



HAL
open science

Le zonage agroécologique aux Antilles françaises : un outil de définition du potentiel agricole et d'aide à la décision en matière d'amélioration des choix de production.

Murielle Mantran, Maël Lucien-Brun, Valérie Angeon

► To cite this version:

Murielle Mantran, Maël Lucien-Brun, Valérie Angeon. Le zonage agroécologique aux Antilles françaises : un outil de définition du potentiel agricole et d'aide à la décision en matière d'amélioration des choix de production.. 2017. hal-01525376

HAL Id: hal-01525376

<https://hal.science/hal-01525376>

Preprint submitted on 20 May 2017

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

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

Le zonage agroécologique aux Antilles françaises : un outil de définition du potentiel agricole et d'aide à la décision en matière d'amélioration des choix de production.

Agroecological zoning in the French West Indies: a definition tool agricultural potential and production choices improvement.

Murielle MANTRAN*, Maël LUCIEN-BRUN**, Valérie ANGEON***

*Université des Antilles, CEREGMIA, Campus Fouillole, BP 592, 97157 Pointe-à-Pitre Cedex, Doctorante, murielle.mantran@geomatik-karaib.fr

**ISTOM, Ingénieur agro-développement international, maellub@gmail.com

***Université des Antilles, CEREGMIA, Campus Schœlcher, BP 7209, 97275 Schœlcher Cedex, Maître de conférences, valerie.angeon@martinique.univ-ag.fr

Résumé : Les découpages en Petites Régions Agricoles des Antilles françaises, définis dans les années 1980, servent encore aujourd'hui de référence pour spatialiser et analyser les données du Recensement Général Agricole. Ces zonages, essentiellement basés sur l'occupation du sol ne rendent plus compte de la réalité du terrain. La localisation des productions agricoles ayant évolué, la question de l'opérationnalité de ces découpages se pose aujourd'hui. Face à ce constat, il est nécessaire de se baser sur un nouveau zonage défini selon des critères naturels stables : le Zonage AgroEcologique. Une proposition en est faite dans cet article. Elle est élaborée sous SIG (Système d'Information Géographique) employant une superposition de couches d'informations géographiques multicritères et multiscalaires. Ce travail d'analyse, de conception et de réalisation technique a abouti à un découpage en 23 zones agroécologiques pour la Guadeloupe et 19 pour la Martinique. La confrontation des données déclaratives à ce zonage a permis de proposer une image de l'agriculture dans chacune des zones. Ce nouveau découpage, outil de définition du potentiel agricole et d'amélioration du choix de productions, facilitera la conception de projets de développement agricole plus cohérents aux regards des potentialités agroécologiques des territoires.

Mots-clés : Agriculture, Analyse spatiale, Cartographie, Données géographiques, Multi-scalaire, SIG.

Abstract: Division of the French Antilles into small agriculture regions established in the 1980's still serves today as a reference to analyze spatial aspects and to evaluate General

Agriculture Census data. These agriculture zones were largely based on land occupation and use, but these divisions no longer reflect current field reality. Agriculture production has spatially evolved bringing into question the operational capability of division zoning since 1980. In view of this situation, it is necessary to develop more accurate zoning divisions or regions based on stable natural criteria: Agro-ecological zoning. This zoning was chosen and developed by using GIS-based analysis of available data and a common zoning methodology using overlay sheets to apply multiple geographic factors and multi-scale criteria. Application of this analysis, led to divisions into 23 agro-ecological zones of Guadeloupe and into 19 agro-ecological zones of Martinique. Each division described accurately as constituting the new zoning criteria. These new divisions highlight values of interest such as strength and sustainability, but it is only the first step and the findings should be compared again to available data and to field conditions to verify its validity. Finally, Agro-ecological applied methodology will improve collation of agricultural data in time and space which it will facilitate the design of projects for agricultural development more consistent with the Agro-ecological potential of the areas.

Keys words: Agriculture, Spatial analysis, cartography, geographical data, multi-scalar, GIS.

Remerciements

Ce travail a été financé par l'Agence Nationale de la Recherche et réalisé dans le cadre du programme de recherche Agrobiosphère, projet GAIA-TROP sur la viabilité et la Gouvernance des Agrosystèmes Insulaires TROPicaux. Maël Lucien-Brun a été accueilli et financé par le centre INRA Antilles-Guyane dans le cadre de son stage de fin d'étude. Les auteurs souhaitent également remercier les relecteurs qui ont participé à la correction de ce présent article.

Introduction

L'application du modèle productiviste en agriculture a permis le développement de techniques modernes permettant d'augmenter les rendements de manière significative. Seulement, cela n'a pas été sans conséquence sur l'environnement puisque cette pratique de l'agriculture a nécessité un certain nombre d'intrants pour limiter l'impact potentiel du milieu naturel sur la production agricole. Depuis le début de la décennie 2010, un nouveau tournant, centré sur des préoccupations agroécologiques, a émergé. La *FAO*¹ exhorte à une agriculture intelligente

¹ *Food and Agriculture Organization*

(FAO, 2010) et le Ministère français en charge de l'agriculture invite à "*produire autrement*" (Guillou *et al.*, 2014). Cela fait écho à la mise en œuvre du principe d'une agriculture doublement performante (Guillou *et al.*, 2013) qui vise à orienter les productions dans le respect du milieu naturel, en mobilisant ses potentialités tout en tenant compte de ses contraintes. Dès lors, pour effectuer une planification optimale de l'utilisation des terres dédiées à l'agriculture sur un territoire, il convient de se référer à un zonage agroécologique défini par la FAO comme étant "*la division d'une étendue de terres en unités plus petites, possédant des caractéristiques homogènes quant à leur aptitude et potentialité de production et d'impact environnemental*" (FAO, 1997). Ce zonage s'appuie sur la spécification de zones agroécologiques : "*unités cartographiques de ressources en terres, définies en termes de climat, de géomorphologie et de sols et/ou du couvert végétal et possédant un éventail spécifique de potentiels et de contraintes pour l'utilisation des terres*". (FAO, 1997). Nous nous proposons de construire un tel zonage pour les Antilles françaises (Guadeloupe et Martinique), pour répondre aux lacunes des Zonages en Petites Régions Agricole (Mantran, en cours de publication). Les Antilles Françaises ont une diversité naturelle (24 unités paysagères pour la Guadeloupe contre 27 pour la Martinique sont dénombrées dans les atlas des paysages²) et une diversité productive (plus de 60 productions selon les chambres d'agriculture) importantes sur des superficies réduites. La diversité naturelle se traduit par l'existence d'une multitude de milieux qui se distinguent et créent des ruptures visuelles structurantes dans le paysage. Elle peut s'expliquer en partie, en termes de conformation morphologique, par le processus de mise en place géologique des îles, qui s'est opéré par étapes successives pour aboutir à la configuration actuelle. La géomorphologie, associée à la pluviométrie, conditionne la pédologie d'un territoire. Cette diversité naturelle et productive est prise en compte dans la délimitation des Petites Régions Agricoles (PRA) opérée par les services déconcentrés du Ministère en charge de l'agriculture (DAAF³). Ces PRA ont été définies dans les années 80. Elles correspondent à un sous-zonage des Régions Agricoles qui considère essentiellement la dominante productive et l'occupation agricole du sol comme critère de détermination. Ce découpage est aujourd'hui clairement remis en cause (Mantran, en cours de publication).

D'une part, nous avons une diversité naturelle des milieux et d'autre part, des exigences des cultures (pédologiques, climatiques) : c'est l'adéquation entre les exigences et les potentialités

² Atlas des paysages de la Guadeloupe : <http://www.paysagesdeguadeloupe.com/> et Atlas des paysages de la Martinique : <http://atlas-paysages.pnr-martinique.com/>

³ Direction de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Forêt

qui va rendre la possibilité de cultiver certaines productions ou pas dans une zone donnée. Ces productions ont certes des exigences agronomiques spécifiques et différentes mais elles ont aussi des exigences pédoclimatiques. Afin de prendre en compte ces diversités naturelles, nous proposons une rupture dans la définition du zonage agricole existant et proposons la construction d'un nouveau zonage nommé : le Zonage AgroEcologique (ZAE) pour la Guadeloupe et de la Martinique, lequel sera un outil de définition du potentiel agricole et d'amélioration des choix de production par les agriculteurs selon la zone agroécologique. Dans un premier temps, nous présentons ce zonage agroécologique. Dans un deuxième temps, nous le confrontons à des données agricoles afin de - caractériser la capacité productive des zones agroécologiques définies. Le ZAE retranscrit les potentialités du milieu naturel. Plusieurs territoires ont déjà été redéfinis sur cette base, c'est le cas dans plusieurs pays africains : Maroc (El Ouali, 1994), Tunisie (Dahou, 2009), Algérie (Nedjraoui, 2003 ; Madani, 2008), Niger (Wata Sama , 2012 ; RECA, 2004), Cameroun (OMS, 2010), Burkina-Faso (Kagone, 2011), Madagascar (Rafaranivomihamina, 2004) ; mais aussi en Haïti (Mathieu, 2011) et au Brésil (Dandoy, 1982). Le ZAE correspond au découpage d'un territoire donné en plusieurs zones agroécologiques qui présentent une homogénéité du point de vue des caractéristiques naturelles du milieu. Il considère des critères pédoclimatiques : la géomorphologie, la pédologie, le climat (essentiellement la pluviométrie) et la végétation (Orange *et al.*, 2002). Chacun de ces critères possède des potentiels et des contraintes spécifiques quant à l'utilisation possible des terres (FAO, 1997). L'étude concerne les Antilles Françaises et apporte une plus-value méthodologique sur les autres ZAE déjà effectués dans plusieurs pays du monde cités plus haut. Il s'agit d'améliorer la méthodologie de construction d'un ZAE en prenant toujours en compte les critères de base des ZAE et en ajoutant des critères de contexte, qui différeront bien évidemment en fonction de la zone d'étude retenue.

L'application d'un ZAE aux Petites Antilles selon la méthode de la FAO

Le ZAE se construit à partir d'un recoupement d'informations géographiques et de données, que nous appellerons critères, peut être subdivisés en deux catégories : les critères de construction et les critères de contexte. Les critères de construction, suivant la définition admise (FAO, 1997), correspondent aux données pédoclimatiques et constituent la base d'un ZAE. Il s'agit de critères morphologiques, de critères pédoclimatiques (pluviométrie et pédologie) et de critères associés à la végétation (Formations végétales). Dans le cadre de cette étude, nous définissons les « critères de contexte », comme étant les singularités

naturelles des Antilles françaises avec la diversité paysagère (unités paysagères) ainsi que trois effets climatiques particuliers :

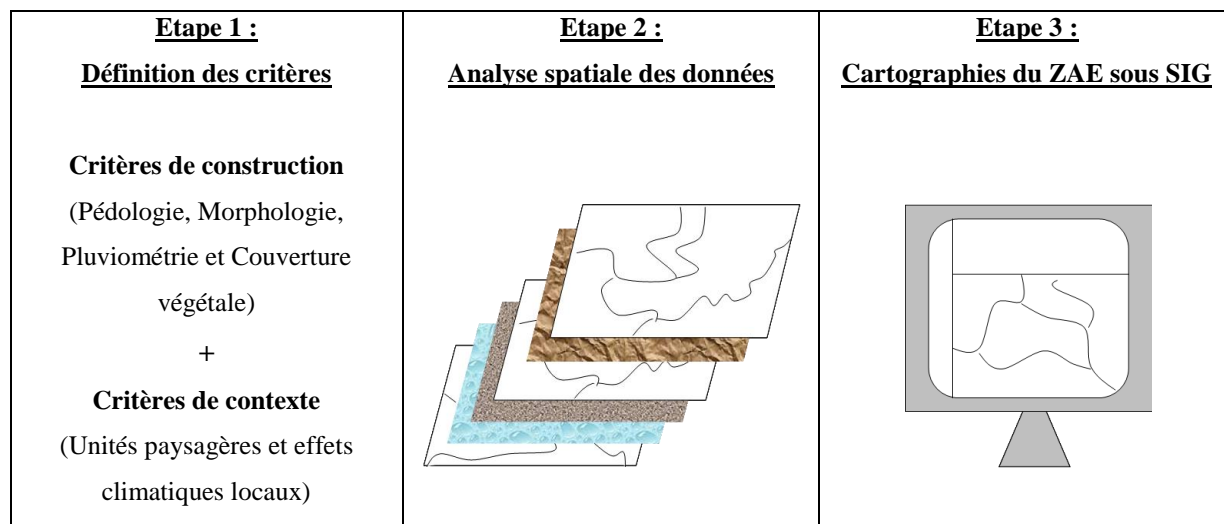
- l'effet de continentalité est un mécanisme de réchauffement des masses d'air humides au-dessus d'une terre émergée créant ainsi des nuages et entraînant des précipitations ;
- l'effet orographique aboutit au même résultat que l'effet de continentalité du fait de la contrainte physique. En effet, il contraint les masses d'air à s'élever car ces dernières viennent buter sur un haut relief puis à se refroidir en altitude avec une condensation de l'eau ayant pour conséquence des précipitations importantes ;
- l'effet de foehn est conséquent à l'effet orographique. Ayant perdu une grande partie de leur humidité, les masses d'air redescendent sur les pentes du versant « sous-le-vent » et l'air devient plus sec et plus chaud en perdant de l'altitude. Ainsi, une dualité marquée se forme entre le versant au-vent et le versant sous-le-vent qui se ressent dans les étagements de végétations naturelles. La ligne de crête est considérée comme étant la limite physique entre l'effet de Foehn et l'effet orographique.

Il est essentiel de les intégrer parmi les éléments constitutifs du ZAE car ils ont une influence sur les différents milieux de ces îles et participent, en grande partie, aux différentes ruptures paysagères singulières de ces territoires.

La construction du ZAE des Antilles Françaises⁴

La Guadeloupe et la Martinique, des îles très proches géographiquement, présentent beaucoup de similitudes. Elles font toutes les deux parties de l'espace national français, ont le statut de Département et Région d'Outre Mer (DROM) mais sont comme pour toute région administrées par des tutelles différentes. Ainsi, un même niveau d'information et d'investissement méthodologique sur les critères de construction des ZAE de Guadeloupe et de Martinique est central si l'on veut pouvoir effectuer des comparaisons. Chacun des critères, de construction et de contexte est associé à un type de données. Nous avons trois étapes à suivre : la définition des critères, l'analyse spatiale des couches d'informations et la digitalisation des zonages.

⁴ Atlas des paysages de la Guadeloupe : <http://www.paysagesdeguadeloupe.com/> et Atlas des paysages de la Martinique : <http://atlas-paysages.pnr-martinique.com/>



A chacun des critères de construction et de contexte est associé une ou plusieurs données spatiales pour lesquelles des informations descriptives sont parfois disponibles⁵. Une étape de simplification préalable des couches de données par agrégation des polygones aux caractéristiques proches. Ainsi, on obtient des zones plus cohérentes pour leur utilisation dans le ZAE. Les données des critères de construction agrégées permettent d'obtenir un premier zonage. Après superposition de couches de données correspondant aux critères de contexte, on obtient le ZAE. La digitalisation des zones s'effectue sous le logiciel Mapinfo professionnel© version 7.5. Les frontières de chaque zone agroécologique expriment la synthèse des critères de construction et de contexte. Elles correspondent soit à des éléments physiques (ligne de crête, limite d'un étage de végétation, morphologie particulière: mornes, piémonts,...) reconnaissables dans le paysage soit à des éléments cartographiques (courbe de niveau, limite de zones pédologiques, climatiques) ou à des éléments « imprécis ». Ces derniers correspondent à une limite diffuse dans le paysage ou se réfèrent à un élément non visible (zones pédologiques, climatiques, ...). Le ZAE peut être considéré comme un zonage « support » auquel des informations supplémentaires, appelées critères descriptifs (pente, vent et valeur agronomique des sols), peuvent être confrontées. Au regard de notre interrogation sur l'évolution de l'agriculture aux Antilles françaises, des données spatiales relatives aux spéculations produites (nature, volume, répartition) ont été introduites dans le ZAE. Ces données permettent d'évaluer la surface agricole utile (SAU) de chaque ZAE et sa diversité productive en 2009.

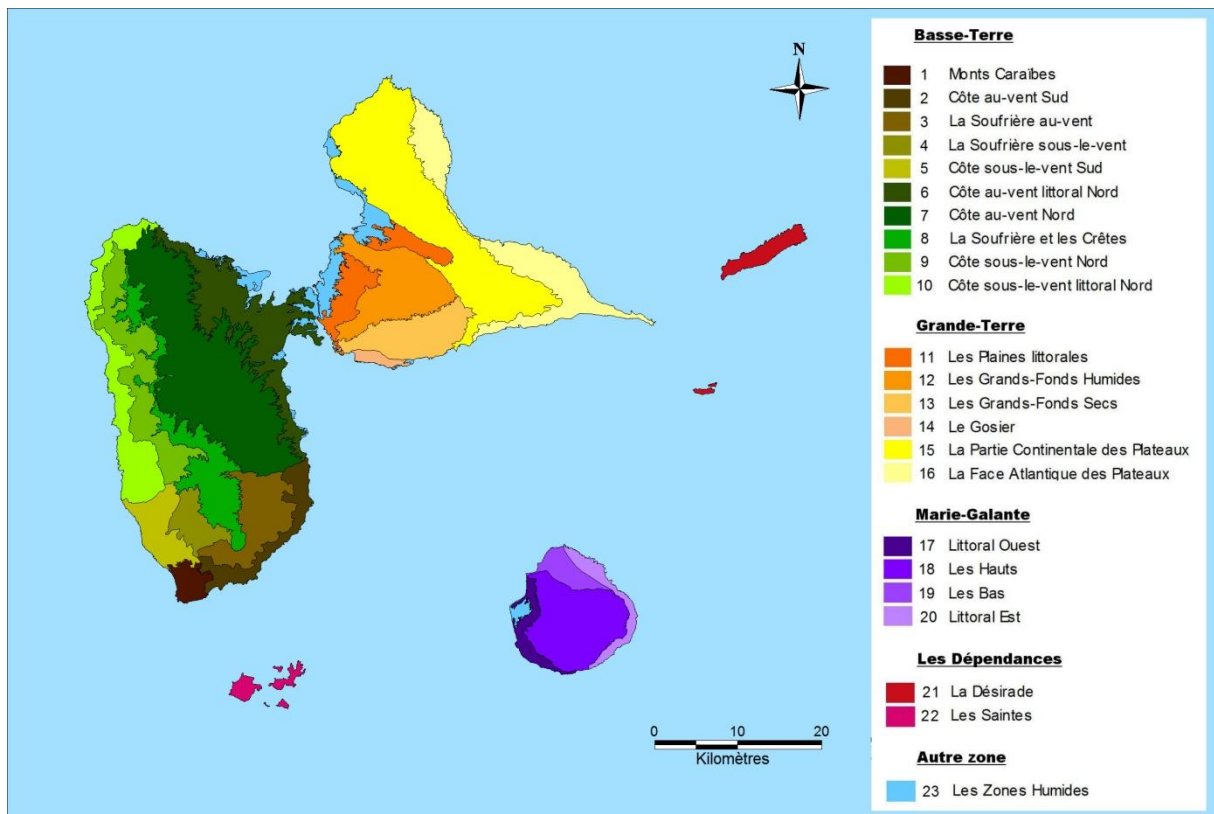
⁵ Cette opération est réalisée à l'aide d'un SIG (Système d'Information Géographique) ce qui implique de disposer de données géoréférencées.

La Guadeloupe compte 23 zones agroécologiques contre 19 pour la Martinique

Nous obtenons un ZAE comprenant 23 zones pour la Guadeloupe (Carte 1) qui se répartissent de la manière suivante :

- Dix pour l'île de Basse-Terre : les Monts Caraïbes (N°1), le sommet de la Soufrière et les crêtes (N°8), La Soufrière au-vent (N°3) et sous-le-vent (N°4), la Côte sous-le-vent divisées en trois zones (N°5, 9 et 10), la Côte au-vent avec trois zones également (N°2, 6 et 7);
- Six pour l'île de la Grande-Terre : Les plaines littorales (N°11), les Grands-Fonds (deux zones N°12 et 13), Le Gosier (N°14) ainsi que les Plateaux (N°15 et 16) ;
- Quatre pour l'île de Marie-Galante : les Hauts (N°18) et les Bas (N°17), le littoral Est (N°20) et Ouest (N°17) ;
- Une pour chacune des dépendances : la Désirade (N°21) et l'archipel des Saintes (N°22) ;
- Une pour les zones humides (N°23) type mangrove localisées sur le littoral Ouest de Marie-Galante et sur le pourtour du Grand et du Petit Cul-de-Sac Marin avec quelques zones résiduelles sur la Côte au-vent de la Basse-Terre et sur la Côte Sud de la Grande-Terre.

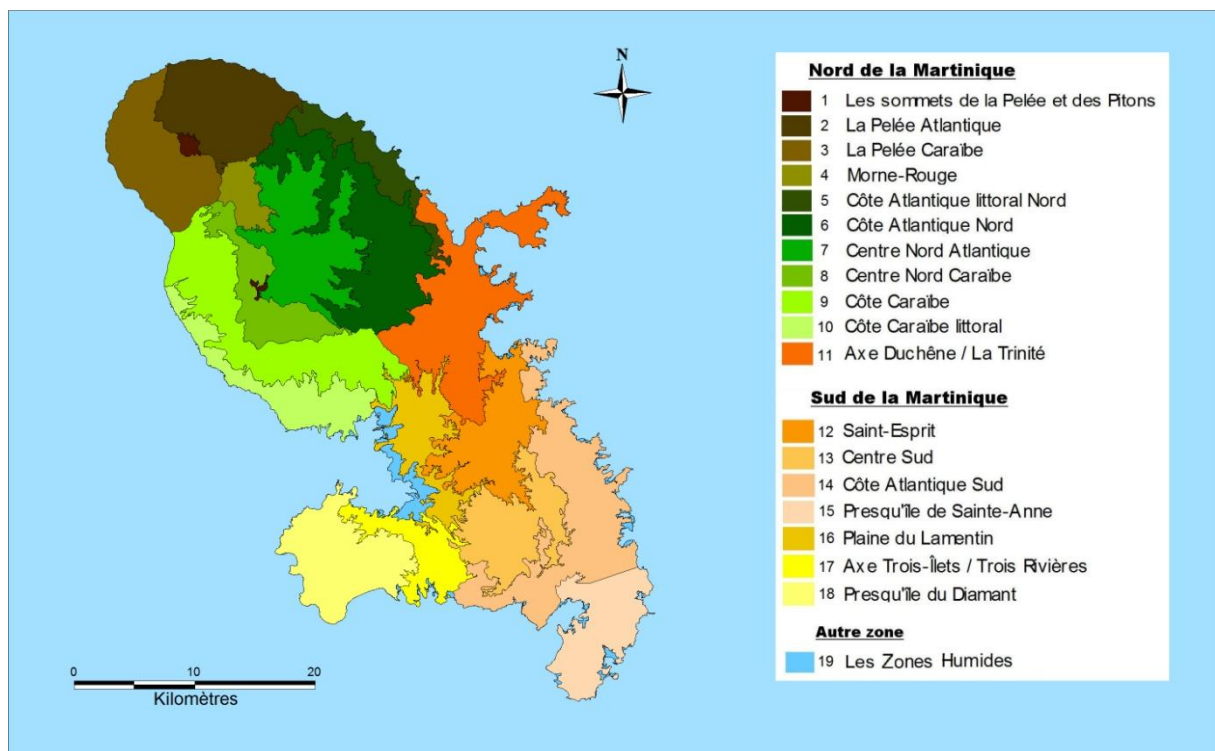
Carte 1. Zonage agroécologique de la Guadeloupe



Le zonage de la Martinique comprend 19 zones agroécologiques (Carte 2) réparties comme suit :

- Onze pour le Nord de l'île : la Montagne Pelée et des Pitons du Carbet (N°1, 2 et 3), le Morne-Rouge (N°4) le Nord Atlantique (N°5, 6 et 7), le Nord Caraïbe (N°8,9 et 10) et l'axe Duchêne/La Trinité (N°11) ;
- Sept pour le Sud : de la Plaine du Lamentin à la presqu'île de Sainte-Anne au Sud et la presqu'île du Diamant à l'Ouest (N°17 et 18) ;
- Une pour les zones humides (N°19) type mangrove, localisées principalement dans la baie de Fort-de-France et ponctuellement sur le pourtour littoral du Sud de l'île.

Carte 2. Zonage agroécologique de la Martinique



L'agriculture dans les zones agroécologiques est plus ou moins l'activité la mieux représentée selon les zones

Il s'agit ici d'indiquer sur le plan méthodologique comment nous tenons compte de l'importance de l'agriculture mais aussi de la nature des spéculations cultivées dans chacune des zones agroécologiques après les avoir définies. Pour évaluer l'importance de l'agriculture nous avons tout d'abord calculé, par analyse spatiale à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG), la SAU, à partir des données du Recensement Parcellaire Graphique

(RPG). Un point essentiel à souligner est la nature des données utilisées pour calculer le pourcentage de la superficie consacrée à l'agriculture. Ces dernières, issues du RPG, concernent uniquement les surfaces agricoles déclarées par les agriculteurs à la DAAF et non pas les surfaces effectivement consacrées à l'agriculture. La SAU déclarée représente 85% de la SAU totale, sachant que la moitié des exploitations est déclarée (RGA, 2010 ; RPG, 2009). Les exploitations non déclarées sont d'une plus petite superficie que les déclarées : la moitié des exploitations n'est pas déclarée mais ne représente que 15% de la SAU totale. Par la suite, nous avons effectué une typologie des zones par discrétisation, découpage en différentes classes d'une série de données (types de productions par zone). Nous avons déterminé un nombre de classes avec l'indice de Huntsberger, lequel permet de définir le nombre de classe en fonction du nombre d'individus de notre distribution statistique⁶, qui nous permettra de proposer une représentation cartographique du poids de l'agriculture par zone. Cet indice peut s'énumérer comme suit : $N(\text{cl}) = 1 + 3,3 \log_{10} (N)$ avec $N(\text{cl})$, le nombre de classes et N , le nombre d'observations. Enfin, nous avons utilisé la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) pour pouvoir regrouper statistiquement des zones en les distinguant d'autres catégories : les objets géographiques d'une même classe doivent en effet se ressembler alors qu'ils sont distincts de ceux des autres classes (XLStat©, version 2010). Le principe⁷ de la CAH peut être énuméré selon les étapes suivantes : un premier calcul de la dissimilarité entre les observations (N) puis le regroupement entre les observations dont un critère d'agrégation donné a été minimisé pour ainsi créer une classe regroupant les observations. La dissimilarité entre cette classe ainsi créée et les $N-2$ autres observations est calculée à l'aide du critère d'agrégation. Les observations, ou classes d'observations dont le regroupement minimise le critère d'agrégation sont regroupées. Les étapes sont répétées jusqu'à ce que toutes les observations soient regroupées. Les regroupements successifs ainsi obtenus sont représentés sous la forme d'un arbre binaire de classification, le dendrogramme. Ce dernier représente une hiérarchie de partitions dont la racine correspond à la classe regroupant l'ensemble des individus. Lorsque l'utilisateur connaît ses contraintes de classes (comme c'est le cas ici avec l'indice de Huntsberger), il peut alors sélectionner une partition en tronquant le dendrogramme à un niveau donné. Il obtient donc les individus répartis selon le nombre de classe voulu.

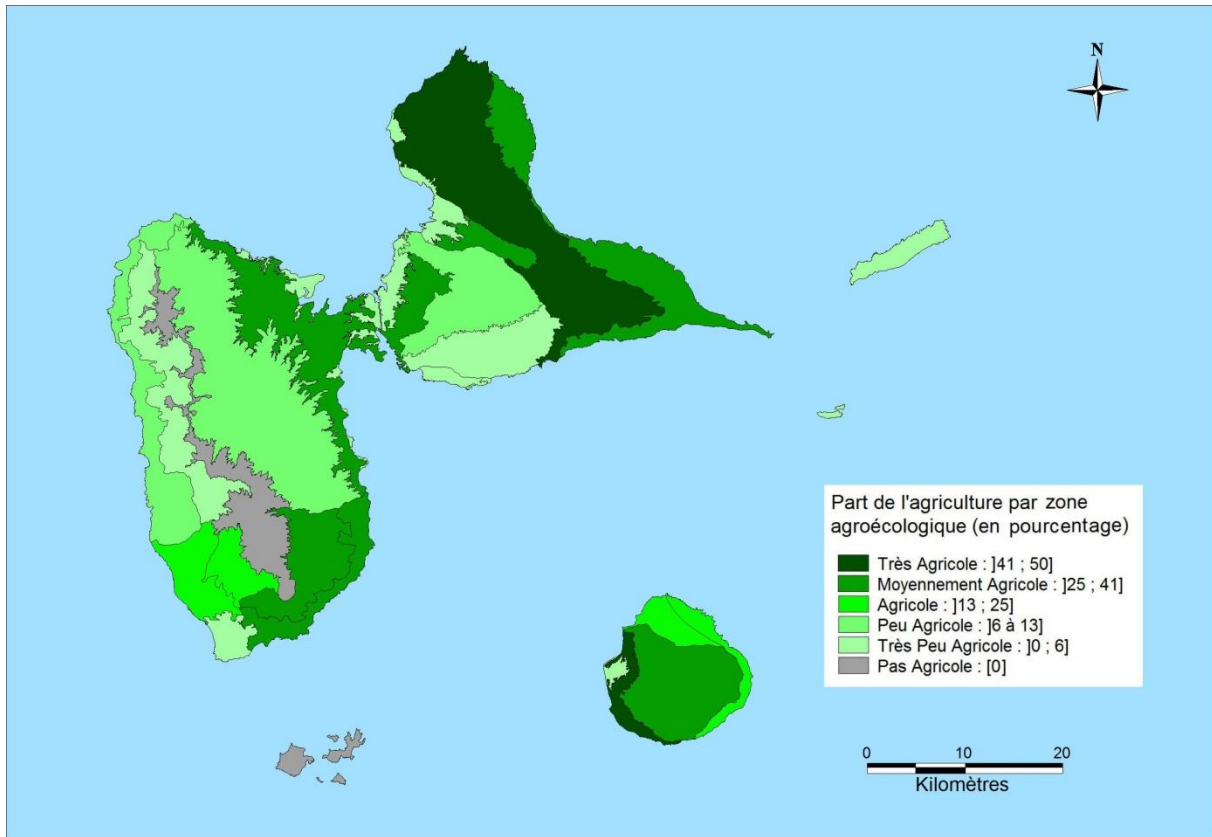
⁶ <http://www.hypergeo.eu/spip.php?article374#>

⁷ <http://www.xlstat.com/fr/>

La Guadeloupe est plus agricole que la Martinique

Nous utilisons l'indice de Huntsberger pour déterminer le nombre de classe de notre typologie. Le nombre d'individus correspond aux zones agroécologiques, au nombre de 23 (=N) pour la Guadeloupe. On obtient donc un indice $N(cl) = 5,4937$ ce qui sous-entend que cinq classes seraient donc l'optimum. Toutefois, il est important de différencier les zones agroécologiques qui ne présentent pas d'agriculture déclarée, au nombre de deux (N°22 Les Saintes et N° 8 La Soufrière et les crêtes) de celles pour lesquelles une activité agricole est déclarée. De grands ensembles se distinguent concernant la part de l'agriculture par zone agroécologique (Carte 3). On oppose les zones pour lesquelles la surface consacrée à l'agriculture est importante (zones « agricoles » à « très agricoles » soit plus de 13% de la surface consacrée à l'activité agricole) à celles qui sont peu consacrées à l'agriculture (moins de 13%). Les premières sont localisées dans certains secteurs : Marie-Galante (N° 17 à 20), le Sud de la Basse-Terre et l'Est de la Grande-Terre. Les secondes se situent dans la partie Nord de la Basse-Terre et le centre de la Grande-Terre. Deux zones agroécologiques sont considérées comme « très agricoles », c'est-à-dire que 41 à 50% de leur territoire est consacré à l'agriculture : il s'agit de la partie continentale des plateaux en Grande-Terre (N°15) ainsi que le littoral Ouest de Marie-Galante (N°17). Les zones agroécologiques de la Face Atlantique des plateaux (N°16) et les Plaines Littorales en Grande-Terre (N°11), la Côte-au-vent littoral Nord (N°6), la côte au-vent Sud (N°2) et la Soufrière au-vent (N°3), en Basse-Terre ainsi que les Hauts de Marie-Galante (N°18) sont des zones moyennement agricoles (entre 30 et 40% de la surface consacrée à l'agriculture). La Soufrière sous-le-vent (N°4), la Côte sous-le-vent Sud (N°5) en Basse-Terre et les zones littoral Est (N°20) et les Bas de Marie-Galante (N°19) sont considérées comme agricoles, entre 18 et 25%. Les zones agroécologiques peu agricoles (entre 8 et 13%) sont les Grands-Fonds Humides (N°12), la Côte au-vent Nord (N°7) et la Côte sous-le-vent littoral Nord (N°10). En ce qui concerne la classe très peu agricole (moins de 6%), nous retrouvons les Grands-Fonds Secs (N°13), le Gosier (N°14) ainsi que la Côte au-vent littoral Nord (N°6), la Côte au-vent Sud (N°2) et la Soufrière au-vent (N°3), la Désirade (N°21) et les Zones Humides (N°23).

Carte 3. Part de l'agriculture en 2009 par zone agroécologique en Guadeloupe

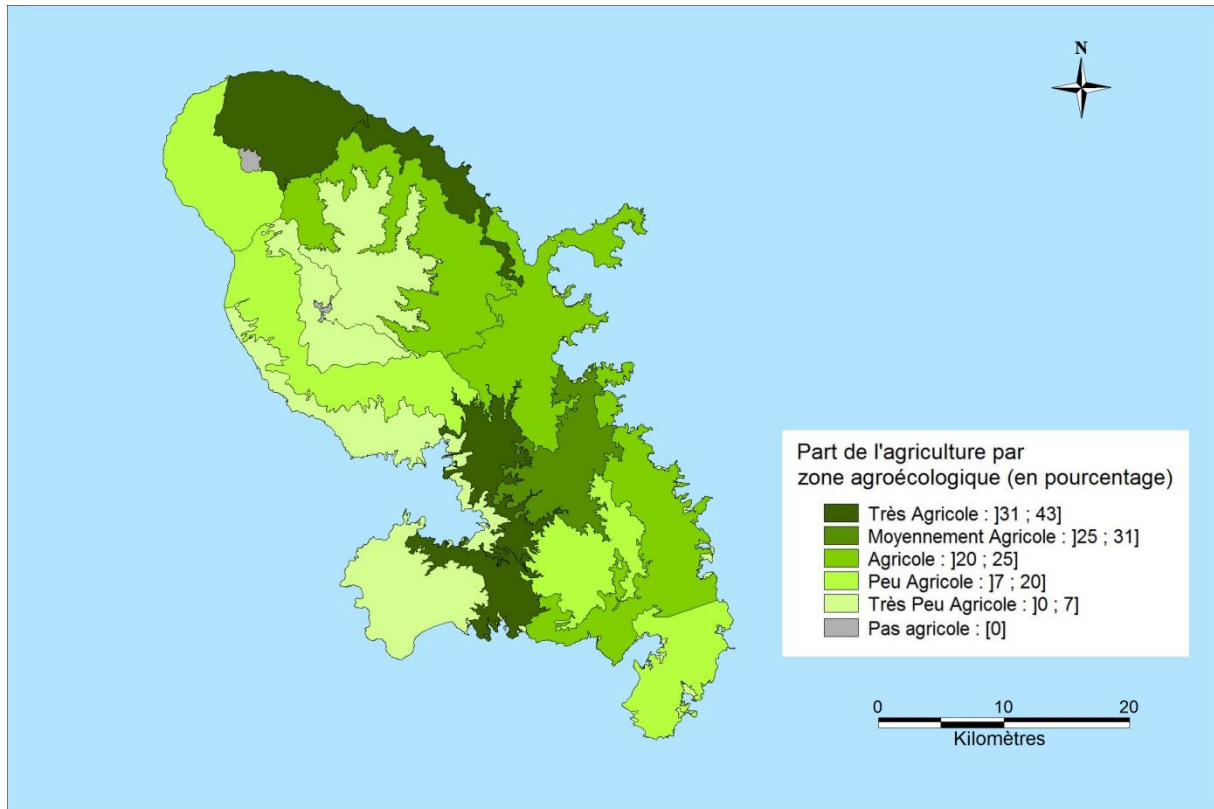


Source : d'après les données du RPG 2009.

Nous utilisons la même méthodologie que celle adoptée pour la Guadeloupe pour déterminer le potentiel agricole des zones agroécologiques de la Martinique. L'indice de Huntsberger est calculé et permet de définir la classification appropriée. Sachant que le nombre d'individus est égal à 19, on obtient l'indice suivant : $N(c1) = 5,2198$. Cinq classes seraient donc l'optimum. A l'instar de la Guadeloupe, il est nécessaire de créer une classe « non agricole » pour les zones ne comportant pas de surface déclarée. Dans le Nord, la façade au-vent est très agricole alors que la façade sous-le-vent est moins agricole. Comme la zone de la Soufrière et des Crêtes, les sommets de la montagne Pelée et des Pitons du Carbet sont non-agricoles. Dans le Sud de la Martinique, la répartition est différente, le centre est très agricole (les plaines du Lamentin et Saint-Esprit), la façade Atlantique est agricole et la façade Caraïbe peu agricole. Quatre zones agroécologiques sont considérées comme « très agricole » (de 31 à 43%), il s'agit de : la Pelée Atlantique, la Côte Atlantique littoral Nord, la Plaine du Lamentin et l'Axe Trois-Ilet/Trois-Rivières. Seule la zone du Saint-Esprit est considérée comme « moyennement agricole » (de 25 à 31%). Le Morne-Rouge, la Côte Atlantique Nord, l'Axe Duchêne/Trinité et la Côte Atlantique Sud sont des zones classées comme « agricole » avec entre 20 et 25% de la superficie de leur territoire consacrée aux exploitations déclarées. Pour les zones « peu

agricole » (de 7 à 20%), on retrouve la Presqu'île de Sainte-Anne, le Centre Sud, la Côte Caraïbe et la Pelée Caraïbe.

Carte 4. Part de l'agriculture en 2009 par zone agroécologique en Martinique



Source : d'après les données du RPG 2009.

La diversité agricole des zones agroécologiques

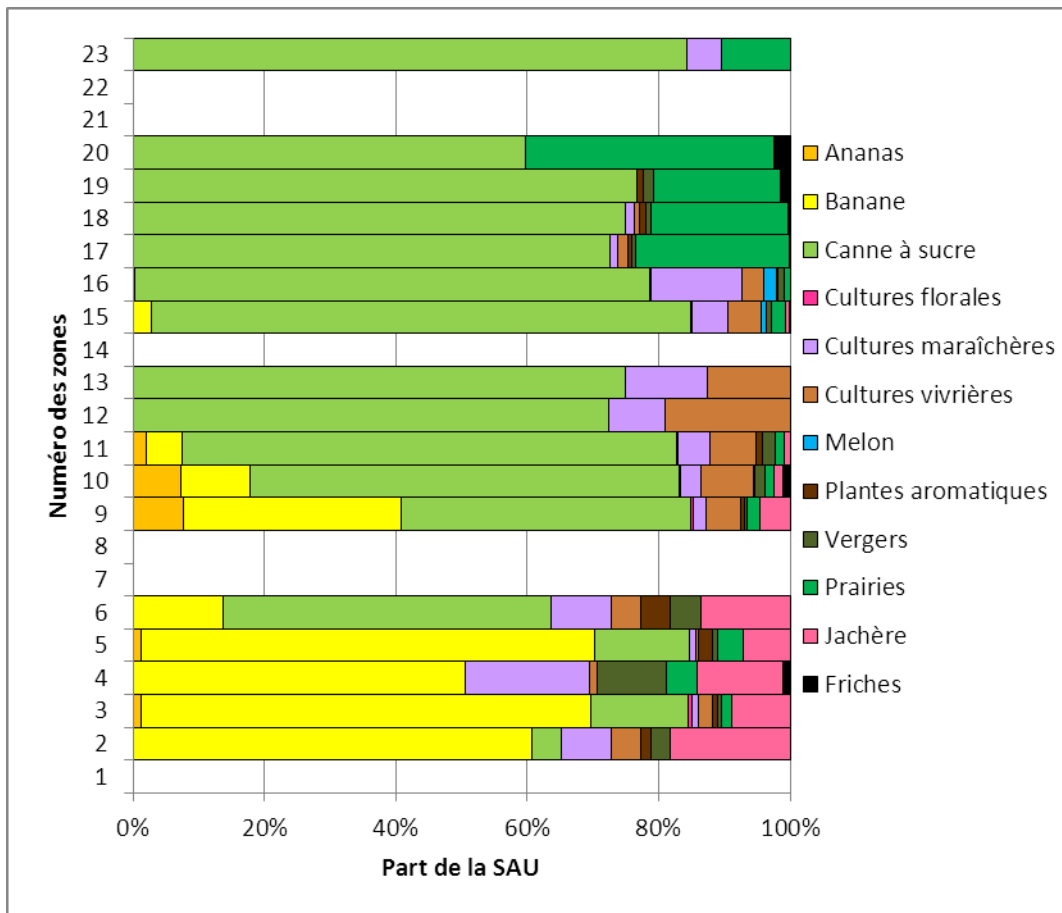
Nous proposons une image de la répartition spatiale des types de productions en 2009 par zone. Rappelons que les données présentées sont issues du RPG : ce sont des données déclaratives.

La spécialisation historique de la canne à sucre en Grande-Terre et à Marie-Galante et de la banane destinée à l'exportation en Basse-Terre est toujours marquée en Guadeloupe

Les zones 1 (les Monts Caraïbes), 7 (la Côte sous-le-vent Nord), 8 (La Soufrière et les Crêtes), 14 (le Gosier), 21 (La Désirade) et 22 (Les Saintes) n'ont aucune donnée déclarée en 2009 : ces zones ne convergent pas avec celles classées en non-agricole à l'exception de la zone 8 (Figure 2). Plusieurs productions ne sont effectuées que dans certaines zones :

- L'ananas est présent dans les zones 9 et 10 principalement (les Côtes au-vent Nord), également dans les zones 3, 5, 9 et 11 (La Soufrière au-vent, la Côte sous-le-vent Nord et Sud et les Plaines littorales) ;
- La banane destinée à l'exportation est produite sur 50% de la SAU du Sud de la Basse-Terre (zones 2 à 5), au Nord de la Basse-Terre, en Côte sous-le-vent (zones 9 et 10), dans le Nord de la Basse-Terre (zone 6) et en Grande-Terre, dans les plaines littorales (zone 11) et dans la partie continentale des plateaux (zone 15) ;
- La canne à sucre est produite presque partout en Guadeloupe sauf à la Soufrière sous-le-vent (zone 4) et représente plus de 50% de la SAU pour toutes les zones sauf la façade au-vent ;
- Les cultures florales se localisent en Côte au-vent Sud (zone 3) ;
- Les cultures maraîchères se situent principalement en Soufrière sous-le-vent, Grands-fonds secs et façade atlantique des plateaux sauf les zones 19 et 20 (Les Bas de Marie-Galante et le Littoral Est de Marie-Galante) ;
- Les cultures vivrières sont produites principalement dans les Grands-Fonds mais aussi en Côte sous-le-vent, dans les Plaines littorales ;
- Le Melon est produit dans les zones 15 et 16, les plateaux de la Grande-Terre ;
- Les plantes aromatiques sont présentes mais peu représentées ;
- Les vergers se retrouvent principalement dans les zones sous-le-vent de la Soufrière mais sont également présents dans les zones 2 à 6 ;
- Les prairies se localisent sur Marie-Galante principalement mais aussi en Basse-Terre dans les zones 2 et 6 (Côte sous-le-vent Sud et Côte sous-le-vent littoral Nord) et en Grande-Terre dans les zones 12 et 13, correspondant aux Grands-Fonds ;
- Les jachères se situent principalement en Côte sous-le-vent, sinon partout à l'exception des Grands-fonds, de la Façade Atlantique des Plateaux, de Marie-Galante et des Zones Humides ;
- Les friches se retrouvent principalement dans les zones 4, 10, 19 et 20 (La Soufrière sous-le-vent, Côte au-vent littoral Nord, Les Bas et le Littoral Est de Marie-Galante).

Figure 2 : Part des surfaces par production et par zone agroécologique en 2009 en Guadeloupe



Source : d'après les données du RPG 2009.

L'importance des prairies et la diversité des productions se révèlent en Martinique

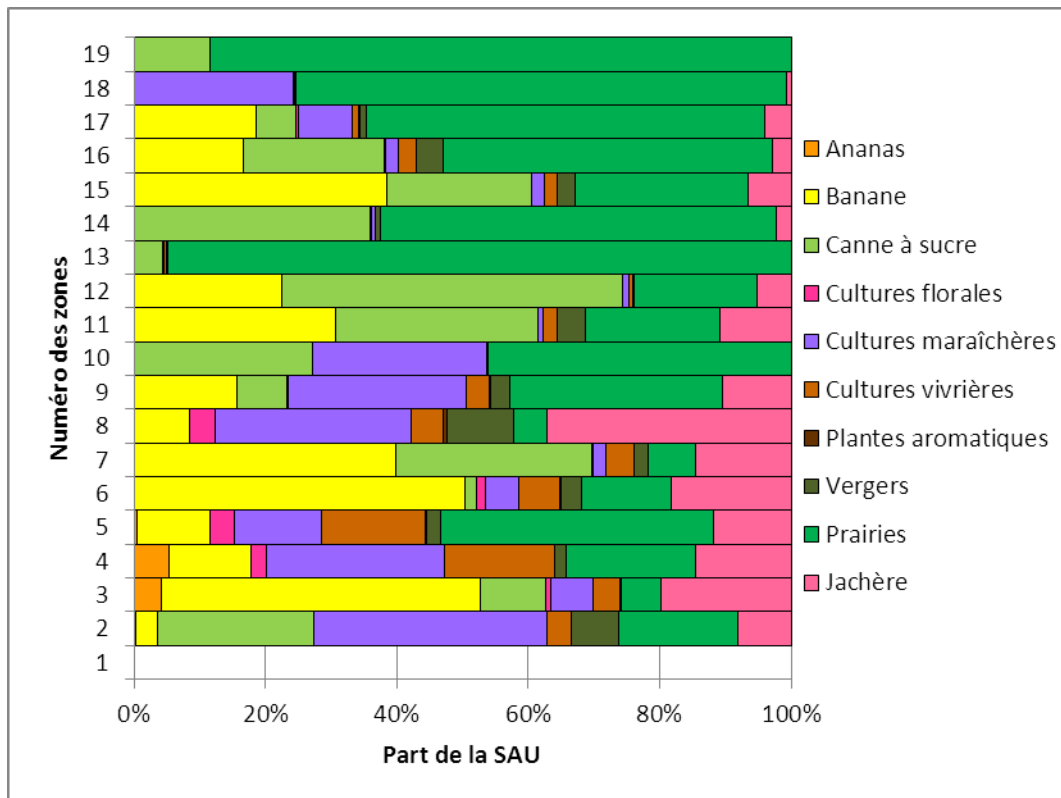
Les sommets de la Pelée et des Pitons du Carbet n'ont aucune donnée déclarée, ce qui est totalement cohérent avec le résultat précédent sur le caractère non-agricole de ces zones (Figure 3). Dans les autres zones, se répartissent les productions suivantes :

- L'ananas est présent autour de la Montagne Pelée ;
- La banane destinée à l'exportation principalement (plus de 50% de la SAU) dans le Nord de la Martinique en zone 3 et 6 (Pelée Caraïbe et Côte Atlantique Nord) est présente dans toutes les zones sauf au Nord (Côte caraïbe littoral) et au Sud (Centre Sud, Côte Atlantique Sud, presqu'île du Diamant et les zones humides). 40% de la SAU est en banane export dans les zones 7 et 15 (Centre Nord Atlantique et Presqu'île de Sainte-Anne), 30% dans la zone 11 (Axe Duchêne / La Trinité) et 20% dans la zone 12 (Saint-Esprit) ;
- La canne à sucre est présente sauf sur le Morne-Rouge, la façade sous-le-vent des Pitons du Carbet (zones 8 à 10) et la Presqu'île du Diamant. Elle est très présente à 50% dans la

zone de Saint-Esprit, à 30% dans la zone 7 et 10 (Centre Nord Atlantique et Côte Caraïbe littoral) et à 20% dans les zones 2, 15 et 16 (Pelée Atlantique, Presqu'île de Sainte-Anne et la Plaine du Lamentin) ;

- Les cultures florales, au Nord de l'île, dans les zones 8 (Centre Nord Caraïbe), 5 (Côte Atlantique littoral Nord), 3 (Pelée Caraïbe) et au Sud de l'île dans la zone 13 (Centre Sud) ;
- Les cultures maraîchères se retrouvent partout sauf dans la zone 19 (les Zones Humides), à 30% dans la zone 2 (Pelée Atlantique), à 20% dans les zones 4 (Morne-Rouge), 8 à 10 (toute la côte Caraïbe) et 18 (Presqu'île du Diamant) ;
- Les cultures vivrières sont présentes partout sauf dans les zones 14 et 19 (Côte Atlantique Sud et les Zones Humides) et à 10% de la SAU dans les zones 4 (Morne-Rouge) et 5 (Côte Atlantique littoral Nord) ;
- Les plantes aromatiques sont très peu représentées ;
- Les vergers sont présents surtout dans les zones 8 (Centre Nord Caraïbe) et 2 (La Pelée Atlantique) ;
- Les prairies, sont extrêmement présentes dans toutes les zones, allant jusqu'à près de 90% de la SAU dans les zones 13 (Centre Sud) et 19 (les Zones Humides) ;
- Les jachères se retrouvent partout à moins de 20% de la SAU sauf les zones 10, 13 et 19 (Côte Caraïbe littoral, Centre Sud et Les Zones Humides) mais principalement en zone 8 (Centre Nord Caraïbe) avec près de 40% de la SAU.

Figure 3 : Part des surfaces par production et par zone agroécologique en 2009 en Martinique



Source : d'après les données du RPG 2009.

Les façades au-vent sont plus propices à l'activité agricole que les façades sous-le-vent

Les zones très agricoles sont généralement propices à l'agriculture et les zones très peu agricoles ou pas agricoles sont inappropriées. Toutefois, il peut y avoir certaines nuances.

En Guadeloupe, les zones les plus agricoles (plus du quart dédié à l'agriculture), à l'exception des plaines littorales de la Grande-Terre, se situent sur la façade Est des deux îles de la Grande-Terre et de la Basse-Terre à l'inverse de Marie-Galante, sur laquelle les zones les plus agricoles sont sur la façade Ouest. Les zones les moins agricoles (moins de 6%) sont situées sur la façade Caraïbe de la Grande-Terre et de la Basse-Terre, à l'intérieur des terres : centre de la Grande-Terre et de la Basse-Terre, dans les dépendances et zones de reliefs. Dans les zones agroécologiques inappropriées à l'agriculture, trois d'entre elles, ne présentent aucune surface déclarée consacrée à l'agriculture à savoir la Soufrière et les Crêtes et l'archipel des Saintes. En Martinique, les zones les plus agricoles sont situées au Nord-Est de l'île sur la façade Atlantique ainsi que dans la partie Sud-Ouest : les plaines centrales. Les zones les moins agricoles, quant à elles, se retrouvent au centre de la partie Nord (Centre Nord Atlantique et Centre Nord Caraïbes) et à l'Ouest de la Martinique (Côte Caraïbes littoral,

Presqu'île du Diamant et Zones Humides). Les Sommets de la Pelée et des Pitons du Carbet est une zone agroécologique inappropriée à l'agriculture.

L'attractivité agricole de certaines zones dépend de facteurs naturels et anthropiques

Les zones sont plus ou moins agricoles et ce gradient dépend de deux types de facteurs déterminants : les facteurs naturels et anthropiques.

Les potentialités et les contraintes naturelles : les zones les plus agricoles le sont grâce à plusieurs critères : une géomorphologie favorable, une pluviométrie suffisante (sans déficit ni excès), des sols propices alors que les zones faiblement agricoles ont généralement plusieurs contraintes naturelles : une accessibilité difficile, une géomorphologie défavorable (zone escarpée), une pédologie contraignante (instabilité, acidité des sols), des conditions climatiques rudes (hygrométrie élevée, vent violent, sécheresse). Le littoral Ouest de Marie-Galante est une zone qui se retrouve affaissée par rapport au plateau adjacent. Elle reçoit toutes les eaux du plateau des Hauts, ce qui compense la sécheresse du climat dans ce secteur et en fait une zone fertile car elle reçoit des éléments organiques provenant du plateau, entraînant de bonnes conditions édaphiques. Elle est également facilement exploitable de par sa relative planéité. La Côte Atlantique Sud en Martinique qui comporte des sols au bon potentiel agricole et une morphologie plutôt plane mais uniquement sur la partie Est de la zone. La répartition de la SAU est donc concentrée sur cette partie, étant donné que l'Ouest et le Sud présentent des contraintes topographiques fortes. Des zones agroécologiques telles que les Plaines littorales, la Côte au-vent littoral Nord sont qualifiées de « moyennement agricole ». L'implantation de l'agriculture s'est vue facilitée par la qualité édaphique mais aussi par leur planéité, facteur déterminant à la mise en place de l'agriculture en Guadeloupe. La Soufrière et les Crêtes en Guadeloupe et les sommets de la Pelée et des Pitons en Martinique sont des milieux très difficilement accessibles car ils sont escarpés et comportent des conditions naturelles rudes pour l'agriculture (hygrométrie constante, vent violent, glissement de terrain). La zone des Saintes, quant à elle, ne comprend pas d'agriculture car les conditions climatiques sont très sèches et la morphologie escarpée. Les Grands-Fonds (en Guadeloupe), présentent également peu d'agriculture, du fait de leur géomorphologie type dolines, avec des mornes et des ravines ; les parcelles sont donc de très petite superficie car une grande partie de cette zone est peu exploitable. La morphologie est également déterminante en Martinique. Les zones de la Plaine du Lamentin et de l'Axe Trois-Ilets/Trois Rivières sont les secteurs les plus « plats » de Martinique. Ainsi, l'implantation de l'agriculture est facilitée. En Guadeloupe, en Grande-Terre et à Marie-Galante, on distingue

un effet de continentalité, avec un gradient pluviométrique d'Est en Ouest, du sec à l'humide et en Basse-Terre, un effet orographique et de foehn expliquant le gradient pluviométrique selon l'altitude et l'exposition, au-vent et sous-le-vent. En Martinique, le clivage est Nord/Sud, humide/sec avec un effet orographique et de Foehn autour de la Montagne Pelée et des Pitons du carbet. Les zones arides se retrouvent, pour la Guadeloupe, en général vers l'Est. C'est le cas du littoral Est de Marie-Galante ou de la Face Atlantique des plateaux (sur sa frange littorale). Bien qu'elles soient agricoles, ces zones comportent un certain degré d'aridité par l'action combinée de la faible pluviométrie et des vents d'Est dominants. Les zones les plus sèches sont néanmoins les dépendances de Guadeloupe : elles ne présentent pas une superficie assez élevée pour créer un effet orographique, par conséquent la pluviométrie est très basse. De plus, la Désirade est soumise à l'action directe des vents dominants. En ce qui concerne la Martinique, les zones sèches correspondent aux presqu'îles de l'île, au Sud, là où la pluviométrie est au plus bas. Le vent joue un rôle dans les conditions climatiques. Les vents dominants, les alizés, arrivent de l'Est et ont tendance à assécher le milieu. Les vents violents peuvent également être source de problème pour certaines productions, bien que n'étant pas un facteur déterminant dans la mise en place d'une culture. Les zones inhospitalières le sont par leurs sols hydromorphes : les Zones Humides (Guadeloupe et Martinique) qui présentent un milieu naturel très contraignant car très salin. On distingue en outre, certaines zones peu accessibles qui limitent l'exploitabilité agricole de leur surface. Les zones de reliefs (Monts Caraïbes, La Soufrière et les Crêtes, les sommets de la Pelée et des Pitons) présentent un escarpement souvent très prononcé qui rend impossible toute mise en valeur agricole ou entraîne des difficultés d'accès. Les zones isolées (la Côte sous-le-vent Nord pour la Guadeloupe et les zones Nord Côte Atlantique et le Centre Nord Caraïbe pour la Martinique) et les dépendances (La Désirade, les Saintes ; uniquement en Guadeloupe), sont des milieux insulaires enclavés par rapport à la Grande Terre et la Basse-Terre. Elles présentent également des conditions naturelles difficiles avec une aridité prononcée. Certaines occupations du sol (les zones forestières) entrent directement en compétition avec l'agriculture, ce qui explique la faible part de SAU. Contrairement à la Soufrière de Guadeloupe, les flancs de la Montagne Pelée et le Morne-Rouge sont peu tournés vers l'agriculture. Toutefois, les autres zones sont utilisées entre 10 et 50% de leur superficie par l'agriculture pour la Basse-Terre (la Côte sous-le-vent et la Côte au-vent Sud, La Soufrière sous-le-vent et au-vent, la Côte au-vent), pour la Grande-Terre (les plateaux) et l'ensemble de Marie-Galante et pour la Martinique, tout le Sud et le centre de l'île.

Les contraintes anthropiques : elles n'inhibent pas le potentiel naturel du milieu mais constituent de réels freins, plus ou moins importants, à l'activité agricole. L'agriculture est gourmande en espace et entre donc en conflit avec d'autres occupations du sol : les zones urbaines. Elles se situent principalement au Gosier en Guadeloupe et dans la plaine du Lamentin en Martinique, zone offrant des facilités pour l'implantation d'infrastructures : c'est le centre économique de la Martinique. Sa vocation est essentiellement tertiaire. Les secondes, les centres bourgs sont des zones urbaines denses autour desquelles gravite une urbanisation diffuse avec une agriculture peu déclarée à la DAAF, de type Jardin créole. Les zones naturelles sont parfois protégées avec la présence d'un parc naturel régional en Martinique et d'un parc national en Guadeloupe. De plus, les secteurs pollués à la chlordécone sont soumis à des arrêtés préfectoraux⁸ interdisant la commercialisation des légumes racines. Cette pollution est présente sur le territoire mais est essentiellement concentrée au Sud de Basse-Terre pour la Guadeloupe (croissant bananier) et sur presque la totalité du territoire martiniquais.

L'usage agricole des terres n'est pas forcément en adéquation avec les zones agroécologiques

En Guadeloupe, les 4 zones agroécologiques de Marie-Galante sont avant tout agricoles. On y retrouve une agriculture de tradition. La Partie continentale des Plateaux, en Grande-Terre de Guadeloupe, qui est le secteur de production de la canne à sucre, présente une certaine planéité et la culture de canne à sucre y est historiquement cultivée de par la facilité de la mise en culture. En Basse-Terre, nous retrouvons des zones « agricoles » à « moyennement agricoles » qui correspondent en réalité aux secteurs où se concentre la culture de la banane : cette production s'est historiquement implantée dans ce secteur car les sols sont propices à son développement. Les zones, comportant peu ou pas de surfaces déclarées, peuvent tout de même présenter une activité agricole. Les Monts Caraïbes possèdent, dans les surfaces planes ou peu pentues, des productions animales et des prairies pour les bovins. Dans la Côte sous-vent Nord, on retrouve des productions de café, de cacao, de vanille. Dans la zone du Gosier, on retrouve des prairies utilisées pour l'élevage de bovins. A la Désirade, on observe une spécialisation dans la production de caprins comme aux Saintes, à Terre-de-Haut, on note

⁸ <http://www.observatoire-pesticides.gouv.fr/upload/bibliotheque/486920174118839665775919767592/arrete-analyse-sols-Guadeloupe-octobre03.pdf> et http://www.observatoire-pesticides.gouv.fr/upload/bibliotheque/792687255649702413124252241714/arrete-analyse-sols_Martinique-mars03.pdf

plus spécifiquement le développement de la production de caprins⁹ et à Terre-de-Bas, l'exploitation de plantes aromatiques type bois d'inde. Toutefois, certaines zones n'ont effectivement aucune activité agricole. La Soufrière et les crêtes en Guadeloupe ainsi que les sommets de la Pelée et des Pitons en Martinique sont des zones de forêts humides, en altitude et inaccessibles.

Dans chacune des zones, nous retrouvons des productions adaptées ou inadaptées au milieu naturel. Les productions adaptées sont la banane dans le croissant bananier en Guadeloupe, les cultures florales en Basse-Terre et la canne à sucre en Grande-Terre et à Marie-Galante. Selon les besoins des plantes, nous pouvons constater que des productions sont totalement inadaptées à leur milieu. Le recours à l'irrigation et aux serres (43 parcelles en Guadeloupe et 30 en Martinique déclarées en cultures maraîchères et 46 en Guadeloupe contre 29 en Martinique en cultures florales) est la preuve de l'inadaptation. La partie continentale des plateaux possède des surfaces en banane destinée à l'exportation. Dans cette zone, cette production nécessite un recours à l'irrigation, preuve que les potentialités du milieu ne suffisent pas à répondre aux besoins de la plante.

Le melon en Grande-Terre. Les cultures sous abris sont les cultures maraîchères et l'horticulture. A l'inverse, certaines productions n'ont pas de zone de prédilection. Aux Antilles Françaises, on retrouve des bovins dans les zones agricoles en prairies mais aussi dans des zones non-dédiées à l'agriculture, type bord de route, rond-point, aéroport, interstices dans les zones artisanales, commerciales et industrielles, dans les zones résiduelles en herbe. L'apiculture déclarée se retrouve dans toutes les zones de la Guadeloupe. Les données de la Martinique ne sont pas disponibles.

Portée de la méthode et perspectives d'amélioration

Pour moi, il manque ici une partie sur les portées et limites de ta méthode :

Qu'apporte concrètement ton zonage par rapport à l'existant ?

Que dire des variables que tu as retenues pour réaliser ton zonage ? Y a-t-il d'autres variables que tu aurais pû introduire pour l'améliorer ? Quelles sont les variables utilisées par les autres auteurs ? A quoi cela a-t-il abouti et en quoi ces variables auraient-elles été utiles ou pas pour ton propre zonage ?

⁹ Terre-de-Haut et Terre-de-Bas réunies comptent 299 têtes de bétails (caprins, ovins et bovins confondus) en 2000 (RGA, 2000). Le RGA (2010) classe Terre-de-Haut en polyélevage d'herbivores (classement OTE).

Tu parles de robustesse de ton zonage mais sur quoi te bases-tu pour dire qu'il est robuste ? Comment as-tu éprouvé cette robustesse ? Pourrais-tu par exemple le faire valider par expertise ? Comment les autres auteurs éprouvent-ils la robustesse de leur zonage ?

Les critères de contexte retenus pour la Guadeloupe et la Martinique seraient les mêmes pour tout ZAE d'îles volcaniques au-vent et sous-le-vent comme les autres territoires d'outremer français, à savoir dans la Caraïbe, Saint-Martin, Saint-Barthélemy.

Les autres îles de la Caraïbes qui n'ont pas encore été l'objet d'un découpage en zones agroécologiques, surtout les petites antilles (de à Trinidad et Tobago)

Différentes utilisations possible du ZAE

Ainsi, il est envisageable d'intégrer, en fonction d'une problématique posée, des critères prédéfinis, ces derniers pouvant être des contraintes : naturelles, administratives, juridiques, urbaines, pollution, ...

Conclusions et perspectives

Le Zonage AgroEcologique de la Guadeloupe et de la Martinique a été réalisé en respectant la méthodologie de la *FAO* et a été adapté au contexte naturel des Antilles Françaises. Il présente un certain nombre de plus-values par rapport aux découpages habituellement utilisés lors de la production de données statistiques tels les communes administratives, le département ou les Petites Régions Agricoles. Il est un outil de définition du potentiel agricole et d'aide à la décision dans le choix de productions puisque ce découpage prend en compte des critères naturels stables qui le rendent robuste. Il est délimité par des frontières physiques et non administratives et correspond aux potentialités du milieu naturel. L'étude a permis de mettre en avant la présence de sous-zones dans chacune des zones agroécologiques. Elles correspondent à des spécificités géomorphologiques, pédologiques et climatiques. La présence de microclimats n'a pas pu être considérée dans le ZAE. Outre les précipitations, il faudrait tenir compte des autres indicateurs climatiques que sont la température, le rayonnement global, l'évaporation, le vent... De plus, les zones pédologiques seraient à affiner avec des données de profils pédologiques sur l'ensemble du territoire qui nous permettrait également d'identifier des zones particulières et d'enrichir le zonage avec l'identification des sous-zones agroécologiques.

Zonage à dire d'acteurs (Caron)

Bibliographie

Dahou, H., 2009, « Le zonage agroécologique, un outil nécessaire de suivi-évaluation des milieux sensibles : application à la région des basses plaines méridionales (Sud tunisien) », *Science et changements planétaires / Sécheresse*, vol. 20, No. 4, 325-332.

Dandoy, G., 1982, « Essai de délimitation d'unités physiographiques sur quatre scènes Landstat », 13 p.

http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_14-15/17480.pdf

Madani, D., 2008, « Relation entre le couvert végétal et les conditions édaphiques en zone à déficit hydrique » [En ligne]. [25/07/2014].

<http://www.memoireonline.com/08/11/4676/Relation-entre-le-couvert-vegetal-et-les-conditions-edaphiques-en-zone-a-deficit-hydrique.html>

El Ouali A., Proceedings Actes, Aleppo, Syria 19-24/4/1994, W. Gobel (ICARDAIDRC Editeurs). <http://www.anafide.org/doc/HTE%2097/97-8.pdf>

FAO, 1997, « Zonage Agro-écologique – Directives ». *Bulletin Pédologique de la FAO*, No.73. <http://www.fao.org/docrep/w2962f/w2962f00.htm>

FAO. 2010. Pour une agriculture intelligente face au climat. <http://www.fao.org/docrep/014/i1881f/i1881f00.pdf>

Guillou M., Guyomard H., Huyghe C., Peyraud J.-L. (2013). Résumé du rapport « Le projet agroécologique, vers des agricultures doublement performantes – Propositions pour le ministre ». Inra Science et Impact – Agreenium. Paris. 11 p.

Kagone, H. (2011). Profil fourrager : Burkina Faso. 23 p.

<http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/Counprof/PDF%20files/Burkina-French.pdf>

Mathieu, M. E. (2011). Etude environnementale pour les zones d'intervention du projet d'appui au renforcement de la filière mangue francisque dans le département du centre. 73 p.

http://www.iica.int/Esp/regiones/caribe/Haiti/Documents/IICA%20HAITI%202012/IICA_Rapport_final_Environnement_Nov2011.pdf

Nedjraoui, D. (2003). Profil fourrager : Algérie. 30 p.

<http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/Counprof/PDF%20files/Algeria-French.pdf>

OMS. (2010). Rapport de l'analyse situationnelle et estimation des besoins dans le domaine de la santé et environnement au Cameroun. 184 p.

Orange D., Arfi R., Kuper M., Morand P., Poncet Y., 2002, *Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales*, IRD Editions, 986 p.

<http://books.google.gp/books?id=OG8TcvBC2SEC&pg=PA215&lpg=PA215&dq=zonage+agro-%C3%A9cologique&source=bl&ots=hTq4LD->

zhb&sig=eACJH4fD4d0MNHqR50bwArB74w&hl=fr&sa=X&ei=Jwc2U4-kAoGc0QXRoIDQDw&ved=0CHMQ6AEwDQ#v=onepage&q=zonage%20agro-%C3%A9cologique&f=false

Rafaranivomihamina, Y., 2004,. “Calendrier agricole de Madagascar”, 14 p.

RECA, 2004, « Le Zonage Agroécologique du Niger », 12 p. <http://www.reca-niger.org/spip.php?article55>

Wata Sama I., Mahamane A., Ousseini I. La surveillance écologique et environnementale au Niger : un instrument d'aide à la décision. In : Requier-Desjardins M. (ed.), Ben Khatra N. (ed.), Nedjraoui D. (ed.), Wata Sama I. (ed.), Sghaier M. (ed.), Briki M. (ed.). Surveillance environnementale et développement. Acquis et perspectives : Méditerranée, Sahara et Sahel. Montpellier : CIHEAM / OSS, 2012. p. 219-230 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 68). <http://om.ciheam.org/om/pdf/b68/00006629.pdf>