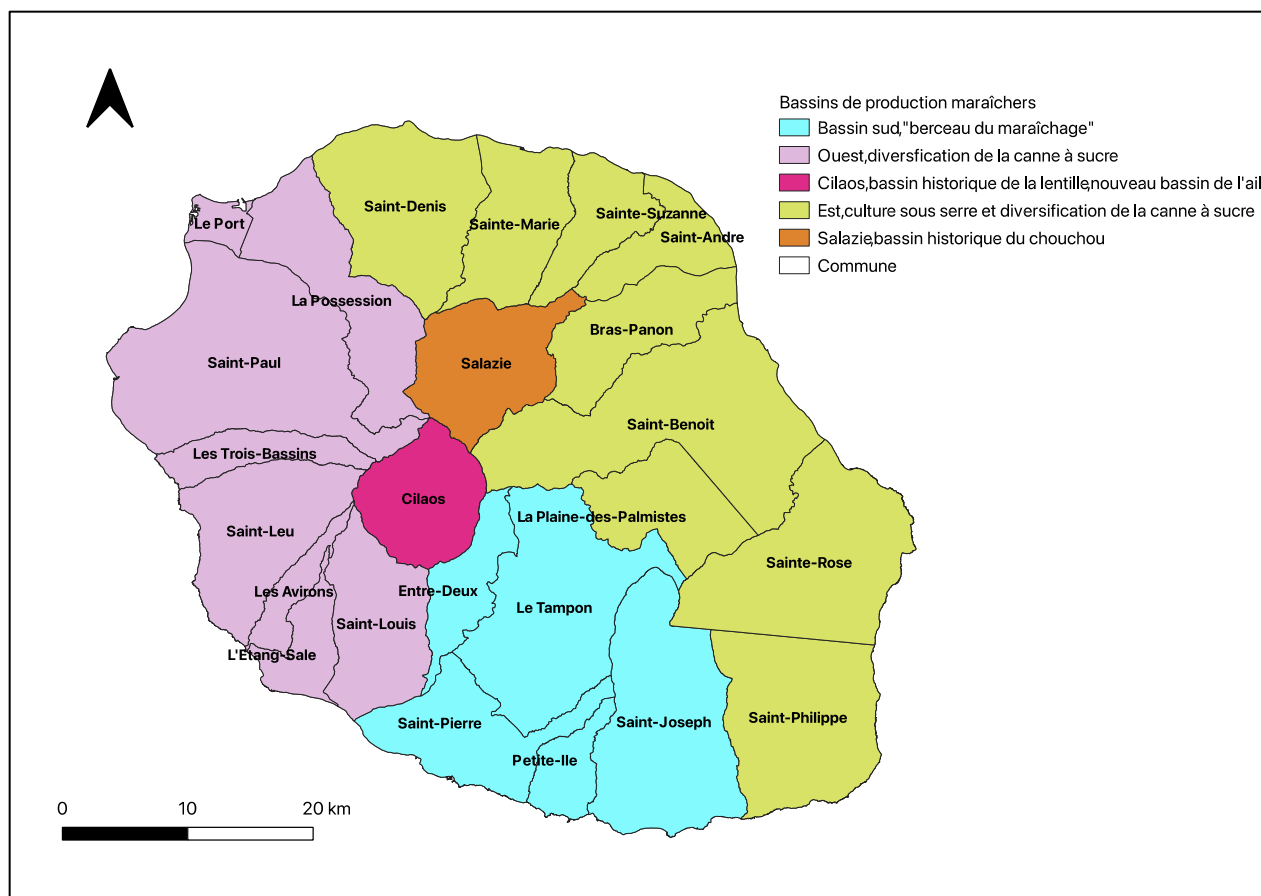


Figure 11 : Carte des 5 bassins de production maraichers (Source : auteur)

Chaque bassin est donc défini par un critère pédoclimatique, un critère agronomique et des délimitations communales (Partie 2 : méthodologie).

Le bassin de production Sud concentre la majorité de la production maraichère, avec environ 955 hectares dédiés aux légumes et tubercules (RA 2010, DAAF). La présence du Marché de Gros créé en 1992 à Saint Pierre, permet l'écoulement des productions maraichères et fruitières d'environ 900 producteurs indépendants, principalement originaires du Sud de l'île (annexe 4, E.1). Les exploitations sont en majorité spécialisées dans la production maraichère avec des surfaces supérieures à 1 ha. Quelques productions comme l'oignon et l'ail, anciennement très produites à Petite Ile, tendent à se déplacer vers le bassin de production Ouest où les sols et la mécanisation rendent possible l'implantation de ces nouvelles cultures.

Le bassin de production Ouest est caractérisé par des petites surfaces maraichères (moyenne de 0,5 à 1 ha) en diversification de la canne à sucre. Le « basculement des eaux » de l'Est vers l'Ouest a favorisé l'émergence de nouvelles cultures maraichères comme l'oignon et l'ail, présentes historiquement dans le bassin de production Sud. Les zones basses bénéficient de systèmes d'irrigation, avec la présence importante de périmètres irrigués sur tout le littoral Ouest. Ces zones sont donc favorables à l'implantation du maraichage, bien que l'on retrouve des surfaces maraichères dans les Hauts mais l'eau reste un facteur limitant. Il existe certaines zones spécialisées dans le maraichage concentrant des productions spécifiques comme l'artichaut, la fraise ou encore la salade.

Le climat à l'Est de l'île, très pluvieux et humide, est favorable au développement de maladies en maraichage plein champ. Les cultures sous serre se sont donc beaucoup développées dans cette partie de l'île pour faire face à cette contrainte. La plupart des surfaces maraichères sont en diversification de la canne à sucre, certaines cultures comme la pastèque (15 hectares environ sur tout le bassin) se réalisent en intercalaire de la canne à sucre pendant la campagne sucrière. Au sein des zones de production à l'Est sont principalement cultivés des légumes sous abri.

Cilaos, est historiquement connu pour être le bassin de production de la lentille depuis 1857. Plus récemment l'ail est devenu également une culture importante de ce cirque. Bien que le secteur soit irrigué, la ressource en eau reste un facteur limitant. Salazie concentre la production de chou chou, où le climat pluvieux est propice au développement de cette culture ainsi que d'autres cucurbitacées.

2) Répartition spatiale des cultures fruitières

a. Les zones de production fruitières

13 zones de production fruitières ont été identifiées en combinant les données récoltées des entretiens et les données issues de la bibliographie. Les surfaces fruitières au sein des zones identifiées sont pour une part à dire d'experts et d'une autre part issue de différentes sources de données secondaires.

La diversité des cultures fruitières est donc plus réduite que les cultures maraîchères. Selon les espèces, les arbres fruitiers ont besoin de certaines conditions pour avoir une production optimale. On retrouve donc au sein de ces zones les 5 espèces majoritairement produites à La Réunion : l'ananas, la mangue, le letchi, la banane et les agrumes. De plus en plus de surfaces se développent avec de nouvelles cultures comme le pitaya, la papaye ou encore le fruit de la passion.

La répartition des vergers au sein des communes est assez hétérogène, il y a donc moins de zones de production bien définies comme c'est le cas pour les productions maraîchères. Les cultures fruitières ont une répartition altitudinale, souvent comprise entre 0 et 600 mètres selon les espèces pour une production optimale. A part pour quelques zones précises comme le « triangle agricole » au Port, le secteur d'Antenne 4 à Saint-Paul ou bien le bassin de production d'ananas à Bois de Nêles à Sainte Clotilde (Saint Denis), les zones de production fruitières ont un degré de précision plus faible que les zones maraîchères et doivent être comprises comme suit. Pour exemple, au sein des zones cartographiées à l'Ouest, à partir de la commune de Trois Bassins, jusqu'à Saint-Louis, des surfaces fruitières sont présentes avec la culture de la mangue dominante en termes de surface. Les cultures représentant plus de 50% de la surface fruitière identifiée totale par zone ont été retenues comme cultures principales. Chaque polygone représente la SAU de la zone identifiée au sein de laquelle se trouvent les surfaces fruitières.

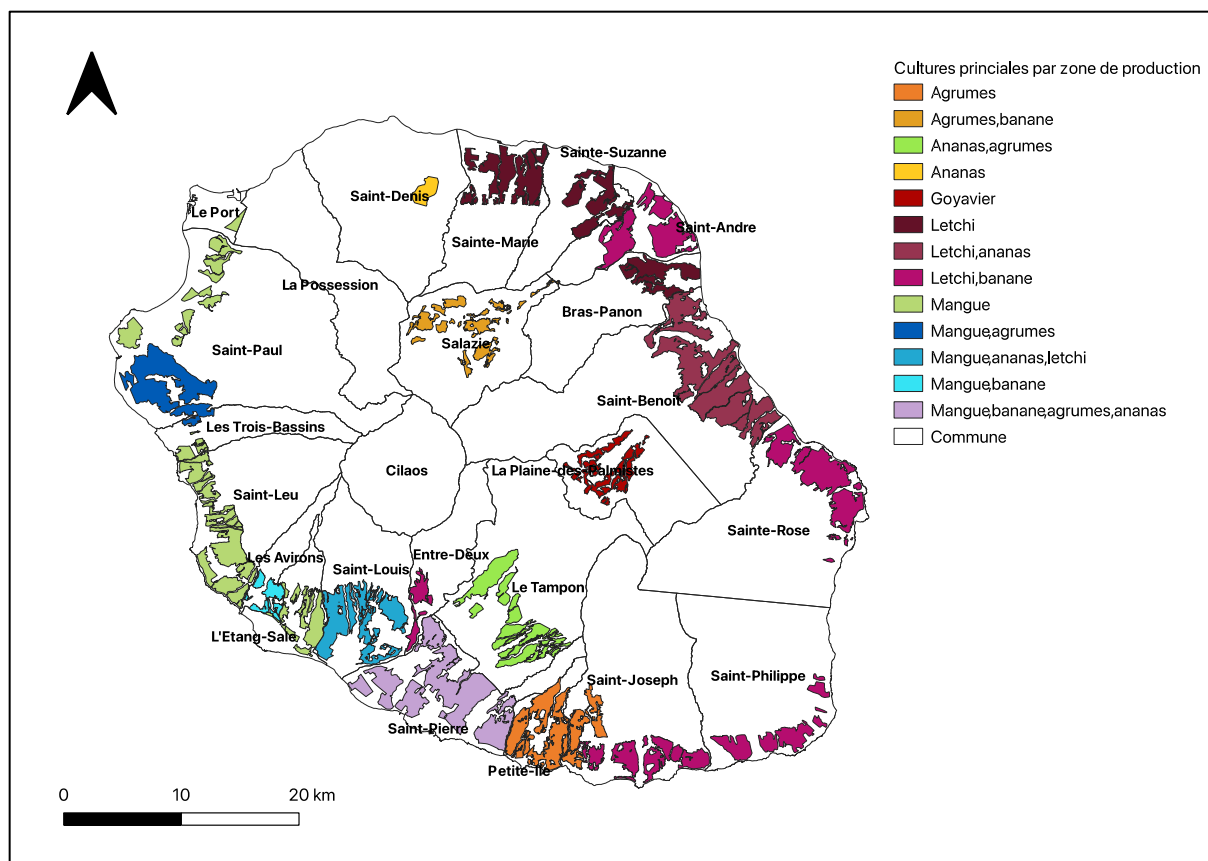


Figure 12 : Carte des 13 zones de production fruitières selon les cultures fruitières principales identifiées par zone (Source : auteur)

Comme pour les zones de production fruitières, il a donc été possible de regrouper ces zones en bassins de production, suivant la même définition.

b. Les bassins de production fruitiers

Trois bassins de production fruitiers principaux ont été identifiés. Les bassins fruitiers sont chacun dominés par une culture phare, qui est adaptée aux conditions climatiques respectives de chaque bassin. A l'Ouest c'est le manguiers qui occupe le plus de surfaces en arboriculture et à l'Est le leitchi. Au Sud, l'ananas domine avec deux zones importantes de production dans les communes du Tampon et de Saint-Pierre. Bien qu'occupant des surfaces moins importantes, la banane et les agrumes se retrouvent au sein des trois bassins de production principaux comme cultures secondaires. Un quatrième bassin de production a été mis en évidence. En effet la commune de La Plaine des Palmistes a été considérée comme un bassin de production car elle concentre 80 % de la production de goyavier. Cette plante invasive a suscité de nombreuses discussions dans la préservation du Parc National de La Réunion. La filière goyavier a donc été structurée afin de limiter l'expansion spatiale de cet arbre, avec la signature de différents accords. Il n'est pas possible actuellement de planter de nouveaux vergers de goyaviers autre part qu'à La Plaine des Palmistes, d'où le choix d'en faire un bassin de production à part entière.

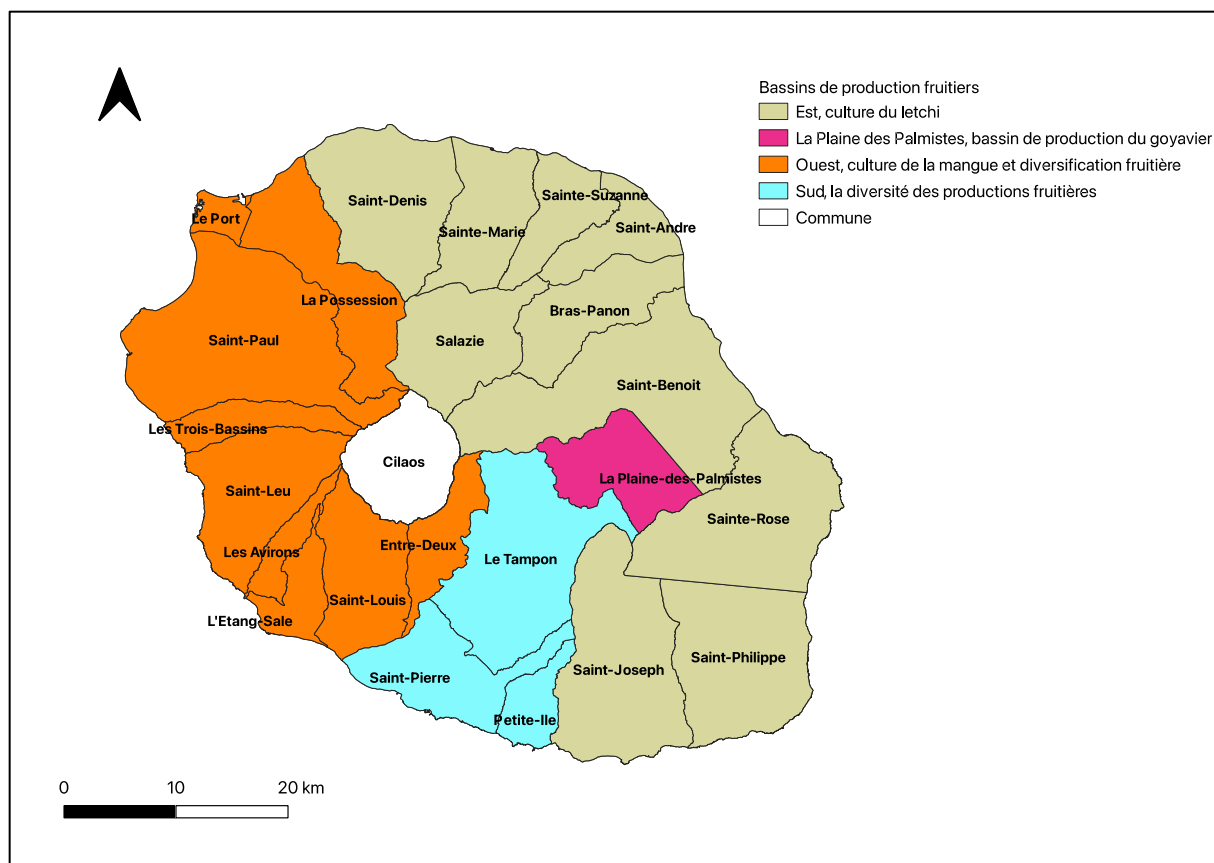


Figure 13 : Carte des 4 bassins de production fruitiers (Source : auteur)

L'Ouest est dominé par la culture de la mangue, notamment la commune de Saint-Paul où la surface plantée représente 67% des vergers de manguiers. De plus en plus de cultures en diversification de la canne à sucre se mettent en place comme le pitaya, le fruit de la passion et la papaye (annexe 16), en grande partie implantées sur la commune de Saint-Paul notamment sur le secteur d'Antenne 4, cette dernière est vouée à devenir « le grenier à fruits de La Réunion » (annexe 4, E.6). La plupart des vergers se situent à une altitude inférieure à 400m et bénéficient d'irrigation grâce aux différents périmètres irrigués mis en place dans l'Ouest de l'île dès la fin des années 90. La majorité des vergers sont conduits en agroécologie, l'apport en intrants chimiques pour la fertilisation minérale est donc limité.

A l'Est, les productions fruitières se concentrent surtout dans les zones d'une altitude inférieure à 600 mètres. L'Est est dominé par la culture du letchi, dont les conditions climatiques sont favorables à son développement et sa fructification (annexe 16). Avec environ 485 ha destinés aux cultures fruitières, Saint Benoît domine la production fruitière à l'Est. 40% de la surface destinée à la production de letchi s'y trouve. Les agrumes et l'ananas sont deux cultures également très présentes à Saint Benoît. Le palmiste est une culture de plus en plus plantée en remplacement de la canne à sucre dans le Sud Sauvage (communes de Saint Joseph, Saint Philippe), en complément de revenus (annexe 4, E.7).

Les surfaces fruitières dans le Sud sont dominées par la culture de l'ananas et les agrumes (annexe 16). Plus récemment, des plantations de bananiers ont été mises en place à Saint Pierre. L'ananas est une culture traditionnelle dans le Sud de l'île avec deux zones de production majeures à Saint-Pierre (Bassin Martin et Bassin Plat) et au Tampon. Petite-Ile était la principale zone de production d'agrumes, cependant les vergers étant touchés par le HLB¹ dont aucun traitement curatif n'existe, la production d'agrumes dans cette zone est en pleine décroissance. De nouveaux vergers de citronnier ont été

¹ Le HLB : La maladie du Huanglongbing (HLB) ou greening des agrumes est une maladie provoquée par la bactérie *Candidatus Liberibacter* provoquant des carences à la plante entraînant une production de fruits peu commercialisables. Aucun remède n'existe actuellement entraînant l'arrachage des plants infectés. Elle est présente à La Réunion depuis les années 80 (<https://ecophytopic.fr/>)

récemment implantés dans la commune du Tampon, pour faire face aux nombreuses pénuries de citron observées sur l'île (annexe 4, E.6).

3) Synthèse des cartes à dire d'experts

Ces cartes synthétiques permettent d'avoir à l'échelle des bassins la répartition par catégories de culture (maraîchage) ou par espèces principales (cultures fruitières) par zone de production. Cette synthèse donne une vision à l'échelle du territoire des résultats produits.

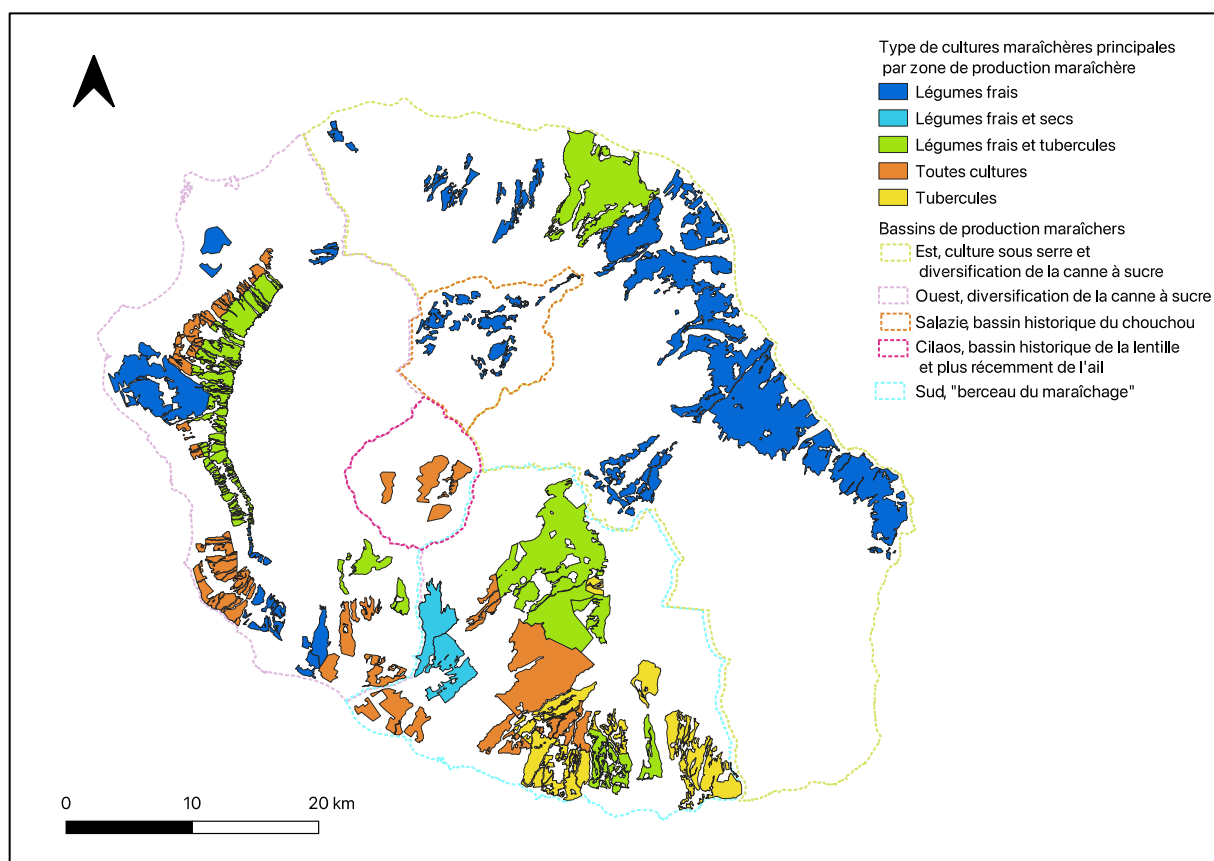


Figure 14 : Carte synthétique de la répartition spatiale des cultures maraîchères principales au sein des zones de production par bassin (Source : auteur)

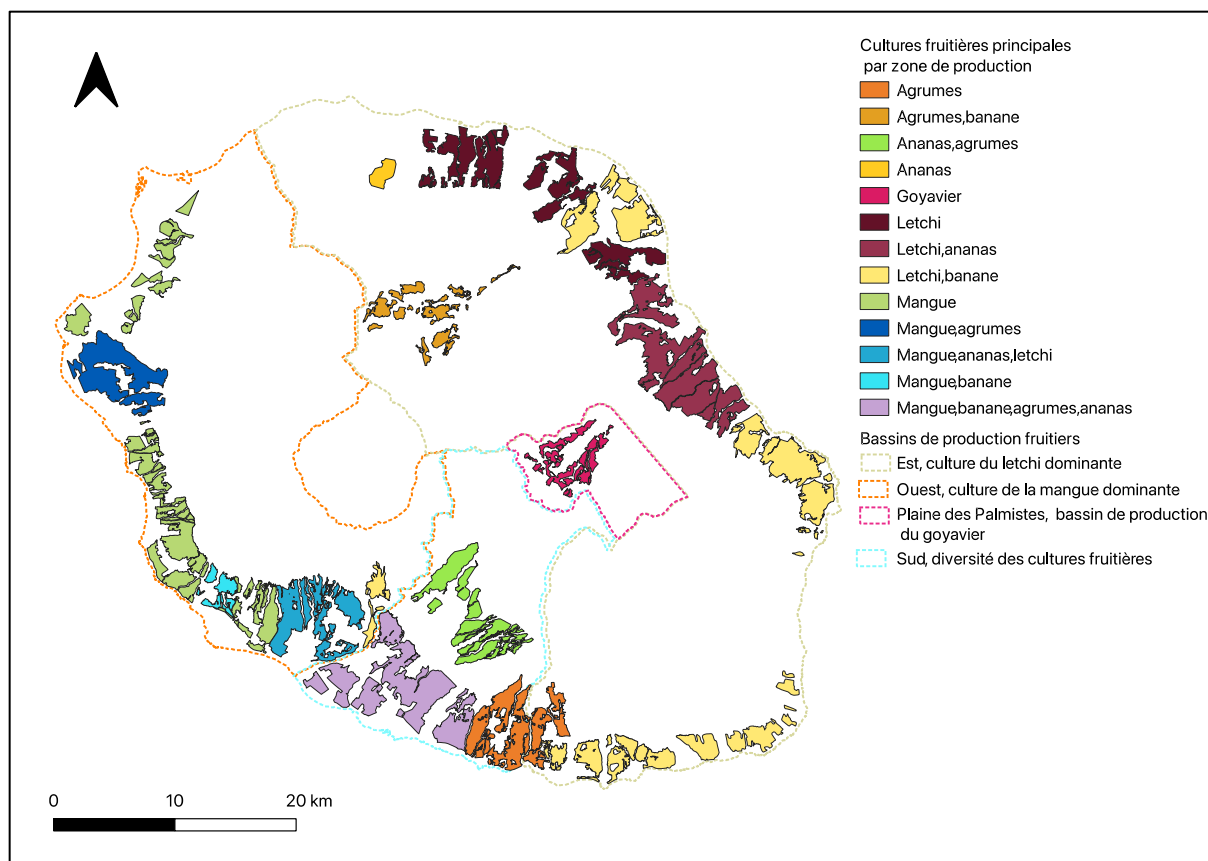


Figure 15 : Carte synthétique de la répartition spatiale des cultures fruitières principales au sein des zones de production par bassin (Source : auteur)

4) Estimation des consommations en eau et en azote et les rendements de chaque zone de production

Il a été possible d'attribuer ces données aux zones fruitières et maraîchères à l'exception des zones maraîchères du bassin Est, par manque de données concernant les cultures sous serre.

Pour le calcul des consommations et rendements des zones maraîchères, les légumes fruits et les légumes feuilles ont été regroupées sous la catégorie « légumes frais ».

Zones maraîchères

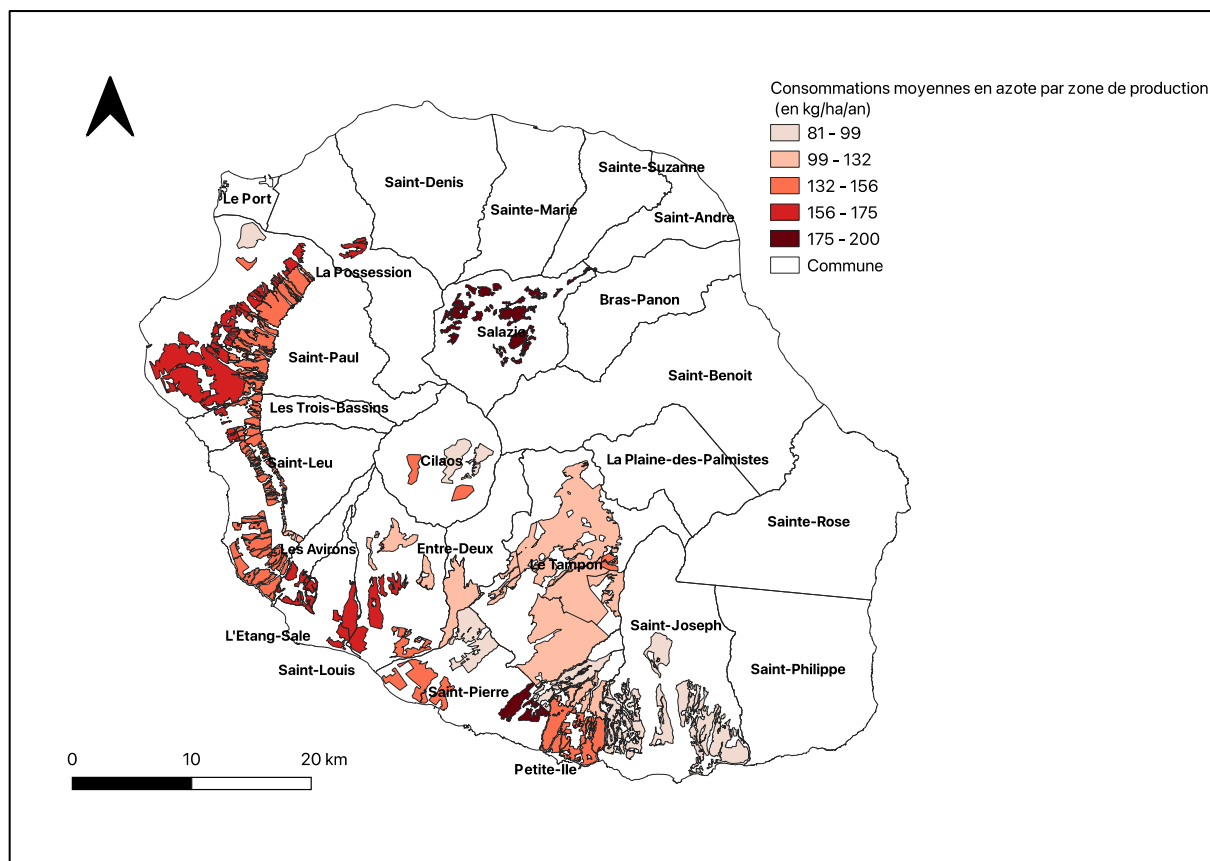


Figure 16 : Carte des estimations des consommations en azote moyennes par zone de production maraîchère (Source : auteur)

Les consommations moyennes d'azote estimées par zone maraîchère sont comprises entre 100 et 200 kg/ha/an en moyenne sur l'ensemble de l'île. Ces données sont en adéquation avec les données issues des entretiens sur les consommations en azote. En effet deux experts s'accordaient sur une moyenne de 150 kg/ha apportés à chaque cycle. Les calculs de consommation ont été raisonnés sur un cycle par an pour chaque culture pour un hectare moyen au sein de la zone, par manque de données existantes sur les successions et les rotations de culture à La Réunion. Les consommations calculées sont donc proches des moyennes estimées par les experts. Les apports azotés dans le Sud sont compris entre 120 et 180 kg/ha/cycle et entre 150 et 200 kg/ha/cycle dans l'Ouest. Cependant ces résultats restent des estimations et l'apport de fertilisation azoté minérale est dans les faits dépendantes de plusieurs facteurs comme le précédent cultural, l'état de fertilité de la parcelle etc.

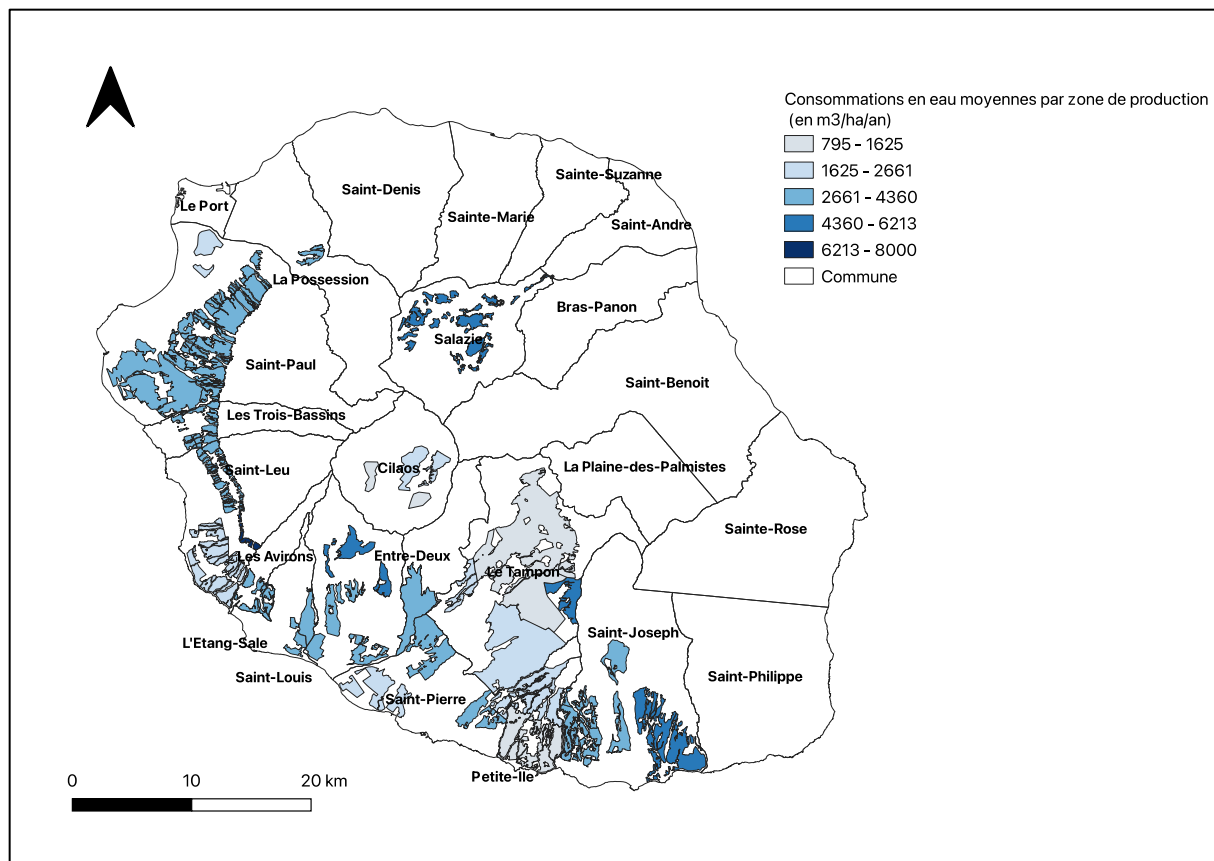


Figure 17 : Carte des estimations des consommations en eau moyennes par zone de production maraîchère (Source : auteur)

Les consommations en eau des zones maraîchères sont à prendre avec du recul. En effet les apports en eau sur une parcelle dépendent de la pluviométrie et de la réserve utile du sol, mais également de l'accès ou non à un système d'irrigation performant. Dans le Sud, les résultats obtenus sont supérieurs aux moyennes données par les experts, comprises entre 1500 et 2000 m³/ha/cycle. A l'Ouest, les moyennes à dire d'experts étaient en moyenne comprises entre 3000 m³/ha en zone non irriguée à 12500m²/ha dans les zones irriguées (les zones des Bas). En moyenne l'expert s'accordait à dire que l'apport en eau était pour l'Ouest en moyenne de 7500 m³/ha. Les résultats obtenus sont donc inférieurs à ces moyennes d'environ 50%.

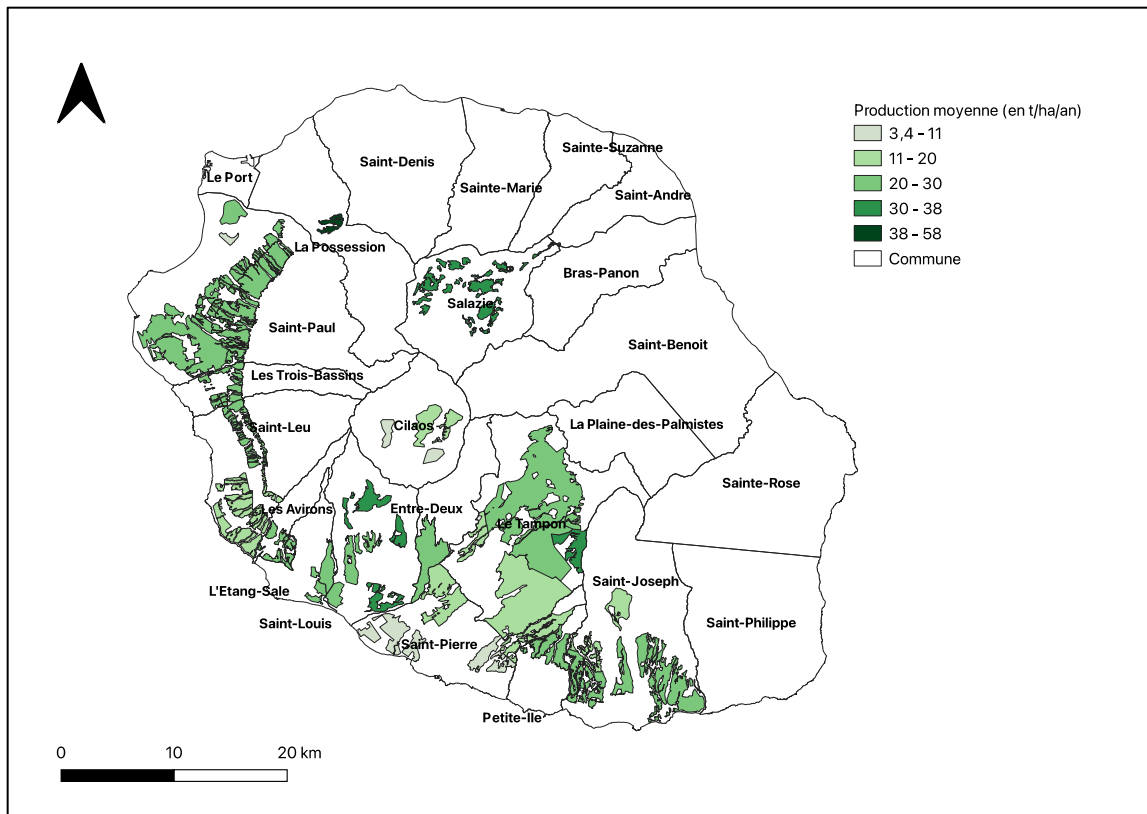


Figure 18 : Carte des estimations de rendements moyens par zone de production maraîchère (Source : auteur)

Zones fruitières

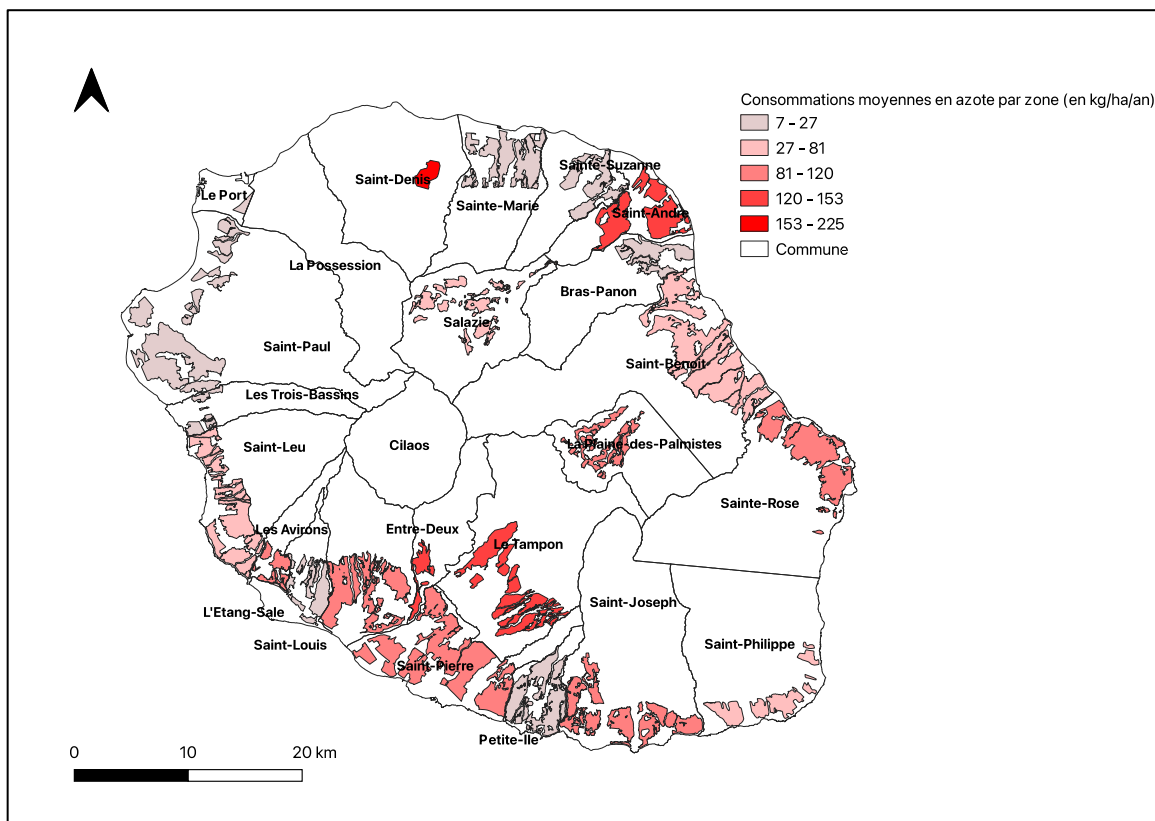


Figure 19 : Carte des estimations de consommations en azote moyennes par zone de production fruitière (Source : auteur)

L'ananas reste une culture très consommatrice d'azote tout comme la banane. Les zones où sont cultivées ces deux espèces en majorité se démarquent des autres zones. En effet les autres cultures fruitières pérennes telles que la mangue ou le litchi ont des besoins en azote moins importants par an à l'hectare.

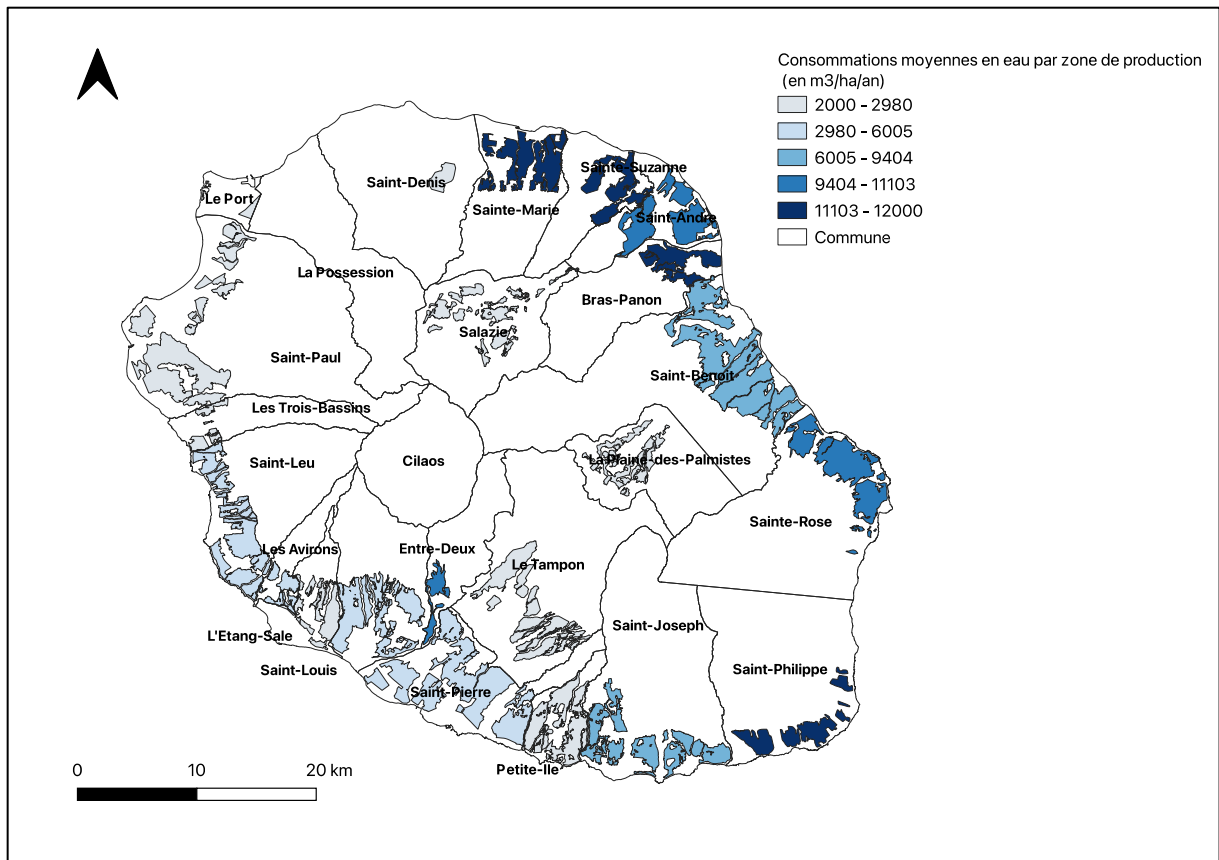


Figure 20 : Carte des estimations de consommations en eau moyennes par zone de production fruitière (Source : auteur)

Les surfaces les plus consommatrices en eau se retrouvent à l'Est et au Sud de l'île, en concordance avec la répartition de la culture du litchi, culture ayant besoin d'apports en eau élevés. A l'inverse, les surfaces moins consommatrices en eau se situent à l'Ouest, où les cultures fruitières cultivées ont des besoins en apports d'eau plus faibles, pouvant être comblés grâce à l'irrigation malgré des précipitations plus faibles.

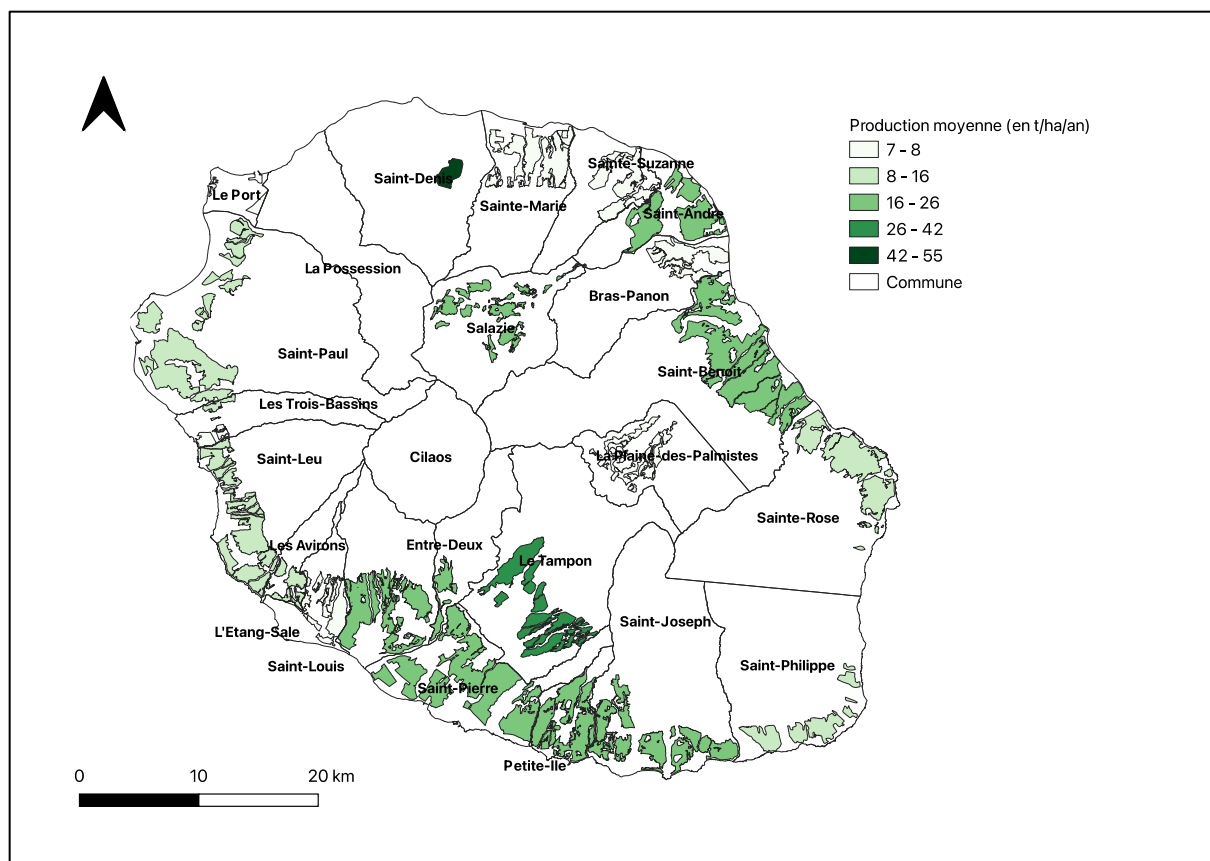


Figure 21 : Carte des estimations de rendements moyens par zone de production fruitière (Source : auteur)

5) Quantifier la surestimation des surfaces en fruits et légumes de la COS au sein des zones identifiées

a. Les taux de « bonne identification » ($\text{taux}_{b,i}$) des surfaces fruitières et maraîchères au sein des zones de production

L'échelle du bassin de production a été choisie pour ce travail pour réduire le nombre de $\text{taux}_{b,i}$. Le choix de l'échelle des zones aurait entraîné un taux pour chacune des 48 zones identifiées en maraîchage et les 26 autres en arboriculture.

Les résultats suivants ont été obtenus pour les bassins de production fruitiers et maraîchers.

Tableau 4 : Résultats des taux de bonne identification du maraîchage (Source : auteur)

Bassin maraîcher	Taux _{b,i} par bassin maraîcher
Ouest	70%
Est	53%
Sud	94%
Cilaos	87%
Salazie	56%

Les $\text{taux}_{b,i}$ d'un bassin maraîcher à l'autre sont très différents. Le taux élevé pour le bassin Sud traduit une bonne identification des surfaces maraîchères par l'algorithme, à l'inverse du bassin Est où presque la moitié des surfaces maraîchères identifiées au sein de la COS ne sont en réalité pas du maraîchage. Ces différences peuvent s'expliquer par les caractéristiques des zones par bassins de production (b).

Au Sud les exploitations maraîchères étant plus spécialisées, les surfaces maraîchères sont plus grandes, on peut supposer que cela facilite leur identification par télédétection. A l'inverse à l'Est et à l'Ouest, les surfaces maraîchères représentent majoritairement une activité de diversification dans les exploitations, elles sont plus petites et plus diffuses à l'échelle du bassin, ce qui peut rendre leur identification par télédétection plus difficile.

Tableau 5 : Résultats des taux de bonne identification de l'arboriculture (Source : auteur)

Bassin fruitier	Taux _{b,i} par bassin fruitier
Ouest	49%
Est	41%
Sud	52%
Plaine des Palmistes	16%

Le taux de surfaces identifiées en arboriculture par la COS est quasiment égal d'un bassin à l'autre. Cette similitude peut s'expliquer par la répartition hétérogène des surfaces de cultures fruitières au sein des bassins. Les surfaces arboricoles peuvent être donc facilement confondues avec d'autres cultures ou végétation. A la Plaine des Palmistes il y a peu de surfaces arboricoles entraînant une confusion encore plus importante avec la végétation arbustive.

b. Sources d'erreurs d'identification

Ce travail a mis en évidence également les sources d'erreurs d'identification par culture au sein de la COS. Lorsque qu'une surface identifiée en maraîchage ou en arboriculture s'avérait ne pas en être, une proposition de correction a été faite, permettant de mettre en avant les catégories de culture avec lesquelles le maraîchage et l'arboriculture sont le plus souvent confondus.

- Maraîchage

Le maraîchage est principalement confondu avec des surfaces en friches, du pâturage ou de la canne à sucre sur l'ensemble des bassins. Les graphiques en annexe 17, montrent le détail par bassin des types d'occupation du sol avec lesquels le maraîchage est identifié par erreur. Au Sud la principale source de confusion est les prairies et les friches, tandis qu'à l'Est et l'Ouest le maraîchage a tendance à être confondu avec la canne à sucre et les prairies.

- L'arboriculture

Bien que les taux de « bonne identification » entre bassins fruitiers soient autour de 50%, la confusion avec les autres occupations du sol n'est pas la même au sein de chaque bassin. A l'Est l'arboriculture est majoritairement confondue avec les espaces boisés. Cela pourrait être dû à la forte pluviométrie de au sein de ce bassin qui laisse un végétation « verte » quasiment tout l'année, rendant difficile la distinction entre des vergers et des espaces boisés. Au Sud et à l'Ouest, l'arboriculture est principalement confondue avec du maraîchage, des friches et de la végétation naturelle.

Les graphiques en annexe 18 montrent le détail des types d'occupation du sol avec lesquels l'arboriculture est souvent confondue par bassin. De nombreux espaces boisés ou la végétation naturelle en bord de parcelles sont identifiés comme de l'arboriculture.

Partie 5 : Limites et perspectives

1) Des limites essentiellement méthodologiques

La méthodologie mise en place comporte beaucoup de limites qu'il est nécessaire de prendre en compte dans la lecture des résultats. Les limites principales seront discutées dans cette partie.

a. Une cartographie basée à dire d'experts

Il existe à La Réunion un manque de données structurées sur les rotations culturales, sur l'assolement, la typologie des exploitations maraîchères et fruitières et les répartitions spatiales des productions. Peu d'études récentes existent : les recherches du CIRAD sur les cultures maraîchères se sont interrompues en 2000 et la Chambre d'Agriculture de La Réunion possède des dossiers techniques sur certaines cultures datant des années 1990. Actuellement, une approche sectorielle de logique de substitution import est priorisée par cette institution sur les filières prioritaires de relance, mais il n'y a plus de production technique en tant que telle. La sollicitation d'experts fait sens dans ce contexte-là pour collecter les données manquantes à l'échelle du territoire dans le temps imparti mais entraîne des limites à prendre en compte notamment sur le zonage des productions horticoles alimentaires.

La collecte de données en entretien s'appuyait sur des fonds de carte vierges. En effet, « lors d'un entretien, un fond de carte aide la personne interrogée à se repérer et à expliciter ses dires [...] un dessin permet à un acteur d'exprimer sa perception du territoire et de construire son discours (Brau *et al.*, 2005). Cette perception du territoire est donc propre à chaque individu et plusieurs facteurs peuvent influencer les représentations spatiales mentales qu'un individu va se faire d'un espace réel. Un des facteurs à prendre en compte est « la pratique physique de cet espace durant laquelle sont mobilisées des perceptions sensorielles » de l'individu. Ce niveau de pratique dépendra « de l'ancienneté de présence sur cet espace, du métier exercé, des déplacements lors des activités professionnelles » (Maurel, 2001).

La perception du territoire peut également sembler incomplète au vu du faible échantillon de personnes enquêtées qui s'élève à 7 experts. Ceci s'explique par un nombre restreint d'experts identifiés à l'échelle de l'île, les conseillers techniques étaient auparavant plus nombreux et plus spécialisés selon les zones d'intervention. Maintenant un conseiller en maraîchage et un conseiller en arboriculture par zone d'intervention ont la charge de gérer l'accompagnement et le suivi technique des producteurs. La vision du territoire par les experts est sensiblement liée à leurs années d'expérience sur le terrain et aux nombres de producteurs suivis. Les $\frac{3}{4}$ de la production horticole alimentaire étant hors organisations de producteurs et cette production n'étant pas toujours pratiquée par des agriculteurs professionnels (annexe 4, E.2, E.3), tous les agriculteurs ne bénéficient pas d'un suivi des conseillers, pouvant induire des données incomplètes au niveau des surfaces par zone de production. Le manque de temps pour enquêter l'ensemble des experts identifiés est à souligner. La sollicitation d'experts est indispensable pour récolter les données manquantes et produire des résultats mais reste limitée par la disponibilité et l'acceptation d'être enquêté de chaque expert. Ainsi l'entretien auprès du conseiller en arboriculture de la Chambre d'Agriculture, secteur Est n'a pas pu être réalisé. De plus, l'étude ne se concentre que sur les productions horticoles alimentaires en agriculture conventionnelle. En effet les productions en agriculture biologique n'ont pas été traitées par manque d'experts avec une grande expérience à l'échelle du territoire sur cette thématique. Il aurait pourtant été intéressant de réaliser le même travail pour la filière biologique qui occupe une part non négligeable dans les productions fruitières et légumières (partie I.2.) et pouvant influencer des dynamiques de changement sur l'occupation du sol par l'implantation de nouvelles surfaces en agriculture biologique.

La collecte des données aboutissant aux résultats obtenus par des entretiens pose également la question du biais de l'enquêteur. Des risques de mauvaises compréhensions ou interprétations sont possibles lors des entretiens même si leur enregistrement est un moyen de limiter ce biais. L'étape de validation des cartes à dire d'experts par les experts permet cependant d'estimer que ce biais, si présent, a été négligeable. Aucune divergence entre le travail présenté et la vision du terrain par les experts n'a été relevée lors de cette restitution.

b. Des estimations de consommations et de rendements très approximatives

La bibliographie est riche d'études mobilisant l'approche par les systèmes de culture d'une zone donnée pour caractériser la production et les consommations en intrants de ces systèmes à l'échelle de la zone. Le concept de système de culture est défini comme « *l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles cultivées de manière identique. Chaque système se définit par la nature des cultures et leur ordre de succession, les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures, ce qui inclut le choix des variétés* ». (Sebillote, 1990). Or il n'existe que peu voire pas des données sur les rotations culturales principales et les itinéraires techniques pratiqués à la Réunion pour les cultures maraîchères et fruitières dans les ressources bibliographiques. Les entretiens ont également souligné cette absence de données, le choix des cultures d'une année à l'autre pouvant varier en fonction du marché ou encore de la trésorerie de l'agriculteur au moment de l'implantation de la culture (annexe 4, E.2). Il n'est donc pas possible de caractériser les exploitations maraîchères et fruitières par leurs cultures majoritaires et de l'extrapoler aux zones de production identifiées.

Les estimations de consommations en eau et en azote comportent plusieurs limites. Ces estimations ont été faites à partir des préconisations d'apports en fertilisation azotée et en irrigation de fiches techniques issues de la bibliographie. Cependant les données n'étant pas toujours disponibles au niveau local et récentes, l'utilisation des données d'autres pays tropicaux ou tempérés engendre une incertitude liée à la transposition de ces données au contexte réunionnais. Quelques données sur les recommandations en engrais azoté des cultures fruitières ont pu être récoltées en entretien. Cette limite est en lien avec la non prise en compte du gradient altitudinal dans les apports et les rendements par manque de données quantitatives et qualitatives sur ce point-là. En effet, l'altitude conditionne l'implantation des cultures, le nombre de cycles et les rendements obtenus mais également la présence de systèmes d'irrigation. Les zones des Hauts ne possèdent pas de système d'irrigation en général ou alors des systèmes peu performants à l'inverse des zones des Bas, profitant des périmètres irrigués implantés sur le littoral de l'île (annexe 4, E.2, E.3). Les apports en engrais azotés et en eau sont souvent raisonnés par rapport aux cultures et à leurs précédents culturaux afin d'optimiser la fertilisation et les apports en eau. Or la méthode employée estime qu'un apport est effectué à chaque culture pouvant ainsi surestimer les consommations en azote par zone. L'estimation des consommations en azote ne prend uniquement en compte que l'engrais minéral. Cependant selon les zones de production, les agriculteurs vont compléter leur fertilisation par une fertilisation organique issue des effluents d'élevage. Le transfert des matières organiques par épandage sont des transferts inter-exploitations ou bien intra-exploitations. Le système de production de l'exploitation ou bien la proximité d'élevage au sein de la zone de production vont favoriser l'épandage sur les cultures d'effluents (annexe 4, E.2, E.3, E.6).

Les calculs de ces estimations faites à partir des données bibliographiques ont été faits pour un « hectare moyen » au sein de chaque zone. Cet hectare correspond donc à une moyenne des données de consommations en eau et en azote et des rendements de chaque culture identifiée dans la zone, pondérées à sa part dans la surface totale de la zone. Cet hectare est donc un hectare « théorique ». De plus ces calculs ont des incertitudes élevées par le travail à partir de données moyennes pouvant conduire à des écarts élevés par rapport à la réalité.

2) Une représentation cartographique à un instant t : perspectives d'évolution

a. Des surfaces et une répartition spatiale évolutives

Un des points abordés lors de l'étape de restitution et validation aux experts est le caractère évolutif des cartes produites. Les cartes des zones de production représentent la situation actuelle. Or les surfaces en agriculture sont vouées à beaucoup évoluer dans les années à venir. L'incertitude constante du devenir de la canne à sucre face à la dépendance de la filière aux subventions, le recul des surfaces au profit de l'urbanisation (Martignac, 2006), pousse à la diversification des exploitations qui se tournent vers les productions fruitières et maraîchères (annexe 4, E.2, E.6). Ces cartes doivent donc faire l'objet d'actualisations régulières des données tant dans la représentation spatiale des zones que dans la répartition des cultures.

En quelques années, les surfaces évoluent. Des zones de production maraîchères ont connu un abandon de certaines cultures qui se sont implantées dans de nouvelles zones. C'est le cas de l'ail et de l'oignon, autrefois très présentes dans le bassin maraîcher sud, notamment dans la zone de production de Petite-Ile. Aujourd'hui l'ail ne représente plus qu'une faible part des cultures de ce bassin (annexe 4, E.1. E.2. E.5) et seul 1% de l'ail vendu au Marché de Gros de Saint Pierre provient de cette zone (annexe 4, E.1). On retrouve maintenant une zone de production d'ail à Cilaos et cette culture fait également partie des nouvelles cultures implantées dans l'Ouest avec l'oignon où l'irrigation et la mécanisation facilitent l'implantation de nouvelles cultures telles que l'oignon et l'ail (annexe 4, E.2, E.3). Ces cultures font de plus partie des filières prioritaires dans la logique d'import-substitution. Il est possible également que la répartition des cultures fruitières dans le bassin fruitier Ouest soit amenée à évoluer. De plus en plus de surfaces fruitières sont implantées en diversification, avec de nouvelles cultures telles que le pitaya, le fruit de la passion, les agrumes, notamment dans la commune de Saint Paul, voué à devenir le « Grenier à fruits de La Réunion » (annexe 4, E.6).

b. Une méthodologie conservée

Bien que de nombreuses limites méthodologiques ont été discutées ci-dessus sur les estimations de consommations en eau et en azote, la démarche à dire d'experts appliquée aux zones de production reste une méthodologie rapide d'application et reproductible à l'échelle d'un territoire comme La Réunion. Cette approche est reconnue comme « une démarche opérationnelle qui permet le diagnostic de territoire, de faciliter la prospective et l'élaboration de projets collectifs » (Caron, 1997). La carte des zones de production maraîchères et fruitières peut donc à l'avenir servir d'un outil ou d'un appui pour les institutions de la recherche comme le CIRAD ou la Chambre d'Agriculture d'où la nécessité de la faire évoluer. Cependant une approche à dire d'acteurs demande une disponibilité des experts enquêtés et une bonne communication entre les différentes institutions de recherche en agronomie.

La cartographie ou zonage à dire d'experts sont souvent mobilisés dans des démarches de recherche. Cette méthodologie permet « d'organiser les connaissances disponibles pour caractériser la diversité et la dynamique spatiales et les traduire en une nouvelle représentation cartographique ». (Bonin *et al.*, 2001). Plusieurs études ont conduit à des cartographiques ou zonages à dire d'acteurs (Deffontaines *et al.*, 1994), (Carron 2000), (Clouet, 2000), (Bonin *et al.*, 2001), (Touré *et al.*, 2003), (Braun *et al.*, 2005).

La méthodologie de zonage à dire d'acteurs se base sur 6 étapes clés (Santana *et al.*, 1994) :

1. Étude bibliographique et cartographique afin de sélectionner le document cartographique servant de support aux entretiens, d'élaborer le guide d'entretien et identifier les personnes ressources.
2. Entretiens
3. Agrégation des résultats par superposition de cartes obtenus au cours de chaque entretien, Des entretiens complémentaires peuvent être conduits dans le cas de divergence des résultats. Identification des unités cartographiques.
4. Agrégation des informations secondaires
5. Analyse historique et identification des tendances d'évolution
6. Restitution auprès des personnes ressources

La méthodologie employée dans cette étude pour le zonage des productions sera donc réutilisable dans les années à venir pour mettre à jour les cartes de zones de production fruitières et maraîchères. Les données nécessaires seront les mêmes données cartographiques et statistiques utilisées (RPG, Recensement agricole, BOS etc...) qui sont des sources de données mises à jour plus ou moins fréquemment. Le nouveau recensement agricole 2020 serait à mettre en confrontation avec celui de 2010 pour voir l'évolution des surfaces. Ainsi les calculs de répartition des cultures par zone basés sur les données du RA seraient à mettre à jour (sous l'hypothèse que la méthodologie employée pour le RA 2010 et RA 2020 soit restée inchangée auquel cas cela biaiserait cette comparaison de données).

Conclusion

La production maraîchère de La Réunion est caractérisée par 48 zones de production traduisant la diversité des cultures maraîchères produites sur l'île. Elles sont définies dans l'Ouest par des petites surfaces en diversification de la canne à sucre essentiellement destinées à des cultures de légumes fruits et de tubercules. Dans l'Est, le maraîchage est également en diversification de la canne à sucre sur des petites surfaces destinées principalement aux légumes fruits et légumes feuilles mais concentre la majorité des cultures sous serre de l'île en raison d'une pluviométrie élevée. Au Sud de l'île est plus spécialisé dans le maraîchage avec des surfaces supérieures à 1 ha en moyenne et une diversité des cultures élevée avec la présence de légumes fruits, légumes feuilles, grains et tubercules.

Les estimations de consommations en azote de la production maraîchère varient de 80 à 200 kg/ha/an environ et en eau de 800 à 8000 m³/ha/an. Les rendements moyens annuels des productions maraîchères sont de 25 t/ha.

La production fruitière de l'île est caractérisée par 13 zones de production, montrant la moins grande diversité des cultures fruitières en termes de surfaces. La culture du litchi est dominante au sein des zones fruitières de l'Est de l'île, alors qu'à l'Ouest c'est la culture du la mangue qui prédomine. Le Sud de l'île présente une plus grande diversité des cultures avec l'ananas et les agrumes.

Les estimations de consommations en azote de la production fruitière varient de 7 à 200 kg/ha/an environ et en eau de 2000 à 12000 m³/ha/an. Ces grandes variations s'expliquent par la présence d'une seule culture majoritaire identifiée dans certaines zones de production ayant des consommations en eau et en azote peu élevées. Les rendements moyens annuels des productions fruitières sont de 27 t/ha.

Ces résultats sont issus d'une combinaison de données secondaires et de dires d'experts et nécessitent une actualisation régulière au vu de l'évolution rapide des surfaces agricoles à La Réunion. La fiabilité et la récence des données concernant les surfaces allouées aux productions maraîchères restent faibles pour la production horticole alimentaire de l'île. Des nouveaux outils tels que la télédétection ont permis d'obtenir des répartitions de surfaces selon les types d'occupation du sol principaux avec la Carte d'Occupation des Sols, mais source de surestimation de surfaces pour la production horticole alimentaire. Les erreurs d'identification diffèrent selon la localisation des parcelles sur l'île. Les cultures maraîchères et fruitières sont souvent confondues avec de la canne à sucre, des friches, des prairies et des espaces boisés. Le calcul de différents taux de « bonne identification » a permis d'estimer le taux de surfaces surestimées et d'identifier les sources de confusion par bassin de production.

Bibliographie synthétique

ADIR, 2019. Le livre blanc de la production locale réunie. 31 p.

Agreste La Réunion, 2017. Productions locales. Taux de couverture du marché par les filières locales en 2019. 4 p. (*Conjoncture*, n°17)

Benoit G., 2015. Cinquante années de politique agraire et d'aménagement du territoire dans l'île de La Réunion. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 3(3) : 51-55.

Bonin M., Caron P., Clouet Y., Cheylan J.P., Thinon P. 2001. Territoire, zonage et modélisation graphique : recherche-action et apprentissage. *Revue de Géographie de Lyon*, 76 (3) : 241-252.

Bonnal P., Piraux M., Fusillier J-L., Guilluy D., 2003. Approche de la multifonctionnalité de l'agriculture à la Réunion : les modèles agricoles, la relation agriculture-emploi et la perception des CTE par les acteurs locaux. Rapport final. Montpellier : CIRAD-TERA, 89 p. N° de rapport : CIRAD-TERA N°03-03

Brau F., Caron P., Cheylan J.P, Clouet Y. Lardon S., 2005. Agencement des fonctionnalités multiples des représentations spatiales et diagnostic de territoire : le cas du zonage à dire d'acteurs et du diagnostic structure-dynamique-projet. In : Colloque Annuel du CQFD, Conseil Québécois de la Formation à Distance, Québec, 31 mai au 2 juin 2005. s.l. : s.n., 12 p. Colloque Annuel du CQFD, Conseil Québécois de la Formation à Distance, Québec, Canada, 31 Mai 2005/2 Juin 2005.

Chambre de l'agriculture Réunion, 2020. Sortie de crise post COVID-19. 12 p.

Clouet Y., 2000. Le zonage à dire d'acteurs. Méthode et perspectives. *Bois et Forêts des Tropiques* (265) : 45-59

DAAF La Réunion, 2012. Présentation générale de l'agriculture à La Réunion. 8 p.

DAAF La Réunion, 2014. Le Plan Réunionnais de Développement Durable de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire, 2014-2020. Projet stratégique de développement des filières agricoles de La Réunion. 150 p.

DAAF - Agreste La Réunion, 2020. Memento agricole 2020.

DAAF – Agreste La Réunion, 2012. Les aides publiques à l'agriculture. 3 p. (Agreste conjoncture n° 78)

DAAF – Agreste La Réunion, 2013. La production maraîchère à La Réunion. 8 p. (Agreste analyse n° 81)

DAAF – Agreste La Réunion, 2014. La production fruitière à La Réunion. 12 p. (Agreste analyses n°92)

DAAF – Agreste La Réunion, 2015. La protection du foncier agricole à La Réunion. 6 p. (Agreste analyses n° 98)

DAAF – Agreste La Réunion, 2017a. La production biologique réunionnaise. 12 p. (Agreste analyses, n° 103)

DAAF – Agreste La Réunion, 2017b. 8 p. (Agreste analyses, n° 104)

DAAF – Agreste La Réunion, 2019a. Filière fruits et légumes. 8 p.

DAAF – Agreste La Réunion, 2019b. Filière bio. 4 p.

DEAL, 2010. L'Atlas des paysages de La Réunion.
[Consulté le 30/03/2021]. URL : <http://www.atlasdespaysages-lareunion.re/>

Deffontaines J.P., Lardon S., Benoit M., Chevignard N., Maigrot, J.L. et al. 1994. Itinéraires cartographiques et développement. INRA Editions, 136 p., Espaces Ruraux, 2-7380-0533-0.

Département de La Réunion. 2019. AGRIPéi 2030. 39 actions pour un modèle agricole réunionnais responsable.

F. Fortunel, 2017. Dinâmica do espaço agrário : velhos e novos territórios : NEAG 10 anos / Rosa Maria Vieira Medeiros, Michele Lindner, organizadoras. – Porto Alegre : Evangraf, 2017.

Fusillier J-L., Choisis J-P., Piraux M., 2006. Le modèle d'exploitation agricole familiale réunionnais face à l'accroissement des contraintes foncières et économiques. *Cahiers Agricultures*, 15 (6) : 542-548.

Guerrin F., Paillat J-M. (éditeurs scientifiques), 2003. Modélisation des flux de biomasse et des transferts de fertilité - cas de la gestion des effluents d'élevage à l'île de la Réunion. Restitution des travaux de l'Atp 60/99. Actes du séminaire des 19-20 juin 2002, Montpellier, France. Cirad, Colloques, Cédérom

INSEE, 2021. L'essentiel sur la Réunion, chiffres-clés.

[Consulté le 19/04/2021].

URL : [https://www.insee.fr/fr/statistiques/4482473#:~:text=March%C3%A9%20du%20travail-.D%C3%A9mographie,\(%2B%200%2C4%20%25\)](https://www.insee.fr/fr/statistiques/4482473#:~:text=March%C3%A9%20du%20travail-.D%C3%A9mographie,(%2B%200%2C4%20%25))

Lardon S., Maurel P., Piveteau V., 2001. Représentations spatiales et développement territorial.

Marcellin M., 2020. Caractérisation des bassins producteurs et des systèmes de production maraichers sur l'île de la Réunion. Montpellier, France : AgroParisTech, Centre de Montpellier, 154 p. Ingénieur en horticulture et paysage (GEEFT).

Marzin J., Fréguin-Gresh S., Angeon V., et al., 2021. Étude sur les freins et leviers à l'autosuffisance alimentaire : vers de nouveaux modèles agricoles dans les départements et régions d'outre-mer, Version finale, CIRAD, AFD, 22/03/2021, Montpellier, Capesterre-Belle-Eau, Petit Bourg, Kourou, Saint-Pierre

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2021. Entre mer et volcans La Réunion, une île de grande tradition agricole.

[Consulté le 19/04/2021]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/entre-mer-et-volcans-la-reunion-une-ile-de-grande-tradition-agricole>

ODEADOM, 2018. Couverture des besoins alimentaires dans les DOM. 12 p.

ODEADOM, 2020a. Lettre Océane. La lettre de l'ODEADOM, n° 23. 4 p.

ODEADOM, 2020b. Les soutiens à l'agriculture ultramarine. Bilan 2019. 2 p.

Paillat-Jarousseau H., 1999. Changement et continuité dans l'appropriation de l'espace et les représentations de la terre. De la plantation à l'agriculture familiale à l'île de La Réunion. *Ruralia*, 5 : 12 p.

Paillat et al., 2015. La co-construction de filières de recyclage de résidus organiques à la Réunion. *Innovations Agronomiques*, 43. 161-175.

Piccin L., Cerdan C., Delfosse C., Danflous J-P., 2019. Un acteur incontournable de l'approvisionnement en fruits et légumes à La Réunion : les *bazardi*ers de 1848 à aujourd'hui. *Géocarrefour*, 93 (2), 18 p.

Saint Macary et al., 2003. Systèmes de culture de la Réunion. Typologie, spatialisation et éléments pour un référentiel. In : Modélisation des flux de biomasse et des transferts de fertilité : cas de la gestion des effluents d'élevage à l'île de la Réunion. Actes du séminaire, 19-20 juin 2002, Montpellier, France. Restitution des travaux de l'ATP 99/60. Guerrin François (ed.), Paillat Jean-Marie (ed.). CIRAD.

Montpellier : CIRAD ISBN 2-87614-543-X Séminaire de l'ATP 99/60, Montpellier, France, 19 Juin 2002/20 Juin 2002.

Sarrazin F., 2016. La construction sociale des bassins de production agricole : Entre facteurs de coordination et liens de coopération. Versailles, France : Éditions Quæ.

Sebillotte M., 1990. Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes. In : L. Combe et D. Picard coord., Les systèmes de culture. Inra, Versailles : 165-196.

Touré I., Bah A., D'Aquino P., Dia I., 2003. Cartes à dire d'experts, cartes à dire d'acteurs : vers une approche partagée des modèles de représentations spatiales d'espaces agropastoraux sahéliens. In : Organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux : actes du colloque international, 25 - 27 février 2003, Montpellier, France. Dugué Patrick (ed.), Jouve Philippe (ed.). CNEARC-UMR SAGERT, ENGREF, CIRAD. Montpellier : CIRAD, 1 Cd-Rom ISBN 2-9520603-0-4 Colloque international sur l'organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux, Montpellier, France, 25 Février 2003/27 Février 2003.

Annexes

Annexe 1 : Bilan des importations de produits agricoles 2011, 2019 et 2020 (source : DAAF, 2021)

Volume des importations de produits agricoles						
Produits importés	2011		2019		2020	
	Volumes (tonnes)	Taux de couverture	Volumes (tonnes)	Taux de couverture	Volumes (tonnes)	Taux de couverture
Légumes	13 324	71 %	17 056	67 %	18 508	65 %
Oignons	7 576		9 004		9 208	
Aulx	1 760		1 738		1 801	
Carottes	2 889		3 364		3 172	
Pommes de terre	788		2 284		3 662	
Autres légumes	311		666		665	
Riz	46 517	0 %	44 071	0 %	43 411	0 %
Riz décortiqué	19 930		12 017		11 842	
Riz semi-blanchi	2		85		101	
Riz blanchi	26 585		31 969		31 468	
Fruits	16 226	71 %	19 945	59 %	22 243	56 %
Pommes	5 194		4 643		4 995	
Poires	1 490		1 528		1 637	
Agrumes	6 750		9 325		11 053	
<i>dont oranges</i>	3 919		4 018		4 743	
Prunes	303		357		458	
Raisins	1 239		1 642		1 818	
Kiwis	524		764		802	
Pêches et brugnonns	476		1 052		844	
Autres fruits	250		634		636	
Bœuf	3 503	29 %	4 520	22 %	4 522	24 %
Viande bovine fraîche	1 536		1 511		1 628	
Viande bovine congelée	1 966		2 995		2 879	
Viande bovine salée, séchée ou fumée	1		13		15	
Porc	11 933	46 %	11 456	46 %	10 719	46 %
Viande porcine fraîche	53		26		133	
Viande porcine congelée	11 190		10 428		9 578	
Viande porcine salée ou en saumure	139		123		89	
Viande porcine séchée ou fumée	552		879		919	
Ovins - caprins	1 752	7 %	1 783	7 %	1 726	7 %
Viandes caprines fraîches ou réfrigérées	66		87		96	
Viandes caprines congelées	646		554		493	
Viandes ovines fraîches ou réfrigérées	198		342		379	
Viandes ovines congelées	842		801		758	
Volaille	16 499	42 %	21 543	42 %	20 508	44 %
Carcasses de poulets	2 005		2 063		1 374	
Découpes de poulets	12 745		16 611		16 177	
<i>Dont cuisses de poulet congelées</i>	6 547		8 054		7 520	
Viandes de poulets séchées, salées, fumées	51		132		173	
Carcasses et morceaux de dindes	942		1 418		1 349	
Carcasses et morceaux de canards	704		1 219		1 362	
Carcasses et morceaux de pintades	53		98		61	
Carcasses et morceaux d'oies	-		1		12	
Lapins	215	65 %	116	61 %	132	54 %

Source : Douanes - traitement DAAF

Annexe 2 : Aperçu de la base de données agronomique des principales cultures maraîchères et fruitières présentes à La Réunion, réalisée à partir de données secondaires puis complétées par des données d'entretien. Base de données réalisée à l'aide du logiciel excel.

Feuilles concernant les données de consommations en azote et en eau pour chaque culture.

code	culture	N_N1	N_N2	N_N3	N_N4	N_N5	N_N6	N_N7	N_N8	N_N9	N_N10
PERAME	avocat	120	240	480	720	960	1200	1200	1200	1200	1200
CITLIM	citron	60	60	240	240	360	360	600	600	600	600
COCNUC	coco	8,4	12,6	21	42	42	42	42	42	42	42
PSICAT	goyavier	11	16	25	36	49	54	54	54	54	54
LITCHI	litchi	50	80	140	210	230	380	470	570	670	920
DIMLON	longani	50	80	140	210	230	380	470	570	670	920
CITRET	mandarine	60	60	240	240	360	360	600	600	600	600
MANIND	mangue	150	150	225	225	240	240	240	300	300	360
CITSIN	orange	60	60	240	240	360	360	600	600	600	600
ACARUB	palmiste	25	31	34	37	37	37	37	37	37	37
CITMAX	pamplemousse	60	60	240	240	360	360	600	600	600	600
ANNSQA	pomme cannelle	100	150	200	250	300	400	400	400	400	400

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
code	culture	N_min	N_max	N_moy	besoin_H2O_min	besoin_H2O_max	besoin_H2O_moy	PLUV_min	PLUV_max	PLUV_moy	commentaire	
ALLSAT	ail			150	102	216						
ANACOS	ananas	150	300				80	1200	1500		2500 m3/ha/an	
PERAME	avocat				100	120					9000 à 12 000 m3/ha/an	
MUSPAR	banane	160	300		120	150		1500	2400		10000 m3/ha/an	200-250 kg/ha/an N
ACMOLE	brède mafane											
SOLMEL	bringelle			300			600					
BRADLE_I	brocoli			190			135					
DAUCAR	carotte	60	100	63	204	339	271,5				culture "été"	
DAUCAR	carotte	60	100	63	135	222	178,5				culture "hiver"	
BRADLE_B	chou fleur			160	86	130	108				culture "été"	
BRADLE_B	chou fleur			160	127	197	162				culture "hiver"	
SECEDU	chouchou			200	400	720	560					
OTLIM	citron				100	150					1900-2000 m3/ha/an	
CURMAX	citrouille, potiron, courge	80	140		70	90					culture hiver	
CURMAX	citrouille, potiron, courge	80	140		94	140	117				culture été	
CUCSAT	concombre	80	140		70	90	80				culture hiver	
CUCSAT	concombre	80	140		94	140					culture été	
CUCPEP	courgette	60	150	80	145	210						
FRAANA	framboise			100							6000-9000 m3/ha	
PASEDU	fruit de la passion	78	110								5000-8000 m3/ha/an	
PSICAT	goyavier							2000				
PHAVUL_gr	haricot à écosser			60	90	165	127,5				culture "hiver"	
PHAVUL_gr	haricot à écosser			60	137	250	193,5				culture "été"	
LITCHI	litchi						200					
DIMLON	longani						200					
OTRET	mandarine				100	150					1900-2000 m3/ha/an	
MANIND	mangue							100	500	2000	1500	2500 m3/ha/an
MANESC	manioc			100								
CUCMEL	melon			155	130	225						
ALLCEP	oignon	50	180	100	270	310					N: 150U fiche SUAD (2002)	
ALLFIS	oignon vert			100							1680m3/ha/cycle	
CITSIN	orange				100	150					1900-2000 m3/ha/an	
ACARUB	palmiste				125	160		1500	2000			
CITMAX	pamplemousse				100	150					1900-2000 m3/ha/an	
CARPAP	papaye				150	200		1500	2000		10 000m3 par hectare	
OTLAN	pastèque	80	140		412	470						
IPOBAT	patate douce	70	100		200	500					eau par cycle	
ALLPOR	poireau			130	100	200						
CAPCHI	piment			200			355					
CAPANIN	poivron			200			234					
SOLTUB	pomme de terre	130	160		80	130	105				culture hiver	N pour un rdmt de 30t/ha
SOLTUB	pomme de terre	130	160		130	200	165				culture été	N pour un rdmt de 30t/ha
LACSAT	salade latue			67	75	120	97,5				culture hiver	N: 100U fiche SUAD (2002)
LACSAT	salade latue			67	110	195	152,5				culture été	
COLESC	taro/songe	70	120	98	125	160		1500	2000			
SOLLYC	tomate	50	125	75	244	440					pc	fiche suad

Annexe 3 : Tableau synthétique des données secondaires principalement mobilisées dans la cartographie des zones de production maraîchères et fruitières

Nom de la source de données	Type de données	Organisme source	Date	Description	Variables mobilisées dans l'étude issue de la source	Niveau de fiabilité/utilité des données 1 : faible à 3 : forte
Carte d'occupation des sols de La Réunion (S. Dupuy)	Cartographique	CIRAD	2019	« Cartographie de l'occupation du sol fondée sur le prototype de chaine Moringa qui minimise les interactions avec les utilisateurs par l'automatisation des processus de traitement des images satellites » (Dupuy Stéphane, Gaetano Raffaele. 2019) Cette carte est disponible selon 3 niveaux de précision, du plus global et fiable au plus précis et moins fiable.	Niveau 2 : Arboriculture Culture sous serre ou ombrage Maraichage Niveau 3 : Ananas Autres cultures maraichères Culture sous serre ou ombrage Plantation de bananier Plantation de cocotier Verger agrume Verger de letchi ou longani Verger de manguier	1 : Surestimation des surfaces maraîchères et fruitières. Ne permet pas d'avoir des données fiables sur les surfaces et les localisations des parcelles maraîchères et fruitières
Carte pédologique de La Réunion (M. Raunet)	Cartographique	CIRAD	1988	Carte morphopédologique de La Réunion, identifiant les principaux types de sols présents sur l'île.	Variable principale de cette couche à retenir est la variable « SOL » : permet de se concentrer sur les principaux types de sol présents à La Réunion :	2 : Source de données ancienne mais peu de changement dans la pédologie

					Andique perhydrate Brun Brun andique Brun Cilaos Brun Salazie Ferrallitique Inculte Vertique	
Isohyètes des précipitations médianes annuelles (1986-2016)	Cartographique	CIRAD	2017	« Cette couche présente les isohyètes des hauteurs de pluies médians observées à La Réunion entre 1986 et 2016. 143 postes de mesures ont été utilisé sur la Réunion. La série la plus courte était composé de 13 ans de mesures. Les plus longues avaient 30 ans » (CIRAD)	Données médianes sur les précipitations	3
Courbes de niveaux à 100m	Cartographique	CIRAD		« Cette couche est une extraction des courbes de niveaux par pas de 100 m d'altitude » (CIRAD)	Courbe de niveau d'altitude 400, 600, 800 et 1000 m notamment.	3
Registre parcellaire graphique 2017	SIG	Agence de service et de paiement	2017	Carte issue des déclarations de surfaces par les agriculteurs afin d'obtenir les aides de la Politique	Répartition spatiale et superficie des surfaces en banane et en ananas	1 : données fiables pour la culture de la canne à sucre. Peu de surface déclarées en maraîchage et fruitier, sauf pour la

				Agricole Commune (PAC).		culture de la banane et de l'ananas
Carte des régions agricoles à La Réunion (Saint Macary <i>et al.</i>)	Cartographique	CIRAD	2002	Carte issue de l'étude : Systèmes de culture de la Réunion. Typologie, spatialisation et éléments pour un référentiel. 13 zones de production agricole identifiée (typologie des systèmes de culture). Permet d'avoir une répartition générale des cultures principales (ananas, tomate, letchi, banane, agrumes, chou chou, pdt, chou-fleur, oignon, haricot, tubercule).	Données des surfaces par culture au sein des zones agricoles et découpage des zones agricoles (géoréférencement de la carte issue de l'étude à l'aide de QGIS)	2 : étude datant d'une vingtaine d'année. A confronter à des données plus récentes pour valider ou invalider la répartition des cultures majoritaires au sein des zones agricoles.
Carte des grands quartiers des communes de La Réunion	Cartographique	Département de La Réunion	-	Délimitation des grands quartiers des communes de La Réunion	Délimitation des grands quartiers correspondant aux zones de production	3 : les limites des grands quartiers des communes n'ont pas changé
Carte des communes de La Réunion	Cartographique	Institut national de l'information géographique et forestière	2007	Délimitation des communes du département La Réunion	Délimitation des communes pour définir les bassins de production	3 : les limites des communes n'ont pas changé
Recensement agricole 2010	Données statistiques	Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation	2010	« Le recensement agricole est une opération	Surface par type de culture par commune.	2 : données datant de 10 ans,

				décennale européenne et obligatoire, qui a pour objectif d'actualiser les données sur l'agriculture française »	Données sur les surfaces fruitières et maraîchères. Données sur les surfaces par type de cultures maraîchères (légumes frais, légumes secs et tubercules)	catégories peu précises.
Carte des périmètres irrigués	Cartographie	SAPHIR	-	Représentation spatiale des périmètres irrigués à l'échelle de l'île	Utilisation des polygones des périmètres irrigués correspondant à des zones de production	3
Base d'Occupation des Sols	Cartographie	DAAF	2019	La BOS est la synthèse des surfaces agricoles utilisées disponibles à la DAAF, que ce soit les informations dont elle dispose en interne ou que ce soit celles mises à disposition par ses partenaires dans le cadre du projet COROSSOL.	Zones identifiées comme « vergers »	2 : seules les données sur les surfaces sont utilisables, les autres catégories étant peu précises (« canne à sucre », « élevage », « autres »).Car
Répartition des vergers d'agrumes de La Réunion (V. Ravigné <i>et al.</i>)	Cartographie	CIRAD	2021	Carte réalisée dans le cadre de l'étude du HLB touchant les vergers d'agrumes à La Réunion. Parcelles identifiées par suivi des producteurs et observations terrain.	Répartition spatiale des vergers d'agrumes par commune	3

Annexe 4 : Tableau récapitulatif des entretiens réalisés auprès des experts

Code de l'entretien	Fonction	Date	Zone d'étude/périmètre d'intervention
E.1	Directeur du Marché de Gros de Saint Pierre	06/07/2021	Sud de l'île principalement
E.2	Ancien conseiller en maraîchage de la Chambre d'Agriculture, secteur Sud. Conseiller maraîchage	05/07/2021	Petite-Ile, Le Tampon, Saint-Pierre.
E.3	Conseiller en maraîchage de la Chambre d'Agriculture, secteur Ouest	15/07/2021	La Possession à Saint- Louis
E.4	Conseiller en maraîchage de la Chambre d'Agriculture, secteur Est	08/07/2021	Saint-Denis à Saint-Philippe
E.5	Responsable des conseillers en maraîchage de la Chambre d'Agriculture	08/07/2021	Ensemble de l'île
E.6	Conseiller en arboriculture de la Chambre d'Agriculture, secteur Ouest	21/07/2021	La Possession à Saint-Louis
E.7	Conseiller en arboriculture de la Chambre d'Agriculture, secteur Sud	18/08/2021	Saint-Louis à Saint-Philippe

Annexe 5 : Tableau récapitulatif des ratios de pondération des surfaces dans le calcul des estimations de consommations en eau et en azote pour le maraîchage. Données issues du recensement agricole 2010

Commune	BP	Surface tubercules	Surface légumes frais	Surface légumes secs	Surface totale maraîchage	Ratio tubercules	Ratio légumes frais	Ration légumes secs
Les Aviron	Ouest	4	18	0,2	22,2	0,18	0,81	0,01
Entre-Deux	Sud	0	44	0,4	44,4	0,00	0,991	0,009
Étang-Sale	Ouest	2	27	NA	28,2	0,07	0,96	0,0
Petite -le	Sud	24	87	NA	111,0	0,22	0,78	0,0
La Possession	Ouest	2	35	0	37,9	0,05	0,92	0,0
Saint-Joseph	Sud	20	107	NA	126,8	0,16	0,84	0,0
Saint-Leu	Ouest	4	93	0	96,6	0,04	0,96	0,0
Saint-Louis	Ouest	3	59	NA	61,3	0,05	0,96	0,0
Saint-Paul	Ouest	9	117	1	126,9	0,07	0,92	0,0

Saint-Pierre	Sud	8	107	0,6	115,6	0,069	0,926	0,005
Salazie	Salazie	1	191	NA	191,9	0,005	0,995	0,0
Le Tampon	Sud	179	377	1	556,6	0,322	0,677	0,002
Trois Bassins	Ouest	1	11	NA	12,5	0,08	0,88	0,0
Cilaos	Cilaos	1	32	16	55,3	0,02	0,58	0,3

Annexe 6 : Les zones de production maraîchères du bassin Sud

Zones	Commune	Cultures principales	Surface maraîchage (en ha) <i>Source RA 2010</i>
Pierrefonds	Saint Pierre	Piment, grain, oignon vert	116
Ravine des Cabris		Tomate, grains	
Mont Vert les Hauts		Songe, patate douce	
Mont Vert les Bas		Piment, grain, songe, patate douce	
Grand-Petit Tampon	Le Tampon	Chou, pomme de terre, carotte, tomate	557
Grande Ferme		Pomme de terre, fraise	
Notre Dame de la Paix		Pomme de terre	
Tampon ouest (Trois Mares, Bras, Pontho)		Chou, pomme de terre, carotte, tomate	
La Plaine des Cafres (dont Piton Hyacinthe)		Fraise, chou, pomme de terre, carotte, tomate, poireau, courgette	
Zone des Bas	Petite- Ile	Carotte, pomme de terre, tomate, chou, patate douce	111
Zone des Hauts		Ail, oignon, gingembre, manioc, salade	
Zone des Bas	Entre-Deux	Grains, gros piment, tomate, pastèque	44,4
Grand Coude	Saint-Joseph	Tubercules (songe, patate douce), curcuma	127
La Plaine des Grègues		Tomate, tubercules (songe, patate douce)	
Vincendo		Tomate, tubercules (songe, patate douce)	
Jean Petit		Tomate, tubercules (songe, patate douce)	
Les Lianes		Songe, gingembre	

Annexe 7 : Les zones de production maraîchères du bassin Ouest

Zones	Commune	Cultures principales	Surface maraîchage (en ha) <i>A dire d'experts</i>
Dos d'Âne	La Possession	Salade, brèdes	20
Cambaie- Étang	Saint-Paul	Tomate, citrouille, Piment, oignon vert	30
Antenne 4		Tomate (p.c), citrouille, aubergine, oignon	20
Zone 400-700m d'altitude		Aubergine, oignon, tomate, gros piment, concombre, haricot	40
Zone 600-1000m d'altitude	Saint Paul	Chou, pdt, salade/brèdes, artichaut, piment, carotte	30
Zone 600-1000m d'altitude	Trois Bassins		
La Chaloupe Saint Leu	Saint-Leu		
Les Makes Le Tapage	Saint-Louis		
Le Plate	Saint-Leu	Artichaut Cultures secondaires : concombre, courgette, chou	10
Piton Saint Leu		Oignon, ail Cultures secondaires : tomate, cucurbitacées, aubergine	30
Plaine du Gol Le Gol les Hauts Bellevue Maison Rouge	Saint-Louis	Aubergine, oignon, tomate, gros piment, concombre, haricot	30
Bois de Nèfles Coco		Oignon vert, haricot, songe, pdt, oignon, salade	10
Zone des Bas	Trois Bassins	Aubergine, oignon, tomate, gros piment, concombre, haricot	4
Zone des Bas	Les Avirons	Tomate, piment, pastèque, oignon, aubergine	15
Les Sables	Etang-Salé	Tomate, piment, pastèque, oignon, aubergine	30

Annexe 8 : Les zones de production maraîchères du bassin Est

Zones	Commune	Cultures principales	Surface maraîchage plein champ (en ha) <i>A dire d'experts</i>	Surface maraîchage sous serre (en m ²) <i>A dire d'experts</i>
La Bretagne/La Montagne	Saint-Denis	Salade, brèdes, aromates	40	
Saint-Denis		Salade, brèdes, aubergine, tomate h.s		7000
Sainte-Marie	Sainte-Marie	Tomate h.s, gros piment h.s, fraise (4000 m2)		5360
Sainte-Suzanne	Sainte-Suzanne	Chouchou (sur treille), cultures vivrières (manioc, patate douce, safran, gingembre)	20	
		Chouchou (sur treille), cultures vivrières (manioc, patate douce, safran, gingembre)		17000
Saint-André	Saint-André	Salade, brèdes, aromates	8	
		Tomate, melon, concombre, poivron, mini concombre, tomate cerise		12370
Bras Panon	Bras Panon	Salade, brèdes, aromates	7	
Saint-Benoît centre	Saint-Benoît	Petit piment (pleine terre), tomate, melon, concombre		10962
Sainte-Anne		Tomate, concombre, poivron, melon		23869
Sainte-Rose	Sainte-Rose	Tomate (essentiellement) Melon, concombre		11740
La Plaine des Palmistes	La Plaine des Palmistes	Salade, brèdes (1400 m2)		1300
		Fraise (4860 m2)		4000
		Salade pleine terre (300 m2)		300

Annexe 9 : Les zones de production maraîchères du bassin Cilaos

Zones	Commune	Cultures principales	Surface maraîchage (en ha) <i>A dire d'experts</i>
Village – Bras Sec	Cilaos	Lentille, ail	10
Ilet à Cordes		Lentille, ail	40
Palmiste Rouge		Lentille, ail Cultures secondaires : chou, courgette, tomate, haricot)	4

Annexe 10 : Les zones de production maraîchères du bassin Salazie

Zones	Commune	Cultures principales	Surface maraîchage (en ha) <i>A dire d'experts</i>	Surface maraîchage sous serre (en m²) <i>A dire d'experts</i>
Salazie	Salazie	Tomate, concombre, fraise		57800
		Chouchou	60	
		Cucurbitacées (concombre, citrouille, courgette)	146	

Annexe 11 : Les bassins de production maraîchers

Bassin de production	Critère pédoclimatique	Critère agronomique	Diversité des cultures	Communes concernées
Ouest	« Côte sous le vent » Pluviométrie faible, en moyenne moins de 1000 mm par an Zones agricoles < 1000 m d'altitude essentiellement	Maraîchage plein champ essentiellement Diversification de la canne à sucre Petites surfaces en maraîchage (0,5 à 1,5 ha en moyenne) Périmètres irrigués Mécanisation Eau : facteur limitant dans les « Hauts »	Essentiellement des légumes fruits et petite production de légumes feuilles	De La Possession à l'Étang Salé
Sud	Sol volcanique Pluviométrie : 1500 mm en moyenne par an Zones agricoles < 1000 m d'altitude essentiellement	« Berceau du maraîchage » Maraîchage plein champ essentiellement Exploitations maraîchères, peu de diversification Surfaces maraîchères > 1 ha	Légumes fruits, légumes feuilles, tubercules et grains	Saint-Pierre, Le Tampon, Entre-Deux, Petite-Ile, Saint-Joseph
Est	« Côte au vent » Pluviométrie élevée, environ 3000 mm par an. Zones agricoles < 600 m d'altitude essentiellement	Culture sous serre majoritairement Un peu de maraîchage plein champ Diversification de la canne à sucre, de l'élevage et de l'arboriculture	Légumes fruits, gamme de légumes se cultivant sous serre	De Saint-Denis à Saint-Philippe
Cilaos	Pluviométrie moyenne par an de 1500 mm	Professionnalisation du maraîchage	Bassin de production de la lentille et de l'ail plus récemment	Cilaos
Salazie	Pluviométrie moyenne de 2000-2500 mm par an	Maraîchage plein champ et sous serre	Bassin de production du chou chou et autres cucurbitacées	Salazie

Annexe 12 : Les zones de production fruitière du bassin Est

Commune	Cultures principales	Surface (en ha)	Cultures secondaires	Surface (en ha)
Saint Denis Zone : Bois de Nèfles, Sainte-Clotilde	Ananas	40		
Sainte-Marie	Letchi	46		
Sainte-Suzanne	Letchi	18		
Salazie	Agrumes Banane	37,7 16		
Saint-André	Banane Letchi	22 16		
Bras Panon	Letchi	25		
Saint-Benoît	Letchi	267	Ananas Agrumes Banane	82 19,71 31,6
Sainte--Rose	Letchi Banane	91 74		
Saint-Philippe	Letchi	15	Banane	5
Saint-Joseph	Banane Letchi	63 58	Agrumes	27

Annexe 13 : Les zones de production fruitière du bassin Ouest

Commune	Cultures principales	Surface (en ha)	Cultures secondaires	Surface (en ha)
Le Port	Mangue	15		
Saint-Paul	Mangue	240	Agrumes Ananas	52,8 26
Trois Bassins	Mangue	3		
Saint-Leu	Mangue	23	Autres cultures fruitières	36
Les Avirons	Mangue Banane	8 7		
Saint-Louis	Ananas Letchi Mangue	31,6 27 20	Agrumes	7,75
Entre-Deux	Letchi Banane	6 7,75		

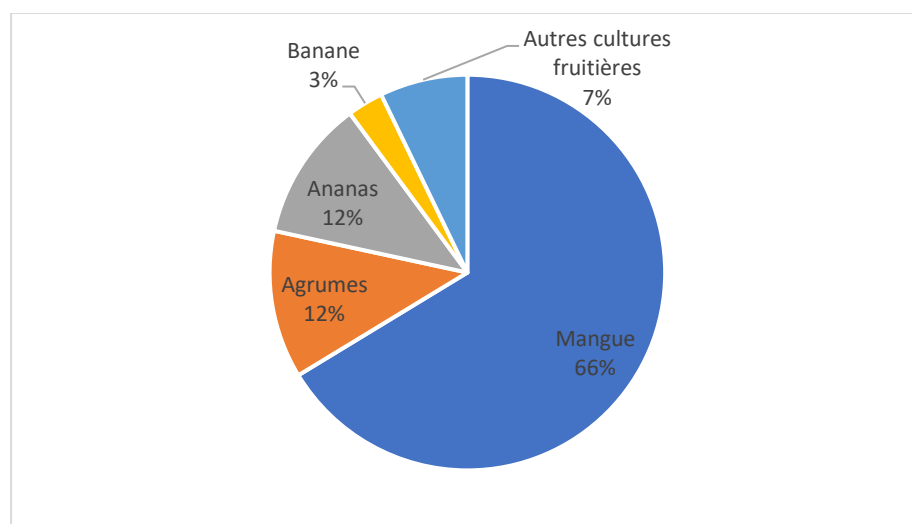
Annexe 14 : Les zones de production du bassin Sud

Commune	Cultures principales	Surface (en ha)	Cultures secondaires	Surface (en ha)
Saint-Pierre	Mangue Ananas Banane Agrumes	57 32 36 29		
Le Tampon	Ananas	83	Agrumes	44
Petite-Ile	Agrumes	37,5		

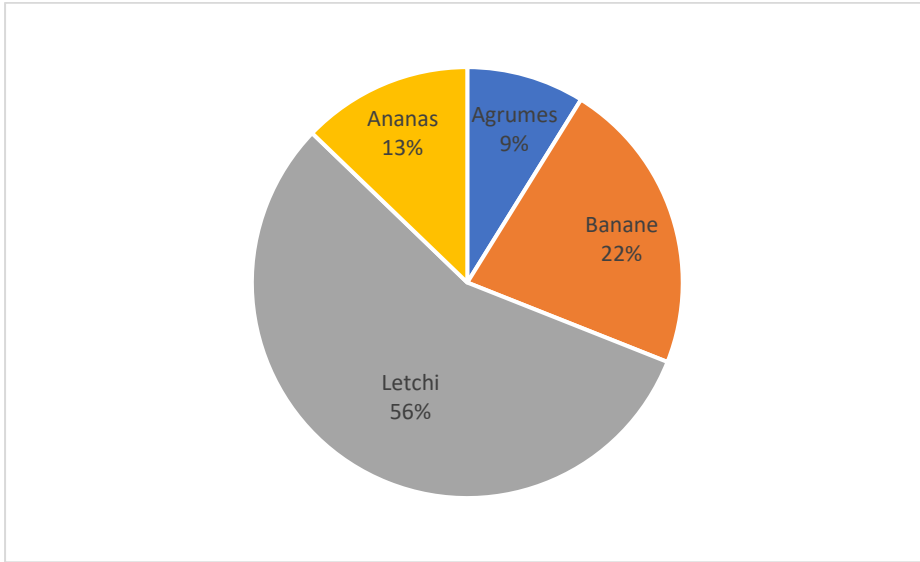
Annexe 15 : Bassins de production fruitiers

Bassins de production fruitiers	Critère pédoclimatique	Critère agronomique	Diversité des cultures	Communes concernées
Ouest	« Côte sous le vent » Pluviométrie faible, en moyenne moins de 1000 mm par an	Dominance de la culture de la mangue	De plus en plus de cultures de diversification (papaye, pitaya, fruit de la passion, ananas)	La Possession, Le Port, Saint-Paul, Trois Bassins, Saint-Leu, Les Aviron, L'Étang-Salé, Saint-Louis, l'Entre-Deux
Sud	Sol volcanique Pluviométrie : 1500 mm en moyenne par an	Agrumes et ananas dominants	Beaucoup plus de diversité au niveau des cultures fruitières dans le sud en termes de surface	Saint-Pierre, Le Tampon, Petite-Ile
La Plaine des Palmistes	Pluviométrie élevée, environ 3000 mm par an.	Seule zone où il est encore autorisé d'implanter du goyavier. En fait donc son bassin de production	-	La Plaine des Palmistes
Est	« Côte au vent » Pluviométrie élevée, environ 3000 mm par an.	Dominance de la culture du letchi	Implantation de l'ananas, de la banane et d'agrumes	Saint-Joseph, Saint-Philippe, Sainte-Rose, Saint-Benoît, Bras Panon, Salazie, Saint-André, Sainte-Suzanne, Sainte-Marie, Saint-Denis

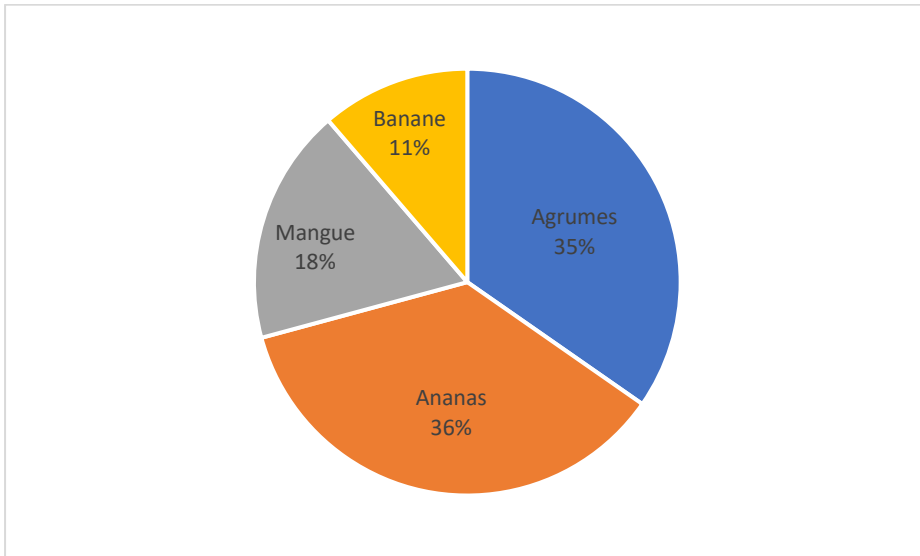
Annexe 16 : Répartition des cultures fruitières en fonction des surfaces au sein des bassins de production fruitier (source : auteur)



Bassin de production fruitier Ouest

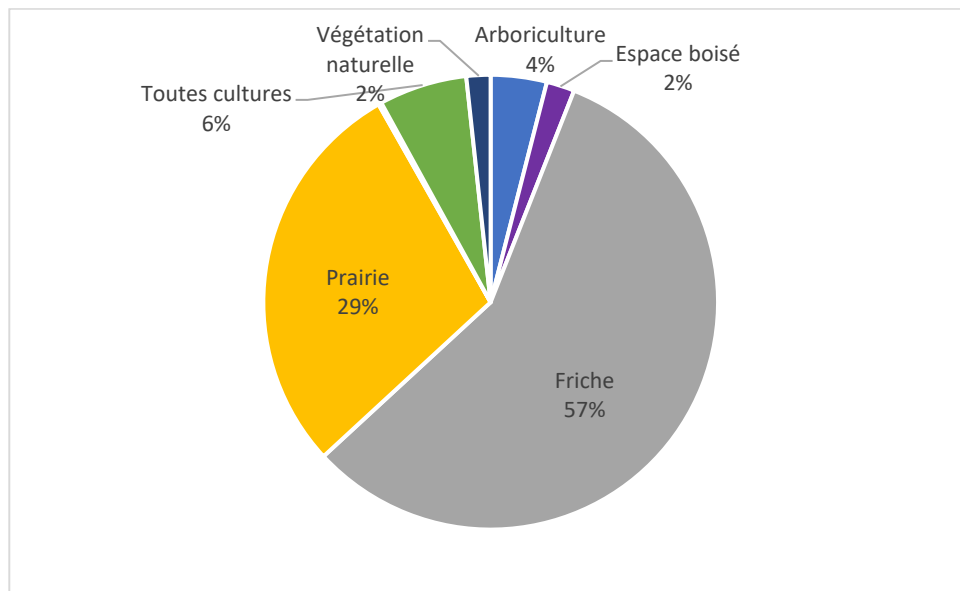


Bassin de production fruitier Est

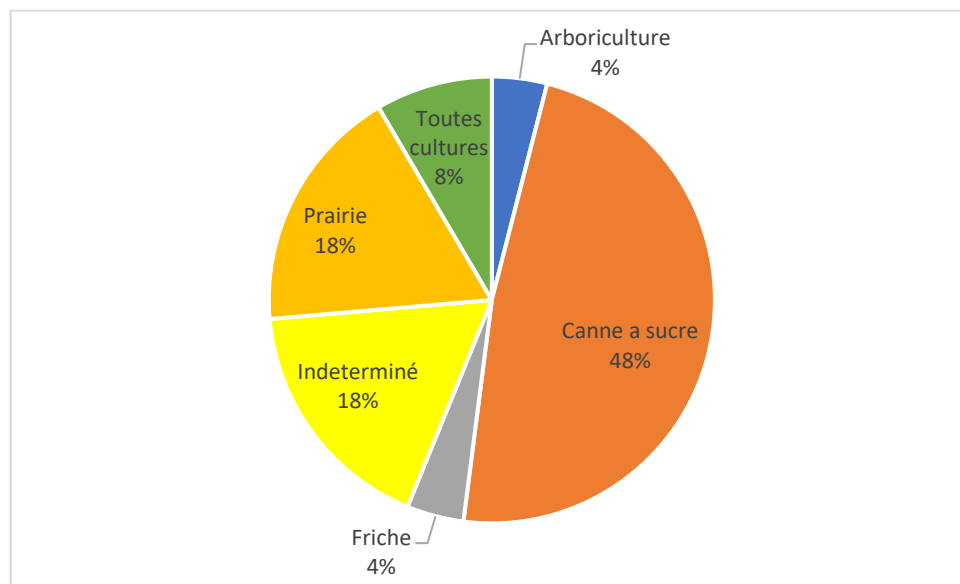


Bassin de production fruitier Sud

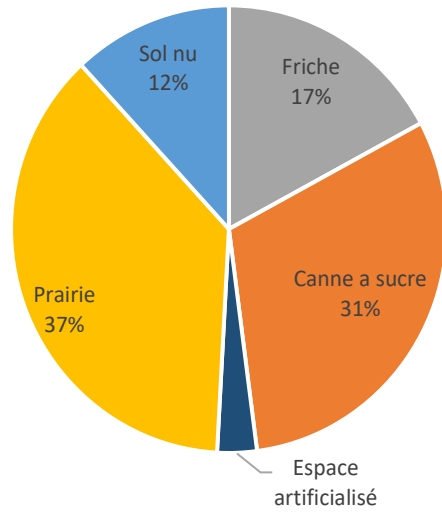
Annexe 17 : Répartition des types de culture en termes de surface entraînant le plus de confusion avec le maraîchage par bassin de production (source : auteur)



Bassin de production maraîcher Sud

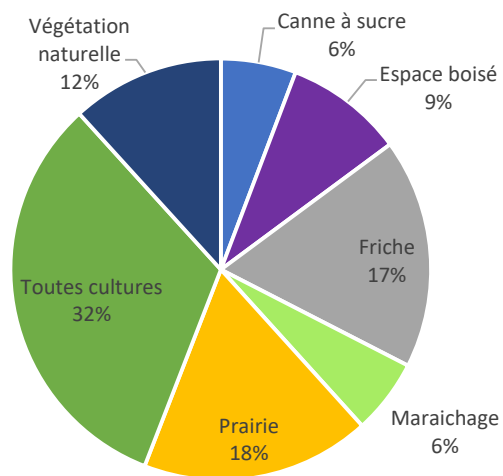


Bassin de production maraîcher Ouest

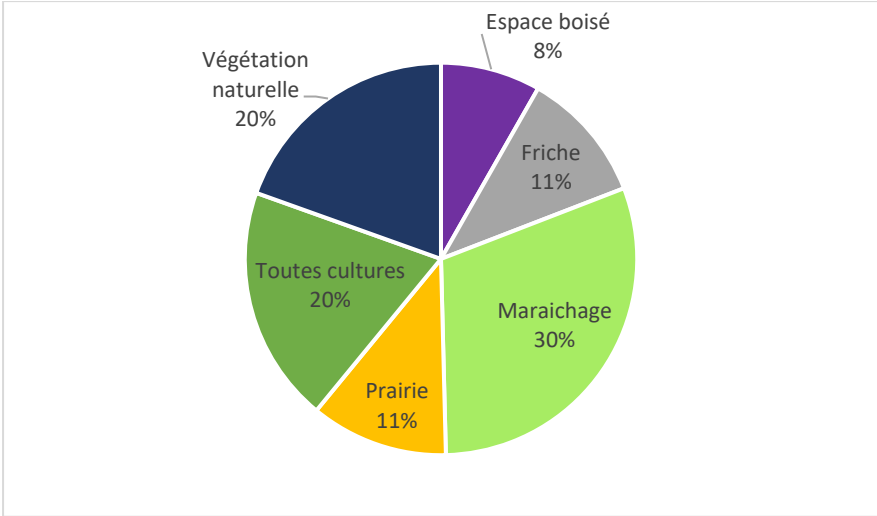


Bassin de production maraîcher Est

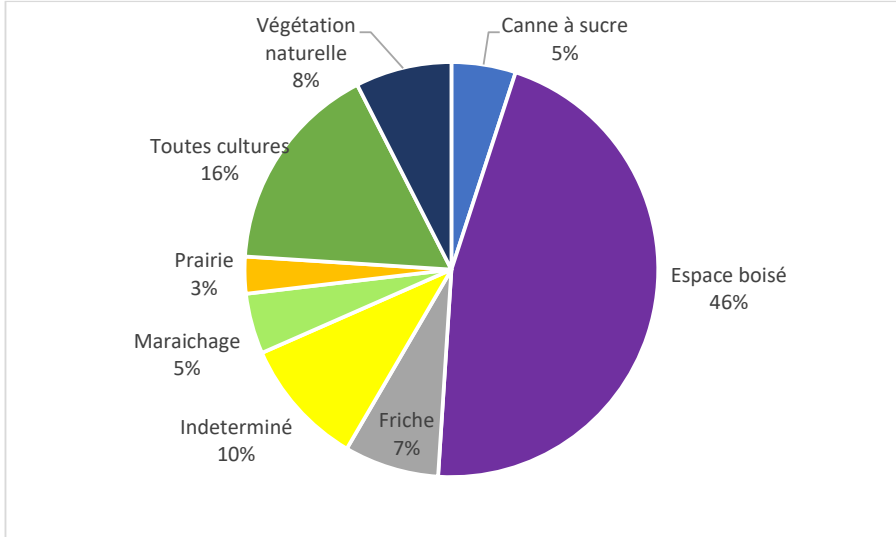
Annexe 18 : Répartition des types de culture en termes de surface entrainant le plus de confusion avec l'arboriculture par bassin de production (source : auteur)



Bassin de production fruitier Sud



Bassin de production fruitier Ouest



Bassin de production fruitier Est