



HAL
open science

La valeur et la vulnérabilité des espaces agricoles du département du Doubs : identification et évaluation multicritère des espaces agricoles

Florian Tolle, Thomas Buhler, Sabrina Lafrej

► To cite this version:

Florian Tolle, Thomas Buhler, Sabrina Lafrej. La valeur et la vulnérabilité des espaces agricoles du département du Doubs : identification et évaluation multicritère des espaces agricoles. Géographie. 2019. hal-02320196

HAL Id: hal-02320196

<https://univ-fcomte.hal.science/hal-02320196>

Submitted on 18 Oct 2019

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

LA VALEUR ET LA VULNERABILITE DES ESPACES AGRICILES DU DEPARTEMENT DU DOUBS

Identification et évaluation multicritère des espaces agricoles

Mémoire de Master 2 ADAUR

Sabrina Lafrej - 2019

UFR SLHS - Besançon

Tuteur professionnel et universitaire : François-Pierre Tourneux

Membres du Jury : Florian Tolle et Thomas Buhler

Remerciements

J'aimerais remercier l'ensemble des personnes qui ont contribué au bon déroulement de mon stage et qui m'ont aidé à la réalisation de ce mémoire.

D'abord, j'adresse mes remerciements à mon maître de stage et encadrant de mes cinq années de CMI, François-Pierre Tourneux, pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser cette expérience professionnelle. Le partage de ses connaissances au quotidien et l'autonomie qu'il m'a donné ont été d'une grande ressource pour la fin de ce Master. Ses relectures attentives de ce mémoire m'ont également permis d'améliorer considérablement mon travail.

Je tiens également à remercier les membres du laboratoire ThéMA pour leurs conseils ponctuels, et en particulier Damien Roy pour son aide technique apportée tout au long du stage.

Merci à Pascal Berion pour l'apport de son expertise, qui m'a permis de consolider mes connaissances théoriques et enrichir la première partie de ce mémoire.

Enfin, merci à la DDT du Doubs de m'avoir intégrée dans ce projet.

Avant-propos

Ce mémoire s'inscrit dans le stage de fin d'études concluant la seconde année du Master ADAUR (Aide à la Décision en Aménagement Urbain et Régional). Ce Master est proposé dans la continuité de la licence en géographie et aménagement du territoire, avec une formation tournée vers la maîtrise et le développement d'outils d'aide à la décision en aménagement. Ma formation est complétée, depuis la première année, par le Coursus Master en Ingénierie Sciences de l'Information Géographique pour l'Innovation Territoriale. Ce complément a permis d'approfondir le cursus classique en mettant l'accent sur la formation d'ingénieur et le monde professionnel. Les connaissances théoriques et les compétences techniques acquises au sein des projets d'aménagement inclus tout au long de la formation, convergent au sein de ce dernier stage. Ce projet met en avant une certaine complémentarité entre le monde universitaire et celui des acteurs de l'aménagement du territoire. C'est l'une des raisons pour lesquelles ce stage correspond à mes aspirations professionnelles futures.

Contexte du stage

L'atlas des valeurs et de la vulnérabilité des terres agricoles du Doubs est un projet engagé par la direction départementale des territoires (DDT) dans l'objectif de créer un outil d'aide à la décision pour l'aménagement et le développement du territoire. Il s'agit de mettre en place une évaluation et une cartographie multicritères afin d'identifier les territoires agricoles à enjeux. La première version de l'atlas a été réalisée entre 2012 et 2014 par le laboratoire ThéMA pour la DDT. Ce premier atlas fournissait, pour chaque parcelle agricole ou à vocation agricole du département, une valeur allant de 0 à 10. Elle est le résultat d'une synthèse de quatre indicateurs pondérés :

- l'indice de valeur sur les droits et aides à la production perçus par les exploitants dans le cadre de la politique agricole commune européenne et de la politique agricole nationale ;
- l'indice de valeur environnementale, basé notamment sur les zonages de protection environnementale et de prévention des risques naturels ;
- l'indice de labellisation comprenant les labels AOP/AOC et Agriculture Biologique ;
- l'indice de structure spatiale des exploitations, évaluant les parcelles selon leur compacité, leur surface, leur enclavement ou encore leur distance au siège d'exploitation.

L'ensemble des informations constituant ces indicateurs évoluent et changent, au même titre que les diagnostics du territoire et les orientations d'aménagement. C'est pourquoi la DDT a engagé une actualisation de cet atlas pour l'année 2019. Ce travail de mise à jour débute en janvier 2019, et la DDT en a de nouveau confié la réalisation au laboratoire ThéMA. Cinq acteurs sont concernés et participent aux réflexions et à la production de cet outil :

1/ La direction départementale des territoires du Doubs. Ses missions consistent à mettre en place des politiques publiques dans les domaines de la planification, l'urbanisme, l'habitat, la gestion des ressources et des milieux naturels, la prévention des risques ainsi que l'économie agricole et rurale. Le projet de l'atlas des valeurs agricoles du département entre donc dans ces objectifs et fait partie des outils mis à disposition pour conduire une partie de ces politiques.

2/ La direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (DRAAF) de Bourgogne Franche-Comté. Cette structure publique déconcentrée du ministère en charge de l'agriculture a pour mission de mettre en œuvre des politiques de développement rural et d'aménagement durable des territoires. Elle se charge de structurer les filières agricoles et agro-alimentaires et de mettre en œuvre au niveau régional des politiques agricoles nationales et européennes.

3/ Le Conseil Départemental du Doubs. Un des axes de travail du département est d'effectuer un aménagement et un développement durable de l'espace rural. Ses domaines d'interventions sont tournés notamment vers le soutien aux activités agricoles et forestières et la mise en valeur des espaces ruraux.

4/ La Chambre d'agriculture du Doubs. Cette structure publique dirigée par des élus propose des missions tournées davantage vers l'économie des espaces agricoles. Elle contribue notamment au développement et au maintien des entreprises agricoles.

5/ La société d'aménagement foncier et d'établissement rural (SAFER). Cette société anonyme sans but lucratif permet l'installation de porteurs de projets viables en milieu rural. Elle a pour mission de dynamiser l'agriculture et les espaces forestiers et de favoriser l'installation des jeunes, de protéger les ressources naturelles et d'accompagner le développement de l'économie locale. Cette structure joue donc un rôle important dans l'aménagement des territoires ruraux ainsi que dans la gestion du marché foncier. L'expertise foncière de la Safer apporte une plus-value aux réflexions sur la composition des indicateurs de l'atlas.

L'ensemble de ces acteurs travaille en collaboration et se réunit régulièrement lors de comités techniques. Chacun d'eux expose ses avis et ses conseils en fonction de son domaine d'expertise, avec des points de vue différents. En outre, ils contribuent à l'alimentation des données nécessaires à la production de l'atlas.

Le Département souhaite nourrir les réflexions d'aménagement urbain et régional avec les aspects de « valeur » et de « vulnérabilité » des territoires agricoles. Deux aspects construisent ces réflexions. D'une part les terres agricoles ont toujours été confrontées à une certaine pression foncière, plus ou moins importantes selon les territoires. Les orientations d'aménagement doivent donc trouver un équilibre entre préservation des terres agricoles et développement urbain. D'autre part, les terres agricoles « à enjeux », qui sont les plus vulnérables à l'urbanisation, le plus souvent situées en bordure périurbaine mais pas seulement, doivent être identifiées pour qu'ils soient intégrés aux directions d'aménagement. C'est dans ce contexte que cet atlas permet d'identifier ces territoires à enjeux, sur la base d'une information homogène, afin « d'accompagner les décisions des acteurs concernés par l'aménagement raisonné et durable du territoire, avec l'importance de la préservation des terres agricoles ou à vocation agricole » (Notice de l'Atlas départemental, 2014).

Ce projet d'actualisation fait donc l'objet du stage que j'ai effectué, sous la tutelle de François-Pierre Tourneux et en collaboration avec Pascal Berion, enseignants chercheurs au Laboratoire THÉMA. Mes missions sont principalement consacrées à la gestion de bases de données, aux traitements géomatiques et au suivi du projet avec la DDT. Ce mémoire replace ainsi ce stage professionnel dans un contexte de recherche universitaire, dans une perspective problématisée. Il s'articule en trois parties.

L'état de l'art : il a pour but de définir **l'espace agricole et sa valeur** à l'aide de sources variées, de présenter les travaux et projets produits sur les mêmes notions, et de synthétiser les discussions soulevées sur ce thème dans les documents publics et la littérature scientifique. Cette première partie permet également d'amorcer les problématiques et les hypothèses auxquelles ce travail répond. La deuxième partie de ce mémoire consiste à présenter **les méthodes et les outils** utilisés pour répondre aux problématiques. Notamment le choix des critères d'analyse et des indicateurs, les bases de données utilisées, le calcul des indicateurs, leur pondération et leur agrégation. Cela passe donc notamment par la présentation des méthodes de traitements et les systèmes d'information géographique utilisés. Enfin, **les résultats** constituent la troisième partie de ce travail, où il est présenté une proposition d'évaluation multicritère des terres agricoles du Doubs et son interprétation.

L'ESPACE AGRICOLE ET SA VALEUR

I. Qu'est-ce qu'un espace agricole ?

Littéralement, un espace agricole est une portion du territoire sur lequel se développent des activités agricoles. L'agriculture est le travail de la terre, et donc un usage et une mise en valeur du sol ayant pour objectifs de produire des végétaux destinés à l'alimentation humaine et animale. Elle est une activité économique inscrite dans un système de production et d'échanges nationaux et internationaux (Larousse, 2019).

L'espace agricole est très souvent lié à l'espace rural, puisque ce type de production présente un besoin de terres cultivables non urbanisées. En effet, le rural peut être défini comme un espace qui "s'oppose simplement à la ville, à faible densité de population, aux sols peu artificialisés et à forte prégnance agricole" (Schmitt & Goffette-Nagot, 2000). Les deux termes sont donc liés et peuvent être complémentaires par leur définition. Même si l'activité agricole reste dominante au sein des espaces ruraux en terme d'occupation du sol, ces espaces se diversifient et ne peuvent être définis par la seule activité agricole. De même, pour les économistes, la ville serait une concentration d'activités productives et de population, dans lesquelles l'agriculture n'est pas systématiquement incluse. Cependant, il existe des formes d'agriculture urbaine qu'il ne faut pas nier et des espaces agricoles hautement productifs près des villes.

Les débats sont ainsi très présents quant à la définition du "rural" qui serait une des deux catégories principales d'occupation de l'espace ; la seconde étant "l'urbain". Mais les définitions de l'un et l'autre de ces termes restent variées d'un auteur à un autre et d'un pays à un autre. En effet, plusieurs types d'espaces ruraux et urbains existent, c'est pourquoi une seule définition ne peut être donnée. Le plus souvent, la différenciation de ces deux notions se fait à travers l'analyse de la densité de population, du nombre d'habitants, et de la continuité du tissu urbain (Schmitt & Goffette-Nagot, 2000). C'est ce que démontre l'article "Définir l'espace rural ?" de Schmitt et Goffette-Nagot en 2000 qui dresse un état des lieux des différentes définitions existantes. Ces chercheurs sont arrivés à la conclusion qu'il peut exister d'autres catégories d'espaces entre la ville et le rural et "qu'il est difficile de proposer une définition simple, précise et complète de l'espace rural et que celles qui s'appuient sur la seule opposition à la ville apparaissent limitées".

1.1 La structure spatiale des espaces agricoles

Au-delà de sa fonction économique, l'espace agricole contribue à la structure spatiale¹ du territoire et à son paysage. La structure spatiale locale peut alors être différenciée de la structure régionale. L'aménagement de l'espace agricole local peut être considéré comme fonctionnel, organisé pour faciliter l'exploitation des parcelles² et la vie de l'agriculteur. Ainsi l'habitat, les routes et la répartition des cultures sont arrangés pour permettre le bon fonctionnement de l'exploitation (Isnard, 1975). Une exploitation agricole peut être composée de plusieurs parcelles, elles-mêmes pouvant former une entité d'un seul tenant appelée îlot. Un agriculteur peut alors exploiter plusieurs îlots. Parfois, les limites témoignant de la propriété d'un îlot se matérialisent par des éléments physiques naturels ou construits comme des haies, des lignes boisées, des bornes, des chemins, des routes ou encore des cours d'eau.

Concernant la structure spatiale agricole régionale, elle est souvent conditionnée par des politiques d'aménagement plus globales à l'échelle du territoire national, et qui sont appliquées au niveau local. Elles ont pour objectif d'organiser l'activité et les espaces agricoles pour qu'elles correspondent à une volonté politique et économique nationale. Les politiques de remembrement ont par exemple été un des outils de l'organisation spatiale de l'agriculture. Cette méthode est basée sur le regroupement de parcelles en une unité d'un seul tenant appelée îlot, pour faciliter l'exploitation mécanique des terres. Les cultures en champs ouverts (« open field ») ont été les premiers à faire l'objet de ce remembrement à partir des années 1950. C'est dix ans plus tard, à partir des années 1960, que les paysages de bocages³ (caractéristiques du nord-ouest de la France) ont été restructurés. Ce retard est lié à la difficulté de remembrer les parcelles de bocage qui présentent des obstacles physiques (parcelles fermées et séparées par des limites imposantes) et des formes très irrégulières (Marochini, 1999). L'une des principales caractéristiques du remembrement est alors la destruction de haies linéaires séparant les parcelles. Les travaux de Marochini (1999) sur le remembrement en Moselle mettent en avant une période importante pour cette restructuration : la période d'Après-Guerre. Cette dernière est caractérisée par l'essor de la mécanisation : le remembrement vise ainsi à faciliter l'introduction du progrès technique dans les campagnes en rendant les exploitations unifiées, d'un seul tenant et sans obstacles.

Ces éléments de structure spatiale diffèrent localement d'un territoire à un autre, en fonction notamment du type de production (influencé entre autres choses par le climat et l'accès aux marchés de consommation), de la topographie, des dynamiques régionales ou encore de la

¹ La structure spatiale est ici l'ensemble des inscriptions spatiales du fonctionnement des exploitations agricoles (maille parcellaire, utilisation du sol, bâti agricole... Marie et al, 2008)

² Une parcelle est une entité élémentaire à partir de laquelle s'organisent les pratiques des agriculteurs, (Deffontaines, 1991 in Marie, 2010)

³ L'aménagement des cultures en bocage est caractérisé par des parcelles irrégulières, séparées par des limites d'arbres, de haies, de talus ou d'habitat dispersé

structure foncière initiale. Ainsi, la littérature met en avant la spécialisation régionale de l'agriculture. Une région considérée spécialisée dans un secteur signifie que le secteur en question présente un poids très important dans l'ensemble de la production agricole. Hallet (2000, *in* Ben Arfa et al., 2009) propose un indicateur de spécialisation sectorielle, qui mesure l'écart entre la structure de production d'une région et celle du pays sur différents secteurs de l'agriculture. Plus l'indice se rapproche de 1, plus la structure productive de la région s'éloigne de celle du pays (Ben Arfa, Rodriguez, & Daniel, 2009). Les résultats de cet indice pour les régions françaises sont présentés en Figure 1.

Régions	Indice Hallet 1990	Indice Hallet 2006	Evolution	Secteur 1	Secteur 2
France				G. cultures	Bovins viande, Lait et Produits laitiers
PACA	0.57	0.61	0.15	Horticulture et maraîchage	Fruit
Ile-de-France	0.51	0.48	-0.10	G. cultures	Horticulture et maraîchage
Languedoc-Roussillon	0.54	0.48	-0.44	Autres vins	Horticulture et maraîchage
Champagne-Ardenne	0.42	0.39	-0.21	Vins AOC	G. cultures
Limousin	0.4	0.38	0.05	Bovins viande	/
Bretagne	0.41	0.38	-0.6	Porcins	Aviculture
Lorraine	0.34	0.35	0.14	G. Cultures	Lait
Aquitaine	0.31	0.34	0.45	Vins AOC	Aviculture
Poitou-Charentes	0.33	0.33	0.18	Autres vins	G. cultures
Franche-Comté	0.34	0.32	-0.14	Lait et P. laitiers	Bovins viande
Auvergne	0.29	0.30	0.17	Bovins viande	Lait et Produits laitiers
Centre	0.29	0.30	0.09	G. cultures	/
Basse-Normandie	0.34	0.29	-0.2	Lait	Bovins viande
Bourgogne	0.28	0.29	-0.3	Vins AOC	Bovins viande et G. cultures
Picardie	0.3	0.29	0.09	G. cultures	/
Haute-Normandie	0.3	0.28	-0.1	G. cultures	Lait
Nord-Pas-De-Calais	0.25	0.24	0.13	Horticulture et maraîchage	Lait
Alsace	0.25	0.22	-0.33	Vins AOC	/
Pays de la Loire	0.24	0.21	-0.04	Aviculture	Bovins
Midi-Pyrénées	0.17	0.19	0.15	G. Cultures	Bovins, fruit
Rhône-Alpes	0.17	0.15	-0.02	Fruit	Vins AOC

Figure 1. Tableau des spécialisations régionales par l'indice de Hallet

(Source : Hallet, 2000 in Ben Arfa et al., 2009)

1.2 Structure spatiale et paysage agricole

Ainsi, la structure spatiale d'un territoire est très largement influencée par son type de spécialisation agricole (à l'échelle locale ou régionale) et donc par les techniques de production et d'exploitation. Par exemple, le sol des parcelles de bocage (Figure 2) sera modelé de façon à faciliter l'écoulement de l'eau ; un sol consacré à l'activité pastorale sera moins rectiligne qu'une exploitation viticole (Figure 3) ; ou encore, un verger (Figure 4) ne présentera pas la même organisation qu'une culture sous serre (Deffontaines, 1994). De même, les infrastructures comme les routes ou le bâti ne seront pas agencés de la même manière. Tous ces éléments forment alors un paysage unique à chaque territoire agricole.



Figure 2. Paysage bocager, Aveyron

(Source : wikimedia-common, 2010)



Figure 3. Paysage viticole bordelais,

(Source : Haut Relief, 2015)



Figure 4. Paysage de pré-verger, Parc naturel régional des Ballons des Vosges à Fougerolles (70)

(Source : PNR des Ballons des Vosges, nd)

L'évolution du paysage rural (vu par une personne depuis le sol), s'inscrit dans ces différenciations de structure spatiales, qui sont également influencées par l'exploitant lui-même. Une parcelle agricole est une entité spatiale visible dans le paysage. Elle peut donc être considérée comme une vitrine de la pratique des agriculteurs et de la nature de leur production (Deffontaines, 1995). Deffontaines démontre que l'agriculteur "est producteur de formes", et qu'il joue donc un rôle non négligeable dans le paysage agricole. L'auteur appelle cela le "langage visuel de l'agriculture qui résulte des processus techniques de production", qui peut aussi évoluer au cours de l'année. Il met également en avant deux éléments qui définissent les formes (qui sont le témoin de l'activité agricole) et les objets de l'espace agricole : les éléments changeants (matières minérales, végétales, et animales), et les éléments fixes (produits des aménagements et divisions de l'espace, qui sont le témoin d'une organisation spatiale). Le paysage agricole se différencie donc en fonction de tous ces éléments, sur lesquels l'agriculteur exerce une certaine influence. Les principaux modèles français sont : les espaces ouverts dits « openfield » (sans clôtures et caractérisé par un habitat rural regroupé en villages) ; les espaces en enclos et les espaces caractéristiques du sud-ouest.

Le mitage fait également partie des éléments qui ont conditionné le paysage agricole français actuel. Ce phénomène défini comme "l'éparpillement sans plan d'urbanisme réellement cohérent, d'infrastructures, de zones d'habitat, et de zones d'activité dans des espaces initialement ruraux forestiers ou agricoles" (Géoconfluences) est critiqué depuis la seconde moitié du XXe siècle. Le mitage provoque en effet une périurbanisation non organisée et un morcellement des espaces agricoles. Malgré les différentes politiques de structuration des espaces agricoles mis en place dans les années 1960 (remembrement, aménagement foncier et rural, développement des Sociétés d'aménagement foncier et d'établissement rural...), une grande partie des exploitations françaises ne constitue pas des entités d'un seul tenant à proximité du siège (Piet & Cariou, 2014).

L'ensemble de ces éléments définissant les espaces agricoles et ses fonctions amènent la question de la place de l'espace agricole dans l'occupation du sol, abordée dans la partie suivante.

II. Les espaces agricoles dans l'occupation du sol

La rente foncière caractérise le contexte de concurrence économique dans lequel les espaces agricoles se placent. Selon Ricardo (XIXe siècle), la rente est "la portion du produit de la terre que l'on paie au propriétaire pour avoir le droit d'exploiter les facultés productives et impérissables du sol". Autrement dit, les propriétaires qui possèdent le sol sont rémunérés par la rente foncière. Les travaux de Bailly (Bailly, 1973) montrent l'inscription de la rente de l'agriculture dans l'organisation de l'espace urbain (Figure 5). La rente à l'are diminue à mesure que les activités s'éloignent du centre-ville. Ainsi, la rente de l'activité agricole se retrouve moins importante que les autres fonctions par sa position éloignée du centre-ville.

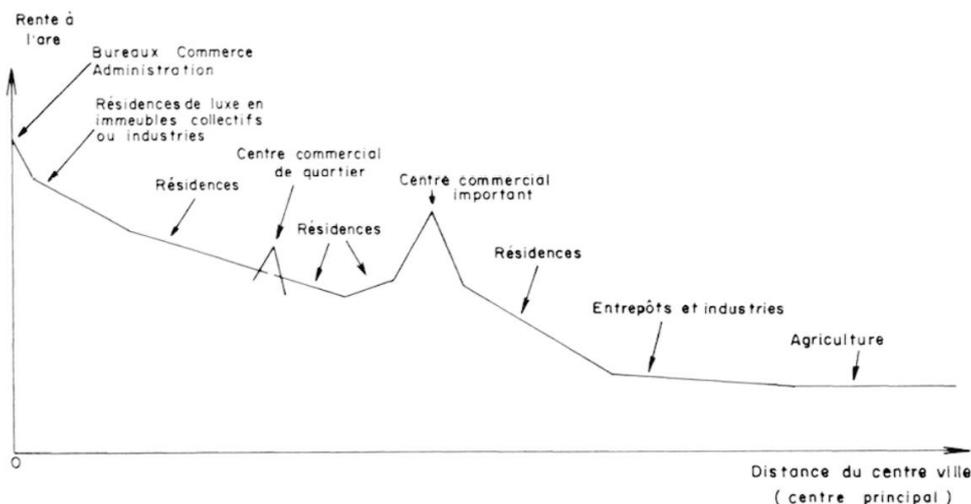


Figure 5. Profil de la rente en présence de centres secondaires, 'Théorie de l'espace urbain', Bailly, 1973

Ce contexte de concurrence possède parallèlement une dynamique de création et de suppression d'espaces agricoles, composée de contraintes techniques et économiques. Ainsi au cours du temps, des espaces agricoles sont créés mais aussi détruits. La création d'espaces agricoles s'est généralement faite par drainage de terres humides ou par défrichement.

Des espaces agricoles sont également détruits, pour plusieurs raisons : des difficultés d'utilisation, ou de mécanisation de l'exploitation ; la déprise agricole et la consommation foncière ; ou encore, la baisse d'intérêt économique du produit. Par exemple, les vignobles de la Haute-Loue, dont la production est à son apogée au milieu du XIXe siècle, se retrouvent délaissés à la fin du XIXe siècle. Après la guerre, les cultivateurs sont de plus en plus attirés par les métiers industriels locaux proposant des revenus plus importants. En parallèle, des "maladies américaines" détruisent les vignobles, ce qui les fragilise davantage. La reconstitution très

coûteuse décourage les propriétaires et ces vignobles deviennent seulement des terres “sentimentales et symboliques” (Chapuis, 2014).

Les zones urbaines concentrent également des espaces agricoles, généralement de petite taille, parfois définis comme des “dents creuses” dans les documents d’urbanisme. Ces espaces sont très vulnérables à l’urbanisation : ils présentent un enjeu important car ils sont très prisés par les aménageurs et promoteurs. Malgré cette menace, certains de ces espaces deviennent parfois des petites exploitations locales pour des ventes en circuits courts comme la pépinière maraîchère biologique de Chalezeule près de Besançon par exemple.

L’occupation du sol consacrée à l’agriculture ou aux espaces à vocation agricole en France est représentée par la Surface Agricole Utile (SAU). La SAU est un indicateur statistique permettant d’évaluer la superficie du territoire destinée à la production agricole. Elle est composée d’une agrégation de trois catégories de milieu : les terres labourables (terres arables), les surfaces toujours en herbe (utilisées pour l’élevage) et les cultures permanentes (vignes, vergers) (Agreste, 2018). Ces informations proviennent de trois bases d’informations différentes : les surfaces déclarées par les agriculteurs, le cadastre fiscal, et les espaces non formalisés (ce qui n’est pas urbanisé ou en surface naturelle). La SAU est donc compliquée à mesurer. De plus, des catégories d’occupation du sol provoquent des débats : une pelouse ou un verger personnel sont-ils des espaces agricoles ? L’agriculture hors sol devrait-elle être incluse dans la SAU ?

L’évolution du sol peut se présenter sous la forme d’un schéma systémique simplifié (Figure 6) :

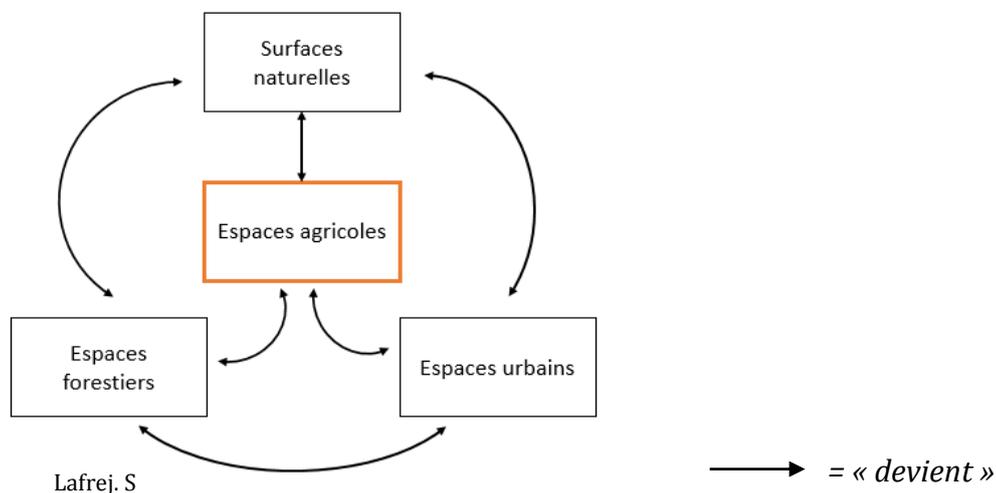


Figure 6. Schéma systémique de l’évolution de l’occupation du sol

(Source : P. Berion)

Les espaces agricoles peuvent devenir des espaces urbains, forestiers ou naturels ; des surfaces naturelles peuvent devenir des espaces agricoles, forestiers ou urbains etc. Aussi, même si l’artificialisation des sols est très prégnante sur le long terme, cette évolution est réversible.

III. L'agriculture en France et en Europe

En France, l'agriculture est un des enjeux notables dans le développement des territoires et dans la réponse à un des besoins humains fondamentaux qu'est l'alimentation. L'Union européenne (UE) est la première puissance agricole mondiale devant la Chine et les Etats-Unis, avec 405 milliards d'euros de production agricole en 2016. Au sein de l'UE et parmi ses états membres, la France se positionne première dans la production agricole, avec 18% de la production européenne, suivie de l'Allemagne avec 14% et l'Italie avec 13% (Agreste Bourgogne-Franche-Comté, 2016).

La France a donc un poids non négligeable aussi bien au niveau européen que mondial, dans la production mais également dans l'exportation de produits agro-alimentaires. Sur un plan géographique, l'agriculture a connu plusieurs grandes étapes dans son développement technique, économique et sociétal :

	Du néolithique a la révolution industrielle	De la révolution industrielle a la fin du XXe siècle	L'agriculture dans une société moderne
Système de production	Polyculture et élevage	Spécialisation des productions	Hyperspécialisations régionale
Main-d'œuvre	Pléthorique	En baisse	Numériquement faible avec la modernisation technique
Technique	Manuelle	Utilisation d'équipement de tractage	Très mécanisée grâce aux avancées technologiques
Marche	Local	Régional et national	Mondial
Caractéristiques des espaces agricoles	Parcelles de très petite taille adaptées au travail manuel	Agrandissement des parcelles (enclos)	Développement de blocs parcellaires contigus

Source : P. Berion et S. Lafrej

La SAU (surface agricole utile), représente près de 29 millions d'hectares en France, soit 54% du territoire (La rédaction GEO, 2018). En effet, le climat tempéré du territoire national permet une assez grande diversité de productions. Ainsi, les régions françaises se spécialisent et offrent des variétés de produits importantes qui forment la richesse agricole du pays.

L'arrivée du train a un rôle primordial après 1850 : il conditionne fortement la structuration des spécialisations géographiques de l'agriculture. Autour des années 1950, nous assistons à une planification et une modernisation de l'économie française à travers le Plan Monnet et le Plan Marshall notamment, avec une mise en avant du machinisme agricole. La mécanisation et la modernisation de l'agriculture se développent progressivement (France Strategie Gouvernement,

2016), ce qui provoque un agrandissement significatif des parcelles exploitées avec l'arrivée des tracteurs.

Dans les années 1960, des lois d'orientation sont engagées pour fournir un cadre juridique aux politiques agricoles. En conséquence, des structures sont créées telles que les SAFER (sociétés d'aménagement foncier et d'établissement rural) pour l'orientation du foncier, ou les GAEC (groupements agricoles d'exploitation en commun) pour la gestion des exploitations, permettant une meilleure organisation des filières agricoles.

Enfin, la mise en place de la Politique Agricole Commune en 1962 marque un pas important dans l'agriculture française. Ce dispositif européen est fondé sur un budget important réservé aux subventions, réparti dans les différents états-membres. Ces financements visent à "soutenir les filières agricoles et à orienter les aides agricoles en faveur de l'élevage, de l'emploi, de l'installation de nouveaux agriculteurs, de la performance à la fois économique, environnementale et sociale et des territoires ruraux" (Alim'agri, 2019a). Ainsi, la France perçoit 9,1 milliards d'euros par an sur la période 2014-2020. Chaque agriculteur peut donc mobiliser les dispositifs de la PAC en fonction de son type de production et de son projet. La PAC a également engendré un changement dans les paysages agricoles français avec le remembrement, évoqué précédemment, qui consiste à regrouper un ensemble des parcelles en une unité plus grande d'un seul tenant, en supprimant certaines haies au sein des exploitations. Cette technique favorise la rentabilité des cultures en facilitant l'agriculture mécanisée (Chiffelle, 1973).

L'agriculture française est caractérisée par une organisation à dominante familiale, héritage de l'histoire agricole nationale. La grande majorité des exploitations sont individuelles et la main-d'œuvre y est effectuée par l'exploitant et les membres de sa famille. Cette tendance perd de plus en plus du terrain mais reste très marquée, puisqu'en 2010, 70% des exploitations sont individuelles contre 64% en 2016 (Agreste, 2018). Le reste des exploitations sont sous forme d'EARL (exploitation agricole à responsabilité limitée), de GAEC (groupement d'exploitation en commun) ou de SA (Société anonyme). Les EARL, GAEC ou SA restent néanmoins souvent des structures familiales "père-fils" malgré leur statut d'entreprise. L'agriculture familiale reste donc très présente en France, et les actifs dirigeants assurent toujours au moins 60% de la main-d'œuvre de leur exploitation (Agreste, 2018).

Dans ce contexte français, les pouvoirs publics mettent en place, à plusieurs échelles, des outils pour apprécier plus précisément la place qu'occupe l'agriculture et les territoires agricoles en France. Ces outils peuvent prendre la forme d'études scientifiques, de diagnostics opérationnels, d'études sur le terrain, ou encore de représentations cartographiques et statistiques. Ces dispositifs d'évaluation intègrent souvent plusieurs échelles, plusieurs critères d'analyse et plusieurs acteurs des territoires. Ils ont alors pour objectif de nourrir les réflexions d'aménagement pour valoriser l'espace agricole, le protéger et en faire un usage raisonnable et durable. Les débats sont donc nombreux dans le cadre de la planification urbaine, qui se doit

d'évaluer les espaces qui seront potentiellement concernés par les politiques d'aménagement menées.

IV. La place de l'agriculture dans la législation des documents d'aménagement

L'un des sujets principaux abordé dans les différents documents d'urbanisme régissant l'aménagement et le développement des territoires est le foncier. La gestion des fonds de terres est en effet primordiale dans la planification urbaine, à la fois pour cibler les territoires à préserver et gérer la consommation de l'espace dans le temps long.

Remarque. Ce travail propose des analyses ne traitant pas seulement des espaces agricoles déclarés par les exploitants, mais également des espaces à vocation agricole non déclarés. Ces derniers présentent en effet des fonctions importantes pour le territoire. Ainsi, lorsque l'expression "espace agricole" est employée, elle inclut également les terres à vocation agricole.

4.1 Les outils législatifs pour la gestion des espaces agricoles

Dans les années 1960, la régulation de la consommation foncière agricole s'est faite par une réglementation des usages du sol, essentiellement à l'échelle communale (Perrin, 2013). Cette régulation s'instaure face à l'extension de l'espace agricole (incluant les infrastructures nécessaires à l'exploitation) qui à cette époque arrive à un niveau très élevé. La loi d'orientation foncière de 1967 (LOF) a ainsi permis de créer les Plans d'Occupation des Sols (POS), ancêtres des PLU, qui délimitent entre autres éléments les zones agricoles constructibles pour les besoins de l'agriculture. Mais ces premiers plans d'urbanisme créent des conflits avec les propriétaires des terrains. Ces derniers voient cette planification comme une "atteinte au droit de propriété" (Cadène, 1990 *in* Perrin, 2013) très ancrée dans l'histoire française, par le bouleversement de la valeur des terrains.

La loi de décentralisation de 1983 confie aux municipalités l'élaboration des Plans d'Occupation des Sols, où le zonage des usages des sols et les règles de constructibilité permettent de réguler la consommation du foncier agricole. Ils sont remplacés par les Plans Locaux d'Urbanisme qui proposent aujourd'hui un plan de zonage du territoire en six zones principales : les zones urbaines, les zones à urbaniser, les zones agricoles, les zones naturelles et forestières, les zones boisées et les zones de loisir. Ce plan de zonage est complété par un règlement précisant les conditions de construction et d'aménagement dans chaque zone. Outre ce zonage, les documents

de planification urbaine tels que le plan local d'urbanisme, le schéma de cohérence territoriale, le programme local de l'habitat ou le plan de déplacements urbains, permettent un encadrement juridique à tous les projets d'aménagement. La place de l'espace agricole dans ces documents varie donc en fonction de leurs objectifs.

La loi de solidarité et de renouvellement urbain de 2000 et la loi ALUR (accès au logement et un urbanisme rénové) présentent un nouveau cadre juridique à l'urbanisation. La première intègre un équilibre entre le développement urbain, les espaces et activités agricoles, et la protection des espaces naturels. La seconde encadre la consommation foncière et régule la constructibilité en zone agricole. Les lois LAAAF (loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt) de 2014, et la loi pour la croissance, l'activité et l'égalité des chances économiques de 2015 intègrent de nouvelles dispositions quant à la constructibilité en zones naturelles, agricoles et forestières (CDPENAF du Territoire de Belfort, 2017). Face aux évolutions des lois d'urbanisme, les dispositifs et outils d'aide à la décision doivent alors s'adapter aux nouvelles réglementations et orientations.

Malgré les règles formelles des documents d'urbanisme, Jean-Eudes Beuret (Beuret, 1999) met en avant, à travers une enquête, le mitage des espaces agricoles et l'étalement urbain favorisé par "des petits arrangements entre acteurs" dans les années 1970 à 1990 (Perrin, 2013). En principe les constructions en zones agricoles sont réservées à l'usage agricole uniquement (hangars, abris...), mais l'application locale des orientations et réglementations nationales ne s'est pas toujours faite dans les règles de l'art. L'article de Coline Perrin (2013) en montre un exemple : la charte départementale des zones agricoles des Bouches-du-Rhône. Cette dernière est signée en 1975 par les acteurs publics régionaux et les professionnels du domaine agricole. Elle garantit ainsi la stabilité des espaces agricoles par les exploitants pendant une décennie, et en échange les agriculteurs ont l'autorisation de construire des habitations personnelles pour leur famille (ascendants et descendants directs) près des bâtiments agricoles existants. Le préfet justifie cet arrangement comme une application aux coutumes et traditions locales voulant que la famille des agriculteurs loge autour d'eux. Cet exemple montre que les spécificités locales ont permis de contourner certaines réglementations.

Ces outils juridiques encadrent en partie la création de documents d'urbanisme, ainsi que la mise en place d'outils de préservation et de valorisation des territoires agricoles.

4.2 Les dispositifs mis en place pour l'analyse, la préservation et la valorisation des espaces agricoles

De plus en plus d'outils et de services sont proposés par les acteurs publics de l'aménagement à différentes échelles, pour l'aide à l'aménagement local (élus locaux, bureaux d'étude...) et l'élaboration des documents d'urbanisme. Ces outils permettent également de mettre en place des dispositifs de protection des espaces agricoles.

Les Chambres d'agriculture proposent par exemple des diagnostics agricoles ayant pour but de "visualiser les enjeux agricoles et foncier, visualiser les valeurs agronomiques et les valeurs économiques des parcelles agricoles, et d'éclairer les décisions d'orientation d'aménagement du territoire" (Chambre d'agriculture du Var, 2019).

Selon les territoires, des outils cartographiques permettent d'apprécier le rôle des espaces agricoles et d'identifier les terres à enjeux. C'est le cas de "l'atlas départemental de la valeur et de la vulnérabilité des espaces agricoles" effectué sur les départements du Doubs et du Territoire de Belfort, ou de "l'atlas agriculture environnement" sur le département de l'Oise. Ces outils sont intégrés dans une démarche d'aide à la décision pour les acteurs de l'aménagement.

Des ouvrages sont également publiés par des structures publiques notamment, afin de diriger les acteurs dans la création de documents d'urbanisme. "Prendre en compte l'agriculture et ses espaces dans le SCoT" est par exemple un ouvrage collectif publié par le Cerema en 2009 (Centre d'études sur les réseaux & Terres en villes, 2009), ayant pour but de guider les équipes chargées de l'élaboration du SCoT.

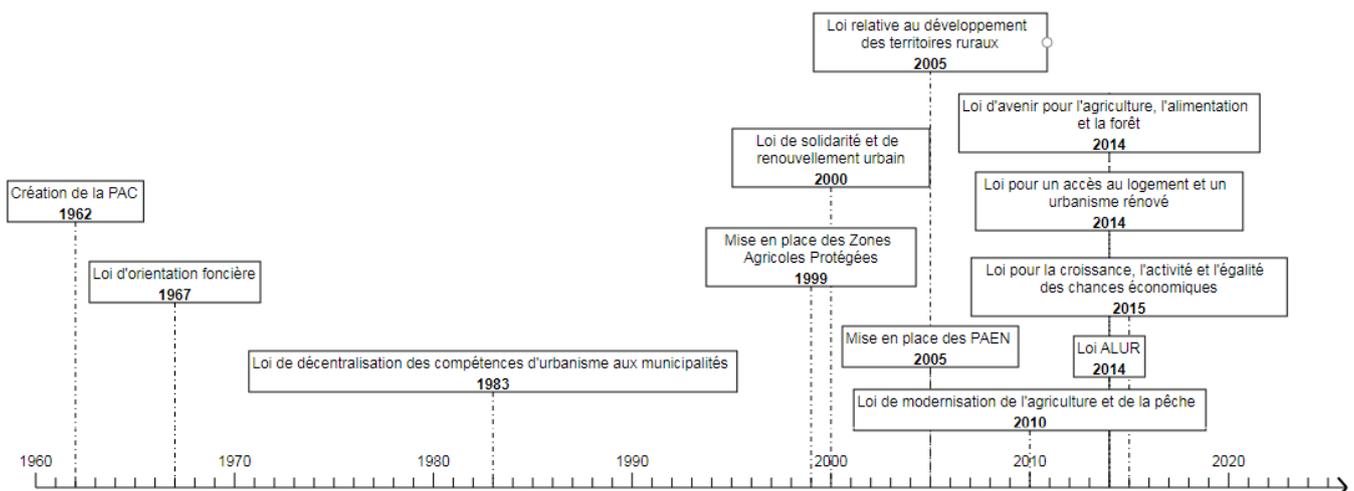
Des projets communs rassemblant des structures publiques et privées sont également mis en place souvent à travers des chartes ou des conventions. Des "chartes d'agriculture" ou des "chartes d'agriculture et d'urbanisme" sont signées et reflètent une volonté commune de préserver et développer l'activité agricole face à la pression foncière. Ainsi, le Grand Besançon fait l'objet d'une Charte de l'agriculture depuis 2010, signée par plusieurs acteurs (Grand Besançon, Chambre d'Agriculture du Doubs, Conseil général du Doubs, & AFIP, 2010). Cette charte a pour objectif de maintenir et favoriser l'activité agricole, de développer les liens entre ville et campagne et de favoriser le développement durable de l'agriculture. En 2013, le département met également en place la "Charte pour une gestion économe de l'espace dans le département du Doubs" signée par le Département du Doubs, Chambre d'Agriculture du Doubs, & Conseil général du Doubs (2013). Les objectifs de cette charte prennent en compte, entre autres éléments, les aspects qualitatifs et quantitatifs de l'espace agricole, et favorise les échanges entre les différents partenaires acteurs de l'aménagement.

Au niveau des départements il existe par exemple les Commissions Départementales de la Préservation des Espaces Naturels, Agricoles et Forestiers (CDPENAF) qui sont instaurés depuis

2015, remplaçant la Commission Départementale de la Consommation des Espaces Agricoles (CDCEA). Cette commission est intégrée en application à la loi de modernisation de l'agriculture et de la pêche du 27 juillet 2010. La CDPENAF est un outil de lutte contre l'artificialisation des sols, et peut intervenir sur des interrogations et décisions concernant la réduction des surfaces naturelles, forestières et à vocation ou à usage agricole, et sur les moyens de limiter la consommation de ces espaces.

Au-delà des ouvrages, chartes et projets, des outils de protection des sols agricoles sont mis en place localement. Ainsi, la loi d'orientation foncière de 1999 permet la création d'une servitude d'utilité publique appelée ZAP (Zone Agricole Protégée) qui renforce la protection des terres agricoles face à l'instabilité des documents d'urbanisme. Il s'agit d'un zonage de protection, qui doit être demandé par les communes, reconnaissant l'intérêt qualitatif et de situation géographique des terres agricoles. Cette protection permet ainsi de pérenniser des espaces agricoles d'intérêt. Dans le même cadre, la loi relative au développement des territoires ruraux (2005) permet la création de périmètres de protection et de mise en valeur des espaces agricoles et naturels périurbains (PAEN). Ces périmètres sont instaurés par le département. Ils "précisent les aménagements et les orientations de gestion permettant de favoriser l'exploitation agricole, la gestion forestière ainsi que la préservation et la valorisation des espaces naturels et des paysages" (Terres en Villes).

On peut donc voir que les acteurs sont multiples et interviennent chacun à leur niveau pour le développement de ces outils. Les nouvelles dispositions et le développement de nouveaux outils résultent en partie de l'évolution des lois d'urbanisme, dont une synthèse est visible sur cette frise chronologique (non exhaustive) (Figure 7).



Lafrej S., 2019

Figure 7. Frise chronologique des lois d'urbanisme

V. Les notions de valeur et de vulnérabilité des espaces agricoles en France

Les espaces agricoles sont souvent intégrés dans les documents d'urbanisme à travers les notions de "développement de l'activité agricole et de l'espace rural", de "protections des espaces agricoles", de "limitation de l'étalement urbain et de la consommation foncière" et de "mise en valeur des espaces agricoles". Ces notions apparaissent en effet dans la plupart des documents de réglementation et de planification urbaine. Ces éléments inscrits comme des objectifs, sous-entendent que les espaces et l'activité agricole ont assez de **valeur** pour justifier d'être protégés face aux facteurs de **vulnérabilité** dont ils peuvent faire l'objet. Ces facteurs peuvent être de nature écologique (utilisation de produits chimiques détériorant la richesse d'une terre et/ou la qualité nutritive des produits), économique (fragilisation du secteur agricole dans certains territoires), foncière (consommation de l'espace agricole et pression foncière de la part des acteurs de l'aménagement urbain), ou encore naturelle (risques naturels hydrologiques ou de mouvements de terrain).

La valeur et la vulnérabilité sont deux des aspects centraux de ce mémoire. Il est donc essentiel de les définir et de les intégrer dans un contexte d'aide à la décision pour l'aménagement. Dans cette partie, les termes sont définis par des exemples thématiques qui apparaissent le plus souvent dans la littérature, et non exhaustifs : le nombre de facteurs pouvant définir la valeur ou la vulnérabilité d'un espace agricole est en effet important.

La première description du Larousse définit la valeur comme "ce que vaut un objet susceptible d'être échangé, vendu, et, en particulier, son prix en argent". La valeur d'un espace agricole peut donc au premier abord se rapporter à sa valeur vénale (prix qu'il coûte pour une transaction commerciale), fixée par un "barème annuel indicatif de la valeur vénale moyenne des terres agricoles" d'un arrêté ministériel (Service Public, 2018). Mais un espace agricole possède d'autres valeurs.

5.1 Valeur agronomique et pédologique

En 1989, une méthode de désignation et classement des sols agricoles en fonction de leur valeur pédologique et agronomique est développée par Bruckert à l'Université de Franche-Comté (Bruckert, 1989). Cette méthode se place dans la continuité de travaux réalisés dans les années 1960 visant à mesurer l'aptitude agronomique des sols face à un type de culture. Le principe de la méthode de Bruckert est de classer les sols "en fonction de leur aptitude à la mise en culture", en six classes : Classe 1) sols d'excellente valeur ; Classe 2) sols de très bonne valeur ; Classe 3) sols de bonne valeur ; Classe 4) sols de valeur moyenne ; Classe 5) sols de valeur inférieure ; et Classe 6) sols de valeur très inférieure. Ce classement s'effectue à l'aide de trois critères pris en compte

dans cet ordre : le climat et la pente ; le régime atmosphérique (renouvellement de l'air) ; la texture et la pierrosité. Cette méthode peut être appliquée à tous les territoires, et l'auteur la considère comme "un outil de synthèse performant en cartographie des sols à but finalisé et dans le choix des aménagements du domaine rural".

Il existe également dans la littérature d'autres indicateurs témoignant de la qualité des sols, et notamment l'indice de "Réserve Utile (RU)" (Laroche et al., 2006). La RU prend en compte la profondeur du sol, la densité apparente, la texture et les éléments grossiers. Ces éléments conditionnent la quantité maximale d'eau retenue et accessible par la plante à un instant donné, et donc sur le rendement des cultures.

La prise en compte des données pédologiques et agronomique des terres agricoles s'impose face à la pression foncière des projets d'aménagement. En effet, les acteurs sont amenés à établir des inventaires environnementaux des sols pour en mesurer la valeur et adapter les projets en fonction. Ainsi, ces données informatives peuvent être inscrites dans les documents d'urbanisme afin de protéger les espaces à haute valeur. Sans la connaissance de cette valeur, des terres ayant un intérêt important en matière de productivité peuvent être détruites. En Europe par exemple, 48 % des terres qui ont été artificialisées entre 1990 et 2000, étaient des terres arables ou occupées par des cultures permanentes (Laroche et al., 2006). Il reste néanmoins difficile de mesurer la qualité exacte d'un sol et de lui affecter un indice de valeur, car cet aspect est fortement dépendant des usages et des fonctions des sols, qui diffèrent également dans le temps (Laroche et al., 2006). Cette valeur pédologique et agronomique est de plus en plus prise en compte dans les transactions financières des terres. Cette relation est observée par Ay et al., (2012) dans leur article "La valeur des attributs naturels des terres agricoles de Côte-d'Or". Il est montré que les propriétés topographiques comme l'altitude et la pente ont plus d'incidence sur le prix des terres agricoles que les propriétés pédologiques comme la RU, la texture ou la teneur en matière organique.

5.2 Valeur écologique et environnementale

La localisation d'un espace agricole peut influencer sa valeur. En effet, une terre agricole peut présenter des attributs environnementaux et/ou écologiques valorisants en fonction de sa situation géographique. Cela peut se traduire par exemple par un type de production labellisé (vins d'Appellation d'Origine Contrôlée, lait d'Appellation d'Origine Protégée, Agriculture Biologique...), ou par une richesse de biodiversité présente sur la terre agricole reconnue par le code de l'environnement (réserve naturelle, parc naturel, inventaire d'espèces protégées...). C'est donc à la fois le type de culture et de production répondant aux exigences des labels, et la conservation des éléments de biodiversité et de paysage remarquables qui est mis en avant ici.

Les labels de production et la richesse en biodiversité participent à la pratique d'une agriculture environnementale. Même si l'agriculture peut parfois être une menace pour la biodiversité⁴, elle peut aussi contribuer à la protection et au maintien d'habitats et d'espèces. Ainsi, la survie de certains milieux dépend de certaines formes d'agriculture comme des prairies naturelles humides, des estives ou encore des garrigues (Pointereau et al., 2010). Ainsi, les protections environnementales définies par le code de l'environnement ou des inventaires contribuent à cette agriculture environnementale : les inventaires Natura 2000 (ZNIEFF 1 et 2, sites importants pour la conservation des oiseaux) notamment ainsi que tous les zonages de protections réglementés (réserves biologiques, espaces naturels sensibles, sites d'intérêt communautaire, réserves naturelles, parcs régionaux et nationaux, sites inscrits et classés etc...). La Politique Agricole Commune a permis en 1991 d'intégrer davantage l'environnement dans les pratiques agricoles en instaurant des mesures d'accompagnement agro-environnementales. Ces mesures "aident les agriculteurs à répondre à la demande sociale en matière d'environnement, c'est-à-dire qu'ils leur attribue le rôle de production de biens paysagers et environnementaux" (Laurens, 1995). Elles permettent notamment aux agriculteurs exploitants de parcelles situées dans les parcs naturels, de signer un contrat de cinq ans "pour l'adoption de pratiques agricoles plus respectueuses de l'environnement" (Laurens, 1995). Les coûts qu'induisent les termes du contrat sont compensés par des indemnités à l'hectare. Ce type de mesure existe toujours aujourd'hui, et permet de développer et maintenir le lien essentiel entre environnement et agriculture.

En parallèle de ces mesures agro-environnementales, l'UE met en place depuis 2011 des certifications environnementales qui en France sont suivies et attribuées par la Commission nationale de certification environnementale (CNCE). Ces certifications permettent de "reconnaître les exploitations engagées dans des démarches particulièrement respectueuses de l'environnement" (Alim'agri, 2019b), volonté exprimée dans le Grenelle de l'environnement. Ces certifications sont réparties en trois niveaux, le plus haut niveau étant la "Haute Valeur Environnementale" (HVE). Cette reconnaissance est basée sur des indicateurs relatifs à la "performance environnementale" des exploitations, portant sur la richesse de la biodiversité (haies, bandes enherbées, arbres, fleurs, insectes...), la stratégie phytosanitaire, la gestion de la fertilisation et de l'irrigation. Ce type de mesure est le reflet d'une volonté politique européenne d'intégrer la qualité de l'environnement comme un enjeu important de la réforme de la politique agricole commune. Cette réaction est une réponse à la dégradation des paysages ruraux et à la pollution d'origine agricole des sols observées (Facchini, 1995).

⁴ Par exemple, la monoculture détruit des systèmes complexes de biodiversité ; la pollution des nappes peut également s'accélérer par des processus cumulatifs de l'exploitant qui ne leur laisse pas le temps de se renouveler.

5.3 Valeur paysagère

Le paysage agricole, déjà évoqué dans la première partie de cet état de l'art, est le produit de plusieurs facteurs naturels et d'activité humaine. C'est d'ailleurs la définition qu'en donnent Larrère & Larrère (2009) : le paysage est selon lui "une structure spatiale qui résulte de l'interaction entre des processus naturels et des activités humaines". Le paysage ayant de multiples définitions dans la littérature scientifique, c'est cette dernière que l'on retient pour cette analyse.

La valeur paysagère est une notion reconnue dans les documents d'urbanisme depuis la loi Paysage de 1993. Cette loi est composée de mesures visant à préserver la qualité paysagère et à intégrer davantage le patrimoine paysager dans les aménagements urbains. Ces mesures se font principalement au niveau des étapes d'enquêtes publiques en facilitant la concertation des acteurs concernés par l'impact visuel d'un aménagement. Elle donne donc un réel statut au paysage mais sans en donner une définition claire (Géoconfluences). La Convention européenne du paysage, créée en 2000 par 29 Etats-membres de l'UE, joue le rôle de tremplin pour les états souhaitant mettre en place des dispositifs législatifs spécifique à la valorisation du paysage. Ainsi, la loi ALUR (2014) guide les PLU et les SCoT vers des "orientations générales des politiques d'aménagement, d'équipement, d'urbanisme, de paysage, de protection des espaces naturels, agricoles et forestiers, et de préservation ou de remise en bon état des continuités écologiques." (Ministère du logement et de l'égalité des territoires, 2014). Les paysages remarquables formés en partie par les territoires agricoles se retrouvent ainsi inclus dans les orientations générales des documents d'urbanisme.

L'organisation des éléments de l'activité agricole (terre, eau, chemins, haies, relief...) créent des formes perçues comme un paysage (Alim'agri, 2015). Deffontaines (1995), cité précédemment, est un auteur reconnu dans cette mise en relation du paysage et de l'activité agricole. Ses travaux ont montré le rôle important que joue l'agriculture dans la construction du paysage depuis toujours. Il démontre que "l'expression visuelle de la production agricole est une fonction de l'agriculture". Cela signifie que l'agriculture produit des formes observables sur le territoire, pouvant être stables (unité de parcelles) ou instables (végétation, pratique agricole). Ces travaux montrent également l'importance de la structure spatiale des exploitations dans l'étude du paysage agricole. Comme vu précédemment, ces structures découlent à la fois de volontés politiques nationales (par exemple le remembrement) mais elles proviennent aussi de l'agriculteur par ses techniques d'exploitation, et devient donc "producteur de forme" (Deffontaines, 1995).

Ces valeurs parmi d'autres permettent donc de justifier l'ensemble des dispositifs engagés pour la préservation des espaces agricoles ou à vocation agricole qui, comme il a pu être montré, présentent de multiples fonctions essentielles au territoire. Les mesures de protections mis en

place sont donc une réaction face aux facteurs de vulnérabilité dont ces espaces peuvent faire l'objet.

5.4 La vulnérabilité des espaces agricoles

Le premier facteur de vulnérabilité apparaissant dans la littérature et l'actualité est la consommation de l'espace par l'artificialisation des sols. En France, l'urbanisation consomme environ 80 000 ha d'espaces agricoles par an (Agreste, 2018). Face à une inégale répartition des surfaces artificialisées, la diminution des terres à usage agricole, ou encore la déprise agricole, le Ministère de l'Agriculture créé l'Observatoire des espaces naturels, agricoles et forestiers (OENAF) en 2016. Cet observatoire remplace celui de la consommation des espaces agricole (ONCEA), dont les missions étaient limitées au espaces agricole. Les missions de l'observatoire actuel visent à créer des outils pertinents pour mesurer les changements de ces espaces, évaluer la consommation de l'espace et "apporter un appui méthodologique aux collectivités territoriales et aux commissions départementales de préservation des espaces naturels, agricoles et forestier (CDPENAF)" (Alim'agri, 2017).

Les espaces agricoles ou à vocation agricole les plus vulnérables à l'urbanisation sont les "dents creuses" (situées dans le tissu urbain) et ceux situés en bordure urbaine. En effet, ces zones sont très prisées par les projets de construction de logements ou d'infrastructures de services : leur situation géographique leur ajoute une plus-value quant à l'accessibilité aux services, commerces, transports... existants. Même si les "dents creuses" (Figure 8) ne sont pas toujours exploitées, elles contribuent à une certaine qualité environnementale du cadre de vie par la présence de « vert ». Elles se retrouvent donc menacés par les politiques d'aménagement actuelles qui privilégient la densification au sein du tissu urbain existant. Même si ces mesures visent en partie à protéger les espaces agricoles de l'étalement urbain, les parcelles exploitées en bordure urbaine subissent une certaine pression lorsque le tissu urbain se retrouve saturé. L'artificialisation des sols est donc, d'après Agreste, le principal facteur de diminution de la surface agricole utile.



Figure 8. Exemple de « dents creuses » à Valdahon - Photo aérienne

(Source : BD Ortho 2017, IGN)

Les espaces agricoles ne sont pas vulnérables seulement à l'activité humaine, mais également aux phénomènes naturels (érosion, inondation, pente, pollution des sols...). Les risques naturels varient en fonction de la localisation des espaces agricoles. Des pâturages situés sur des terrains de montagne sont en effet plus vulnérables aux éboulements ou glissements de terrain, comparé à une parcelle de plaine par exemple. Les risques d'inondation sont également présents dans certains territoires et constituent parfois une réelle menace pour les activités agricoles.

La gestion et l'exploitation des espaces agricoles jouent également un rôle important dans leur préservation. Ainsi, la déprise agricole constitue un autre facteur de vulnérabilité, caractérisé par l'abandon de l'activité de culture ou d'élevage dans un territoire agricole (phénomène différent de la jachère qui est une pratique permettant un repos provisoire au sol). Par exemple, si une parcelle consacrée à l'activité pastorale et située en bordure d'espace boisé est abandonnée, l'arrêt de l'activité donne l'occasion à l'espace forestier de s'étendre rapidement.

Il est intéressant de noter que valeur et vulnérabilité peuvent avoir des interprétations différentes selon le contexte et l'acteur concerné.

VI. Problématisation du sujet

Après avoir analysé le contexte dans lequel le sujet s'inscrit, les notions qui s'y rapportent et les références correspondantes, une problématisation peut être développée. Le projet de mise à jour de l'atlas s'articule en deux parties. La première consiste à définir l'emprise des espaces agricoles du département du Doubs. L'état de l'art nous a montré qu'un espace agricole peut l'être sous différentes formes, et qu'il n'est pas complètement figé dans le temps et l'espace. La seconde partie du projet de mise à jour correspond aux des indicateurs d'évaluation et leurs calculs, réalisés à l'échelle de l'îlot agricole⁵. Une partie de ces indicateurs ont été évoqués tout au long de l'état de l'art et sera complétée par d'autres.

Les problématiques de ce mémoire suivent donc ce schéma.

Tout d'abord, il est nécessaire de définir l'espace agricole ou à vocation agricole que l'atlas décrit. La question suivante se pose donc : comment définir un espace agricole ou à vocation agricole et quelles sont ses caractéristiques ? Est-il défini et identifié de la même manière entre plusieurs bases de données ? Les réponses permettront de nuancer l'affirmation suivante : tout ce qui n'est pas artificialisé, bâti, en eau ou forestier est agricole. Cette partie nous interrogera également sur la pertinence des bases de données utilisées pour définir l'espace agricole.

La seconde problématique posée dans ce sujet porte sur l'évaluation multicritère des espaces agricoles. Comment peut-on mesurer la valeur et la vulnérabilité d'un espace agricole ? Quels sont les critères et les indicateurs pertinents pour établir une évaluation multicritère ? Il s'agira également ici de s'interroger sur la méthode d'évaluation, ainsi que sur le choix du poids donné à chaque critère. Les réponses à ces questions nous amèneront à établir une interprétation des résultats de l'analyse multicritère.

⁵ Rappel : un îlot est le regroupement de plusieurs parcelles agricoles contiguës en une unité d'un seul tenant

METHODE ET OUTILS

Introduction

Cette partie présente la méthode et les outils utilisés pour répondre aux deux problématiques posées. Il y est notamment exposé les critères d'analyse et leurs caractéristiques, les variables calculées, et les bases de données utilisées. Elle est constituée de deux grandes parties : une pour chaque problématique. Chacune d'elles est composée des étapes réalisées, les bases de données utilisées et pourquoi, les méthodes statistiques et d'information géographique exploitées.

Rappel du contexte et de la demande initiale.

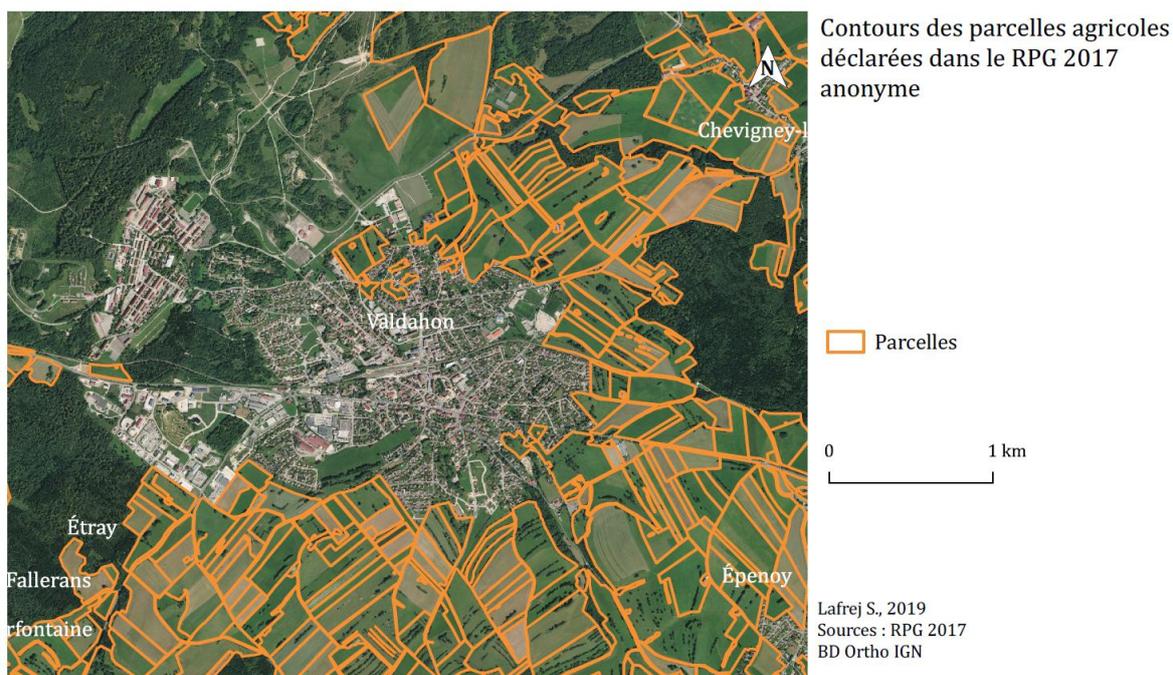
La DDT du Doubs a confié au laboratoire ThéMA l'actualisation de l'atlas départemental de la valeur et de la vulnérabilité des espaces agricoles. Sa finalisation est prévue pour octobre 2019. L'atlas prend la forme d'une série de cartes au 1 : 50 000, décrivant les différentes valeurs et leur synthèse par îlot ; de la couche SIG correspondante ; et d'une notice méthodologique. La cartographie est réalisée par îlot, soit un ensemble de parcelles contigües d'un seul tenant. Les quatre indices sont les suivant : valeur environnementale, valeur de droits et aides à la production, valeur de structure spatiale, et valeur de labellisation.

I. Identifier l'emprise des espaces agricoles du Doubs

Comment définir l'emprise des espaces agricoles ou à vocation agricole dans le département du Doubs ? La proposition suivante est posée : tout ce qui n'est pas artificialisé, en eau, bâti ou forestier est potentiellement agricole. Une fois cette question posée, quelles sources d'information et quels outils peuvent être mobiliser pour déterminer ces espaces agricoles ?

1.1 Le Registre Parcellaire Graphique (RPG) anonyme du Doubs (2017) : un système de déclaration graphique des surfaces agricoles exploitées

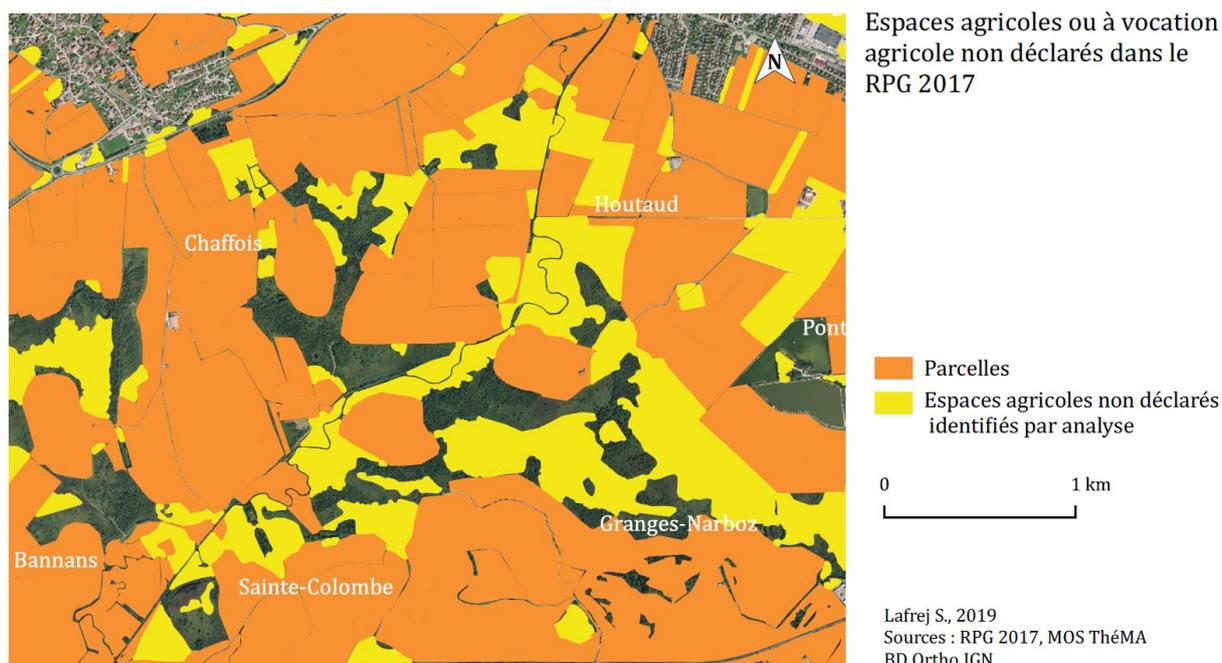
Le RPG est une couche d'entités surfaciques exploitables dans un système d'information géographique (SIG). Elle recense au niveau national les parcelles agricoles exploitées par des agriculteurs ayant déclaré leurs terres pour l'instruction d'aides financières de la Politique Agricole Commune (PAC). C'est donc un système de déclaration graphique des surfaces agricoles exploitées faisant l'objet d'au moins une aide de la PAC. Cette donnée peut être exploitée sous forme d'îlots ou de parcelles. Le RPG anonyme est libre d'accès car il ne contient aucune information nominale sur les exploitants et les aides qu'ils reçoivent (Carte 1). Les données nominales ne sont accessibles que par les structures publiques.



Carte 1. Contour des parcelles agricoles déclarées dans le RPG 2017 anonyme

L'avantage est que cette information spatiale contient la localisation à la fois des parcelles exploitées dans le Doubs par des agriculteurs ayant leur siège au sein du département, et également ceux ayant leur siège dans d'autres départements.

La limite est que les espaces agricoles non déclarés dans le cadre de la PAC ne sont pas inclus dans cette base de données. La Carte 2 montre des espaces agricoles non déclarés au RPG, et identifiés dans le cadre de cette étude par comparaison successive de plusieurs sources d'information.



Carte 2. Espaces agricoles ou à vocation agricole non déclarés dans le RPG 2017 anonyme

Le RPG anonyme permet donc de définir une partie des espaces agricoles présents dans le département. Il en existe une version par année disponible en libre accès depuis 2010. La version 2018 n'a pas pu être exploitée car sa date de mise à disposition ne correspondait pas au calendrier du projet.

1.2 Le Modèle d'Occupation du Sol (MOS) du laboratoire ThéMA (2017) : une classification permettant d'identifier des "lacunes"

Un modèle d'occupation du sol est une classification du type d'occupation des sols, où l'on distingue généralement l'espace urbain, agricole, minéral, naturel et forestier. Chaque partie du territoire concernée par un MOS est donc définie par une classe, plus ou moins précise selon la nomenclature choisie et la méthode d'identification.

1.2.1 Réalisation du MOS ThéMA et identification des lacunes

Ce MOS définit spatialement le mode d'occupation sol en 10 classes. Il a été réalisé en 2017 en associant la BD Topo IGN et le RPG 2017 anonyme, par la méthode suivante :

- Un squelette polygonal a été créé en combinant la couche des routes carrossables (à laquelle une zone tampon proportionnelle à la largeur de chaque tronçon est ajoutée) et celle des surfaces en eau non souterraines. Ces données provenant de la BD Topo IGN sont des informations servant de base à la construction du MOS. Les informations sur les routes sont actualisées tous les six mois, et l'emprise des surfaces en eau change très peu au cours du temps. Ce squelette polygonal est, dans la construction du MOS, une référence, qui ne peut être modifiée et à laquelle toutes les autres couches seront raccordées.
- La première couche raccordée à ce squelette est le RPG. Le RPG est mis à jour annuellement, contrairement à d'autres informations spatiales comme la couche végétation mise à jour tous les dix ans. Les polygones du RPG sont dilatés pour relier ceux séparés de moins de cinq mètres entre eux. Ces polygones sont ensuite greffés au squelette polygonal en procédant à une dilatation directionnelle orientée vers les points de connexion des différents réseaux présents à moins de cinq mètres (Roy & Foltête, 2015).
- La couche végétation de la BD Topo est ensuite raccordée au squelette par dilatation directionnelle également.
- Enfin, le bâti est ajouté sous forme de tache urbaine (dilatation de 50 mètres autour du bâti puis érosion de 40 mètres), par dilatation directionnelle.

Le schéma récapitulatif de la méthode de création du MOS ThéMA et sa cartographie sont consultables en Figure 9 et Carte 3.

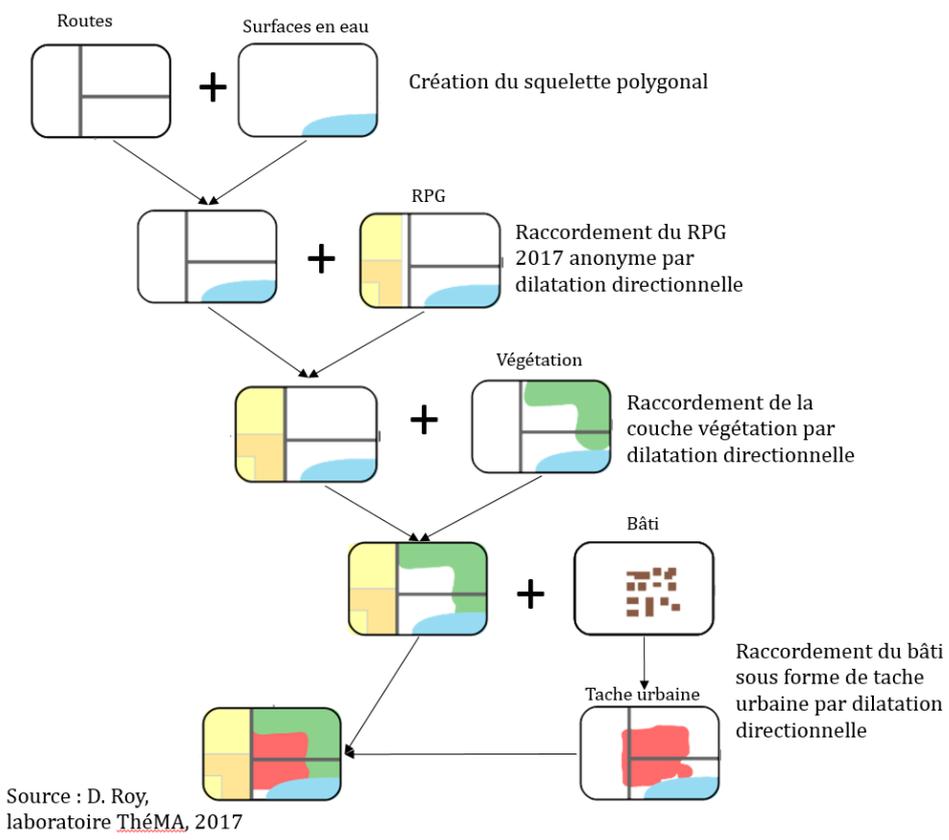
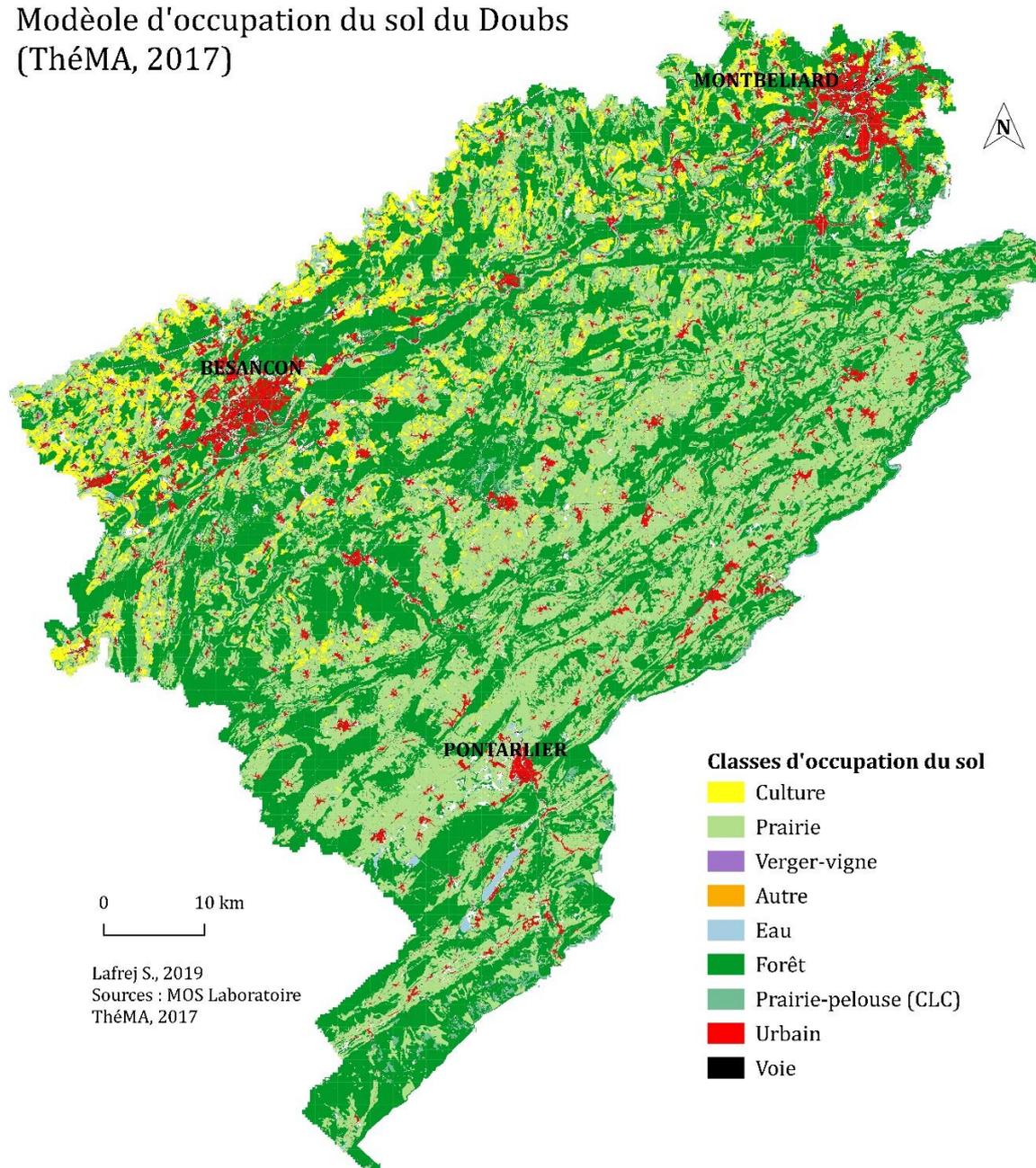


Figure 9. Schéma récapitulatif de la méthode de création du MOS Théma

Modèle d'occupation du sol du Doubs (ThéMA, 2017)

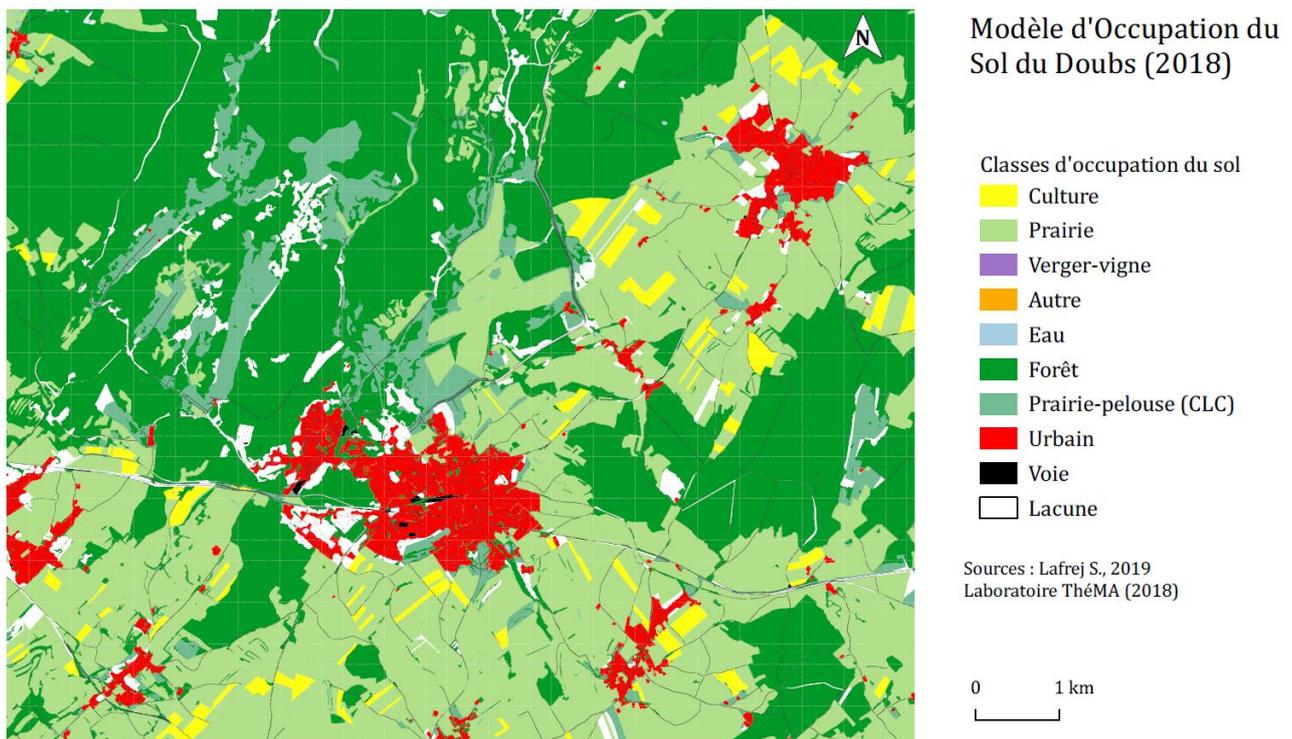


Carte 3. MOS ThéMA

Tous les espaces non couverts par ces traitements sont considérés comme des “lacunes”, c’est-à-dire des zones qui n’ont été reconnues par aucune classe d’occupation du sol dans la réalisation du MOS. Une partie de ces lacunes ont été comblées par les couches prairies et pelouses⁶ du MOS européen Corine Land Cover, mais leur précision est limitée. Dans ce travail, les prairies et pelouses sont alors considérées comme des lacunes.

⁶ Ce sont des espaces agricoles n’étant pas éligibles aux aides de la PAC, parfois exploités ou entretenus mais sans production agricole

En résultat, le MOS Théma sur le département du Doubs présente dix classes d'occupation du sol (Carte 4). Les classes "lacune" et "prairie-pelouses" sont identifiées sur le département et associées pour former une seule couche "lacunes". La nature d'occupation du sol de ces lacunes n'est pas connue et il peut s'agir de superficies agricoles non déclarées au RPG. Mais ces lacunes posent trois problèmes. D'abord, certaines ont conservé des résidus du tuilage utilisé lors de la réalisation du MOS (Figure 11). D'autres ont une géométrie allongée indiquant généralement une occupation non agricole. Celles-ci correspondent notamment à des éléments linéaires le long des routes, ou à des résidus d'extraction (Figure 10). Enfin, des lacunes très petites sont identifiées, trop petites pour être retenues comme espaces agricoles (Figure 12).



Carte 4. Zoom sur le modèle d'occupation du sol Théma



Figure 11. Résidu de tuilage



Figure 10. Résidu linéaire



Figure 12. Résidu de petite taille

(Source : BD Ortho IGN, MOS laboratoire Théma)

La résolution de ces problèmes constitue la prochaine étape : le nettoyage des lacunes.

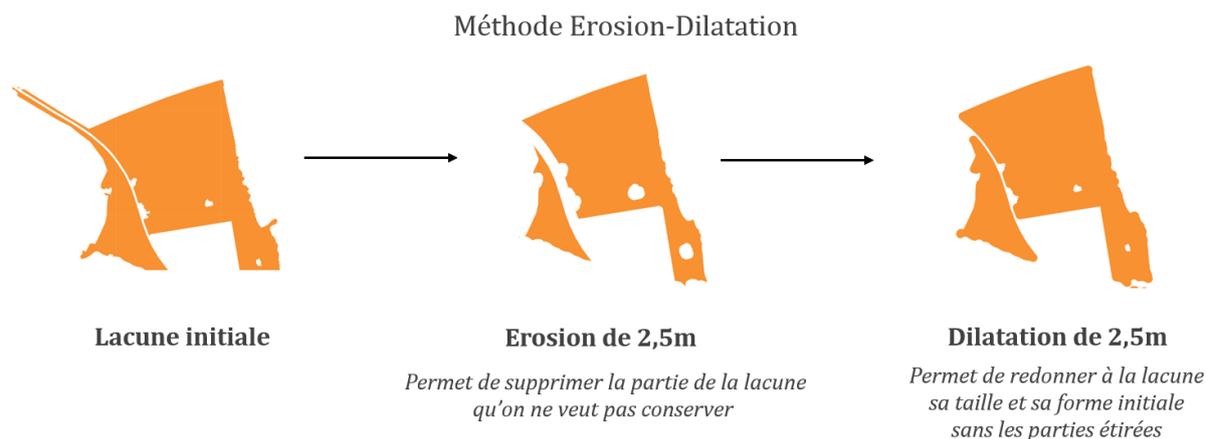
1.2.2 Nettoyage des lacunes

L'objectif est de supprimer les parties résiduelles ne pouvant potentiellement pas correspondre à une exploitation agricole (Figures 10, 11 et 12). Pour ce faire, trois procédés sont appliqués :

1/ L'application d'un filtre surfacique de 2000 m². Ce seuil correspond également à l'unité minimale de collecte retenues pour le MOS Théma. Toutes les parcelles inférieures à 2000m² ont donc été supprimées. Pour les éliminer, une sélection attributaire a été effectuée sur le champ de surface de la table du MOS.

2/ Le découpage de l'emprise des lacunes par la limite départementale. L'emprise spatiale du MOS Théma déborde en effet en dehors de la limite départementale. L'atlas concernant seulement le département, les lacunes situées en dehors sont supprimées. L'outil 'Découper' a été utilisé sous SIG.

3/ La suppression des éléments résiduels de forme linéaire. Pour éliminer les résidus problématiques, une méthode d'érosion-dilatation de 2,5 mètres, puis de 10 mètres a été appliquée. Cette méthode s'effectue de la manière suivante (Figure 13) :



Lafrej S., 2019

Figure 13. Schéma de méthode d'érosion-dilatation

L'érosion est effectuée par une zone tampon négative, et la dilatation par une zone tampon positive. Les distances des zones tampon ont été choisies après avoir parcouru l'emprise des lacunes et identifié la taille approximative des résidus. Ce procédé permet de réduire la surface des lacunes à traiter dans les étapes suivantes, et donc de réduire considérablement les temps de traitement.

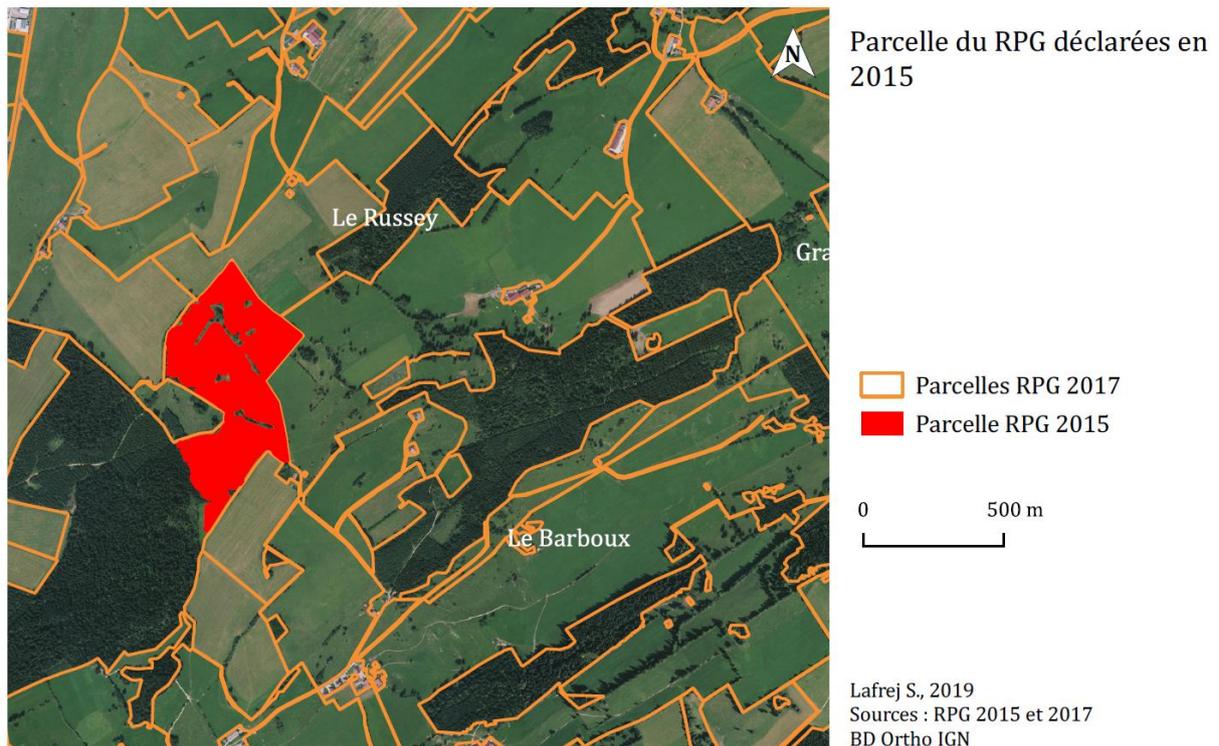
Les lacunes, désormais nettoyées, constituent la base de la prochaine étape de cette analyse : définir la nature d'occupation du sol des lacunes à l'aide d'autres bases données et MOS disponibles, pour identifier seulement les espaces agricoles ou à vocation agricole.

Les prochaines bases de données présentées sont les informations utilisées pour définir la nature d'occupation du sol des lacunes sur le département du Doubs. Il s'agit de les comparer entre elles dans le but de définir le plus précisément possible les espaces agricoles.

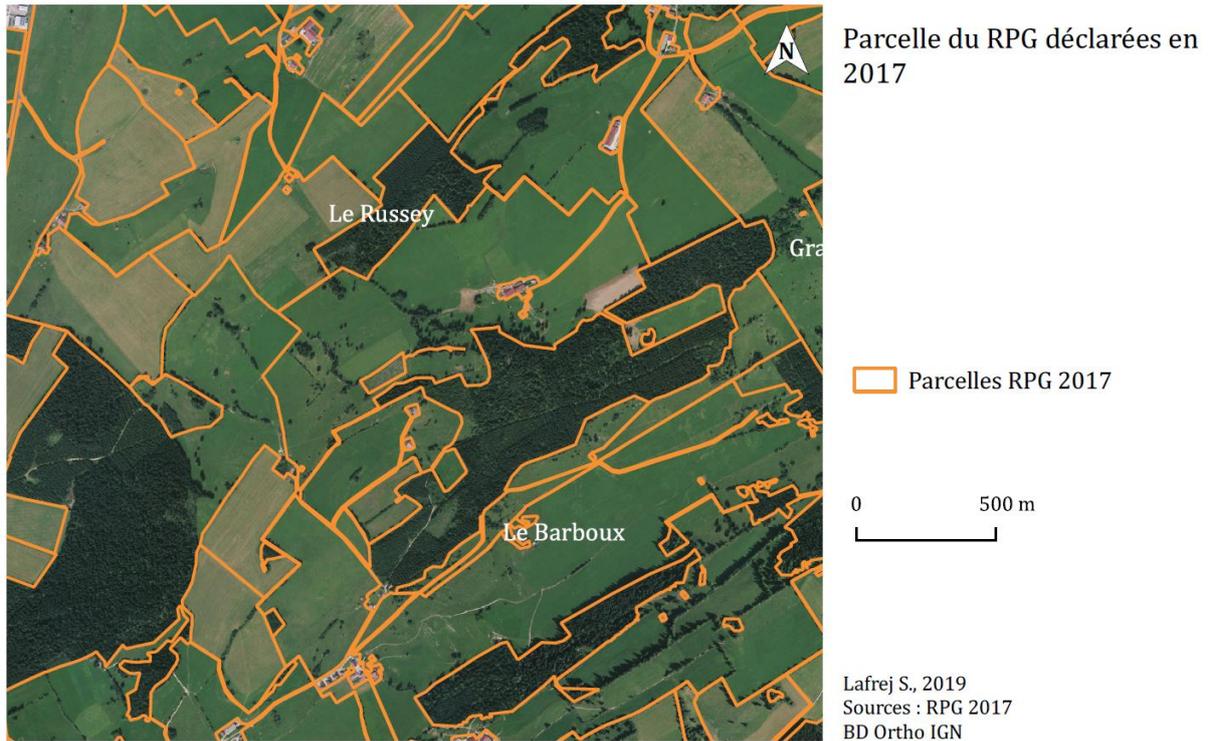
1.3 Données et MOS utilisés pour définir la nature des lacunes

1.3.1 Les Registres parcellaires graphiques anonymes 2015 et 2016

Les versions conservées pour cette donnée sont celles de 2015, 2016 et 2017. Deux années antérieures ont donc été prises en compte car des parcelles déclarées en 2015 (Carte 5) peuvent ne plus l'être en 2017 (Carte 6), mais constituer toujours de l'espace agricole (l'occupation du sol évolue peu en deux ans).



Carte 5. Parcelles du RPG déclarées en 2015 et en 2017



Carte 6. Parcelles du RPG déclarées en 2017

L'objectif est d'identifier les lacunes localisées dans l'emprise spatiale du RPG 2015 et 2016. Pour croiser les lacunes avec les RPG 2015 et 2016, l'outil "Intersection" a été utilisé. Cette intersection présente trois types de résultats (Figure 14) :

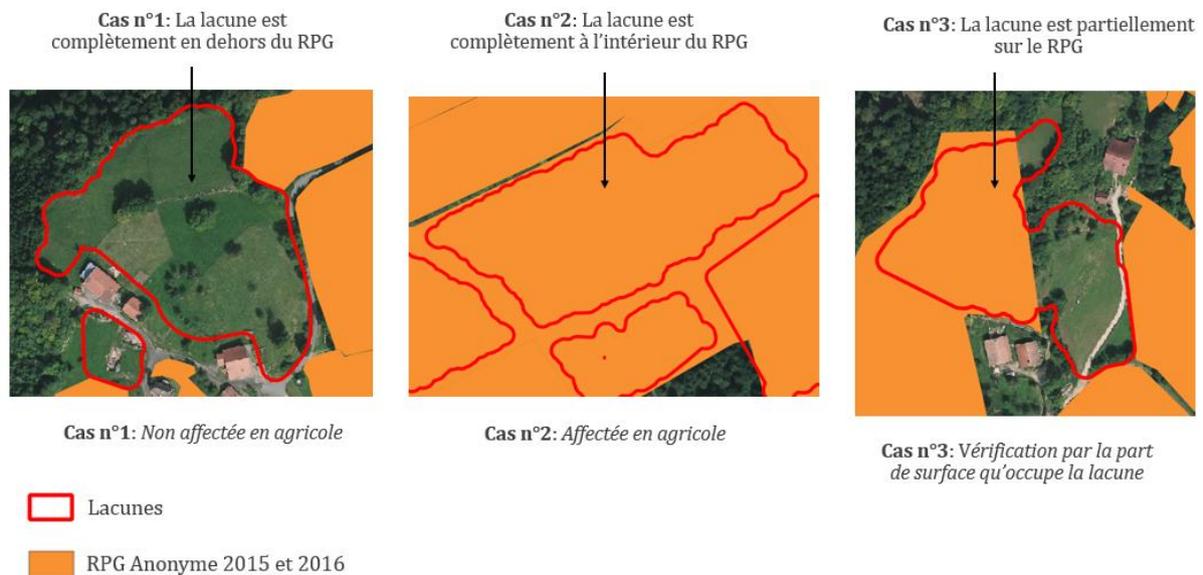


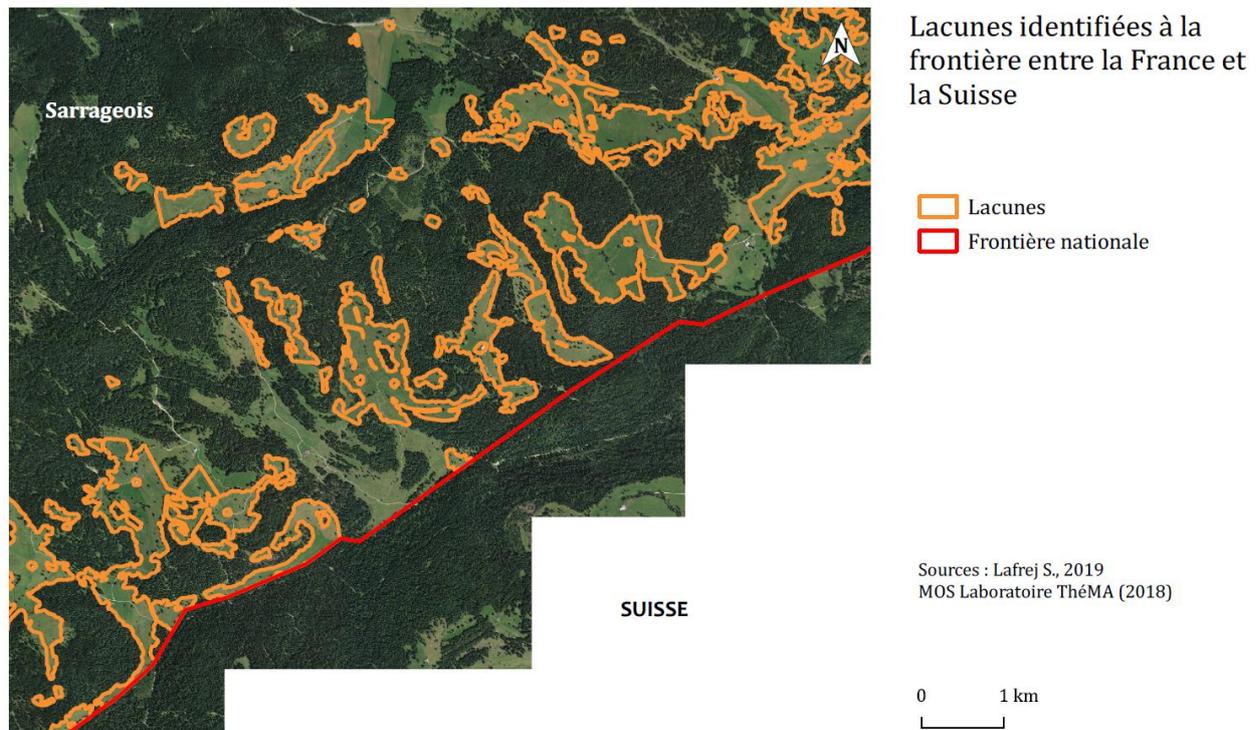
Figure 14. Schéma des trois types de résultat possibles lors de l'intersection avec les RPG 2015 et 2016

La première situation présente la lacune se situant complètement en dehors de l'emprise du RPG 2015 et 2016 : dans ce cas, la lacune n'est pas affectée en agricole à cette étape. La deuxième situation présente la lacune complètement dans l'emprise du RPG 2015-2016 : dans ce cas, la

lacune est affectée en agricole. Le dernier cas présente la lacune partiellement contenue par le RPG : pour vérifier la pertinence de cette intersection, un nouveau champ est calculé dans la table attributaire, pour évaluer la part de surface de lacune contenue dans le RPG. Ne sont conservées que les lacunes ayant une part d'occupation de plus de 60% dans l'emprise du RPG. Les lacunes situées au-delà de ce seuil sont vérifiées manuellement par photo-interprétation.

1.3.2 Le parcellaire et estives d'exploitants suisses

Comme précisé précédemment, les espaces agricoles non déclarés à la PAC n'apparaissent pas dans les RPG. Les exploitants suisses n'étant pas ressortissants de l'UE et donc non éligibles aux aides de la PAC, ils ne déclarent pas leurs parcelles en France. Il y a donc un réel manque d'informations sur les espaces agricoles situés près de la frontière (Carte 7). Néanmoins, la DDT a pu obtenir, auprès de l'Association du Pacage Franco-Suisse, des données spatiales sur les parcelles exploitées par des agriculteurs suisses.



Carte 7. Lacunes identifiées à la frontière entre la France et la Suisse

Deux types de données sur deux zones différentes ont pu être acquis :

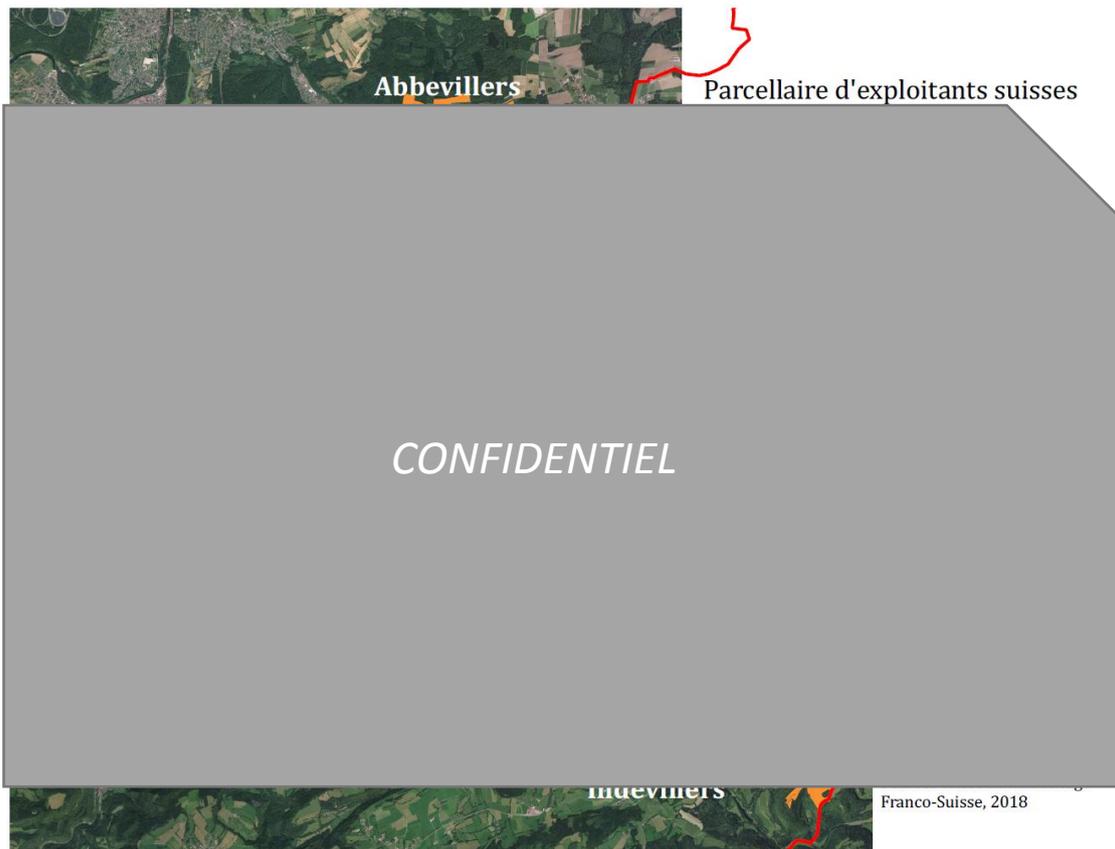
- L'emprise des estives (pâturages d'été) situées au sud-est du département côté Pontarlier et Mouthe, gérées par des propriétaires suisses, fournies sous 40 fichiers au format PDF (exemple en Carte 8). L'avantage de cette information est qu'elle présente les estives avec les contours précis des îlots. L'inconvénient de cette donnée est qu'elle nous est fournie au format PDF, ce qui rend le temps de traitement plus long.

- Le parcellaire d'exploitants suisses situé au nord-est du département (de Abbevillers à Pont-de-Roide Vermondans et jusqu'à Charmauvillers) fourni au format shapefile⁷ (Carte 9). Malgré la précision de l'information, le découpage fourni dans cette donnée est issu du cadastre : cette répartition ne correspond donc pas toujours au découpage réel des parcelles exploitées (même si la surface totale reste identique).



Carte 8. Exemple d'une représentation d'estive fournie au format .PDF

⁷ Fichier de forme exploitable sous SIG



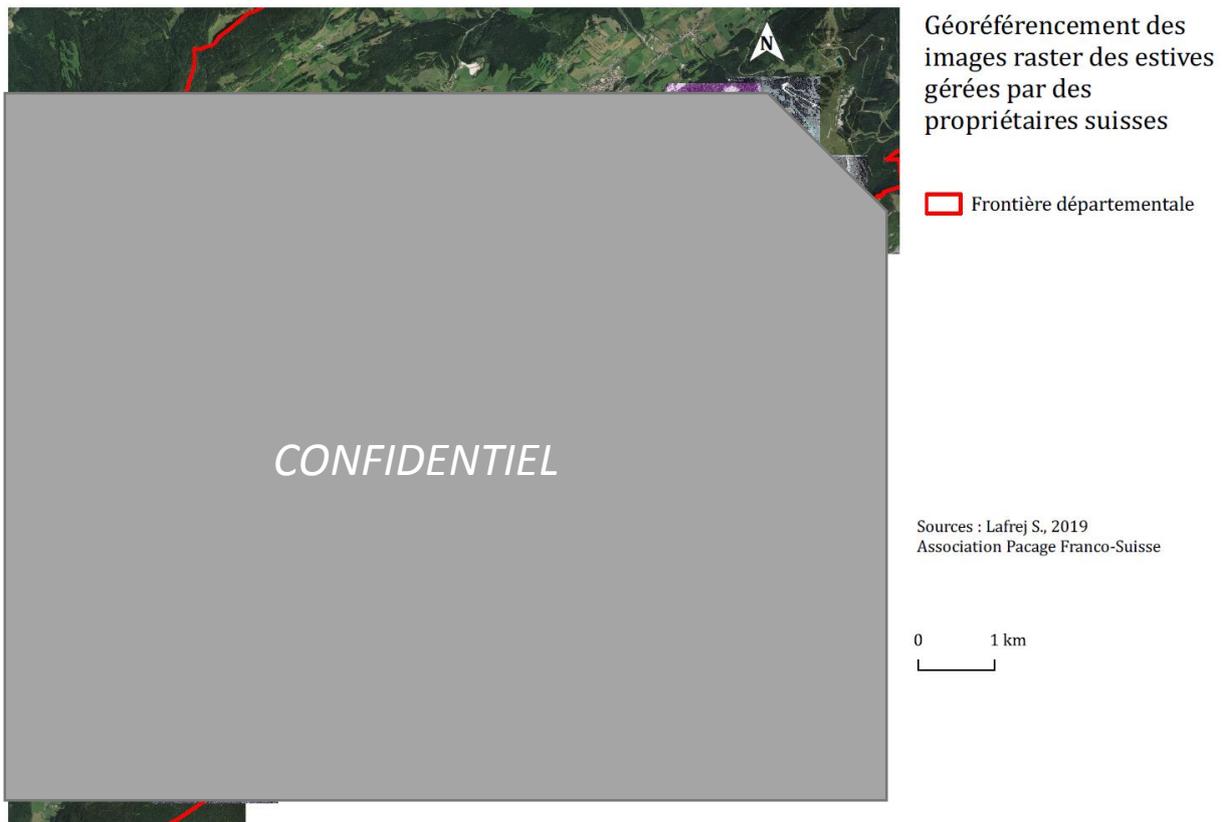
Carte 9. Découpage parcellaire d'exploitants suisses

Concernant les estives sud-est, fournies au format PDF, un traitement en amont est nécessaire afin de pouvoir les exploiter sous SIG :

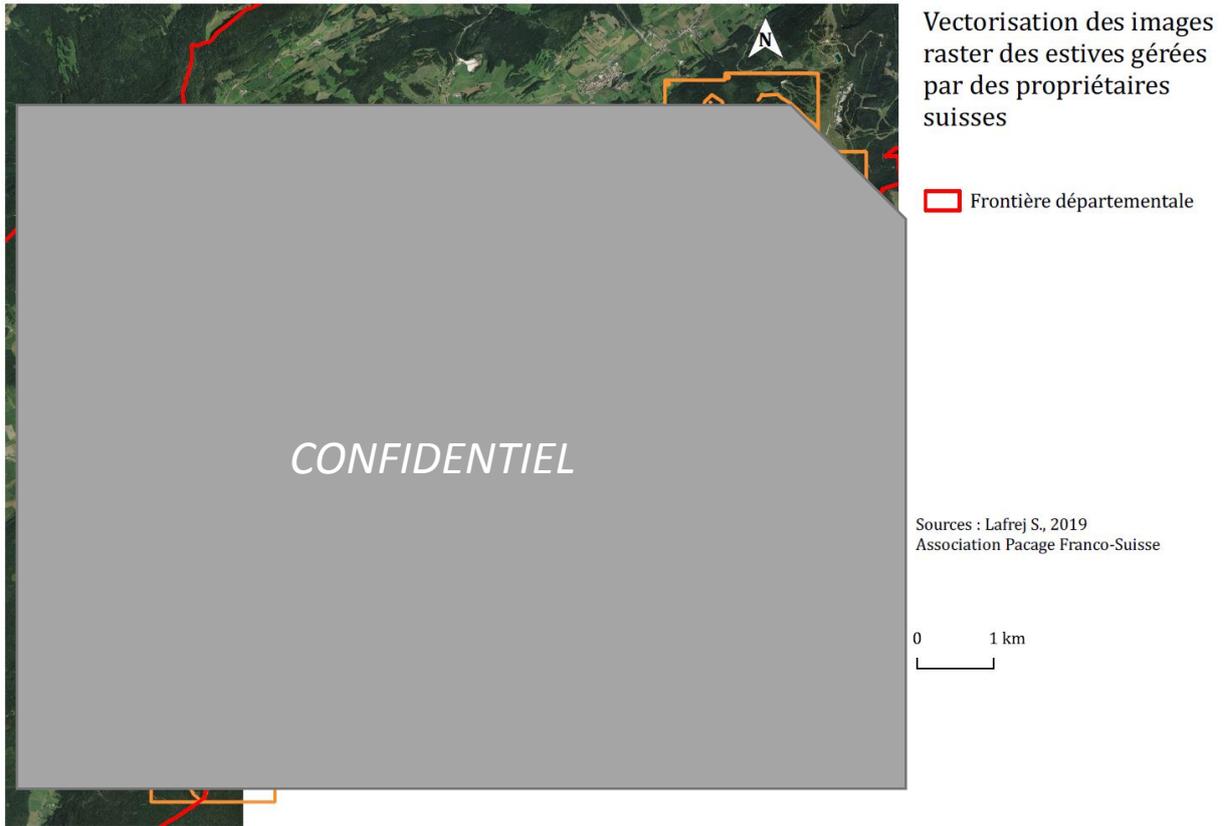
- Les PDF sont d'abord convertis en format .TIF (image raster), en isolant seulement la partie contenant le contour des estives (exemple en Carte 10)
- Ces images sont ensuite géoréférencées grâce aux points d'ancrage pointés par des coordonnées géographiques présentes sur les images, avec l'outil 'géoréférencement' d'ArcGis (illustration en Carte 11).
- Les rasters obtenus sont ensuite fusionnés avec l'outil 'Mosaic to new raster' pour former un raster unique regroupant toutes les estives.
- Ce raster unique est ensuite vectorisé afin d'effectuer un croisement spatial avec les lacunes (illustration en Carte 12).
- L'objectif est ensuite d'identifier les lacunes se superposant à l'emprise de cette couche d'estives, par une sélection par localisation (illustration en Carte 13).
- Cette sélection est vérifiée manuellement vue le nombre faible d'images



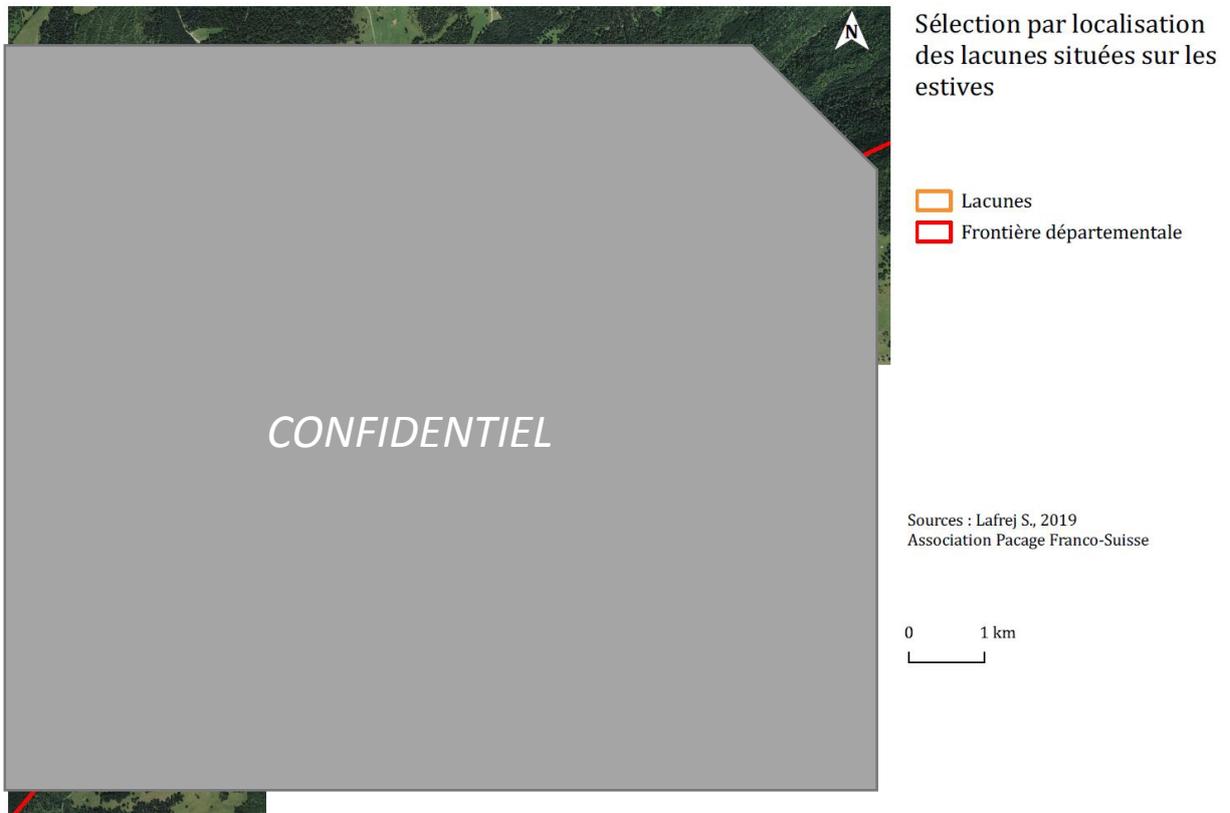
Carte 10. Exemple d'image raster d'une estive d'un exploitant suisse



Carte 11. Illustration du géoréférencement des images raster des estives

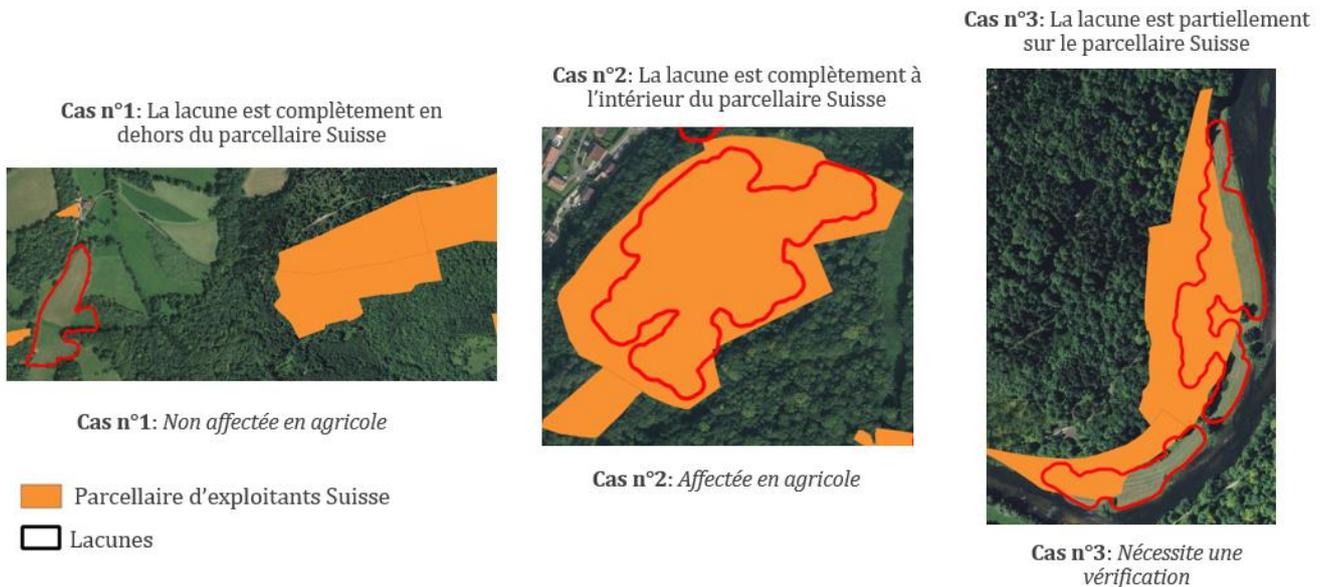


Carte 12. Illustration de la vectorisation des images raster des estives



Carte 13. Illustration de la sélection par localisation des lacunes situées sur les estives

Concernant le parcellaire d'exploitants suisses, la même méthode de comparaison que les RPG 2015 et 2016 a été utilisée. L'objectif est d'identifier les lacunes localisées dans l'emprise spatiale du parcellaire d'exploitants suisses. Pour croiser les lacunes avec cette donnée, l'outil "Intersection" a été utilisé. Cette intersection présente trois types de résultats (figure 15) :



Lafrej S., 2019

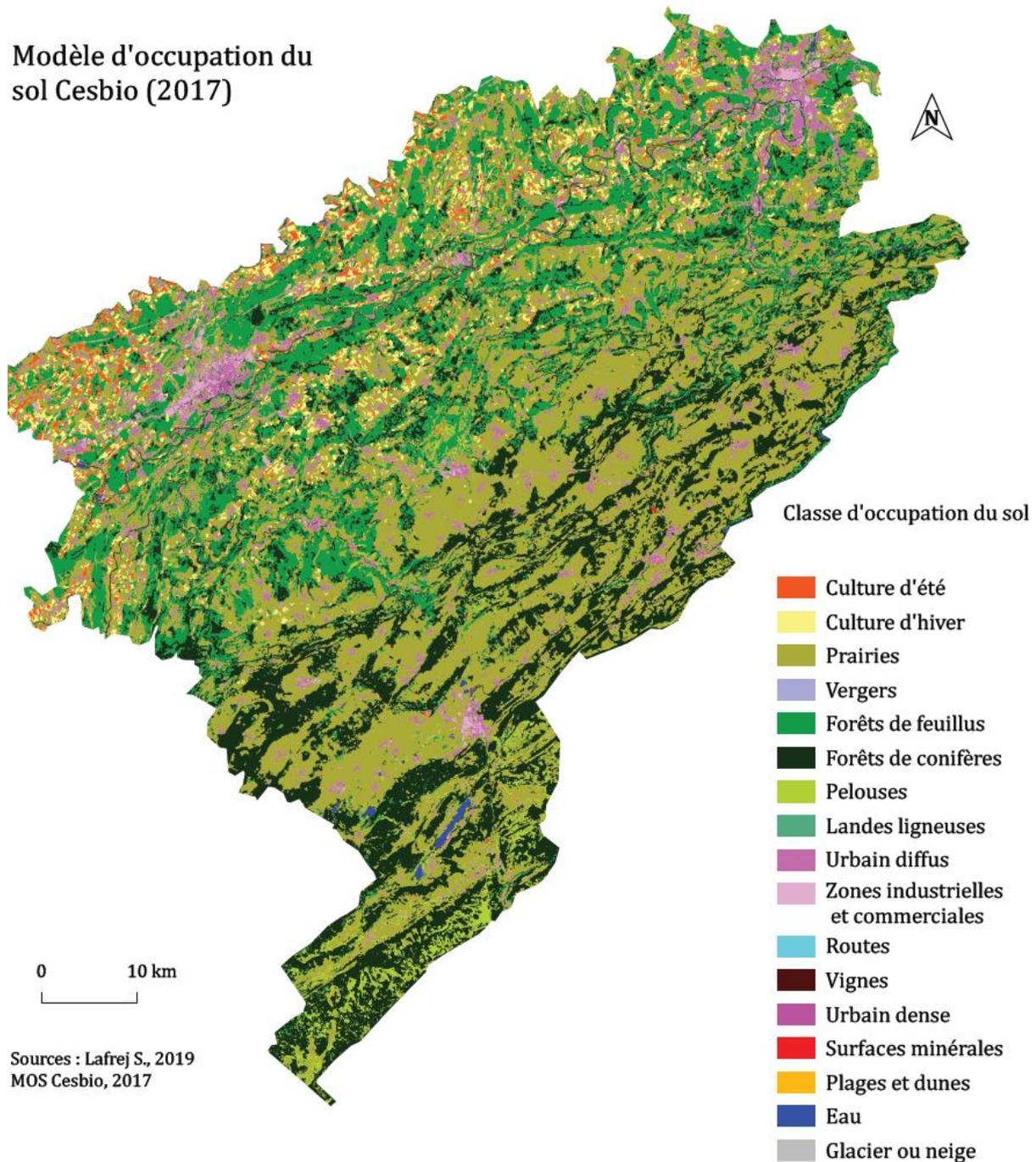
Figure 15. Schéma des trois types de résultat possibles lors de l'intersection avec le parcellaire d'exploitants suisses

Dans le premier cas, la lacune n'est pas affectée en agricole, dans le deuxième cas, la lacune est affectée en agricole, et dans le dernier cas, un nouvel attribut est calculé pour évaluer la part de surface de lacune contenue dans le parcellaire. Ne sont conservées que les lacunes ayant une part d'occupation de plus de 60% dans l'emprise du parcellaire. Les lacunes situées au-delà de ce seuil sont vérifiées manuellement par photo-interprétation.

1.3.3 Le modèle d'occupation du sol Cesbio (2017)

Ce MOS a été développé par un consortium de structures scientifiques dont le laboratoire CESBIO (Centre d'Etudes Spatiales de la BIOSphère) depuis 2009, et mis à jour en 2010, 2011, 2014, 2016, 2017 et 2018. La version 2018 n'ayant été mise en ligne que très récemment, la version utilisée ici est celle de 2017. Ce modèle d'occupation est issu d'une reconnaissance par image satellitaire des satellites Sentinel-2 et Landstat-8. Le résultat est un raster à l'échelle de la France à 10 mètres de résolution. Ce produit a été régularisé à 20 mètres de résolution et vectorisé. Il définit l'occupation du sol national en 17 classes (Figure 14).

Modèle d'occupation du sol Cesbio (2017)



Carte 14. MOS Cesbio

L'objectif ici est d'attribuer à certaines lacunes une classe d'occupation du sol à partir du MOS Cesbio. Une lacune peut contenir plusieurs classes d'occupation : nous souhaitons donc connaître la superficie qu'occupe chaque classe dans chaque lacune. Pour obtenir cette information, l'outil 'Tabulate Area' a été utilisé. C'est un outil de statistiques zonales qui permet de calculer les superficies croisées entre deux jeux de données. En croisant la couche du MOS Cesbio et celle des lacunes, il génère une table en sortie récapitulant pour chaque lacune (en ligne) la surface en m^2 qu'occupe chaque classe du MOS (en colonnes) (illustration en figure 31). Cette table est ensuite jointe à la couche des lacunes initiale.

OBJECTID_12	CLASS_11	CLASS_12	CLASS_31	CLASS_32	CLASS_34	CLASS_36	CLASS_41	CLASS_42	CLASS_43
1 357	0	0	0	0	568,75	0	0	0	0
1 358	0	0	0	1 006,25	0	0	0	1 043,75	0
1 359	0	0	0	0	0	0	0	1 187,5	0
1 360	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 361	0	0	0	0	0	0	0	262,5	0
1 362	0	0	3 556,25	56,25	0	0	0	0	0
1 363	0	0	0	481,25	0	0	0	0	0
1 364	0	0	0	1 325	0	0	0	0	0
1 365	0	0	0	0	0	0	0	1 393,75	36 231,25
1 366	0	0	0	0	0	0	0	1 868,75	3 143,75
1 367	0	0	0	0	0	0	0	1 731,25	3 337,5

Figure 16. Extrait de la table attributaire en sortie de l'outil 'Tabulate area'

Il s'agit ensuite de connaître la classe d'occupation du sol occupant la plus grande superficie dans chaque lacune : elle est appelée la classe majoritaire. Avant tout autre traitement sur cette couche, les classes sont regroupées en cinq groupes, afin d'optimiser les analyses :

- 'culture' contenant les cultures annuelles et pérennes
- 'urbain' contenant les zones urbaines et les routes
- 'forêt' contenant les forêts de feuillus et de conifères
- 'formations naturelles' contenant les pelouses et landes ligneuses
- 'autres' contenant les surfaces minérales, plage et eau

Un macro-modèle de traitement a été réalisé avec ModelBuilder d'ArcGis afin de calculer la classe majoritaire présente, la surface de cette classe majoritaire, et la part qu'elle occupe dans la lacune. Ce Model Builder applique un processus de sélection itératif en fonction des surfaces de chaque groupe (Figure 17). Le modèle analyse le premier groupe, calcul sa surface, puis analyse le suivant, si sa surface d'occupation est supérieure au précédent, le modèle le définit comme classe majoritaire et calcul sa part d'occupation. Il analyse ensuite le suivant et établit le même processus, jusqu'à avoir passé en revue les cinq groupes représentant les 14 classes sur le département.

A la suite de ces traitements, deux conditions d'attribution de classe ont été définies :

- La classe majoritaire doit avoir une part d'occupation du sol dans la lacune supérieure à 75%. Il est considéré que si une classe d'occupation occupe au moins les trois quarts de la lacune, cette classe la définit dans son ensemble.
- La lacune doit avoir une surface inférieure à 20 000 m². Ce seuil a été choisi après avoir parcouru et analysé la structure des lacunes : au-delà de 20 000 m², l'attribution d'une classe à une lacune peut être biaisée par sa taille.

Les lacunes répondant à ces deux conditions sont définies par une classe d'occupation du sol. Les lacunes correspondant au groupe 'culture' sont isolées par une sélection attributaire et définies comme agricoles, et celles n'ayant été affectées à aucune classe sont conservées et font l'objet des prochaines étapes.

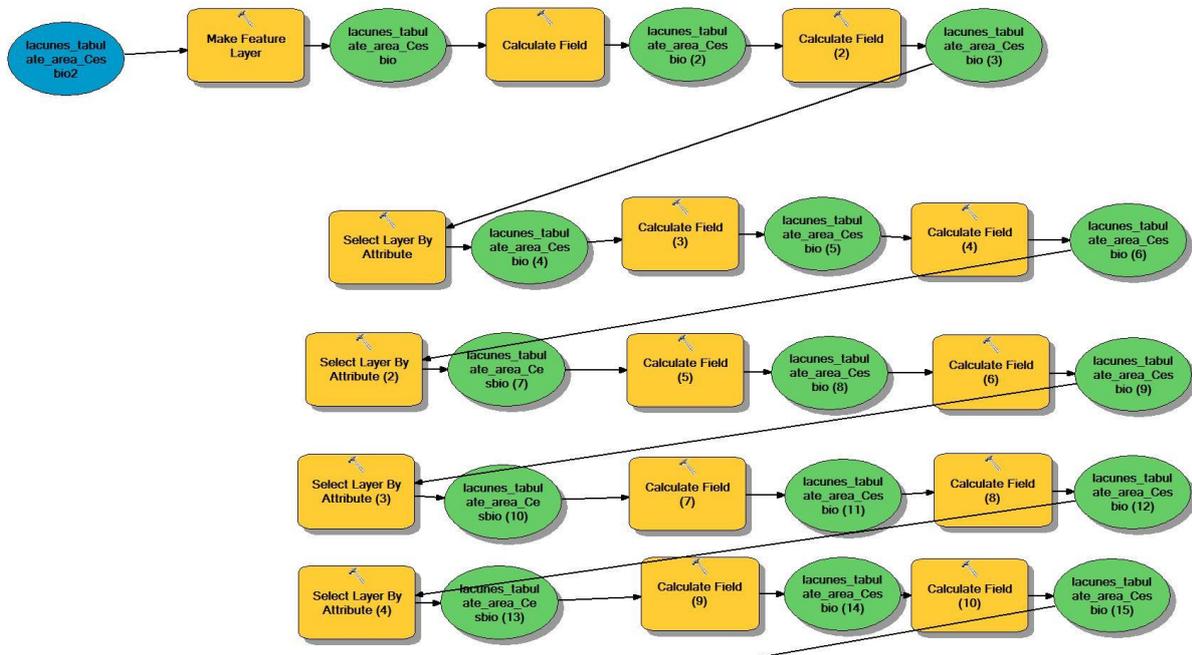


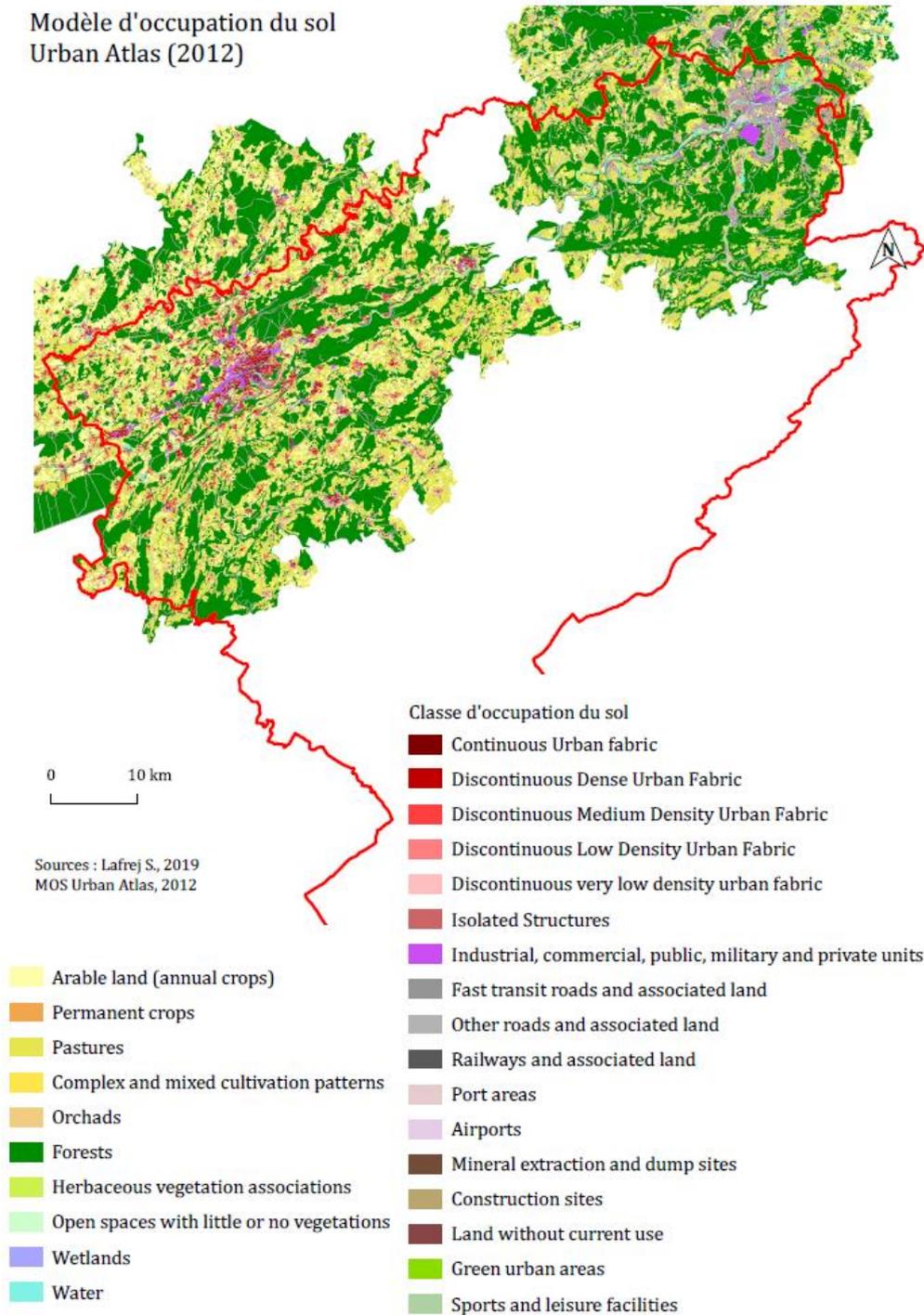
Figure 17. Extrait du Model Builder identifiant la classe majoritaire Cesbio dans chaque lacune

Les deux prochains modèles d'occupation du sol sont utilisés pour effectuer une comparaison entre eux et le MOS Cesbio. Les classes des prochains MOS ne sont pas affectées directement aux lacunes comme il l'a été fait précédemment, mais ils vont être comparés avec le MOS Cesbio.

1.3.4 Le modèle d'occupation du sol Urban Atlas (2012)

Ce MOS définit l'occupation du sol de 800 aires urbaines du continent européen, par une méthode d'identification par image satellitaire. C'est une initiative de la Commission Européenne dans le cadre du programme Copernicus, en collaboration avec l'Agence Spatiale Européenne et l'Agence Environnementale Européenne. La nomenclature définit l'occupation du sol en 27 classes (Carte 15).

Modèle d'occupation du sol
Urban Atlas (2012)



Carte 15. MOS Urban Atlas

La même méthode que pour le MOS Cesbio est utilisées. L'outil 'Tabulate Area' permet de connaître la superficie qu'occupe chaque classe de l'Urban Atlas dans chaque lacune. En croisant la couche du MOS Urban Atlas et celle des lacunes, l'outil génère une table en sortie récapitulant pour chaque lacune (en ligne) la surface en m² qu'occupe chaque classe du MOS (en colonnes) (le même type de tableau qu'en Figure 16 est obtenu). Cette table est ensuite jointe à la couche des lacunes initiale.

Il s'agit ensuite de connaître la classe majoritaire : ici encore, avant tout autre traitement, des groupes de classes sont créés afin de faciliter les analyses :

- 'culture' contenant les terres arables, les cultures permanentes, les pâturages et les vergers
- 'urbain' contenant toute les surfaces artificialisées
- 'forêt' contenant les surfaces forestières
- 'formations naturelles' contenant les végétations herbacées et les espaces ouverts sans ou avec peu de végétation
- 'eau' contenant les surfaces en eau

Le même Model Builder que pour le MOS Cesbio est utilisé (Figure 17). L'exécution du modèle fournit donc pour chaque lacune, le groupe majoritaire, sa surface et la part qu'il occupe dans la lacune.

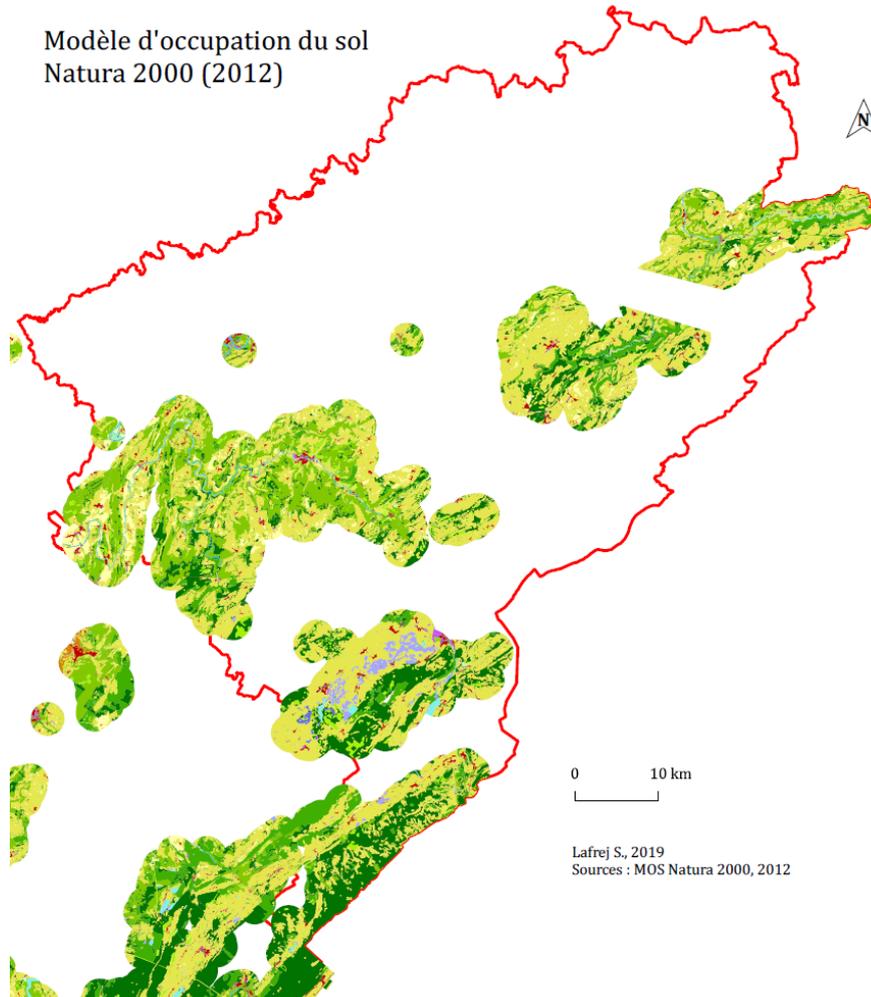
Malgré la précision de l'information grâce aux images satellitaires, cette donnée ne recouvre pas l'ensemble du département : elle ne fournit donc pas une information exhaustive sur l'ensemble de notre zone d'étude. De plus, la dernière version de ce MOS est de 2012, ce qui n'est pas assez récent par rapport aux autres bases de données utilisées.

Au vu des limites de cette donnée, elle n'est pas utilisée directement pour affecter une classe d'occupation du sol aux lacunes comme il a été fait avec le MOS Cesbio : les informations obtenues seront comparées à la fois au MOS Cesbio, et à la prochaine donnée présentée : le MOS Natura 2000.

1.3.5 Le modèle d'occupation du sol Natura2000 (2012)

Ce MOS définit l'occupation du sol à l'échelle des sites de protection environnementale Natura 2000, complétés par une zone tampon de 2km, sur le continent européen. C'est donc une initiative du réseau Natura 2000, visant à répondre à des besoins en matière de connaissance et de gestion des sites. La nomenclature définit l'occupation du sol en 62 classes (Carte 16).

Modèle d'occupation du sol
Natura 2000 (2012)



Classes d'occupation du sol

- | | | |
|---|--|---|
| Urban fabric (predominantly public and private units) | Exploited peat bog | Managed grassland |
| Industrial, commercial and military units | Unexploited peat bog | Semi-natural grassland with trees |
| Road networks and associated land | Coastal salt marshes | Semi-natural grassland without trees |
| Railways and associated land | Salines | Alpine and sub-alpine natural grassland |
| Port areas and associated land | Intertidal flats | Heathland and Moorland |
| Airports and associated land | Coastal lagoons | Other scrub land |
| Mineral extraction, dump and construction sites | Estuaries | Sclerophyllous vegetation |
| Land without current use | Interconnected water courses | Sparsely vegetated areas |
| Green urban, sports and leisure facilities | Highly modified water courses and canals | Beaches and dunes |
| Arable irrigated and non-irrigated land | Separated water bodies belonging to the river system | River banks |
| Greenhouses | Natural water bodies | Bare rocks and rock debris |
| Vineyards, fruit trees and berry plantations | Artificial standing water bodies | Burnt areas (except burnt forest) |
| Olive groves | Intensively managed fish ponds | Glaciers and perpetual snow |
| Annual crops associated with permanent crops | Standing water bodies of extractive industrial sites | Inland marshes |
| Complex cultivation patterns | Sea and ocean | |
| Land principally occupied by agriculture with significant areas of natural vegetation | | |
| Agro-forestry | | |
| Natural & semi-natural broadleaved forest | | |
| Highly artificial broadleaved plantations | | |
| Natural & semi natural coniferous forest | | |
| Highly artificial coniferous plantations | | |
| Natural & semi natural mixed forest | | |
| Highly artificial mixed plantations | | |
| Transitional woodland and scrub | | |
| Lines of trees and scrub | | |
| Damaged forest | | |

Carte 16. MOS Natura 2000

La même méthode que les deux MOS précédents est appliquée. La superficie qu'occupe chaque classe dans les lacunes est calculée grâce à l'outil 'Tabulate Area'. Les classes sont également assemblées en groupes :

- 'culture' contenant les terres arables, vignes, cultures permanentes, terres principalement occupées par l'agriculture, prairies naturelles et semi-naturelles
- 'urbain' contenant les zones urbaines, les surfaces industrielles et commerciales, voies et toute autre surface artificialisée
- 'forêt' contenant les espaces forestiers
- 'eau' contenant les surfaces en eau
- 'autre' contenant les surfaces minérales et formations naturelles

Le même Model Builder est encore une fois appliqué et fournit pour chaque lacune, le groupe majoritaire, sa surface et la part qu'il occupe dans la lacune.

Tout comme le MOS Urban Atlas, malgré la précision de la donnée, et la connaissance du terrain par le réseau Natura 2000, la version est trop ancienne pour pouvoir l'exploiter au même titre que les autres MOS.

1.3.6 Méthode de croisement des MOS Cesbio, Urban Atlas et Natura 2000

Ainsi, un croisement simultané des lacunes restantes est effectué (lacunes de plus de 20 000 m² avec une part d'occupation des classes du MOS Cesbio inférieure à 75%) avec les MOS Cesbio, Natura 2000 et Urban Atlas (Figure 18).

Lors de ce croisement, deux conditions d'attribution sont définies pour affecter la classe 'culture' aux lacunes :

- La lacune doit être définie comme agricole dans au moins deux MOS sur trois
- Le groupe 'culture' doit avoir une part d'occupation du sol supérieure à 75%

Les lacunes répondant à ces conditions sont définies comme agricoles et celles n'ayant été affectées à aucune classe sont conservées et font l'objet de la dernière étape.

Ce croisement permet d'affiner l'identification des espaces agricoles et de ne pas se fier seulement à une seule base de données. Elles ont en effet toutes leurs propres limites, ainsi leur comparaison apporte une plus-value à l'analyse de ces espaces.

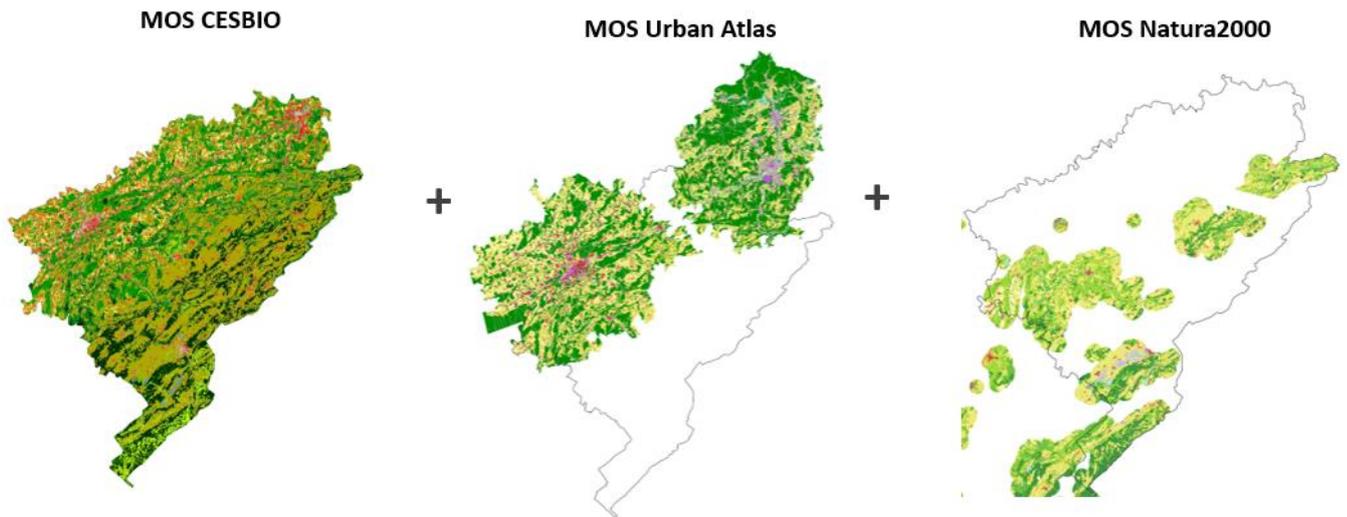


Figure 18. Schéma de comparaison des trois MOS

1.3.7 Découpage des lacunes restantes avec le MOS Cesbio

Les lacunes restantes à la suite de tous ces traitements sont simplement découpées par les classes d'occupation du MOS Cesbio, et la classe correspondant au découpage leur est attribuée (Figure 19). Sa précision permet aux plus grandes lacunes d'être définies par la réelle emprise des espaces agricoles.

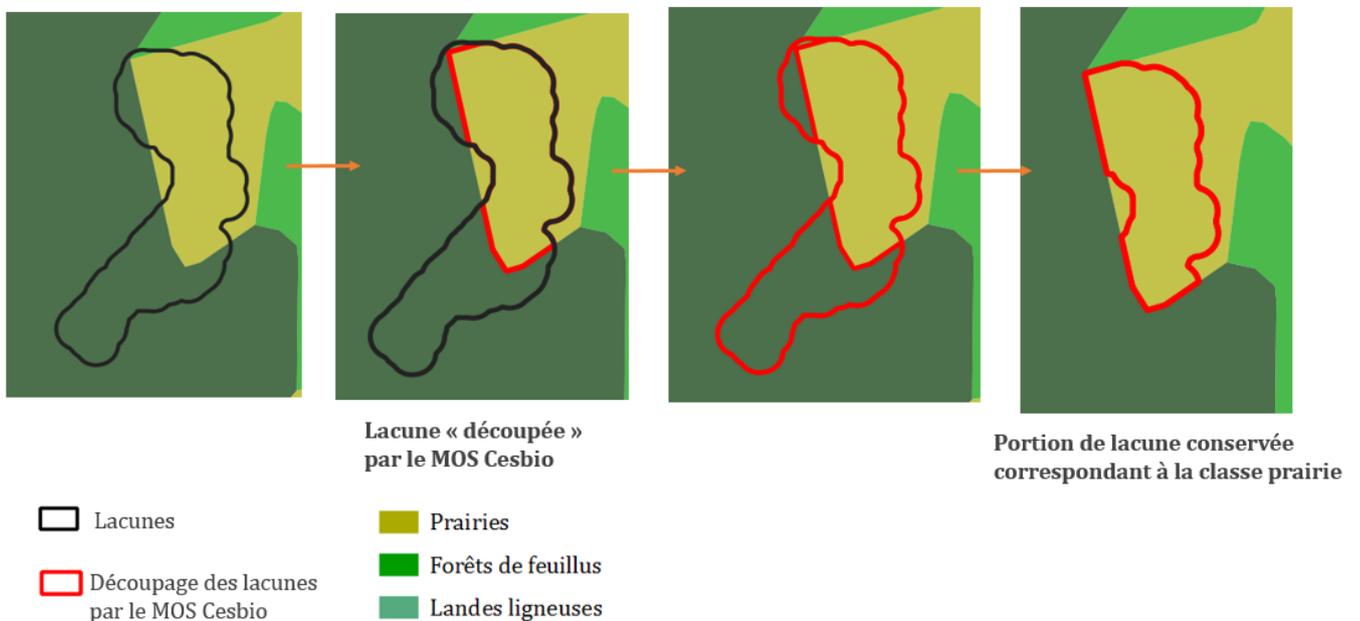


Figure 19. Schéma explicatif du découpage des lacunes par le MOS Cesbio

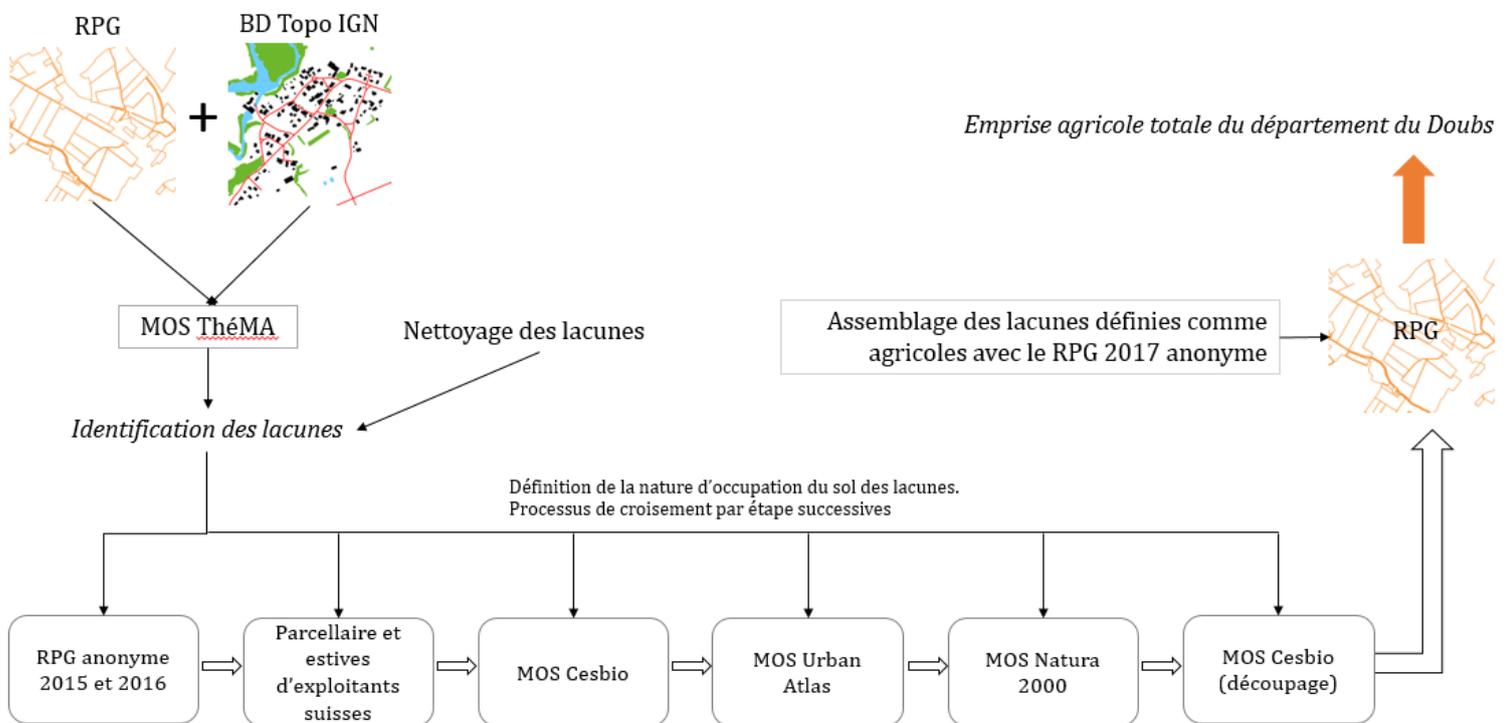
A la suite de cette intersection, les espaces correspondant aux classes de culture sont extraits et identifiés comme agricoles. La classe « pelouse » a été ajoutée dans cette étape, car après plusieurs vérifications, cette classe correspond en majorité à de l'espace agricole. Elle aurait pu être ajoutée

plus tôt dans les traitements, mais la nomenclature ne l'intègre pas dans les classes de culture ; c'est pourquoi elle a été écartée au départ.

1.4 Définition de l'emprise agricole totale du département

Après avoir défini la nature d'occupation du sol des lacunes et avoir identifié celles correspondant à des espaces agricoles, ces dernières sont assemblées avec les parcelles du RPG 2017 anonyme pour former l'emprise agricole totale du département du Doubs. La version 2018 du RPG n'a pas pu être utilisée car elle n'était pas encore disponible lorsque les traitements devaient débiter. Il a donc été décidé d'utiliser la version 2017 afin de ne pas retarder la réalisation de l'atlas.

La Figure 20 présente un schéma récapitulatif de l'ensemble des procédés effectués pour définir l'emprise des espaces agricoles du département :



Lafrej S., 2019

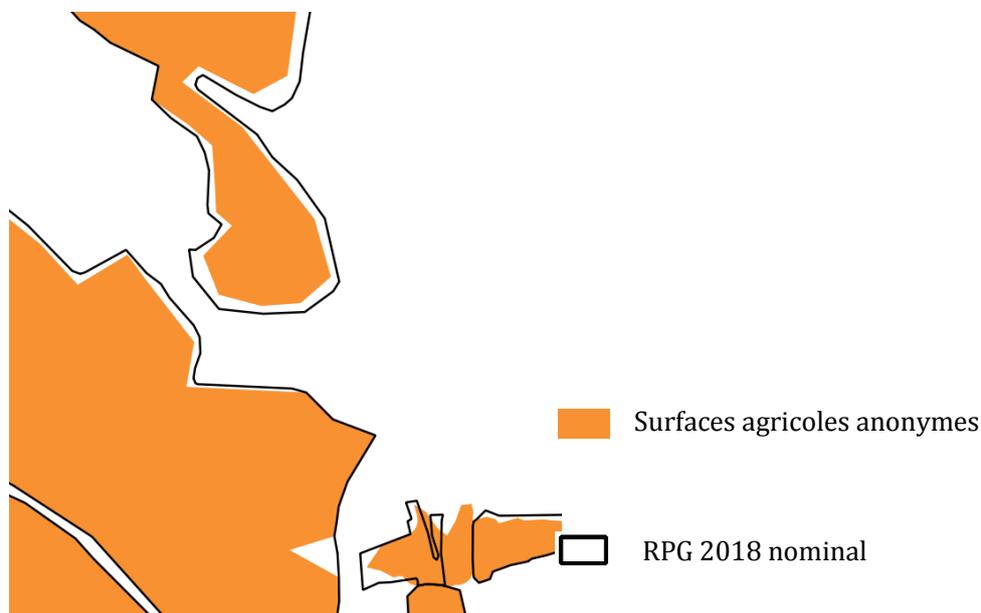
Figure 20. Schéma récapitulatif des procédés de définition de l'emprise des espaces agricoles

1.5 Superposition du RPG nominal aux espaces agricoles anonymes

Les espaces agricoles définis jusqu'à présents sont anonymes. L'analyse multicritère constituant la seconde problématique est basée en partie sur des attributs nominaux. Les critères nécessitent en effet de connaître notamment une identification unique pour chaque exploitant, appelée le numéro Pacage. Ce numéro est un identifiant propre à chaque agriculteur, reliant ce dernier à toutes les informations relatives à sa société, telles que la localisation de ses îlots, l'adresse du siège ou encore les aides perçues de la PAC. Ce numéro et ces informations ne concernent donc que les espaces agricoles déclarés à la PAC : une partie des espaces agricoles identifiés dans le département n'ont donc pas d'informations nominales.

L'objectif est donc de surimposer les attributs nominaux contenus dans la couche des îlots du RPG 2018⁸ aux espaces agricoles anonymes. L'utilisation de la couche des îlots plutôt que celle des parcelles est justifiée par la stabilité des contours des îlots : en effet, le découpage des parcelles au sein d'un îlot a tendance à davantage être modifié, comparé aux contours des îlots qui restent stables même en cas de changement d'exploitant.

Pour ce faire, l'outil 'Union' est utilisé, permettant d'associer deux couches à la fois spatialement et en terme d'attributs. Néanmoins, les géométries des deux couches n'étant pas exactement identiques, l'outil génère une couche contenant des erreurs géométriques (Figure 21).



⁸ Le RPG nominal contient uniquement les informations des exploitants ayant leur siège dans le département du Doubs)

Ces écarts géométriques sont traités par une méthode d'érosion dilatation (la même utilisée pour l'étape de nettoyage des lacunes) de 10 mètres (Figure 22). Ce procédé n'est effectué que sur les entités ne faisant pas partie du RPG 2018 nominal.

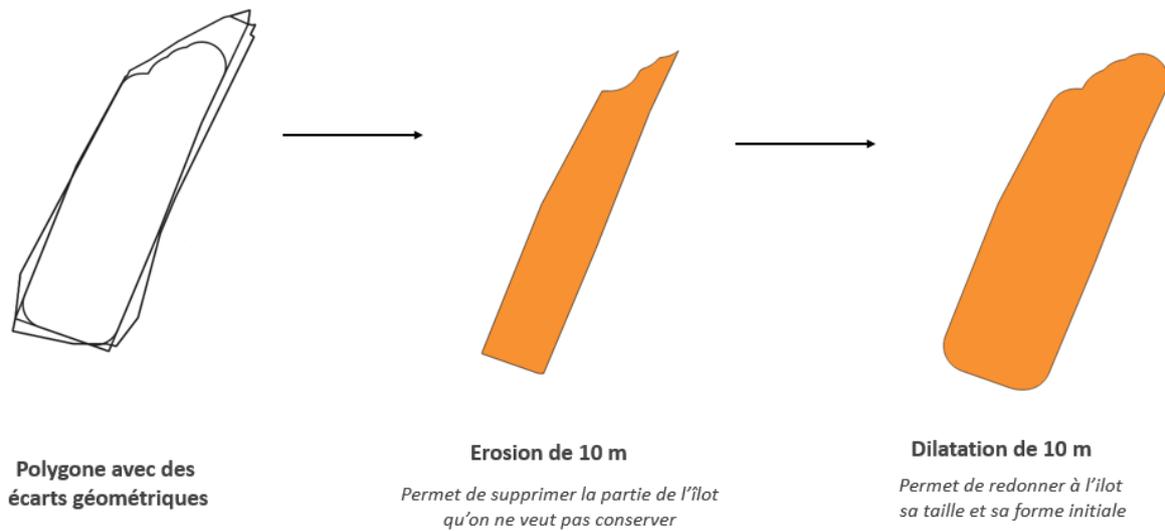


Figure 22. Schéma de méthode d'érosion dilatation (2)

Les espaces agricoles déclarés sont maintenant traités à l'échelle de l'îlot (Figure 23). Le reste des espaces anonymes est traité tel quel.



Figure 23. Illustration du passage de la parcelle à l'îlot

II. Calcul des valeurs des espaces agricoles

Comment peut-on mesurer la valeur et la vulnérabilité d'un espace agricole ? Quels sont les critères et les variables pertinents pour établir cette évaluation ? Il s'agira également ici de s'interroger sur la méthode d'évaluation, ainsi que sur le choix du poids donné à chaque indice. Les réponses à ces questions nous amèneront à établir une première interprétation des résultats de l'analyse multicritère demandée par la DDT.

2.1 Le choix des critères d'évaluation

Les critères retenus pour l'évaluation des espaces agricoles du Doubs résultent d'une réflexion commune des services de l'Etat et du laboratoire ThéMA. Les critères du premier atlas réalisé en 2012 ont été repris pour sa mise à jour. Il est en effet pertinent de pouvoir comparer la valeur des variables entre 2012 et aujourd'hui. Néanmoins, même si les critères restent les mêmes, les indices qui les composent, leur traitement, leur calcul et leur pondération seront différents. D'une part, les données évoluent, et de nouvelles informations apparaissent ; aussi, de nouveaux échanges se construisent entre les acteurs et de nouvelles idées émergent. Les techniques de traitement de l'information géographique évoluent également.

Quatre entrées thématiques sont retenues, chacune prenant la forme d'indice :

1/ L'indice de valeur environnementale. Ce volet intègre deux entrées : les zonages de protection de la biodiversité et les zonages de risques naturels. Il permet d'évaluer les espaces agricoles d'un point de vue environnemental, en prenant en compte d'une part la richesse en biodiversité pouvant être présente et faisant augmenter leur valeur, et d'autre part les risques naturels pouvant affecter l'espace. Comme évoqué dans l'état de l'art, ces éléments reflètent notamment une valeur de bien public des espaces agricoles pour le premier, et une valeur d'usage raisonné pour le second.

2/ L'indice de valeur de structure spatiale des exploitations. Cet indice met en avant des éléments de géométrie des îlots et des rapports de distance à plusieurs échelles : à l'échelle de l'îlot, de l'exploitation (pouvant regrouper plusieurs îlots) et du territoire. Ces trois niveaux permettent d'apprécier la configuration spatiale des îlots et des exploitations, ainsi que leur distance à d'autres éléments comme le siège de l'exploitation ou le bâti. Cet indice peut notamment traduire un morcellement des exploitations agricoles plus ou moins important.

3/ L'indice de valeur de droits et aides à la production. Ce volet permet d'évaluer un espace agricole à travers un aspect économique, autre que sa valeur vénale. Une partie des aides reçues de la PAC est liée à la superficie exploitée (aides dites découplées) : les îlots agricoles participent donc à la valeur des exploitations.

4/ L'indice de valeur de labellisation. Une exploitation ou une production labellisée par un titre (exemple : label Appellation d'Origine Contrôlée) apporte une plus-value à la fois à la qualité du produit et aux parcelles en elles-mêmes. Les produits cultivés sur des terres labellisées et dans la réglementation de ces labels sont reconnus comme un patrimoine du terroir à sauvegarder.

Plusieurs sous-variables pondérées sont ensuite attribuées à chacun de ces quatre indices, détaillées dans les parties suivantes. Comme évoqué dans la méthode de la première problématique, chaque exploitation est identifiée par un numéro unique appelé "Pacage" permettant de relier l'ensemble des données utilisées entre elles. Ce numéro est utilisé dans la majorité des traitements.

Les espaces agricoles n'ayant pas de numéro Pacage, c'est-à-dire hots du RPG 2018, feront l'objet d'une interpolation, par rapport aux données des îlots de proximité. Cependant, ici, l'interpolation n'est pas effectuée car cet aspect et sa méthode n'ont pas encore été discutés et définis.

2.2 Indice de valeur environnementale

Deux éléments sont pris en compte pour construire cet indice. D'une part les zones protégées ou inventoriées au titre de l'environnement ; et d'autre part, les zones identifiées au titre des risques naturels. Pour construire cet indice, les îlots situés sur ces zones doivent être identifiés.

2.2.1 Hiérarchisation des zonages

La première étape consiste à hiérarchiser les éléments constituant ces zonages, car les différents types de protections et inventaires ne présentent pas la même importance.

1/ Les zones protégées ou inventoriées au titre de l'environnement

Elles sont réparties en trois niveaux, en fonction de leur portée réglementaire et de leur prise en compte dans les projets d'aménagement (Figure 24). Ces données proviennent de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN), de l'Open Data du département du Doubs, et de l'Open Data du gouvernement français (data.gouv).

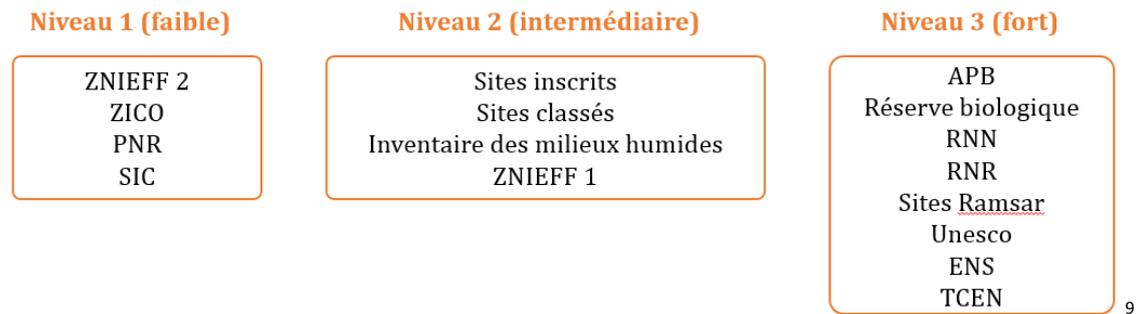
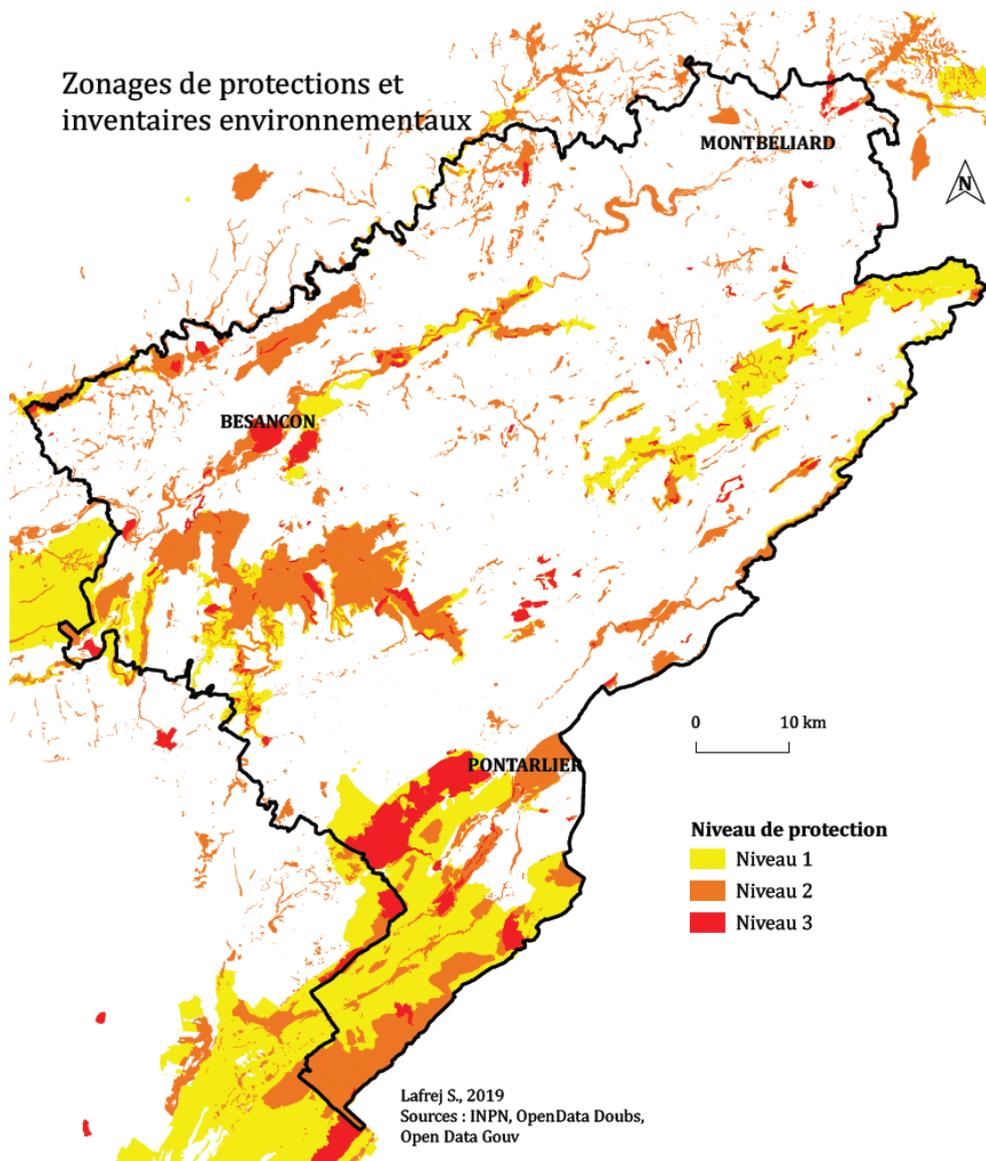


Figure 24. Répartition des niveaux des zones protégées ou inventoriées au titre de l'environnement

Le niveau 1 (le plus faible) assemble des inventaires à petite échelle (ZNIEFF 2 et ZICO) à l'intérieur desquels d'autres dispositifs sont utilisés. Les PNR sont des dispositifs de développement d'espaces ruraux, appuyés sur la protection et la valorisation de l'environnement, faisant appel aux autres dispositifs. Les SIC sont des sites Natura 2000, fortement encadrés mais pris en compte par ailleurs. Le niveau 2 (intermédiaire) présente des protections qui sont prises en compte systématiquement dans les décisions d'aménagement, même si certaines n'ont pas d'application juridique. Le niveau 3 (le plus élevé) concentre des protections environnementales ayant un poids juridique stricte et important.

Ces trois groupes sont assemblés dans une couche d'entités unique grâce à l'outil 'Update' permettant de calculer des intersections géométriques entre des entités en entrées et des entités de mise à jour. Les couches sont donc assemblées les unes après les autres en conservant leurs attributs. Un champ "Code" est créé, qui renseigne l'appartenance des polygones au niveau 1, 2 ou 3 (Carte 17).

⁹ ZNIEFF : zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique ; ZICO : zone importante pour la conservation des oiseaux ; PNR : parc naturel régional ; SIC : site d'importance communautaire ; APB : arrêté de protection de biotope ; RNN : réserve naturelle nationale ; RNR : réserve naturelle régionale ; ENS : espace naturel sensible ; TCEN : terrain des conservatoires d'espaces naturels



Carte 17. Zonages de protections et inventaire environnementaux

2/ Les zones identifiées au titre des risques naturels sont réparties en deux niveaux (Figure 25) :

Niveau 1 (faible)

- Effondrement hors PPRN
- Eboulement hors PPRN
- Ecroulement rocheux hors PPRN

Niveau 2 (fort)

- Zones PPRI
- Zones PPRMVT

10

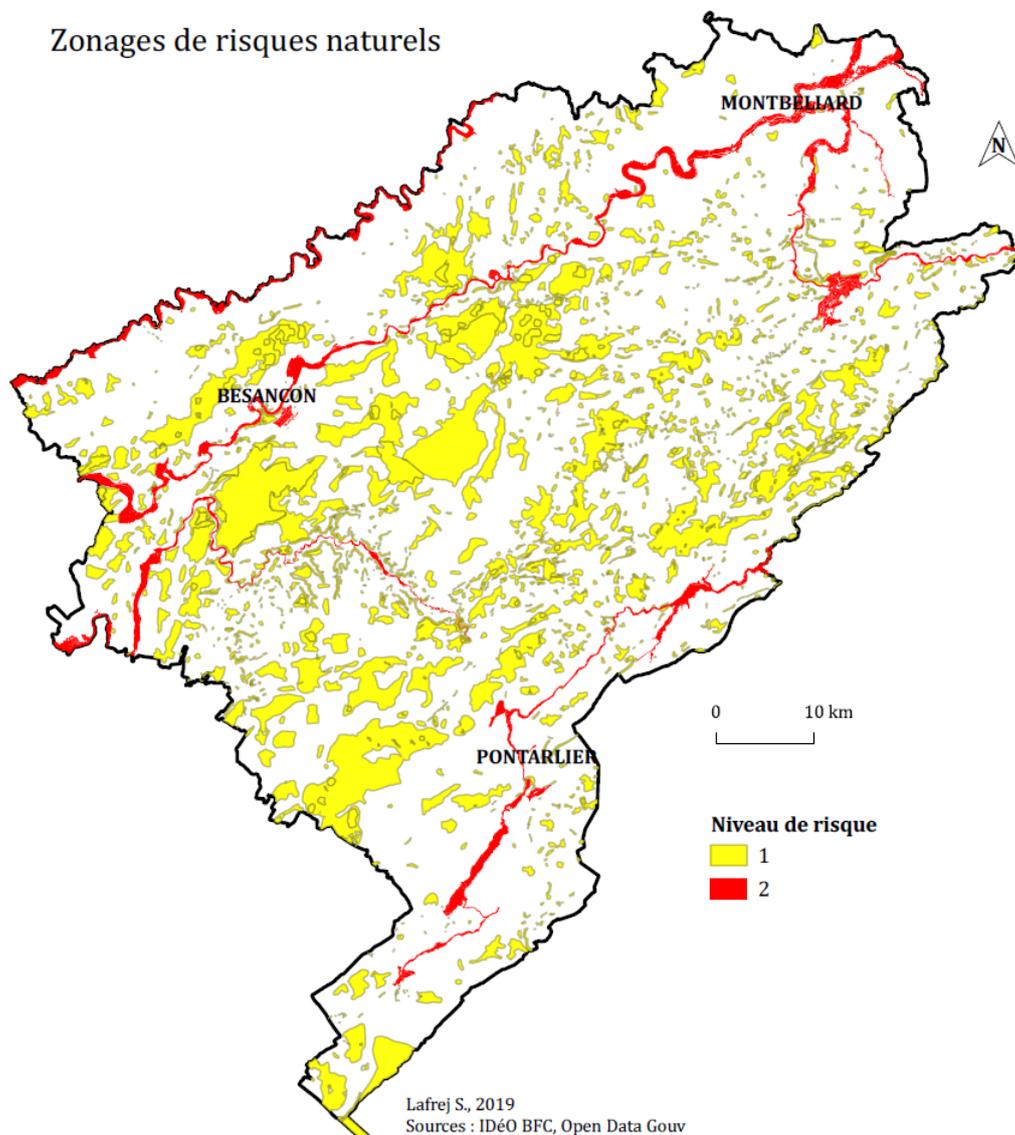
Figure 25. Répartition des niveaux des zones identifiées au titre des risques naturels

¹⁰ PPRN : plan de prévention des risques naturels ; PPRI : plan de prévention des risques d'inondation ; PPRMVT : plan de prévention des risques de mouvements de terrain

Ces données proviennent de la plateforme IDÉO BFC (site de mutualisation et de partage de données sur la Bourgogne Franche-Comté) et de l'Open Data du gouvernement français (data.gouv).

Le niveau 1 (le plus faible), présente des zones inventoriées à risque, sans portée réglementaire stricte. Le niveau 2 (le plus élevé), assemble les zonages de protection des plans de préventions des risques : inondations et mouvements de terrain.

Ces deux groupes sont également assemblés dans une table unique avec l'outil 'Update'. Les couches sont assemblées en conservant leurs attributs, avec un code renseignant l'appartenance des polygones au niveau 1 ou 2 (Carte 18).



Carte 18. Zonages de risques naturels

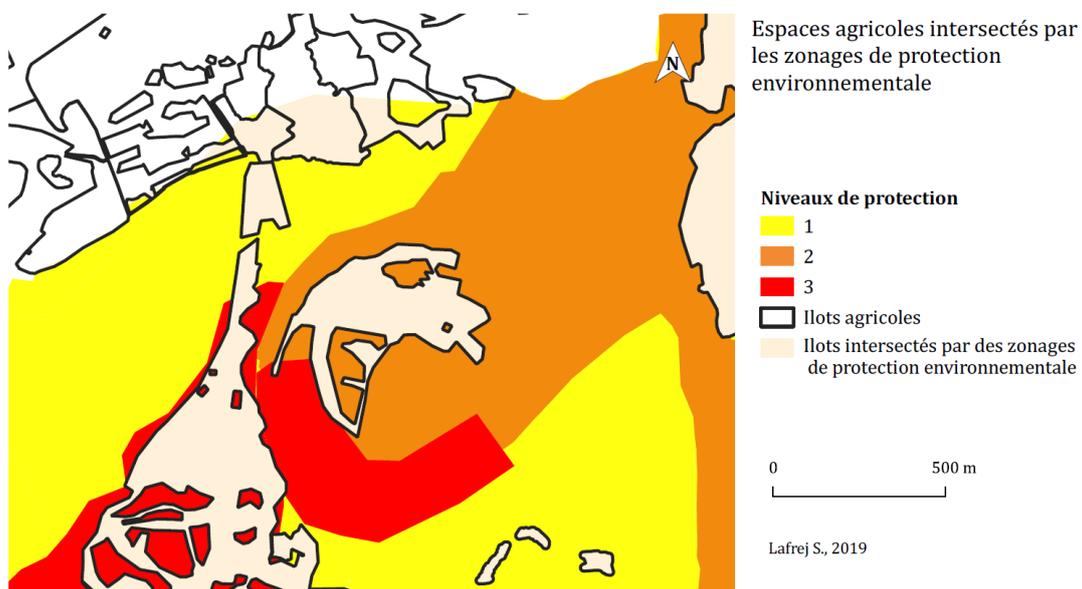
2.2.2 Croisement des espaces agricoles avec les zonages de protection et de risque

La deuxième étape consiste à croiser la couche des îlots agricoles du département avec ces zones de protection et de risque, pour identifier les intersections existantes. L'outil 'Intersect' est utilisé, il permet de calculer l'intersection géométrique de plusieurs couches d'entités (illustration pour les protections environnementales en Carte 19).

L'exécution de l'outil génère une table en sortie comprenant une ligne pour chaque intersection. Un îlot peut être intersecté par plusieurs niveaux : cette table est alors jointe à la couche initiale des îlots grâce à un identifiant unique, en résumant (avec l'outil 'summarize') les données par le niveau de protection/risque maximal. Nous obtenons donc un nouveau champ dans la couche des îlots, nous renseignant le niveau maximal de protection et de risque présent sur chaque îlot.

Même si seulement une petite partie de l'îlot se situe sur la zone protégée ou à risque, l'îlot entier est considéré comme étant sur ces zones. En effet, les limites de protections et à risque ne sont pas réelles dans l'espace, un habitat protégé ou un risque d'éboulement par exemple peuvent donc s'étendre au-delà de la limite dessinée.

Plus le niveau de protection est important, plus la valeur environnementale de l'îlot est importante. Cependant, la présence de risque peut faire diminuer la valeur de l'îlot.



Carte 19. Illustration de l'intersection des espaces agricoles par les zonages de protection environnementale

2.3 Indice de valeur de structure spatiale

L'indice de structure spatiale des exploitations est constitué de plusieurs variables réparties en trois niveaux d'échelle. L'atlas final contient huit variables de structure spatiale, ici cinq d'entre elles sont présentées car tous les traitements n'ont pas encore été réalisés. Les trois variables manquantes pour cet indice sont : le temps de parcours entre le siège de l'agriculteur et ses îlots, cette même distance rapportée à la surface de l'îlot, et l'aire de la zone agricole continue à laquelle appartient l'îlot.

2.3.1 Structure spatiale à l'échelle de l'îlot

Il est calculé pour chaque îlot :

1/**Son aire**. Elle est calculée avec l'outil 'Calculate geometry'

2/**Sa compacité**. Elle est calculée par l'indice "C-Ratio de Gravelius". Il est défini comme le rapport du périmètre du disque de même superficie que l'îlot, divisé par le périmètre de la parcelle :

$$\frac{2\pi\sqrt{(surface\ de\ l'îlot)/\pi}}{Périmètre\ de\ l'îlot}$$

L'exécution de cette formule fournit un indice allant de 0 à 1 : plus la valeur se rapproche de 1, plus la forme de l'îlot se rapproche de la forme d'un cercle, et donc plus compacte.

La structure spatiale à l'échelle des îlots permet d'apprécier leur forme et leur taille, pour identifier la singularité des îlots. Par exemple, l'exploitation d'un îlot de surface importante et ayant un très faible indice de compacité sera plus difficile à exploiter qu'un îlot plus compact : il aura donc potentiellement une valeur moins importante.

2.3.2 Structure spatiale à l'échelle de l'exploitation

Il est calculé pour chaque îlot déclaré à la PAC :

1/**La part de la surface de l'îlot dans celle de l'exploitation, appelée « indice de prégnance »**.

Elle est calculée par la formule suivante :

$$\frac{Aire\ de\ l'îlot}{Aire\ de\ son\ exploitation}$$

L'exécution de cette formule fournit un indice allant de 0 à 1 : plus la valeur se rapproche de 1, plus l'îlot occupe une place importante dans l'exploitation. Cette variable permet de mesurer l'importance d'un îlot par rapport au reste de l'exploitation. Plus l'indice de prégnance de l'îlot est élevé, plus sa valeur sera potentiellement importante.

Les espaces agricoles anonymes ne font pas l'objet de ce traitement puisqu'il n'y a aucune information d'appartenance à une exploitation.

2/La distance euclidienne moyenne entre les îlots d'une même exploitation. Cette distance est calculée avec l'outil 'Standard Distance'. Cet outil mesure le degré auquel les entités sont concentrées ou dispersées autour du centre moyen géométrique (de la même façon que l'écart-type mesure la distribution des valeurs de données autour de la moyenne statistique). L'outil crée une nouvelle classe d'entités qui contient un polygone circulaire, centré sur la moyenne pour chaque cas (ici, chaque exploitation identifiée par le numéro Pacage) : le rayon de chaque polygone circulaire est égal à la distance standard. Lors de son paramétrage, l'outil propose de choisir une taille de cercle en sortie dans les écarts types : 1, 2 ou 3 écart types. Ici, la taille de 2 écarts types a été choisie : cela permet de limiter des distances trop grandes entre deux îlots qui pourraient biaiser la distance moyenne. Les îlots situés hors de la région Franche-Comté sont exclus du traitement. L'exécution de l'outil fournit une couche en sortie dans laquelle il est calculé la distance standard moyenne entre les îlots de chaque exploitation.

Cette variable permet de mesurer le morcellement des exploitations. Plus la distance est élevée, moins la valeur des îlots est importante.

Les espaces agricoles anonymes ne font pas l'objet de ce traitement puisqu'il n'y a aucune information d'appartenance à une exploitation.

2.3.3 Structure spatiale à l'échelle du territoire

Il est calculé pour chaque îlot, **la distance euclidienne entre l'îlot et la zone bâtie la plus proche**. Cet indicateur traduit l'enclavement des îlots par rapport au bâti. Pour calculer cette distance, l'outil 'Generate Near Table' est utilisé. Cet outil permet de mesurer des distances entre deux couches, avec une option de "distance au plus proche". Les informations pour le bâti utilisées pour ce calcul sont les zones bâties générées dans le modèle d'occupation du sol départemental du laboratoire THÉMA. Les îlots situés hors département sont exclus du calcul. L'exécution de l'outil fournit une table en sortie comprenant pour chaque îlot, la distance en mètre à la zone bâtie la plus proche.

Cette variable reflète l'éloignement des espaces agricoles par rapport au bâti. Plus un îlot est loin d'une zone bâtie, moins sa valeur est importante.

2.4 Indice de valeur de droits et aides à la production

Les droits et aides à la production sont des subventions versées par les dispositifs de la PAC. Il en existe deux types : les aides du premier pilier et les aides du second pilier. Les aides du premier pilier sont des soutiens cumulatifs qui constituent le principal revenu des agriculteurs. Il existe deux types d'aide du premier pilier : les aides dites découplées, qui ne sont pas proportionnelles aux quantités produites, et les aides couplées, proportionnelles aux quantités produites. Le second pilier est constitué de mesures de développement pour favoriser la dynamique de l'activité agricole et des milieux ruraux. La structure de ces aides a changé depuis la première version de l'atlas. C'est pourquoi il est pertinent de mettre à jour les informations de cet indice.

Concernant les aides du premier pilier, après discussions avec les acteurs du projet, il a été décidé de prendre en compte deux droits des aides découplées :

- le Droit à Paiement de Base (DPB). Tous les agriculteurs actifs peuvent en bénéficier.
- le Paiement Vert. Il est versé sous trois conditions : avoir une diversification des cultures, maintenir les prairies permanentes, et maintenir les surfaces d'intérêt écologique

Ce sont donc les aides principales versées par la PAC. Les autres aides dites couplées du premier pilier (aide ovine, caprine, au veau sous la mère etc.) n'ont pas été prises en compte car elles sont proportionnelles aux quantités produites, et non aux superficies exploitées.

Concernant les aides du second pilier, une seule a été prise en compte : l'Indemnité Compensatoire de Handicap Naturel (ICHN). Il s'agit d'un paiement en faveur des zones soumises à des contraintes naturelles ou spécifiques. Il sert notamment à compenser les différences de revenus qui existent entre les exploitations situées en zones défavorisées et celles du reste du territoire.

Cet indice est donc simplement la somme de ces trois aides (DPB, paiement vert et ICHN), ramenée à l'hectare pour chaque exploitant. Ces données ont été transmises par la DDT sous forme de tableau, avec pour chaque exploitant identifié par le numéro Pacage, la somme de ces aides par hectare (Figure 26).

Pacage	Montant net payé Aides découplées - paiement de base	Montant net payé Aides découplées - paiement vert	DPB/HA	ICHN/ha*	AIDES TOTALES/HA
25.....	CONFIDENTIEL				
25.....					
25.....					
25.....					
25.....					
25.....					
25.....	333	231,13	221,1323438	178	333,1323438

Figure 26. Extrait de la table des droits et aides à la production des exploitations

2.5 Indice de valeur de labellisation

La labellisation des exploitations apporte une plus-value à la qualité du produit et à la terre exploitée. Les mêmes variables que pour le premier atlas ont été prises en compte, à savoir le label Agriculture Biologique (AB), l'Appellation d'Origine Contrôlée (AOC) et l'Appellation d'Origine Protégée (AOP).

L'AOP désigne un produit "dont toutes les étapes de production sont réalisées selon un savoir-faire reconnu dans une même aire géographique, qui donne ses caractéristiques au produit. C'est un signe européen qui protège le nom du produit dans toute l'Union Européenne". L'AOC désigne "des produits répondant aux critères de l'AOP et protège la dénomination sur le territoire français. Elle constitue une étape vers l'AOP, désormais signe européen" (INAO, 2016).

Ces labels apportent donc une valeur se rapportant à la notion de terroir, constituant la base du concept des Appellations d'origine.

Concernant le label AB, il désigne la garantie d'un mode de production respectueux de l'environnement et du bien-être animal. La réglementation se fait à l'échelle européenne, les importations suivent donc les mêmes conditions. Le mode de production sans produits chimiques de synthèse et sans OGM est aussi une des distinctions de l'agriculture biologique (Alim'agri, 2017).

Pour ce travail, seul le label AB est pris en compte. En effet, les données des AOP et AOC n'ont pas été transmises assez tôt par la DDT pour qu'elles puissent être traitées dans le cadre de ce mémoire. Les données AB sont fournies sous forme de tableau par la DDT, avec pour chaque exploitant identifié par le numéro Pacage, la présence du label (en maintien ou en conversion) ou non.

2.6 Analyse multicritère de la valeur des espaces agricoles

L'objectif de cette dernière étape est d'agrèger l'ensemble des indices calculés précédemment, afin de mesurer la valeur des espaces agricoles.

2.6.1 Normalisation des indices

Chaque indice étant composé de plusieurs variables, ces dernières doivent d'abord être normalisées afin qu'elles puissent être comparables et assemblées. L'objectif de la normalisation est de réduire l'espace de variation des valeurs, en normalisant les valeurs entre 0 et 10, où 0 représente une valeur faible et 10 une valeur forte :

- Les indices de structure spatiale et d'aides et droits à la production sont normalisés par leur valeur maximum, multiplié par 10.
- Les indices qui sont déjà compris entre 0 et 1 (compacité et prégance de l'îlot) sont simplement multipliés par 10.
- La normalisation des indices dont l'interprétation de la valeur est inversée (distance entre les îlots d'une même exploitation, et la distance à la zone bâtie la plus proche), est retranchée de 10. Autrement dit, pour l'indice de distance au bâti le plus proche, si la formule classique de normalisation par le maximum est appliquée, les valeurs proches de 10 sont considérées comme fortes alors que plus l'îlot est loin du bâti, moins il a de valeur. Or, nous souhaitons que la valeur 10 signifie avoir une forte valeur. La formule est donc modifiée pour inverser l'interprétation des valeurs.
- Concernant l'indice environnemental composé des variables de protection et de risque, une note entre 0 et 10 a été attribuée à chaque îlot en fonction du niveau de risque et de protection présent.
- L'indice de labellisation a été normalisé en fonction de la présence ou non de label AB.

Chacun des îlots possède ainsi une note allant de 0 à 10 pour chaque variable. La Figure 27 présente un tableau récapitulatif des formules de normalisation des variables de chaque indice.

2.6.2 Pondération interne aux indices

Les indices environnement et structure spatiale sont composés de plusieurs variables. Ces variables doivent donc être pondérées en interne afin d'obtenir une note unique pour chacun de ces indices. Les indices d'aides à la production et de labellisation ne sont composés que d'une seule variable : il n'est donc pas nécessaire de les pondérer.

Les zonages de protection environnementale et de risque ont un poids égal au sein de l'indice environnement. Quant aux variables de structure spatiale, un poids plus important est donné aux indicateurs à l'échelle de l'exploitation (la part de la surface de l'îlot dans son exploitation, et la distance moyenne entre les îlots d'une même exploitation). En effet, cette échelle nous fournit des informations liées à l'exploitation en elle-même. Elle permet notamment d'identifier des inégalités de surfaces entre les îlots d'une même exploitation, et aussi d'évaluer leur morcellement.

La Figure 28 présente un tableau récapitulatif des pondérations des indices.

Indice	Variable	Normalisation	Commentaires
STRUCTURE SPATIALE	Aire	$\frac{Aire}{Aire\ maximum} * 10 = \frac{Shape_area}{1\ 674\ 297,18} * 10$	
	Compacité (C-Ratio)	$Cratio * 10$	
	Prégnance de l'îlot par rapport à son exploitation	$Prégnance * 10$	Les îlots n'ayant pas de valeur sont des espaces agricoles sans identifiant Pacage
	Distance standard moyenne entre les îlots d'une même exploitation	$10 - \left(\frac{Distance\ standard}{Distance\ standard\ maximum} \right) * 10 = 10 - \left(\frac{Distance\ standard}{104\ 041,195349} \right) * 10$	Les îlots n'ayant pas de valeur sont des espaces agricoles sans identifiant Pacage, hors de la région Franche-Comté ou en dehors de l'écart type sélectionné
	Distance euclidienne à la zone bâtie la plus proche	$10 - \left(\frac{Distance}{Distance\ maximum} \right) * 10 = 10 - \left(\frac{Distance}{2\ 370,24} \right) * 10$	Les îlots n'ayant pas de valeur sont ceux situés en dehors du département
ENVIRONNEMENT	Protection environnementale	<p><i>Pas de protection = 0</i></p> <p><i>Protection de niveau 1 = 3,33</i></p> <p><i>Protection de niveau 2 = 6,66</i></p> <p><i>Protection de niveau 3 = 10</i></p>	
	Risque naturel	<p><i>Pas de protection = 10</i></p> <p><i>Protection de niveau 1 = 5</i></p> <p><i>Protection de niveau 2 = 0</i></p>	
DROITS ET AIDES A LA PRODUCTION	Aides en euros/hectare	$\frac{Total\ aides}{Montant\ d'aide\ maximum} * 10 = \frac{Totale\ aides}{655,4} * 10$	Trois exploitations ont été exclues des données car elles ont des aides trop élevées, ne correspondant pas à des exploitations « type » du Doubs
LABELLISATION	Label Agriculture Biologique	<p><i>Pas de label = 0</i></p> <p><i>Présence de label = 10</i></p>	

Figure 27. Tableau récapitulatif des normalisations des variables de chaque indice

Indice		Variable	Poids de la variable	Poids de l'échelle	Formule de pondération
STRUCTURE SPATIALE	Echelle de l'îlot	Aire	15%	30%	$(0,15 * Aire) + (0,15 * Cratio) + (0,3 * Prégnance) + (0,3 * Distance\ standard) + (0,1 * Distance\ au\ bâti)$
		Compacité (C-Ratio)	15%		
	Echelle de l'exploitation	Prégnance de l'îlot par rapport à son exploitation	30%	60%	
		Distance standard moyenne entre les îlots d'une même exploitation	30%		
	Echelle du territoire	Distance euclidienne à la zone bâtie la plus proche	10%	10%	
ENVIRONNEMENT		Protection environnementale	50%	/	$(0,50 * Protection) + (0,50 * Risque)$
		Risque naturel	50%		
DROITS ET AIDES A LA PRODUCTION		Aides en euros/hectare	100%		/
LABELLISATION		Label Agriculture Biologique	100%		/

Figure 28. Tableau récapitulatif des pondérations de chaque indice

2.6.3 Proposition d'analyse multicritère

Un type de synthèse est proposé pour l'analyse multicritère. Rappelons que ces résultats sont une proposition qui ne constitue pas le rendu final prévu pour la DDT. L'analyse multicritère est effectuée dans le cadre de ce mémoire, ainsi, des choix ont été faits sans la consultation des acteurs (notamment les choix de normalisation et de pondération des indices).

Cette synthèse concerne l'ensemble des espaces agricoles (anonymes et nominaux). Il a été attribué un poids moins important aux indices d'aide et de labellisation : d'une part, l'indice de labellisation n'est pas complet, et d'autre part, les espaces agricoles anonymes ne sont pas concernés par ces informations (Figure 29).

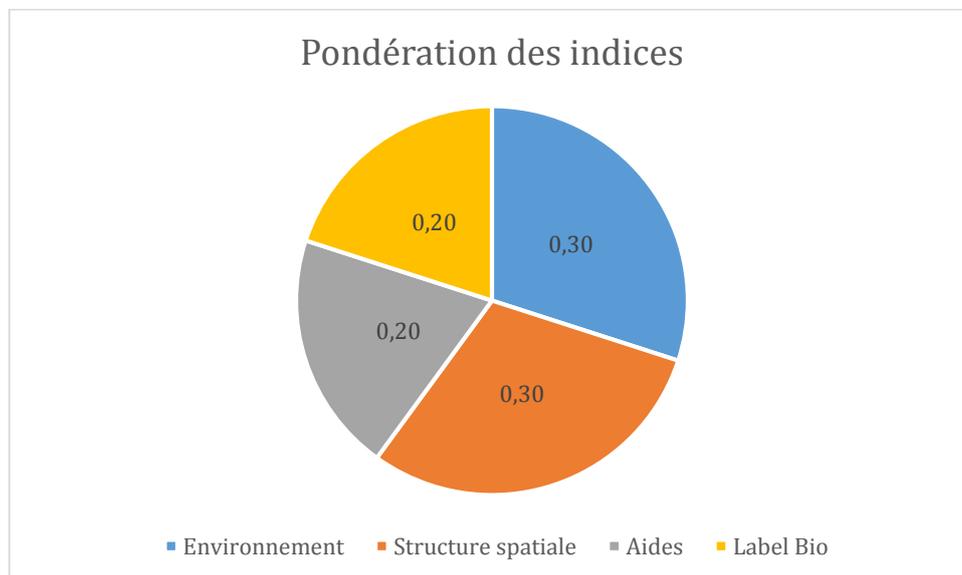


Figure 29. Diagramme de pondération des indices

Afin de synthétiser et de clarifier l'ensemble des traitements réalisés dans l'analyse multicritère, la Figure 30 présente un schéma récapitulatif :

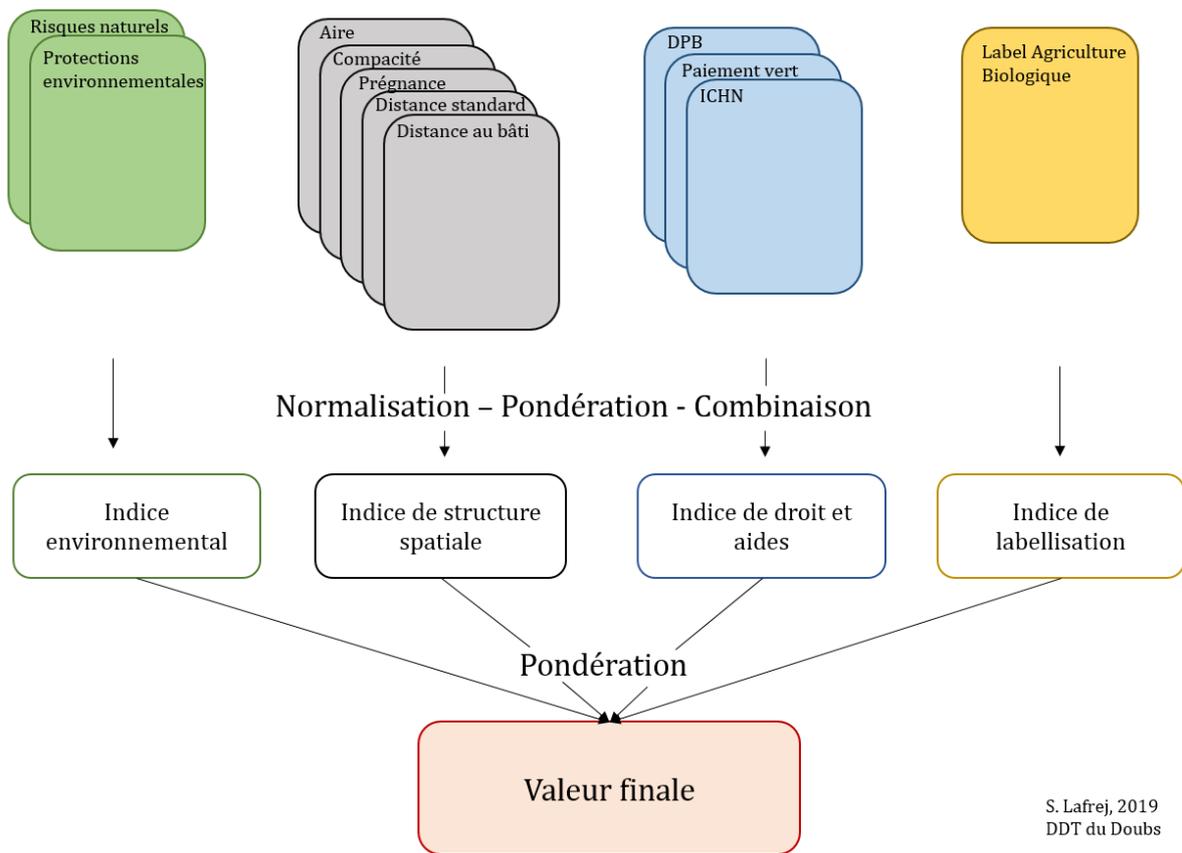


Figure 30. Schéma récapitulatif des traitements de l'analyse multicritère

RESULTATS

I. Identifier l'emprise des espaces agricoles

1.1 Identification et nettoyage des lacunes

La construction du MOS ThéMA a permis d'identifier 32 536 ha de lacunes qui peuvent correspondre ou non à des espaces agricoles. La première étape de nettoyage comprend le filtre surfacique de 2000m², le découpage des lacunes par la limite départementale, et le procédé d'érosion-dilatation de 2.5 puis 10 mètres.

Ces traitements ont permis d'écarter 12 696 ha (39%) de lacunes ne correspondant pas à des espaces agricoles (Carte 20).

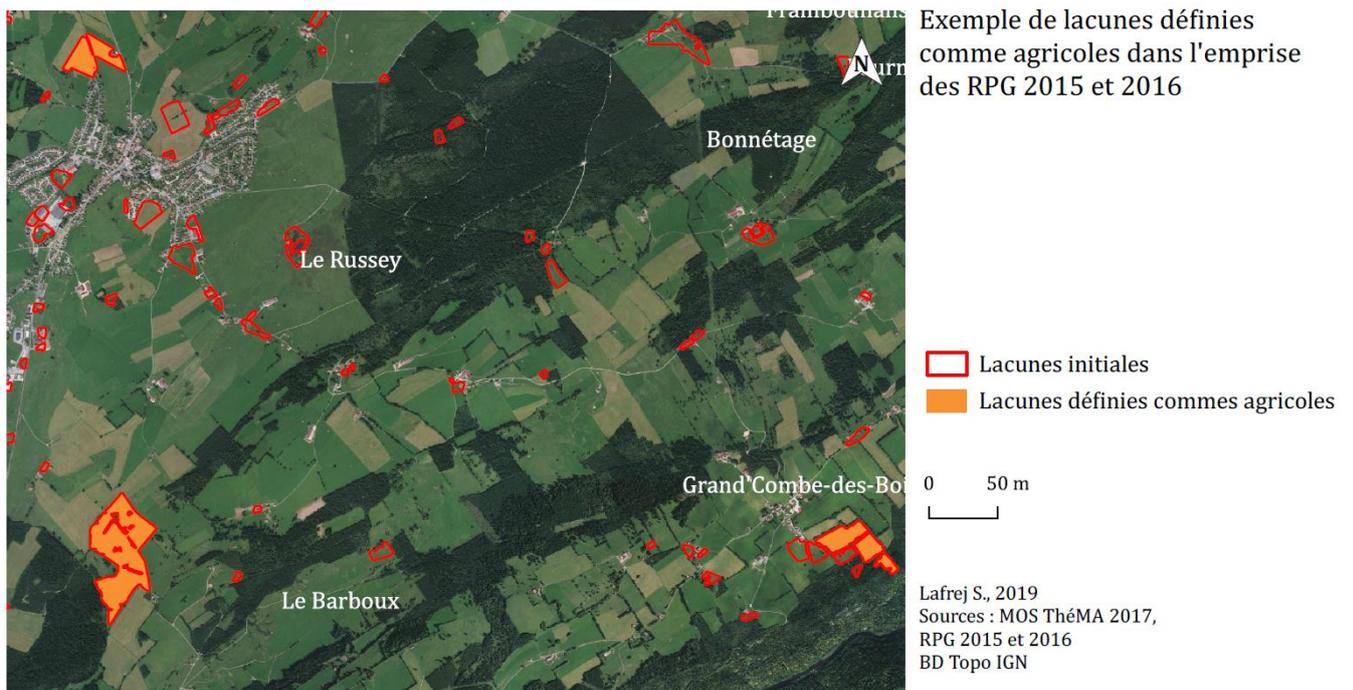


Carte 20. Exemple de lacunes après les traitements de nettoyage

Après ce nettoyage, il reste à définir l'occupation du sol de 19 840 ha de lacunes par comparaisons successives de plusieurs bases de données.

1.2 Les registre parcellaires 2015 et 2016.

L'intersection des lacunes avec les RPG 2015 et 2016 a permis d'identifier 201 ha d'espaces agricoles (Carte 21).



Carte 21. Exemple de lacunes définies dans l'emprise des RPG 2015 et 2016

1.3 Le parcellaire et estives d'exploitants suisses

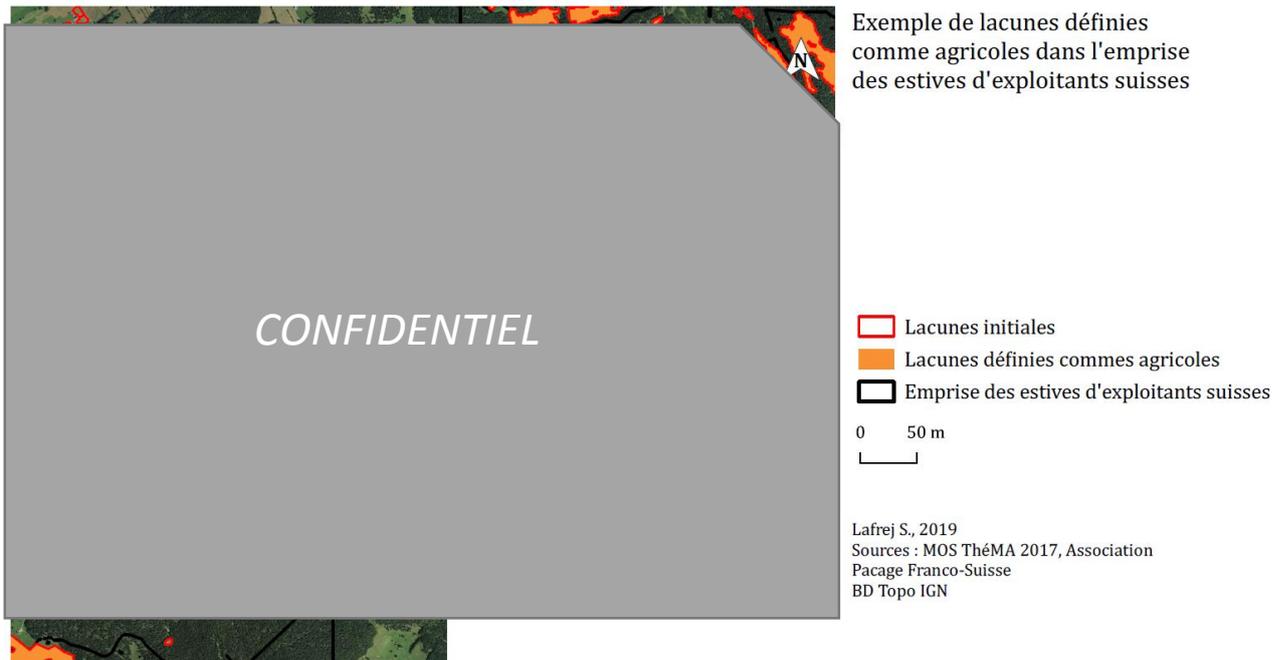
L'intersection des lacunes avec l'emprise du parcellaire et estives d'exploitants suisses a permis d'identifier respectivement 198 et 1 076 ha d'espaces agricoles (Carte 22).

1.4 Le modèle d'occupation du sol Cesbio

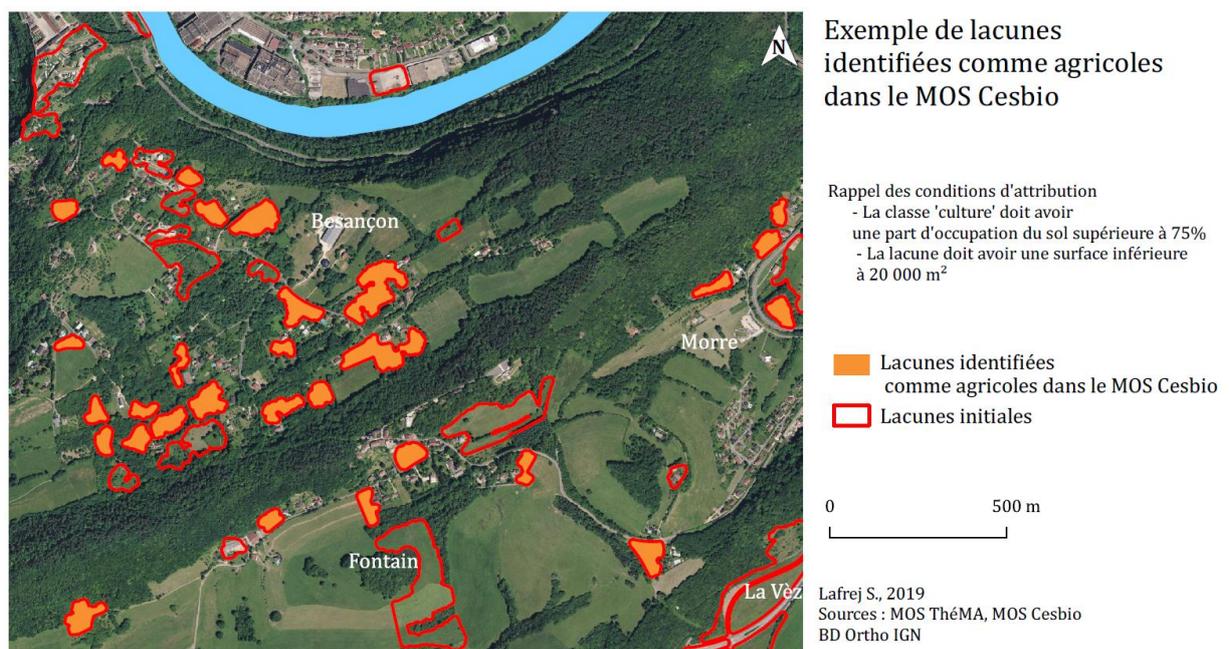
Le traitement de statistiques zonales et les conditions d'attribution des classes d'occupation du sol du MOS Cesbio ont permis d'identifier 4 999 ha d'espaces agricoles (Carte 23).

1.5 Les modèles d'occupation du sol Cesbio, Urban Atlas et Natura 2000

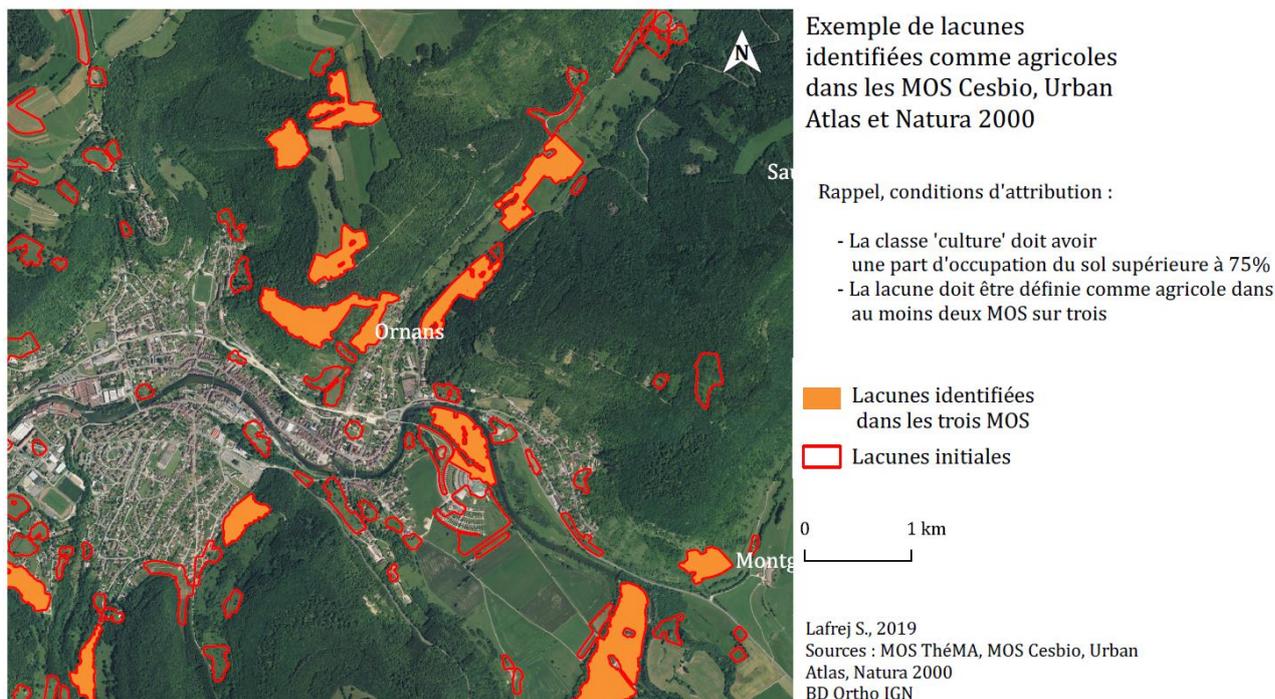
Le croisement simultané entre ces trois modèles d'occupation du sol a permis d'identifier 4 924 ha d'espaces agricoles (Carte 24).



Carte 22. Exemple de lacunes définies dans l'emprise des estives d'exploitants suisses



Carte 23. Exemple de lacunes définies par la comparaison entre les MOS Cesbio



Carte 24. Exemple de lacunes définies par les MOS Cesbio, Urban Atlas et Natura 2000

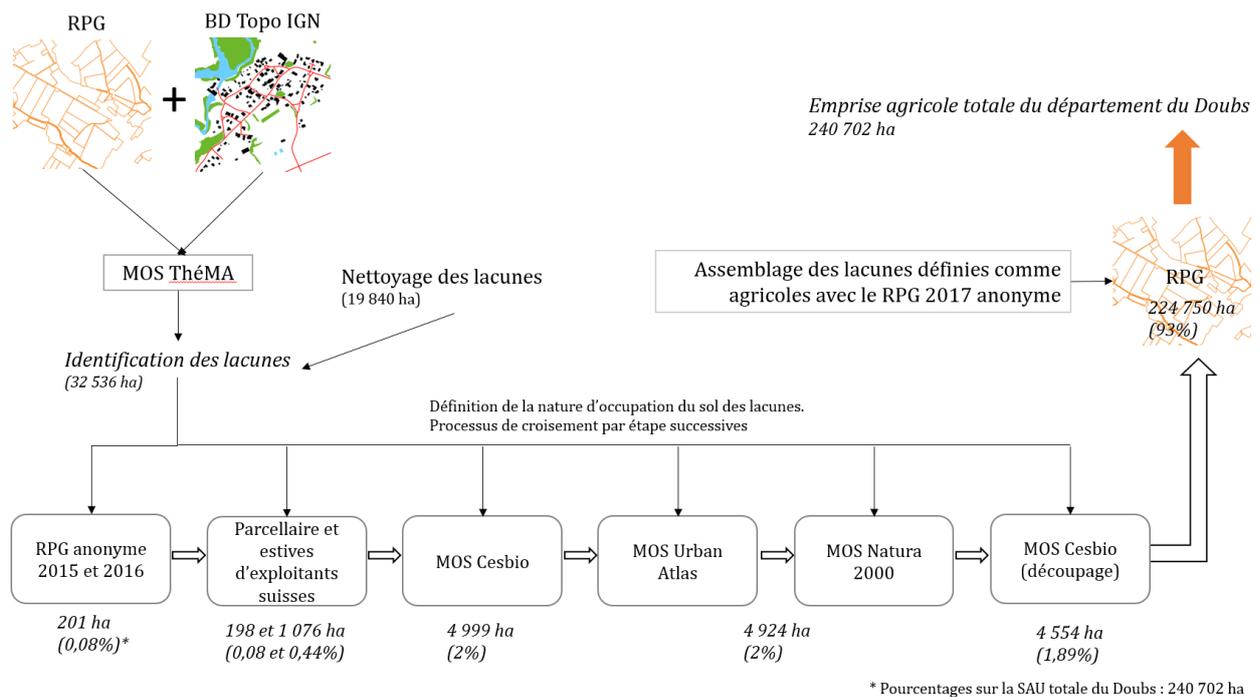
1.6 Découpage des lacunes restantes avec le MOS Cesbio

Le procédé de découpage des lacunes par les classes d'occupation du sol du MOS Cesbio a permis d'identifier 4 554 ha d'espaces agricoles.

1.7 Définition de l'emprise agricole totale du département

Au total, sur 19 840 ha de lacunes initiales après le premier nettoyage, l'ensemble des étapes de comparaison des lacunes avec les bases de données disponibles ont permis d'identifier 15 952 ha d'espaces agricoles. En ajoutant cette surface au Registre Parcellaire Graphique 2017, l'emprise des espaces agricoles du département est de 240 702 ha. Cette surface correspond approximativement à la Surface Agricole Utile (SAU) officielle du département qui est de l'ordre de 240 000 ha. La Figure 31 propose un schéma récapitulatif de l'ensemble des étapes réalisées.

Lafrej S., 2019



Lafrej S., 2019

Figure 31. Schéma récapitulatif des procédés d'identification des espaces agricoles

1.8 Superposition du RPG nominal aux espaces agricoles anonymes

Les 240 702 ha d'espaces agricoles reconnus ne possèdent aucune information nominale. L'union entre le RPG 2018 nominal et les espaces agricoles anonymes a permis d'apposer des informations nominales à 223 008 ha d'espaces agricoles, soit 91% de la SAU du Doubs. Le RPG nominal contient également les emprises des espaces agricoles hors département exploités par des agriculteurs ayant leur siège dans le Doubs : leur emprise est de l'ordre de 4 000 ha. Au total, après le traitement des erreurs géométriques, la couche en sortie de cette union présente 244 143 ha d'espaces agricoles (Figure 32).

Cette surface est répartie en 2 407 exploitations. Chaque îlot a un numéro Pacage correspondant à l'exploitant, qui permet par la suite de relier les îlots à d'autres informations telles que les adresses des sièges d'exploitation, ou encore le montant des aides perçues.

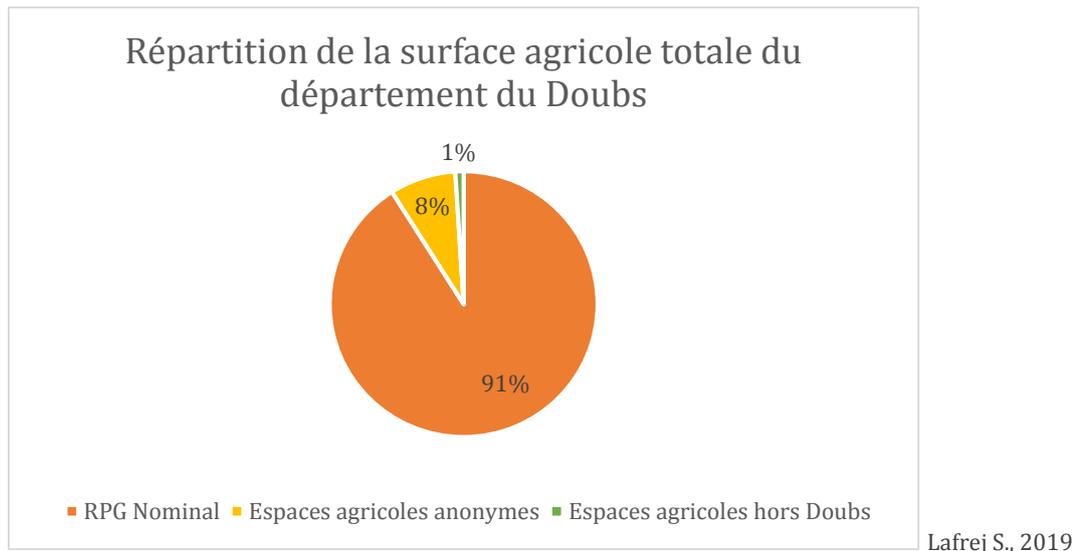


Figure 32. Diagramme de répartition de la surface agricole totale du département

1.9 Discussion sur les définitions des espaces agricoles et les limites de la méthode utilisée

Pour comparer les lacunes avec les données et MOS disponibles, nous nous sommes basés sur des données différentes dans leur emprise, dans leur ancienneté, et dans leur nomenclature. Il a donc fallu être vigilant sur leur utilisation et les méthodes de comparaison.

Pour les RPG et le parcellaire et estives d'exploitants suisses, peu d'ambiguïté était présente sur leur contenu.

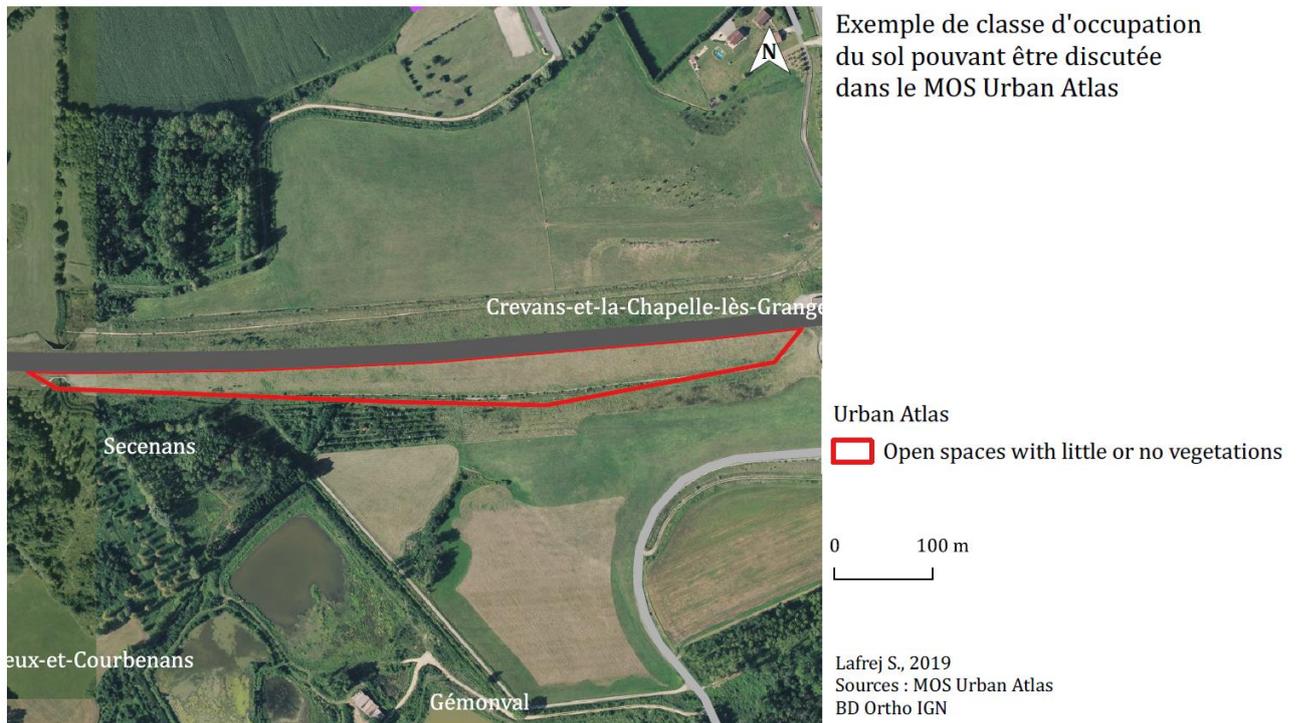
Pour les modèles d'occupation du sol, même si les nomenclatures et définitions sont sensiblement similaires, elles peuvent davantage faire l'objet de discussion (Figure 33).

Modèle d'occupation du sol	Définition d'un espace agricole
MOS Cesbio	Cultures annuelles (cultures d'été et d'hiver) et cultures pérennes (prairie, verger)
MOS Urban Atlas	Terres arables, cultures permanentes, pâturages, cultures complexes et mixtes, vergers
MOS Natura 2000	Terres cultivables, cultures fruitières, cultures annuelles, prairies

Figure 33. Tableau des nomenclatures des modèles d'occupation du sol utilisés

Par exemple, le MOS Urban Atlas contient une classe "surfaces naturelles et semi-naturelles" dans laquelle sont compris les "espaces ouverts avec peu ou pas de végétation". Comme le montre la Carte 25, cette classe pourrait correspondre à de l'espace agricole. Il a été choisi de ne pas la prendre en compte car elle n'est pas uniforme : tous les espaces contenus dans cette classe ne

correspondent pas systématiquement à de l'espace agricole (parfois minéral, parfois forestier, parfois agricole).



Carte 25. Exemple zone « agricole » pouvant être discutée dans le MOS Urban Atlas

Autre exemple, la classe “pelouse” du MOS Cesbio n’a été intégrée qu’à la dernière étape¹¹. En effet, au départ, seules les classes “cultures annuelles” et “cultures pérennes” ont été prises en compte lors de la première comparaison avec le MOS Cesbio. Cependant, après avoir analysé la classe “pelouse” plus en détail au fil des traitements, il s’est avéré qu’elle correspond en majorité à de l’espace agricole. La vérification des nomenclatures par photo-interprétation et dans la documentation est donc importante, surtout lorsque les termes ne sont pas employés de la même manière dans les différents modèles d’occupation du sol.

La comparaison des trois MOS nous a montré que l’étendue géographique et l’ancienneté d’une donnée doit être prise en compte dans son utilisation, et qu’il est ainsi pertinent de ne pas se baser sur une seule information.

Un espace agricole est donc en effet ce qui n’est ni forestier, artificialisé, bâti ou en eau, mais cette affirmation est à nuancer. En effet, un espace peut aussi être hétérogène et contenir plusieurs types d’occupation du sol. Nous pouvons le voir par exemple avec les “dents creuses” et les espaces agricoles intra-urbains, qui sont souvent intégrés dans la tache urbaine plutôt que dans l’emprise des espaces agricoles.

¹¹ Etape de découpage des lacunes avec les classes d’occupation du sol du MOS Cesbio

Autre exemple, les exploitations forestières peuvent faire apparaître des zones de coupe que l'on pourrait qualifier de "surfaces naturelles". Celles-ci peuvent être reconnues comme de l'espace agricole à un temps donné, mais il est probable que des arbres reviennent sur ces coupes. Nous pouvons voir cet exemple illustré en Carte 26 où la parcelle à l'ouest est considérée comme agricole par le MOS Cesbio alors qu'elle ressemble plutôt à une coupe.



Carte 26. Exemples de zones présumées agricoles par le MOS Cesbio

Ces éléments nous amènent à voir les limites des traitements effectués pour identifier l'emprise des espaces agricoles du département. Même si la surface totale identifiée correspond quasiment à la SAU officielle du Doubs, les traitements automatiques empêchent parfois de distinguer des cas isolés comme ceux vus en Cartes 26 ou 27, où une lacune est reconnue à tort comme agricole dans une carrière à l'est des Auxons.

Autre point notable, la méthode d'érosion-dilatation a parfois eu tendance à modifier la forme initiale des polygones. Cette limite n'empêche pas une bonne exploitation des informations car même si la représentation de la parcelle ou de l'îlot n'est pas parfaitement dessinée, l'information voulue est localisée. Aussi, ces déformations restent tout de même minimales puisqu'elles ne concernent que les espaces agricoles anonymes (Carte 29).

La dernière question que l'on peut se poser est la suivante : un espace agricole doit-il être exploité pour être considéré comme agricole ? Cela met en avant la limite de la reconnaissance automatique par image satellitaire : cette méthode ne permet pas d'identifier précisément le type d'activités sur les sols agricoles. Ainsi, par exemple, le MOS Cesbio définit les deux espaces en Carte 28 comme agricoles. Cependant, la présence des bretelles de voies à deux chaussées, et l'absence d'information Pacage nous montre que ces espaces sont entretenus mais ne font pas l'objet d'une production agricole.



Carte 27. Exemple de cas isolé d'erreur



Carte 28. Espace agricole non exploité



Exemple de lacune déformée par la méthode d'érosion-dilatation

- Lacune avant traitement d'érosion-dilatation
- Lacune après traitement d'érosion-dilatation

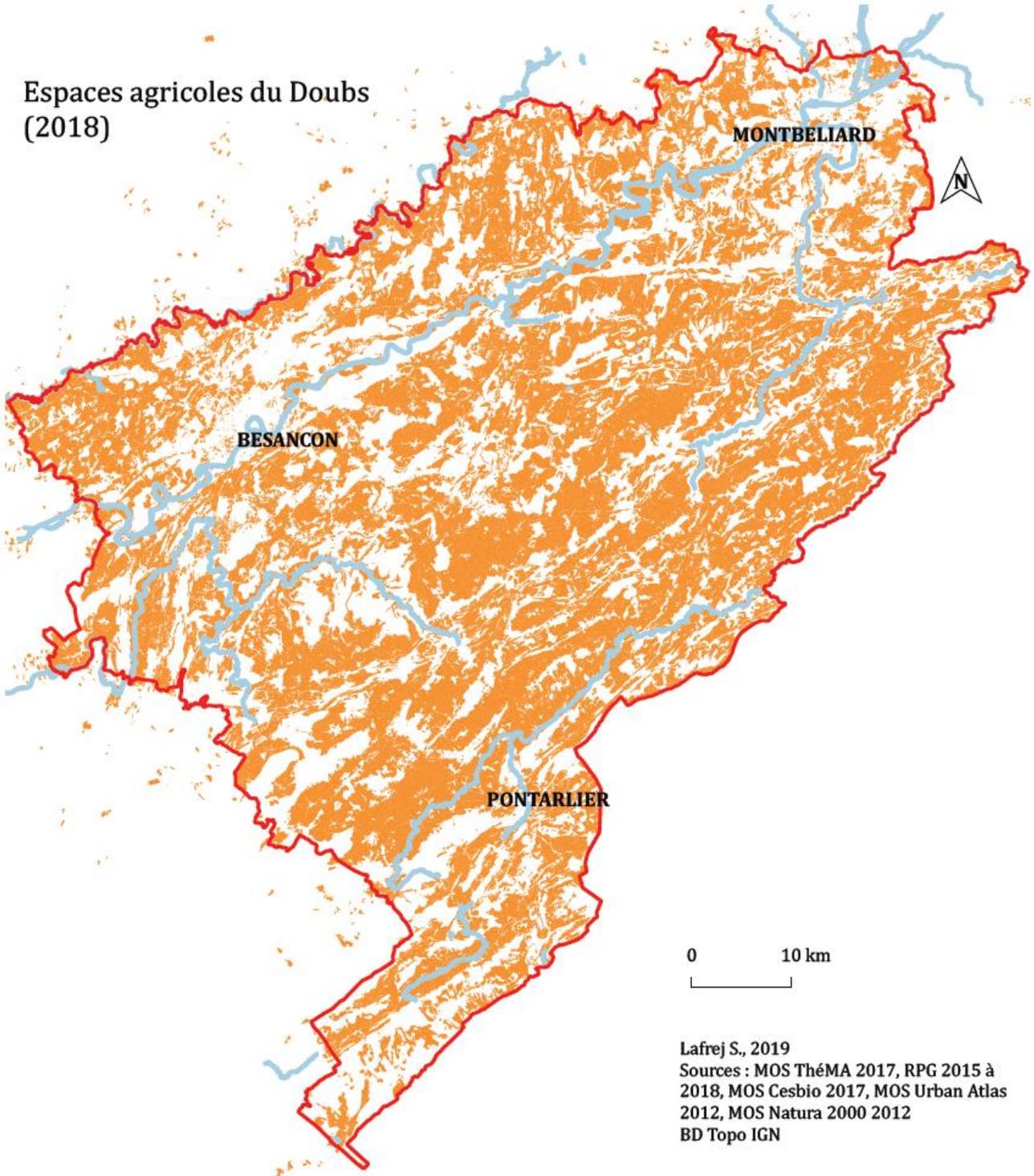
0 100 m

Lafrej S., 2019
Sources : MOS ThéMA
BD Ortho IGN

Carte 29. Exemple de lacune déformée par les traitements

La Carte 30 présente en résultat l'emprise des espaces agricoles identifiés sur le département du Doubs. Elle représente 45% de la surface du département.

Espaces agricoles du Doubs
(2018)



Lafrej S., 2019
Sources : MOS ThéMA 2017, RPG 2015 à
2018, MOS Cesbio 2017, MOS Urban Atlas
2012, MOS Natura 2000 2012
BD Topo IGN

Carte 30. Espaces agricoles du Doubs

II. Calcul des indices de valeurs des espaces agricoles

Les choix des entrées thématiques, des indices et des variables ont été justifiés dans la présentation de la méthode. Chaque îlot du département est évalué selon sa valeur environnementale, de structure spatiale, de droits et aides à la production, et de labellisation¹². Avant de proposer une évaluation multicritère, les résultats de chaque indice sont présentés : cela permet d'apprécier les indices de valeur séparément avant de les agréger.

2.1 Indice de valeur environnementale

2.1.1 Cartographie

Les zonages des protections environnementales et de risques naturels sont d'abord hiérarchisés (Carte 31). Les différents niveaux de protection s'emboîtent (le niveau 1 peut par exemple comprendre des zonages de niveau 2 ou 3), c'est pourquoi il est pertinent de connaître le niveau maximal de protection présent sur les îlots.

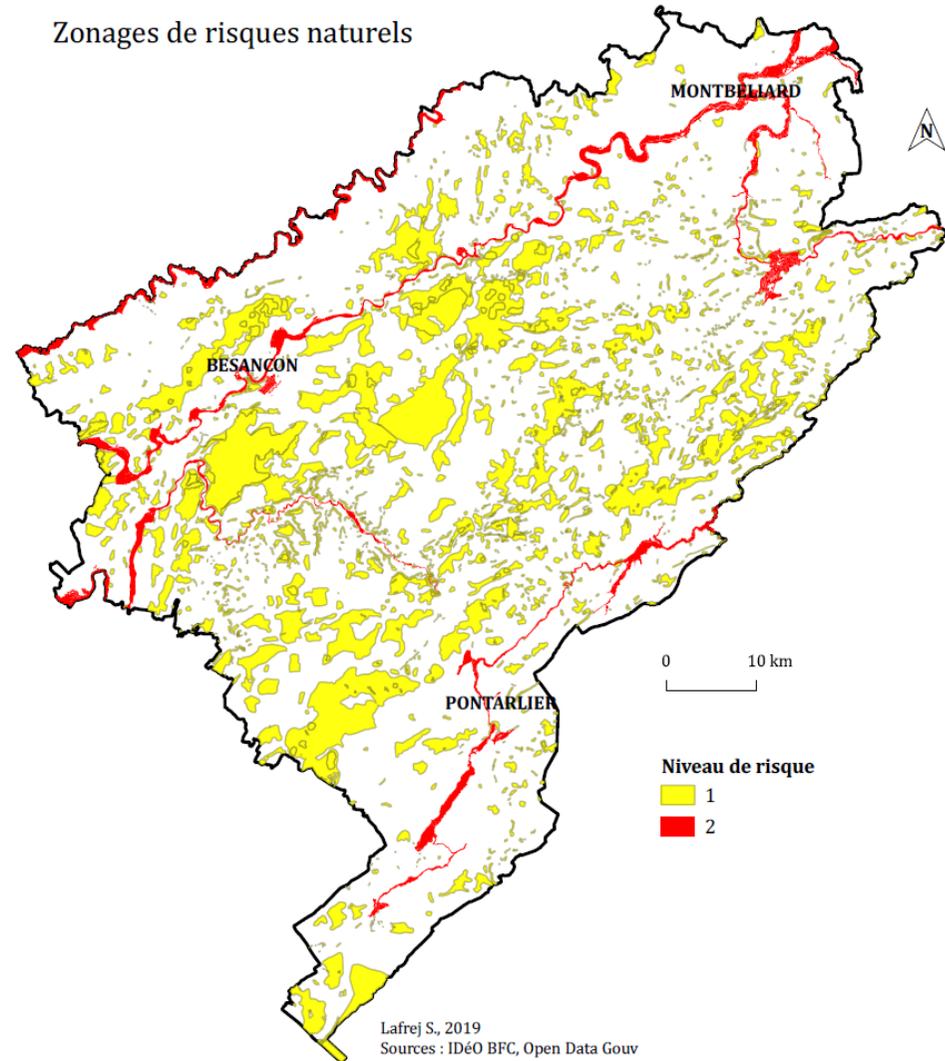
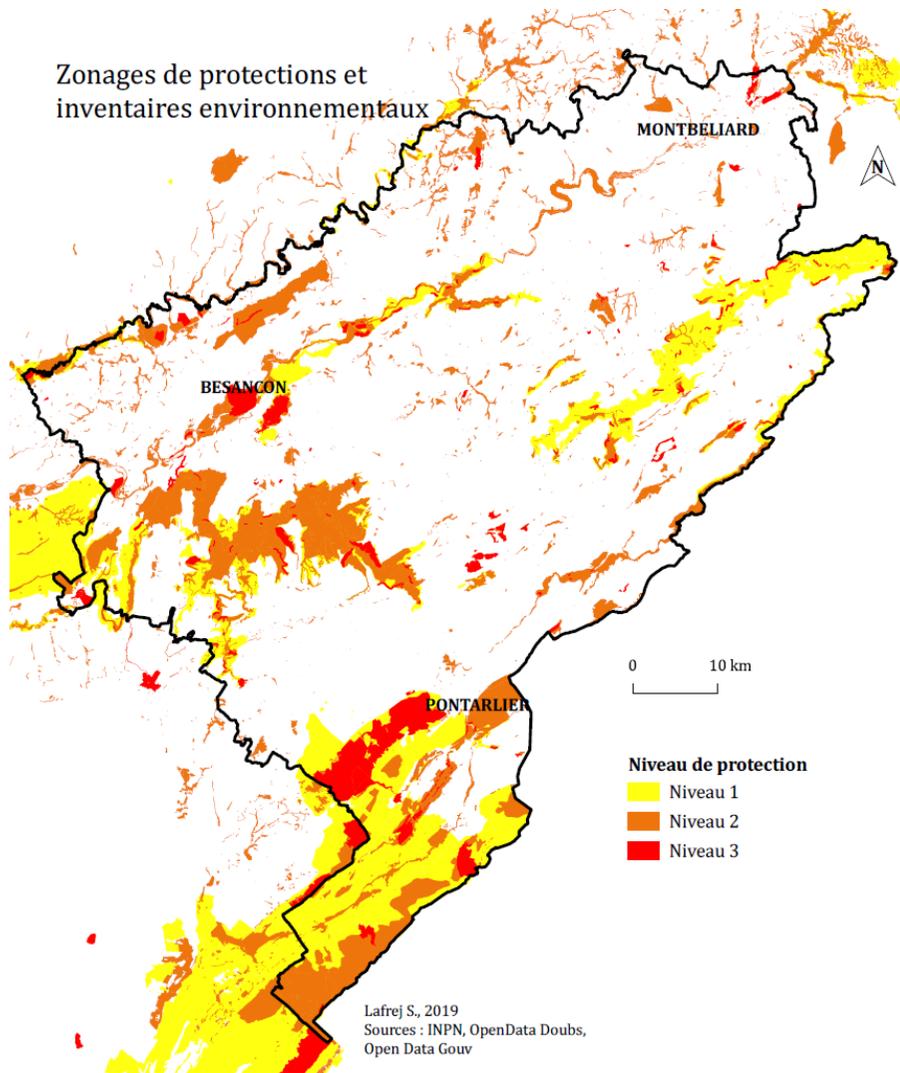
65 684 ha d'espaces agricoles sont dans l'emprise des zones de protections environnementales, soit 27% de la SAU du Doubs. Quant aux zones de risques naturels, 62 612 ha sont dans leur emprise, soit 26 % de la SAU du Doubs (Carte 32).

Ces deux variables sont ensuite normalisées (cf. méthode - Formules de normalisation – Figure 27), et agrégées avec un poids égal pour chacune. Chaque îlot a donc une note allant de 0 à 10 (où 10 représente la plus forte valeur) représentant sa valeur environnementale (Carte 33).

Si des zonages de risques naturels et de protection sont présents sur un même îlot, la présence de risque fait baisser sa valeur de l'îlot. Les îlots ayant une valeur de 0 sont soit intersectés par une zone à risque, soit non concernés par ces zonages.

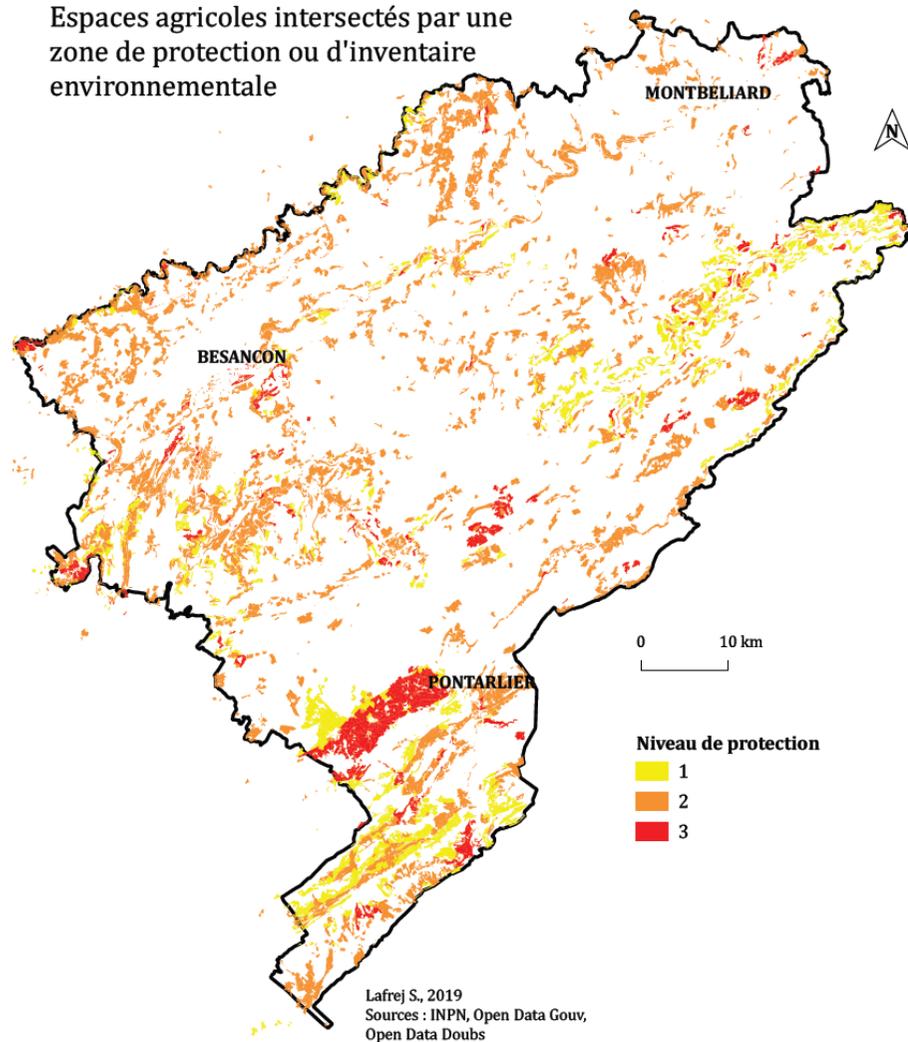
La carte centrée sur le sud-est du département en Carte 34 met en avant des espaces agricoles ayant une forte valeur environnementale. Les espaces à l'ouest, situés entre Bouverans et Houtaud sont concernés par le site de la Convention Ramsar du Bassin du Drugeon. Cette zone a un niveau de protection très élevé, qui comprend également un arrêté de protection de biotope sur ce même bassin, et un espace naturel sensible. C'est pourquoi les îlots de cet espace présentent des notes élevées allant de 6.7 à 10/10.

¹² Les indices comprenant des variables nominales concernent les îlots déclarés à la PAC (91% de la SAU)

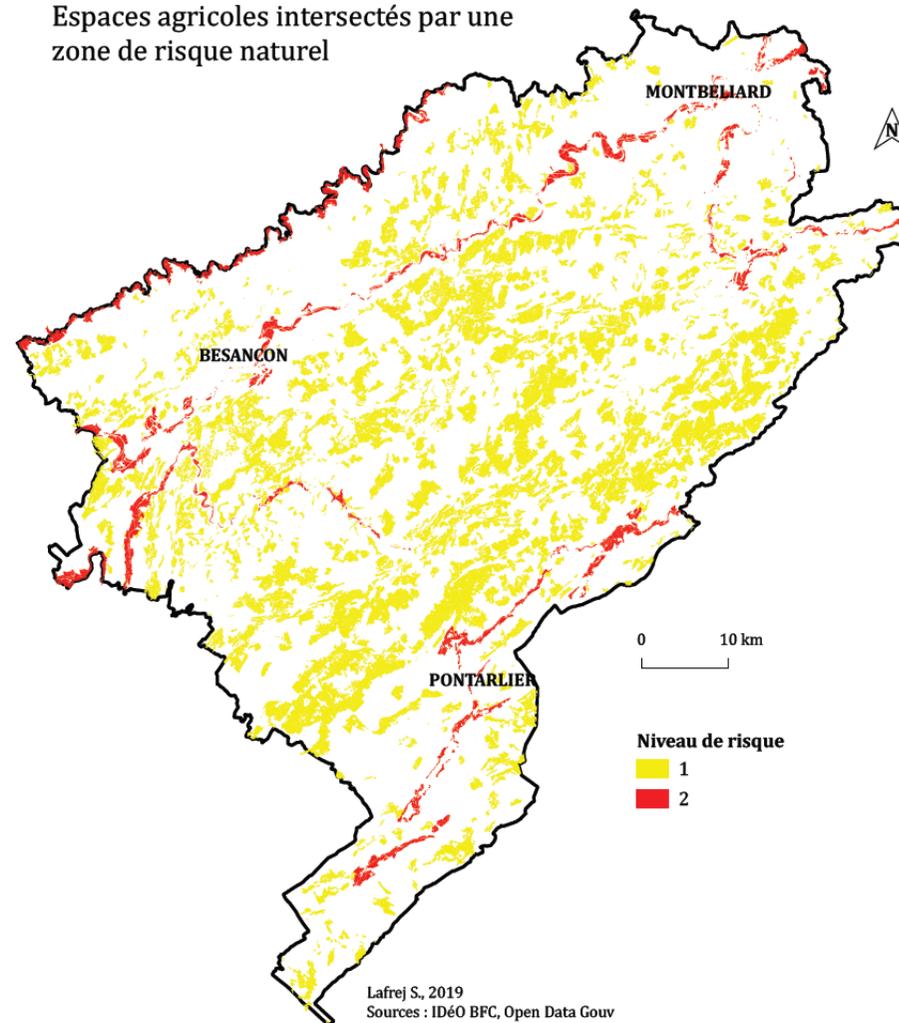


Carte 31. Zonages de protection environnementale et risques naturels

Espaces agricoles intersectés par une zone de protection ou d'inventaire environnementale

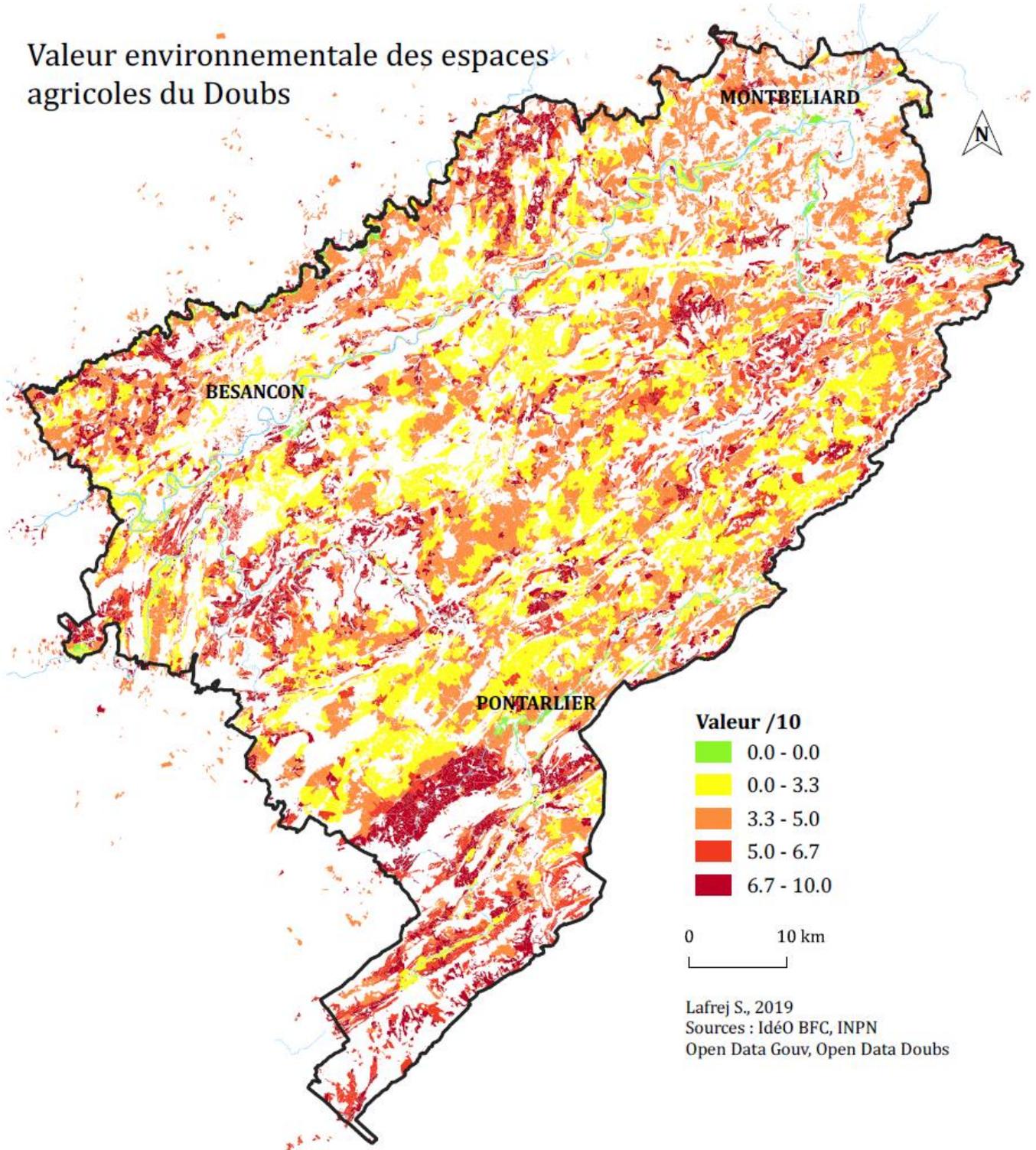


Espaces agricoles intersectés par une zone de risque naturel

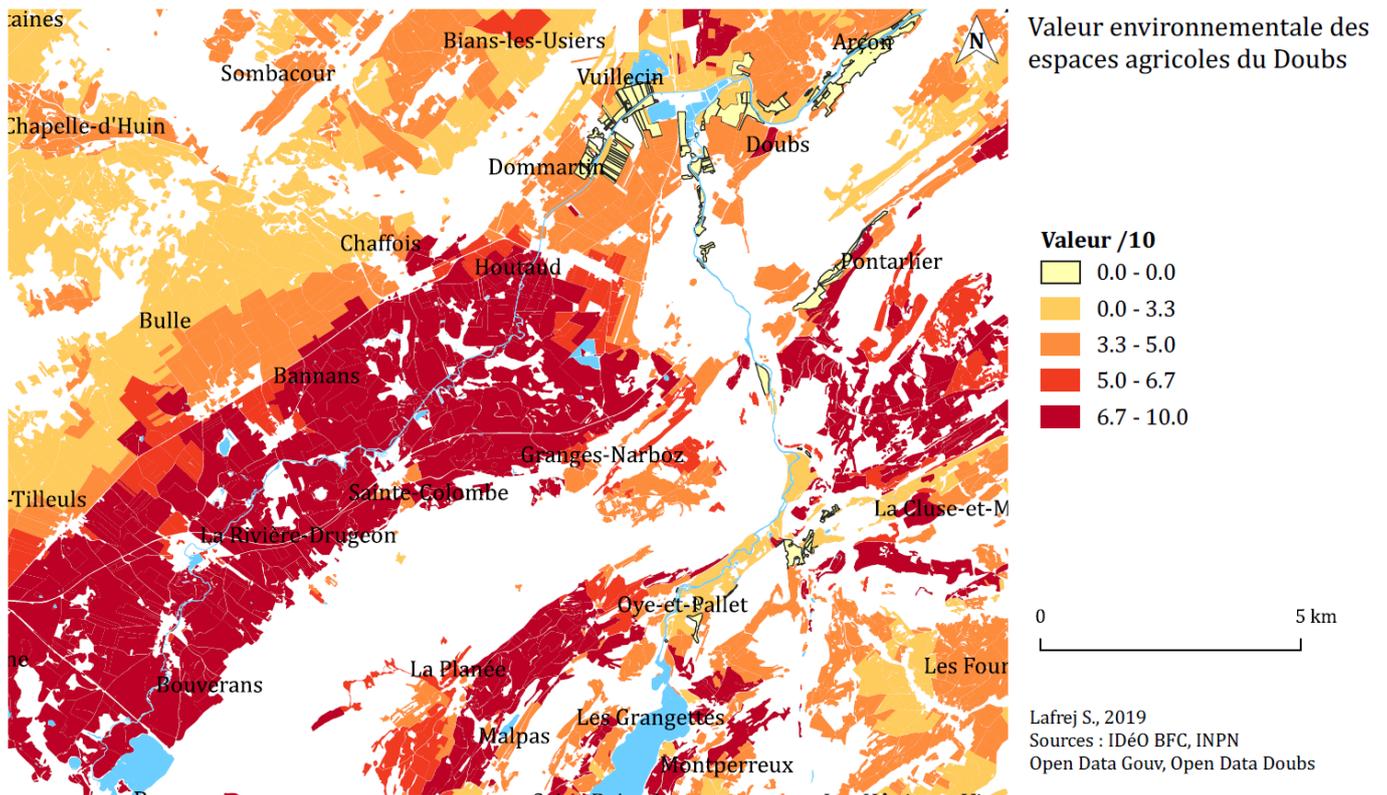


Carte 32. Espaces agricoles intersectés par des zonages de protection environnementales ou de risques naturels

Valeur environnementale des espaces agricoles du Doubs



Carte 33. Valeur environnementale des espaces agricoles du Doubs



Carte 34. Carte zoomée de la valeur environnementale des espaces agricoles du Doubs

2.1.2 Statistiques descriptives

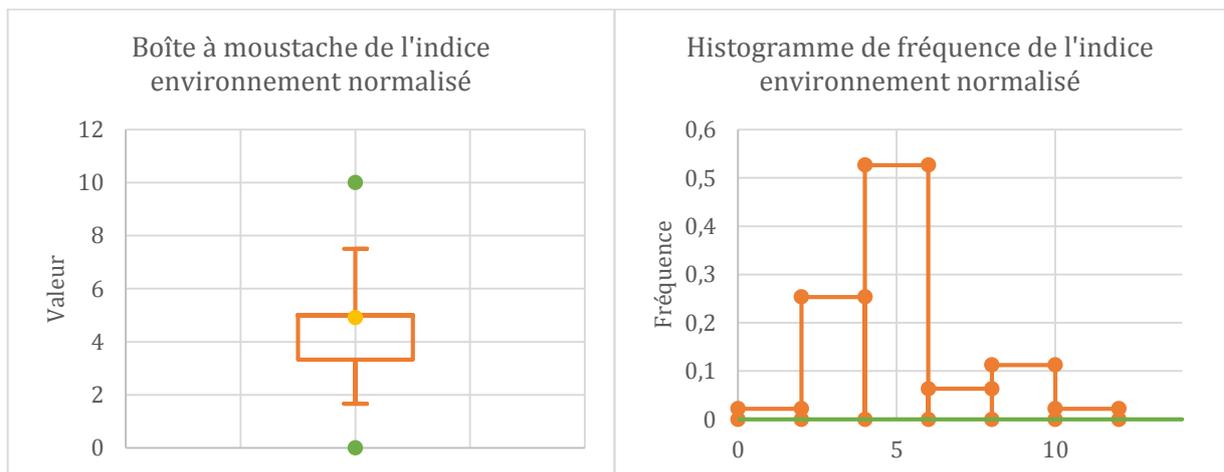


Figure 34. Graphiques de statistiques descriptives de l'indice environnement normalisé

La distribution des données de l'ensemble des flots présente une note moyenne et médiane de 5/10. D'après l'histogramme de fréquence, les classes concentrant le plus d'îlots sont celles allant de 2 à 4 (25%) et de 4 à 6 (52%). Peu d'îlots ont une note en-dessous de 2/10 (moins d'1%), et très peu également au-dessus de 8/10 (moins d'1% également) (Figure 34).

2.2 Indice de valeur de structure spatiale

2.2.1 Cartographie

Cinq variables sont présentées, correspondant à trois niveaux d'échelles :

A l'échelle de l'îlot :

- L'aire des îlots (Carte 35) : les plus petits îlots sont plutôt situés aux abords immédiats des villes (milieu périurbain), tandis que les plus grands sont plus éloignés des pôles urbains. Nous pouvons le voir plus précisément sur la Carte 36 centrée sur Besançon : la part des espaces d'une faible aire est plus importante aux abords immédiats de Besançon qu'en périphérie.
- La compacité des îlots (Carte 37) : la répartition de la compacité est beaucoup plus hétérogène. Nous pouvons remarquer une tendance se dessiner pour les îlots de petite taille : ils présentent un indice de compacité plus élevé que les plus grands. Cette tendance est plus visible à grande échelle sur la Carte 38.

A l'échelle de l'exploitation :

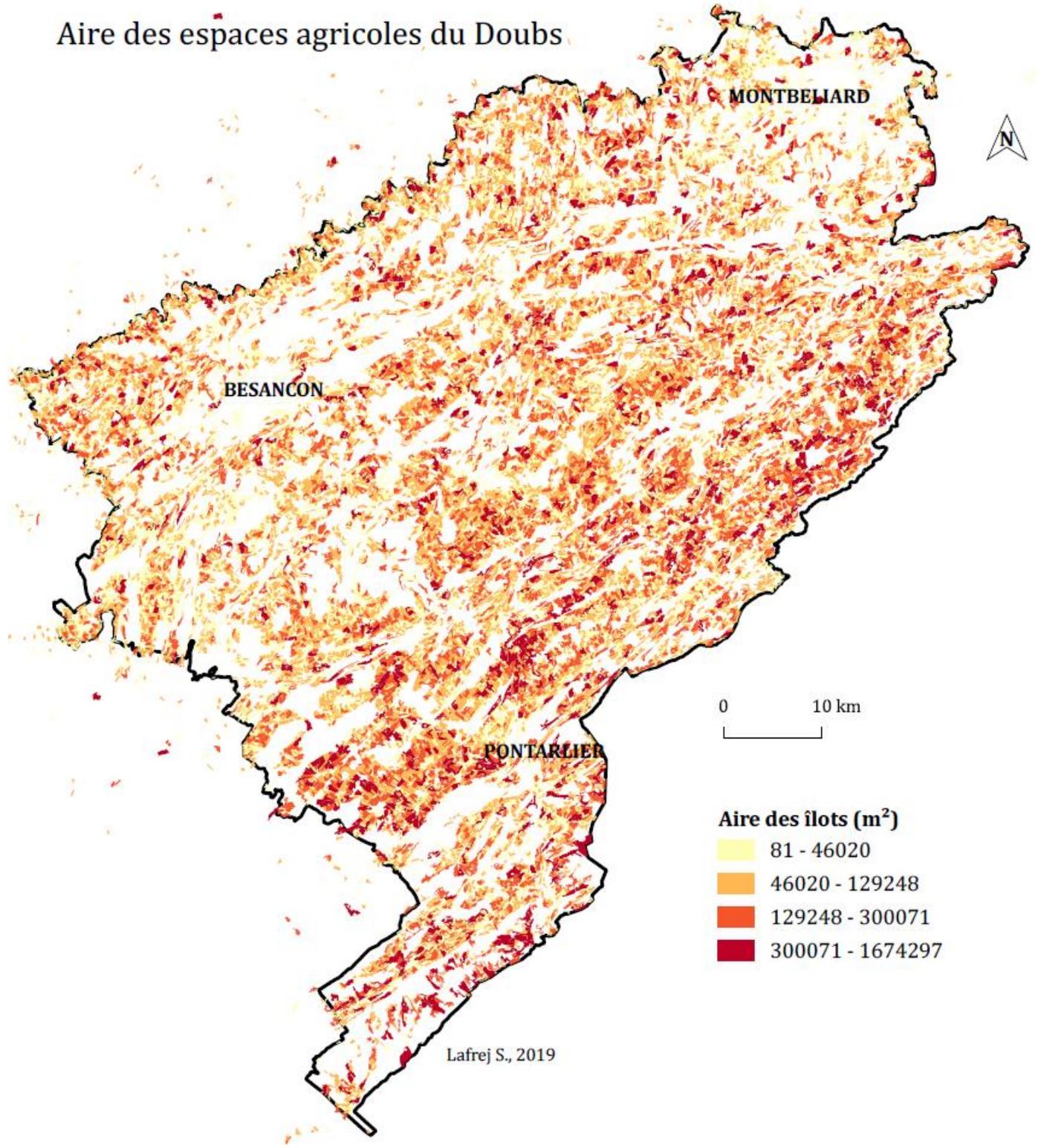
Les variables à cette échelle ne concernent que les espaces agricoles déclarés à la PAC (223 008 ha). Les cartographies suivantes sont donc effectuées seulement sur ces espaces : cela évite une évaluation biaisée par les espaces agricoles anonymes.

- La part de la surface de l'îlot dans celle de l'exploitation (Carte 39) appelée « indice de prégnance » : à l'échelle du département, nous pouvons noter une inégale répartition spatiale. La montagne et le deuxième plateau du département concentre en effet des indices de prégnance plus élevés que dans les parties basses.
- La distance euclidienne moyenne entre les îlots d'une même exploitation (Carte 40) : des concentrations de forte distance apparaissent dans les zones de vallées (au-delà de 10km). Les agriculteurs concernés par ces fortes distances ont des coûts d'exploitation plus importants. A l'inverse, les îlots de faible distance montrent une certaine maîtrise des exploitations.

A l'échelle du territoire : La distance euclidienne entre l'îlot et la zone bâtie la plus proche¹³ (Carte 41) : l'enclavement des espaces agricoles du Doubs est davantage présent dans les zones reculées éloignées du tissu urbain. Nous pouvons en voir un exemple plus précis sur la (Carte 42).

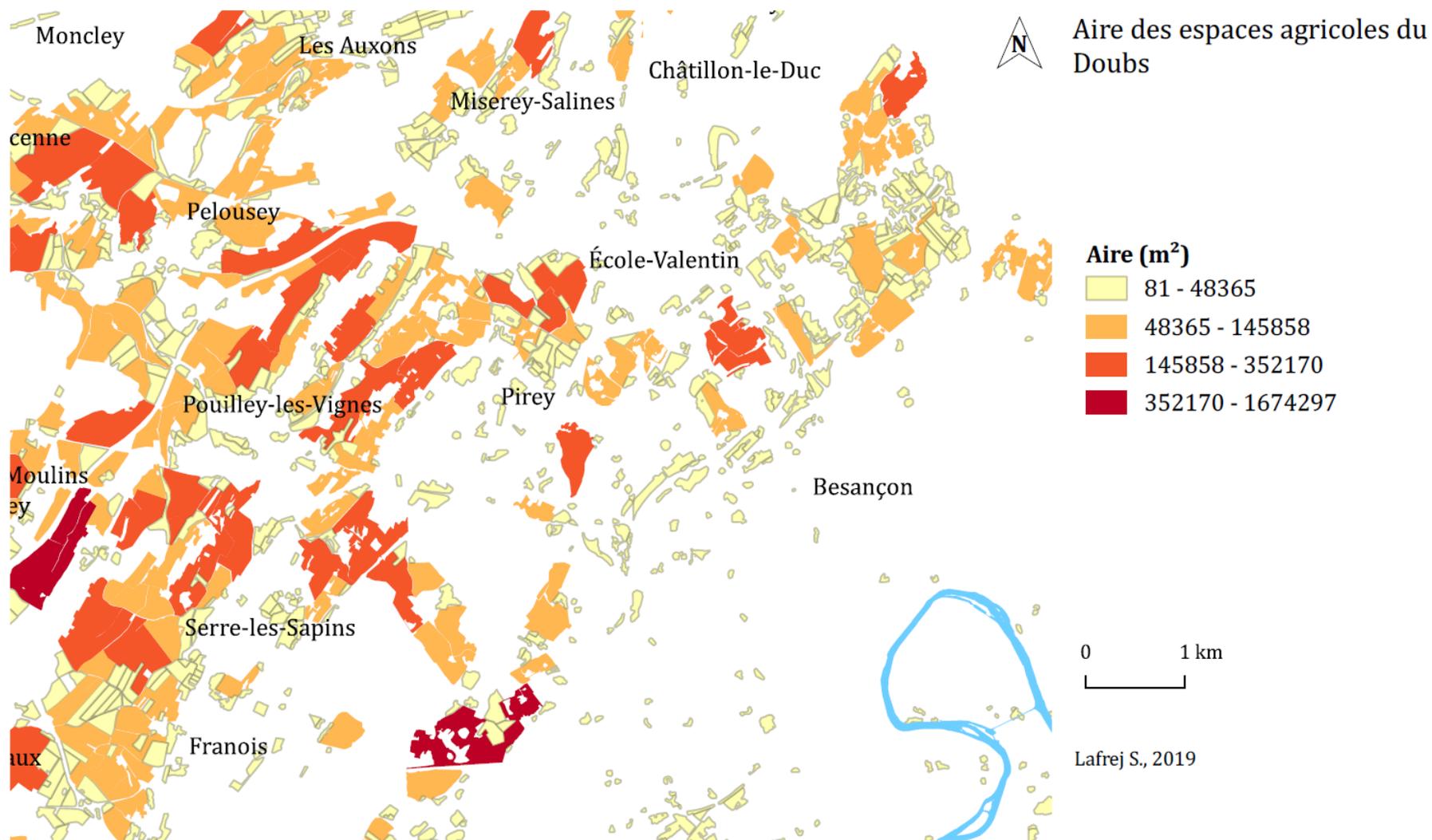
¹³ Une erreur est à noter : le bâti pris en compte est la couche « urbain » du MOS ThéMA. Cependant, il aurait fallu appliquer un filtre surfacique pour ne prendre en compte que le tissu urbain principal. Cet indice se retrouve donc peu discriminant pour la valeur des îlots.

Aire des espaces agricoles du Doubs



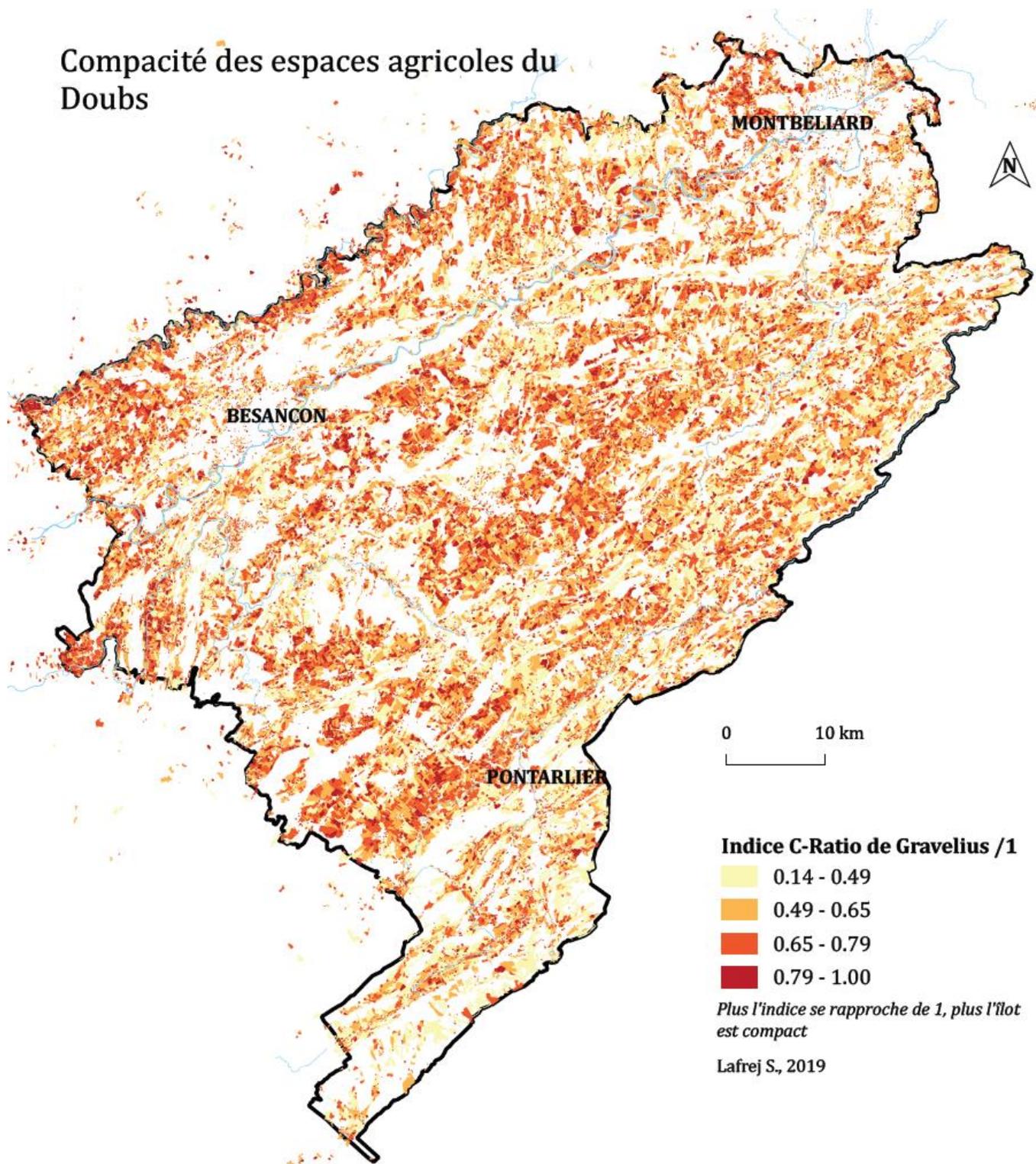
Lafrej S., 2019

Carte 35. Aire des îlots agricoles

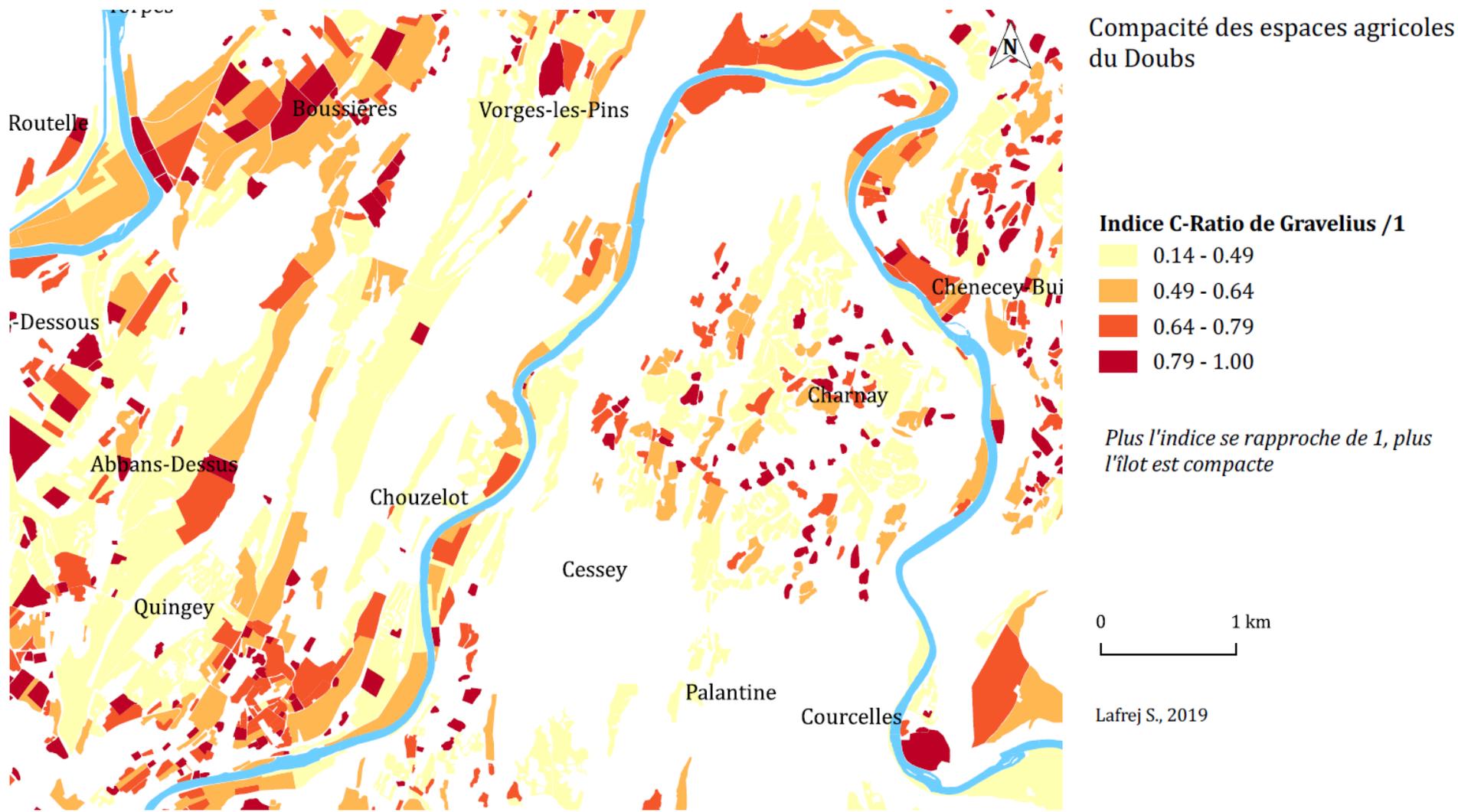


Carte 36. Aire des îlots centrés sur Besançon

Compacité des espaces agricoles du Doubs

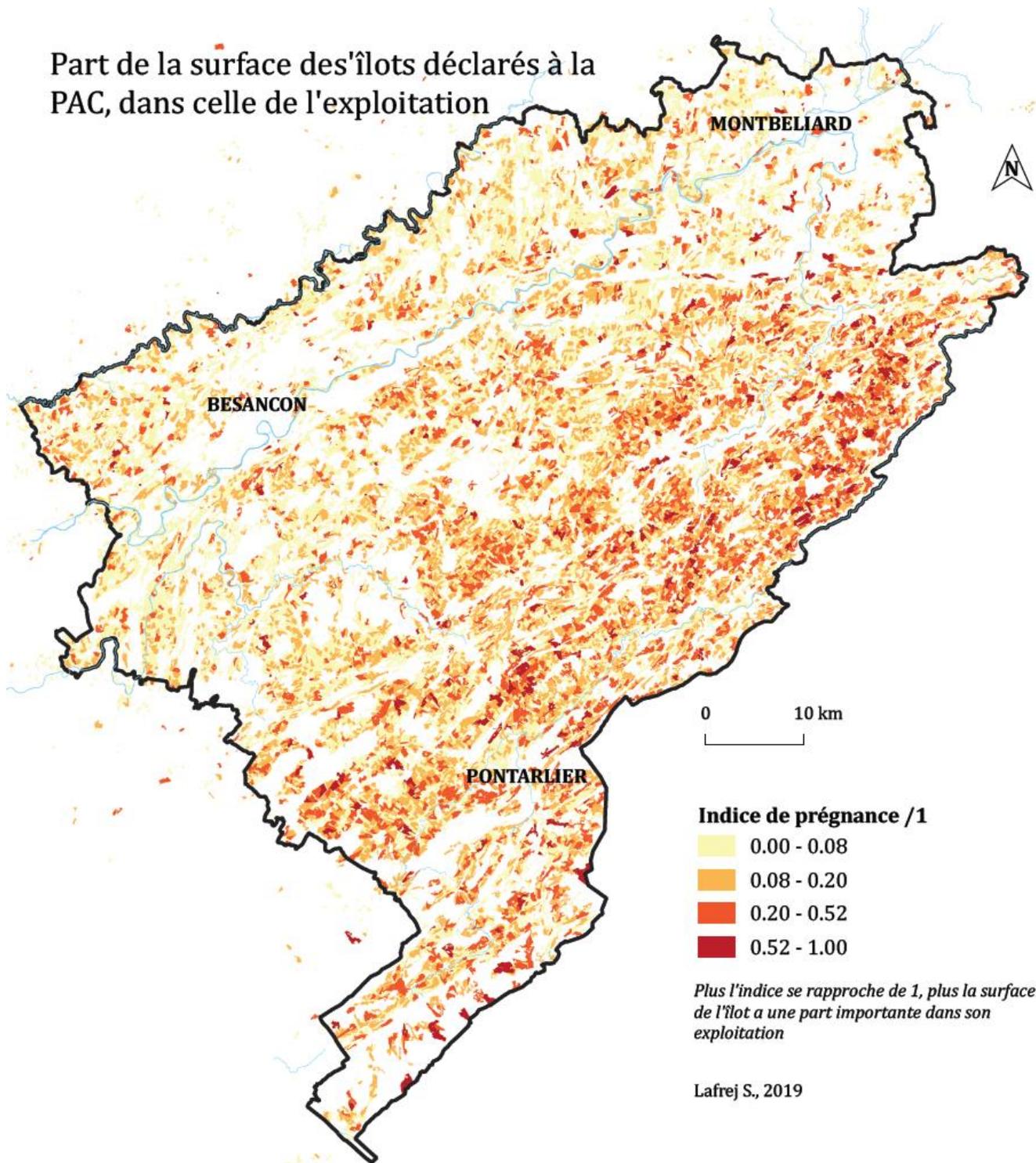


Carte 37. Compacité des îlots



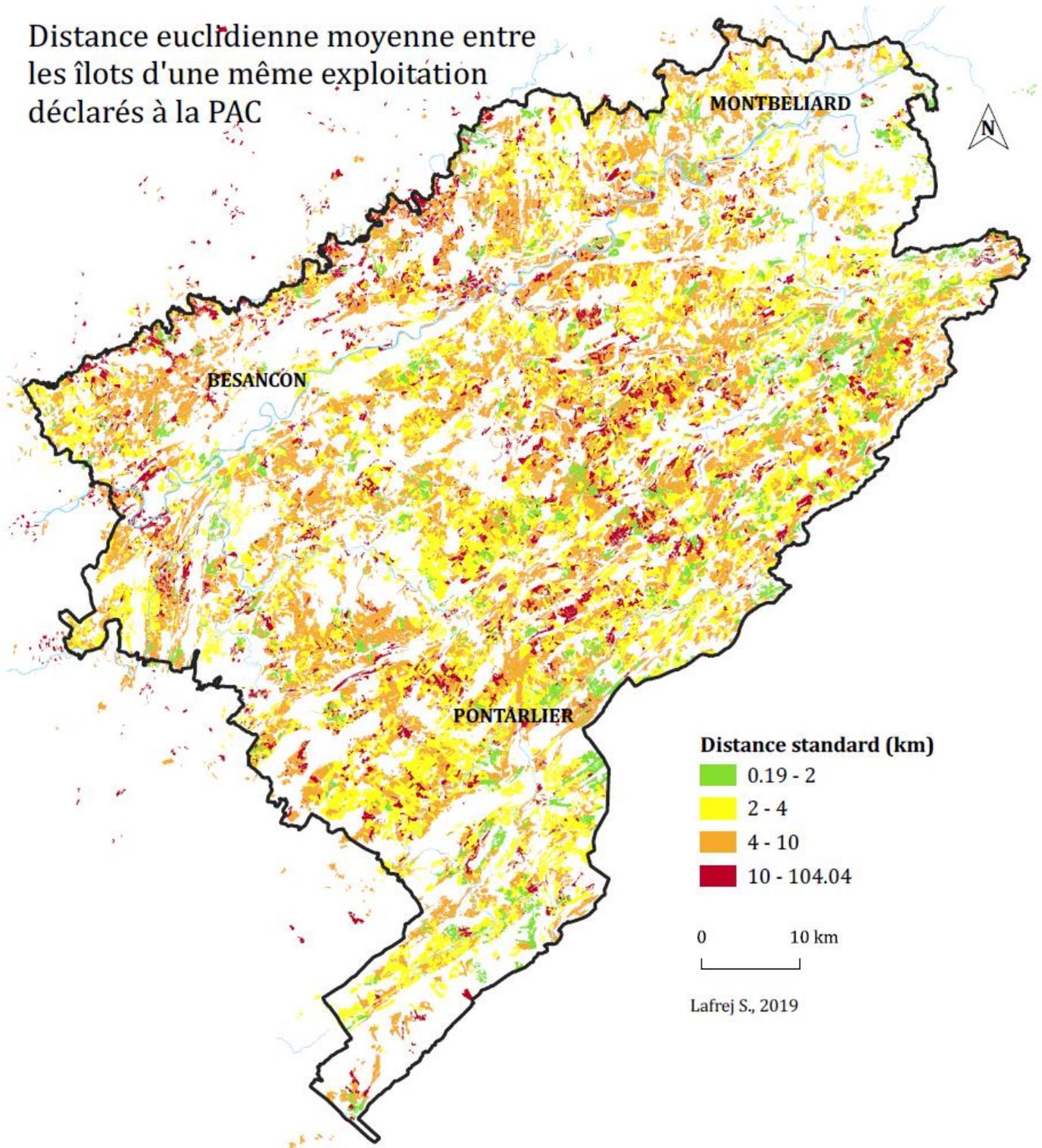
Carte 38. Compacité des îlots centrée sur Charnay

Part de la surface des îlots déclarés à la PAC, dans celle de l'exploitation



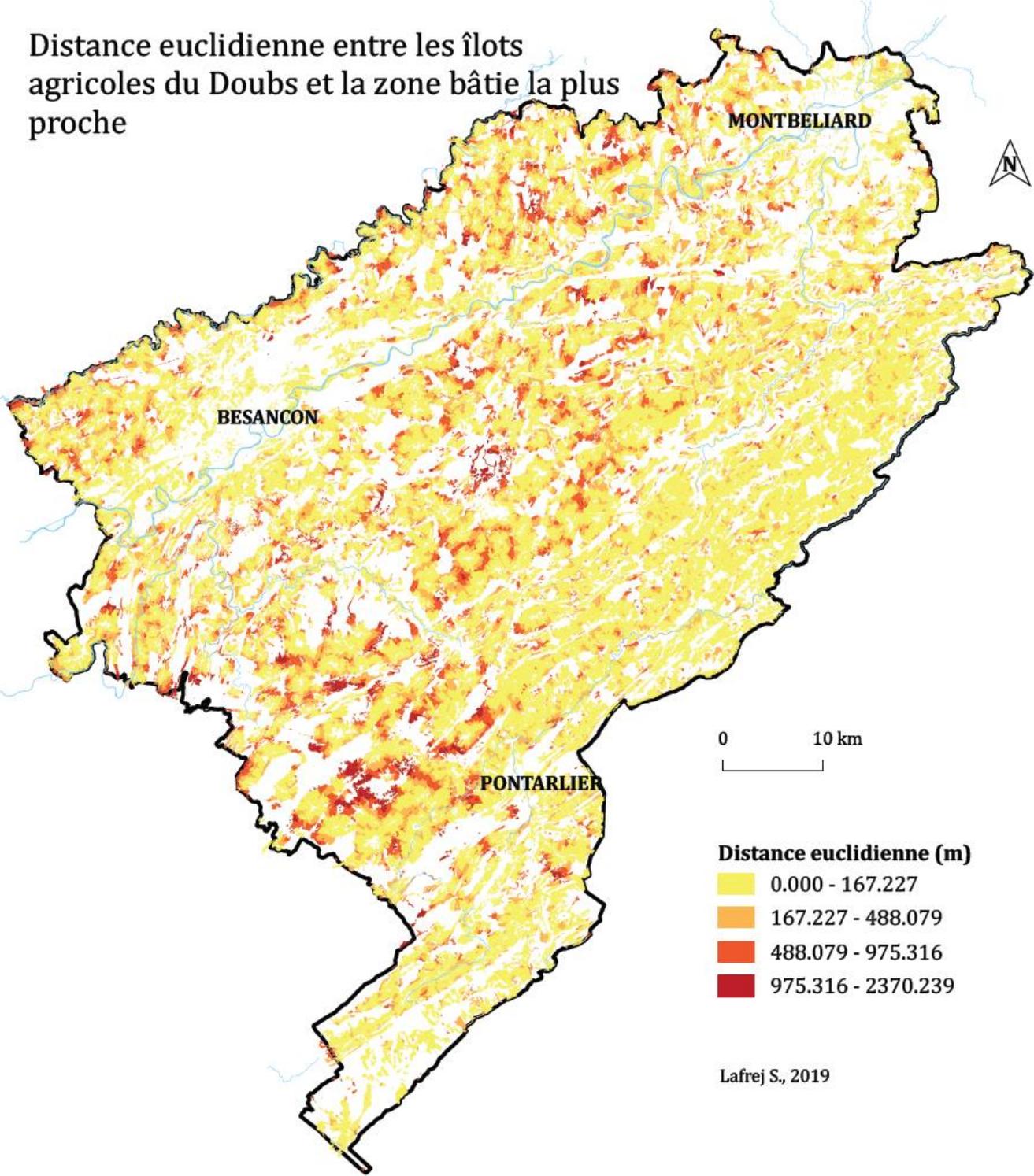
Carte 39. Indice de prégnance des îlots

Distance euclidienne moyenne entre les îlots d'une même exploitation déclarés à la PAC

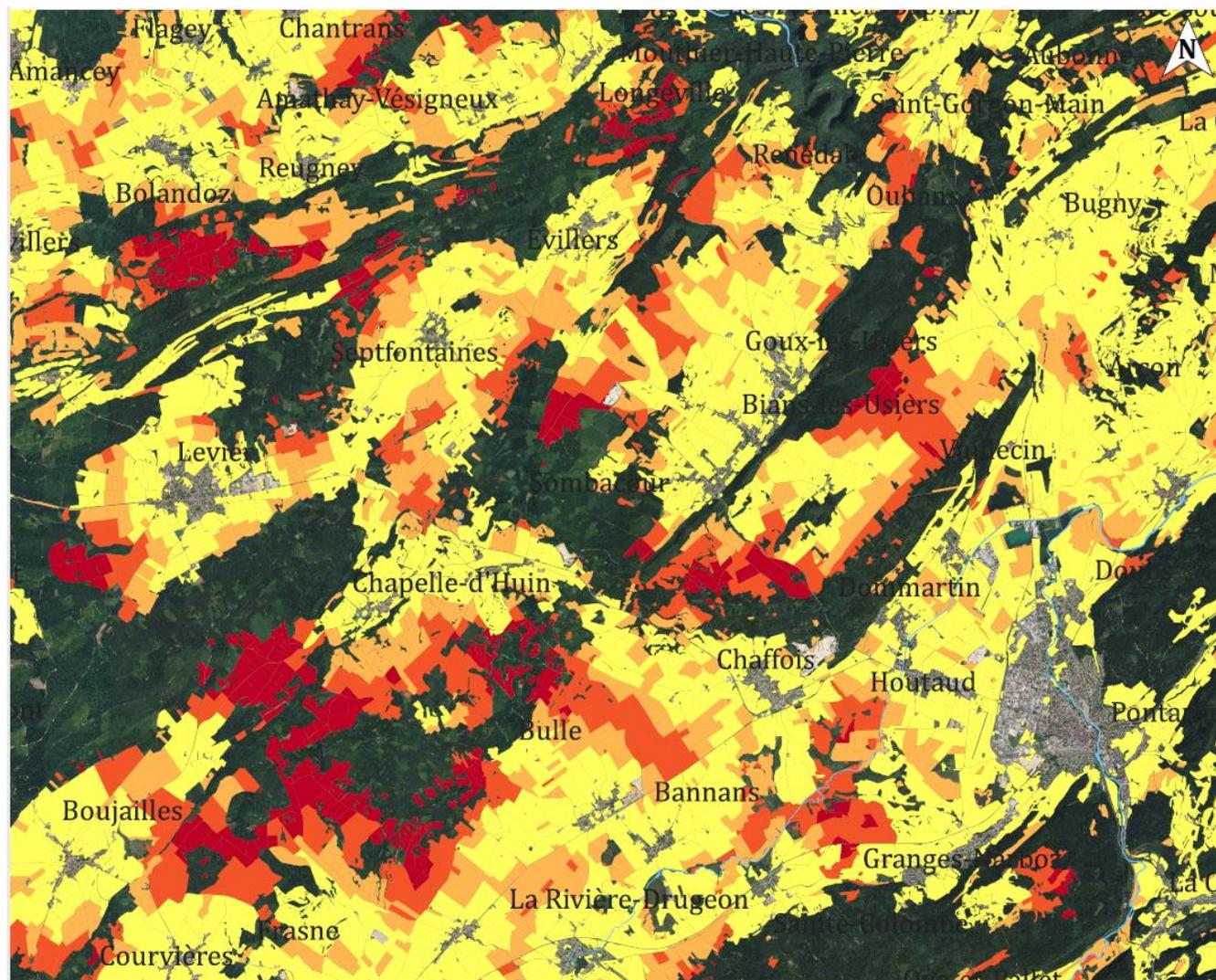


Carte 40. Distance moyenne entre les îlots d'une même exploitation

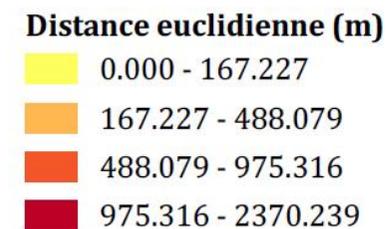
Distance euclidienne entre les îlots agricoles du Doubs et la zone bâtie la plus proche



Carte 41. Distance entre les îlots et la zone bâtie la plus proche



Distance euclidienne entre l'îlot et la zone bâtie la plus proche



0 1 km

Lafrej S., 2019

Carte 42. Distance entre les îlots et la zone bâtie la plus proche, centrée sur Frasné

2.2.2 Statistiques descriptives

L'ensemble de ces variables est ensuite normalisé (cf. méthode - Formules de normalisation - Figure 27), et agrégé avec un poids plus important attribué aux variables à l'échelle des exploitations. Chaque îlot a donc une note allant de 0 à 10 pour chacune de ces échelles (où 10 représente la plus forte valeur), représentant sa valeur de structure spatiale.

A l'échelle de l'îlot :

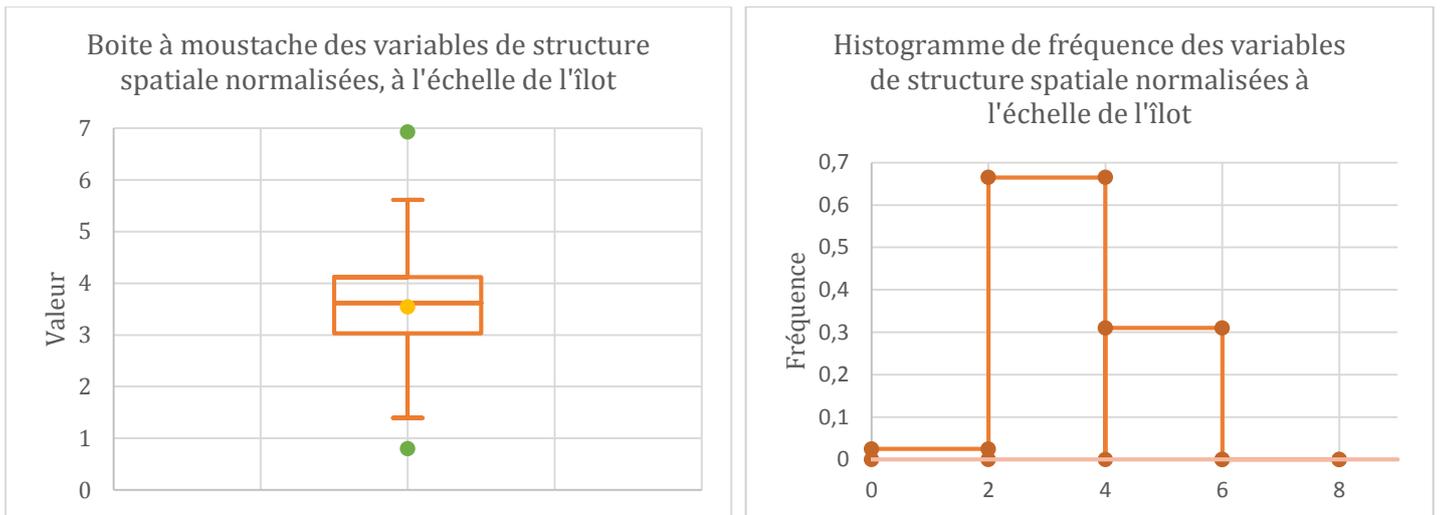


Figure 35. Graphiques de statistiques descriptives des variables de structure spatiale à l'échelle de l'îlot

La distribution des données de l'ensemble des îlots présente une note moyenne et médiane de 3/10, la note maximale est de 7/10. L'histogramme de fréquence montre que 66% des valeurs sont concentrée dans la classe allant de 2 à 4 (Figure 35).

A l'échelle de l'exploitation :

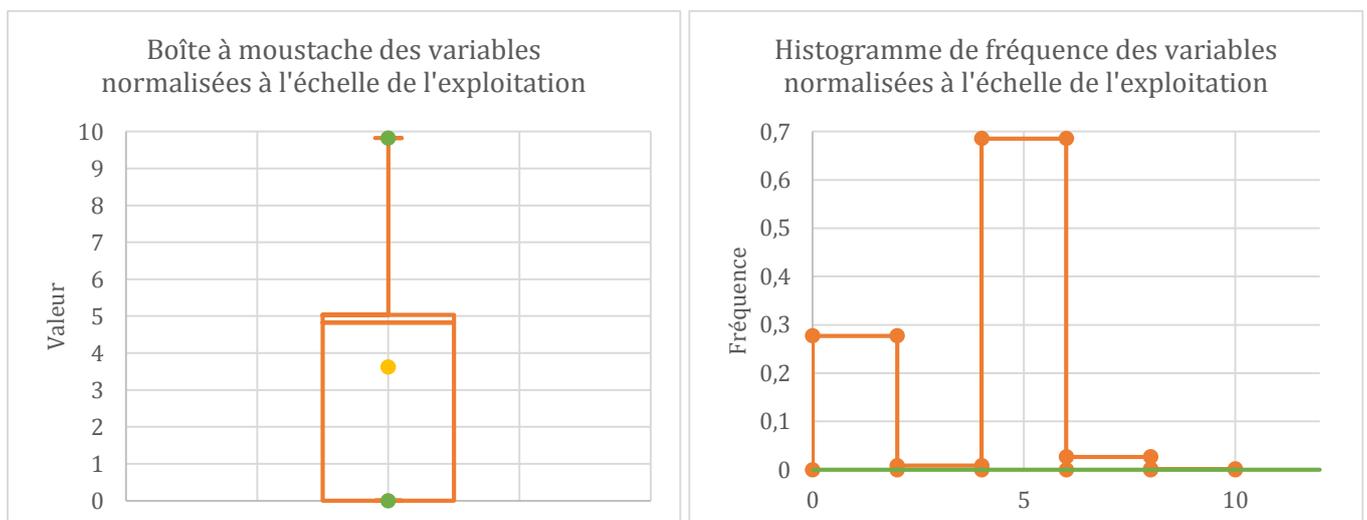


Figure 36. Boîte à moustache et histogramme de fréquence des variables de structure spatiale à l'échelle de l'exploitation

La distribution des données présente une note moyenne de 3.6/10 et une note médiane de 4.8/10. L'histogramme de fréquence (Figure 36) montre ici une fois encore une inégale répartition des valeurs au sein des classes : 68% des valeurs ont en effet une note située entre 4 et 6/10.

A l'échelle du territoire :

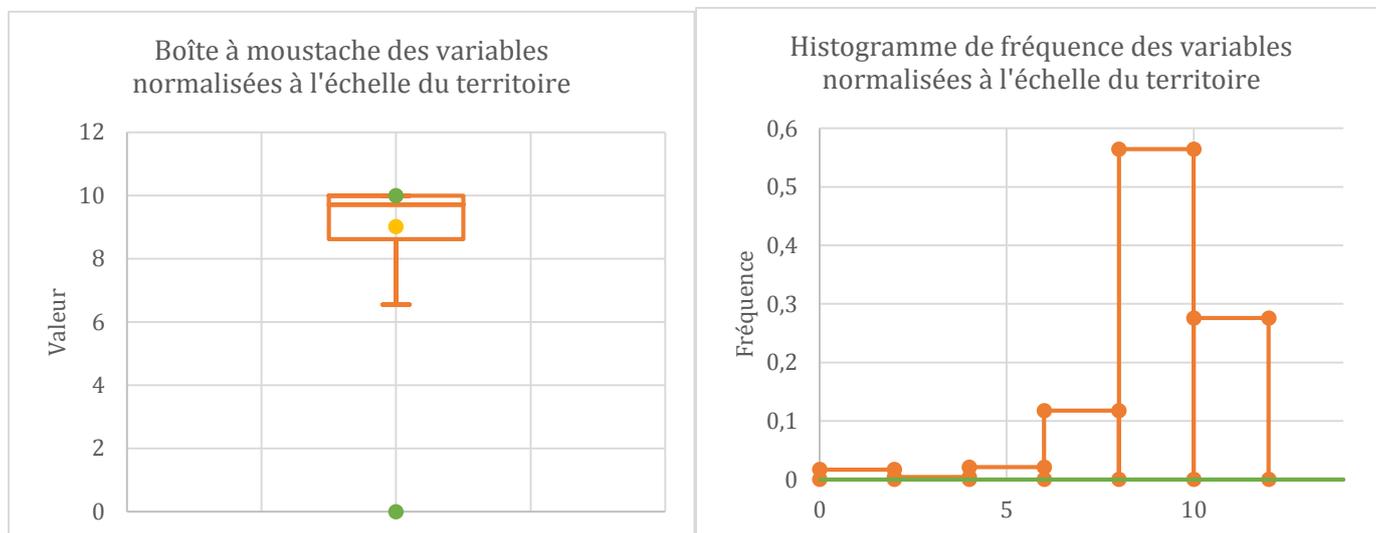


Figure 37. Boîte à moustache et histogramme de fréquence des variables de structure spatiale à l'échelle du territoire

La distribution des données présente une note moyenne et médiane de 9/10. La grande majorité des îlots ont une note supérieure à 8/10 pour cette variable (Figure 37). L'erreur notifiée précédemment sur la prise en compte de l'ensemble du bâti au lieu de la tache urbaine seulement, influe sur ces résultats. Ces derniers montrent une trop grande concentration des valeurs dans les classes les plus élevées. Cet indice se retrouve donc peu discriminant.

2.3 Indice de valeur de droits et aides à la production

2.3.1 Cartographie

La Carte 43 indique la répartition des aides annuelles perçues par les exploitants par hectare. Attention à la lecture de la carte : le montant indiqué par îlot se réfère au montant de l'exploitation. Cette carte révèle une dichotomie entre l'est et l'ouest du département. Cette répartition est liée notamment à l'ICHN, plus élevé en zone de montagne.

Montant des aides annuelles perçues par les exploitants



Carte 43. Montants des aides annuelles perçues par les exploitants

2.3.2 Statistiques descriptives

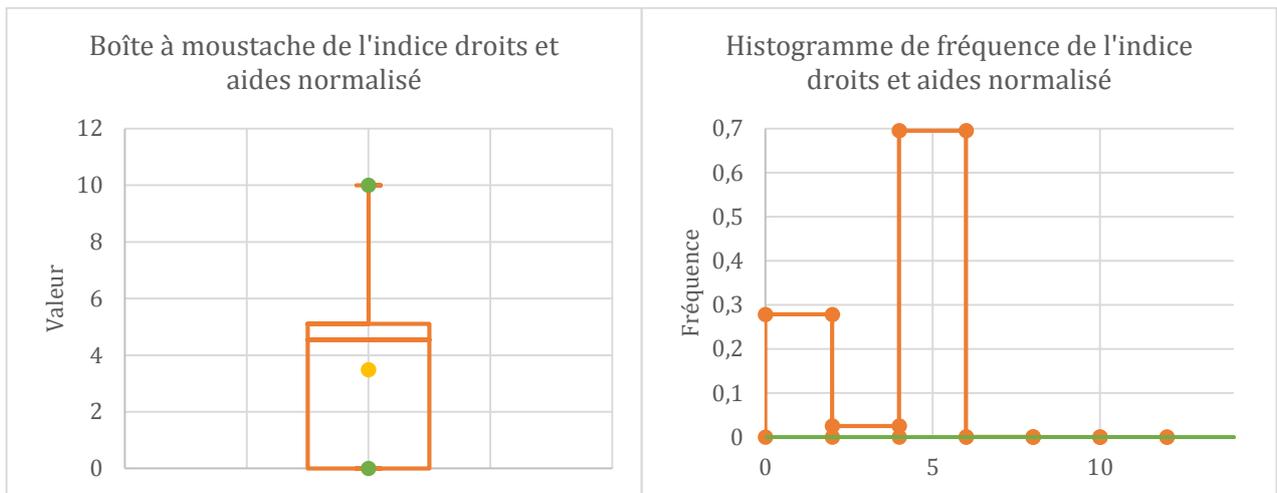


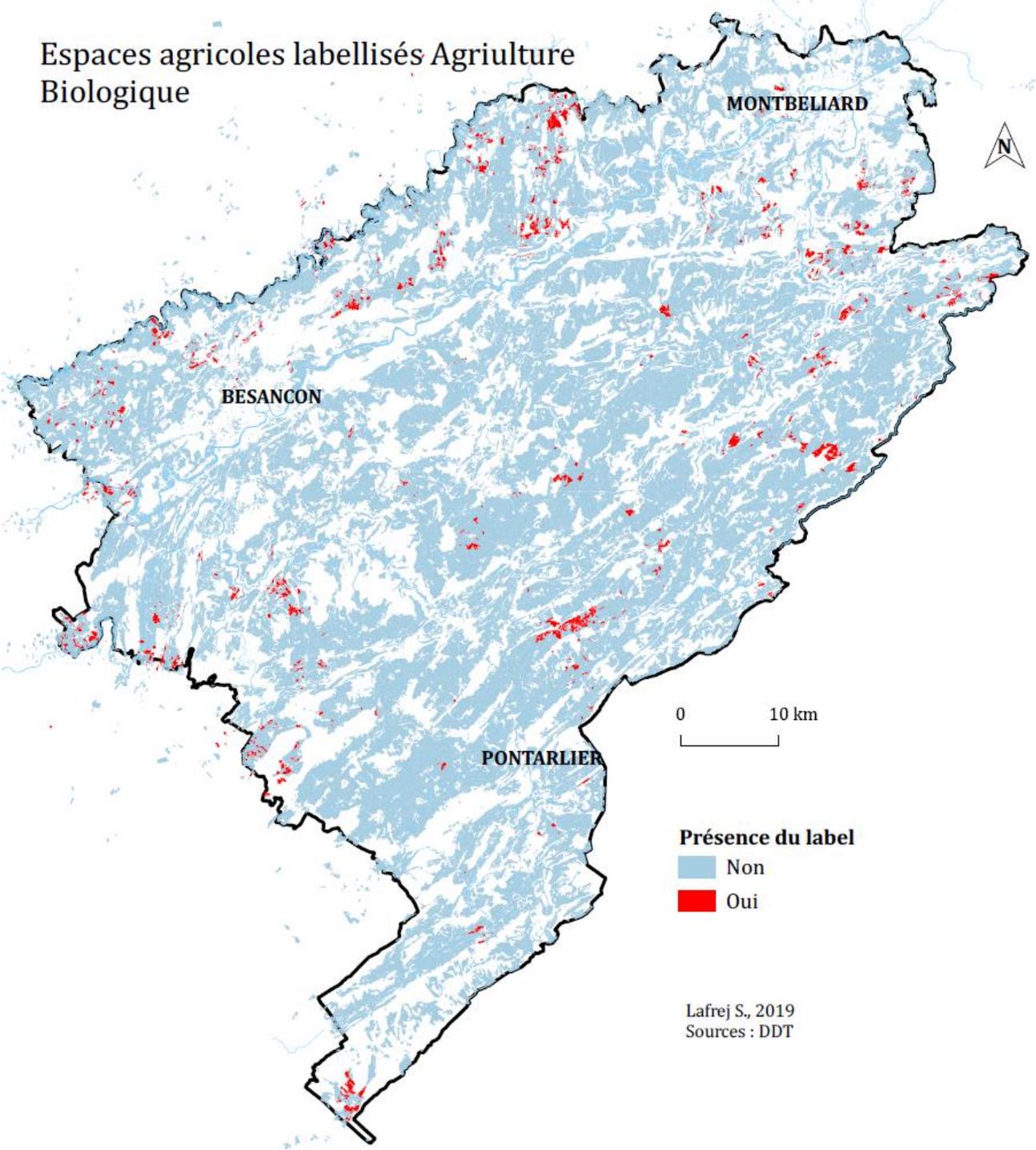
Figure 38. Graphiques de statistiques descriptives de l'indice droits et aides normalisé

La distribution des données de l'indice normalisé présente une moyenne de 3.5/10 et une médiane de 4.5/10. Près de 70% des îlots ont une note comprise en 4 et 6/10 (Figure 38).

2.4 Indice de valeur de labellisation

2,3% des espaces agricoles du département sont labellisés Agriculture Biologique (AB). Nous pouvons voir une répartition plutôt dispersée des îlots labellisés AB (Carte 45).

Espaces agricoles labellisés Agriculture Biologique



Carte 44. Espaces agricoles labellisés Agriculture Biologique

III. Evaluation multicritère de la valeur des espaces agricoles

Les résultats de l'évaluation multicritère sont présentés sur la Carte 45.

3.1 Cartographie

La Carte 45 nous montre que l'indice environnemental est plutôt discriminant. Si elle est comparée la carte de la valeur environnementale (Carte 33), les îlots à forte valeur (au-delà de 5/10) sont ceux de forte valeur également dans l'indice environnemental. Cela est également dû au fait qu'un poids plus important lui a été attribué lors de la pondération des indices dans la synthèse. Hormis ces éléments, la répartition spatiale des valeurs est plutôt homogène.

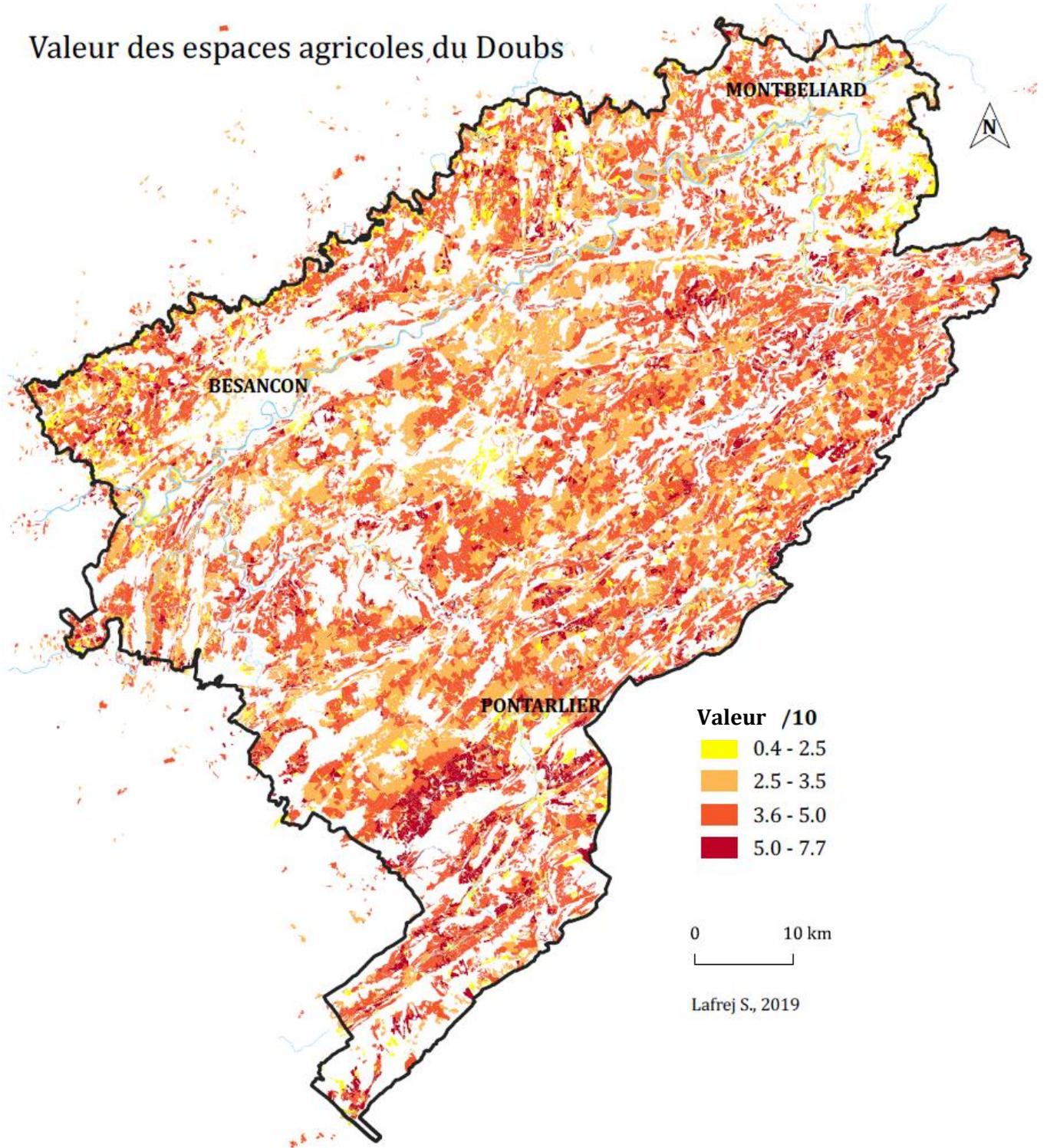
Au-delà de ces éléments remarquables à petite échelle, les résultats sont davantage visibles à grande échelle : 3 focus sont réalisés sur les zones de Pontarlier (Carte 46), Besançon (Carte 47) et Montbéliard (Carte 48).

Une partie des îlots du sud du département (Carte 46) sont des estives d'exploitants suisses non déclarées à la PAC. Tout comme les espaces agricoles anonymes, elles présentent des valeurs inférieures à 3.5/10, notamment car elles n'ont pas de labels et ne perçoivent pas d'aides.

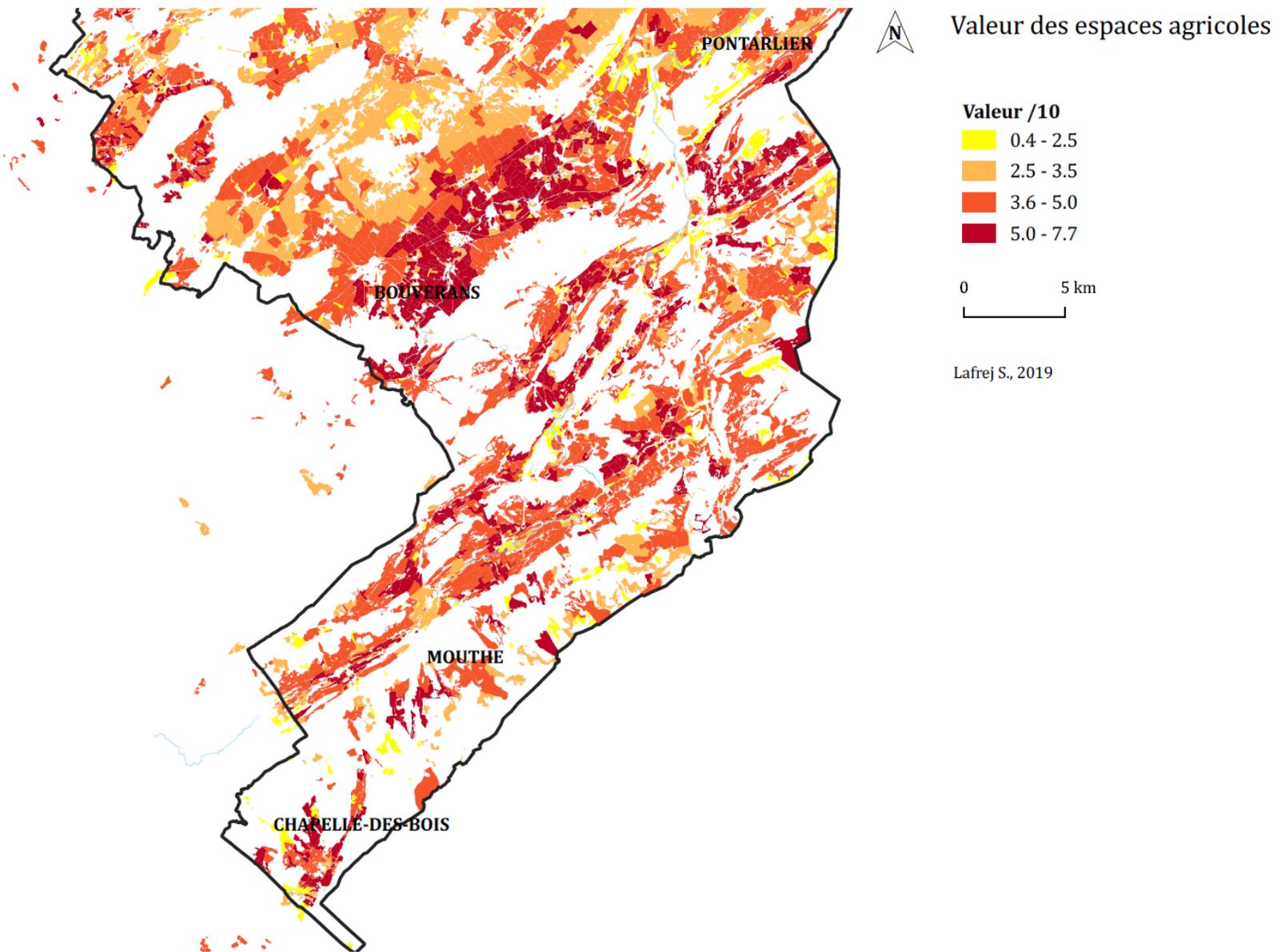
Les îlots situés aux abords immédiats des villes de Besançon et Valdahon (Carte 47) ont des valeurs ne dépassant généralement pas 3.5/10. Le cas de Valdahon est particulier puisque les espaces agricoles situés au nord de la ville sont terrains militaires : ils ne sont pas en zones protégées et ne font pas l'objet d'une production agricole. Pour les îlots situés près de Besançon, certains d'entre eux sont des espaces verts non exploités.

Enfin, pour le secteur de Montbéliard (Carte 48), une concentration d'îlots de faibles valeurs (au-dessous de 2.5/10) est observée à l'est, près de la frontière suisse, où se situent les parcelles d'exploitants suisses.

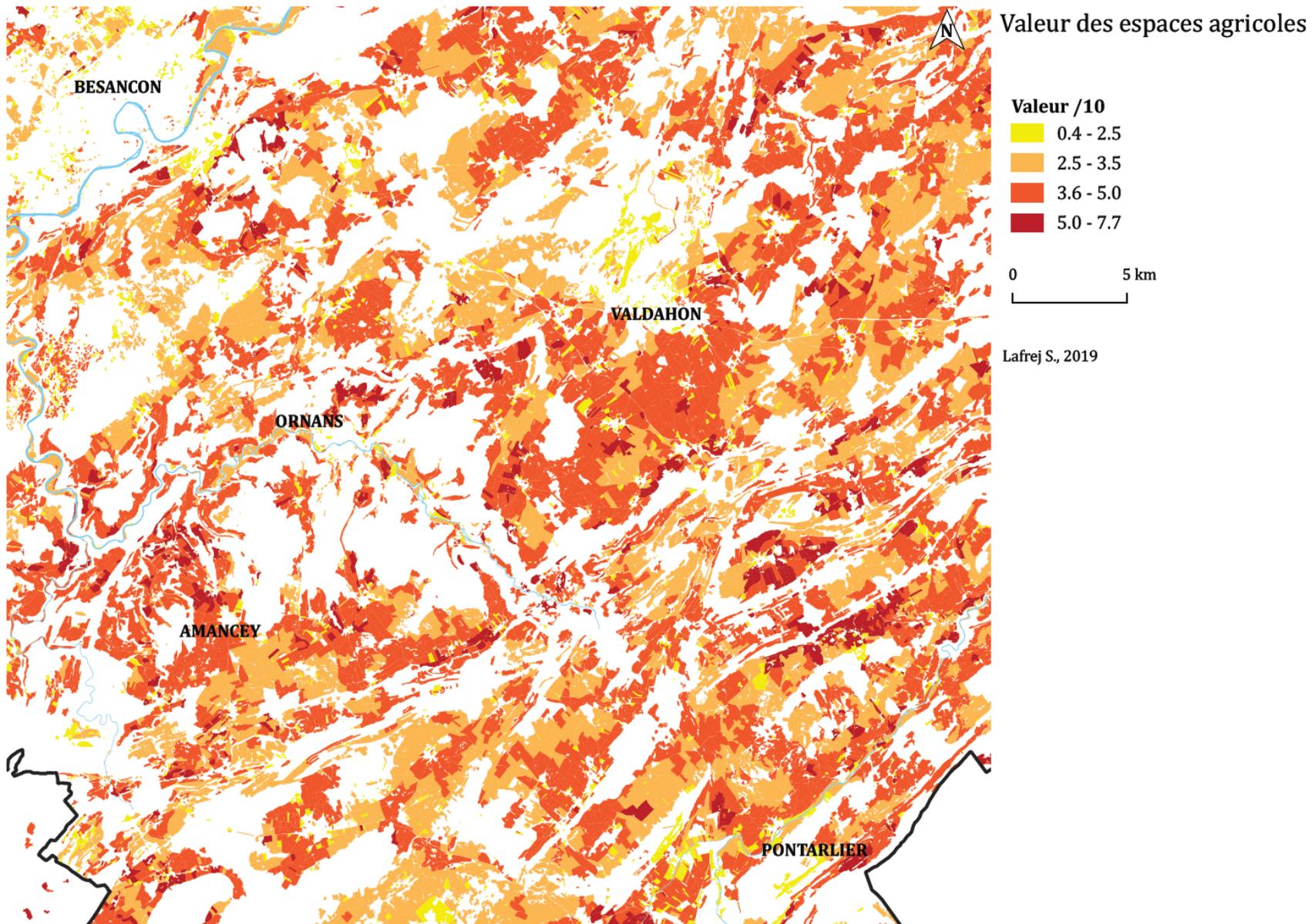
Valeur des espaces agricoles du Doubs



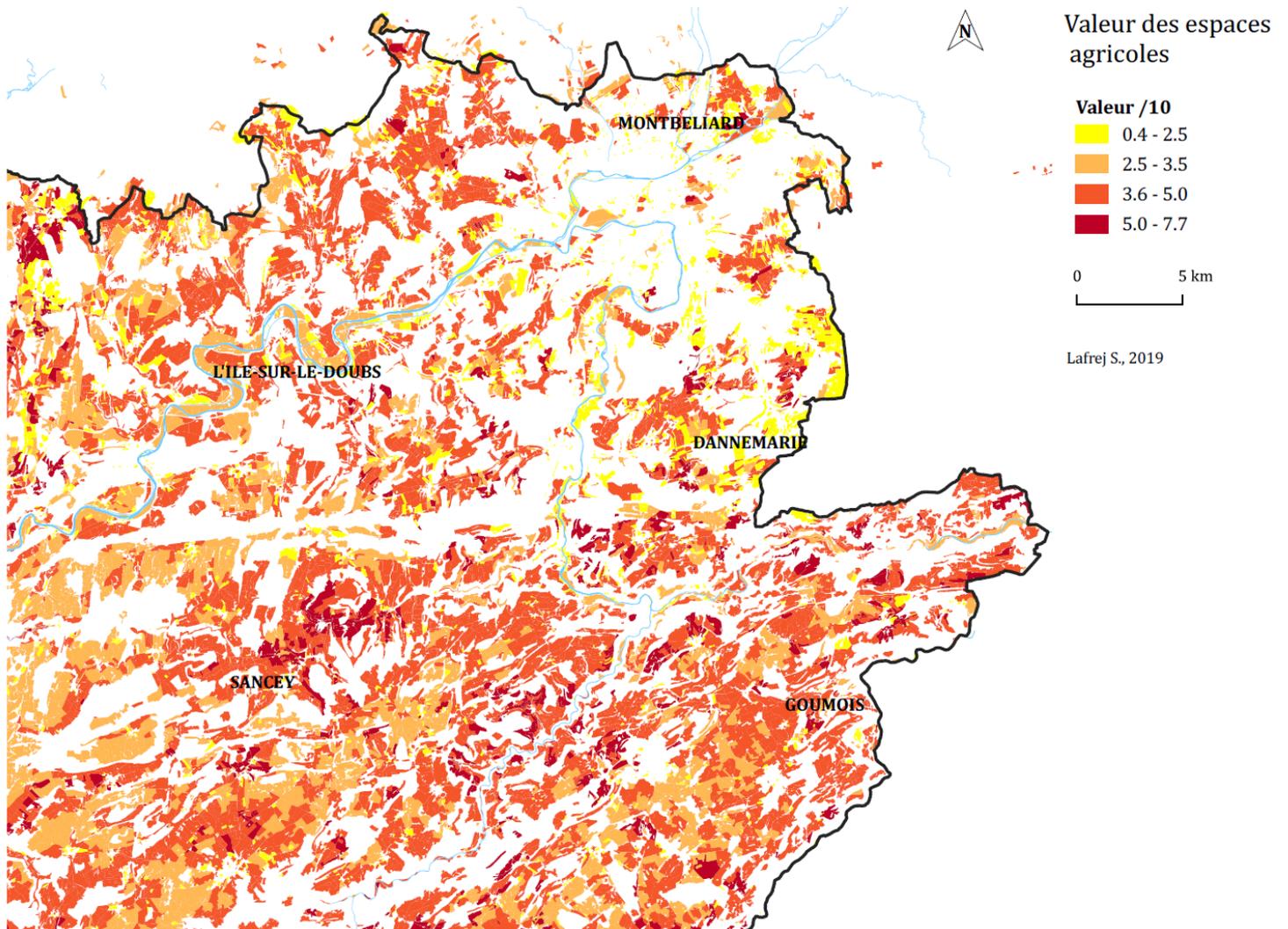
Carte 45. Valeur synthétique des espaces agricoles du Doubs



Carte 46. Valeur synthétique des espaces agricoles – Zone de Pontarlier



Carte 47. Valeur synthétique des espaces agricoles – Zone de Besançon



Carte 48. Valeur synthétique des espaces agricoles – Zone de Montbéliard

3.2 Statistiques descriptives

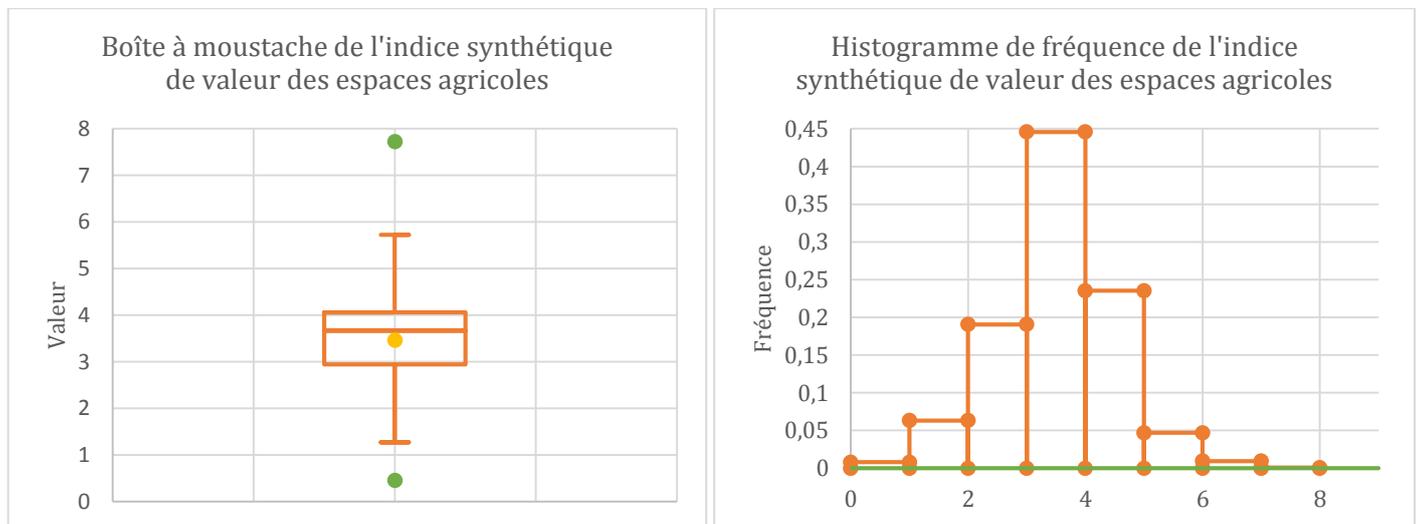


Figure 39. Graphiques de statistiques descriptives de l'indice synthétique de valeur des espaces agricoles

Malgré une répartition spatiale des valeurs plutôt homogène, la fréquence des valeurs est plutôt hétérogène : 50% des îlots ont une note inférieure à 3.6/10. A l'échelle du département, la note moyenne se situe également autour de 3/10. La classe concentrant le plus d'îlots est celle allant de 3 à 4/10, avec 44% des îlots. Les valeurs extrêmes (de 0 à 1/10 et de 6 à 7/10) concentrent peu d'îlots (Figure 39).

3.3 Discussion sur l'analyse multicritère

La valeur synthétique des espaces agricoles mesurée par l'ensemble de ces indices est bien sûr discutable. D'une part, les méthodes de normalisation et de pondérations influent sur l'interprétation des valeurs : c'est pourquoi une présentation des résultats de chaque indice en amont est pertinente. D'autre part, les espaces agricoles anonymes n'ont pas pu faire l'objet d'une interpolation : leur valeur de labellisation et de droits et aides à la production est donc de '0', ce qui est plus discriminant pour ces espaces. D'autres valeurs auraient pu être prises en compte telles que la valeur agronomique, mais la disponibilité des données a été un frein pour cet aspect : en effet, aucun relevé exhaustif sur le département du Doubs n'est disponible. Enfin, comme précisé dans la présentation de la méthode, l'atlas départemental final comprend davantage de variables dans les indices présentés (temps de parcours entre les sièges d'exploitations et les îlots, les labels AOC/AOP...) : le calendrier de ce mémoire n'a pas permis de les intégrer. Les résultats finaux de l'atlas seront donc peut-être différents, mais l'évaluation proposée ici a permis d'éclaircir la méthode et de présenter des premiers résultats.

CONCLUSION

La première partie de ce travail est consacrée à la définition de l'emprise des espaces agricoles. Une méthode par comparaisons successives des différentes bases de données a été utilisée pour répondre à ce premier objectif. Une plus-value a été apportée à la qualité de l'identification des espaces agricoles grâce à ces comparaisons. Avec cette méthode, nous avons été confrontés aux limites des différents modèles d'occupation du sol existants : leur emprise spatiale parfois limitée, leur nomenclature ne définissant pas l'espace agricole de la même manière, et leur ancienneté. Les résultats ont révélé des erreurs isolées, dues notamment à la reconnaissance par images satellitaires des MOS. En effet, un espace peut être constitué de plusieurs types d'occupation du sol ou être reconnu comme agricole à un instant donné et évoluer rapidement. Le débat reste également ouvert sur certains cas d'espaces verts entretenus près d'infrastructures urbaines et ne faisant pas l'objet d'une production agricole (comme la Carte 28 présentant un espace vert au milieu d'un échangeur et reconnu comme agricole). Malgré ces limites, les MOS utilisés ont formé une base d'informations pertinente, et la surface agricole totale obtenue est quasiment égale à la surface agricole utile officielle du département.

Il a ensuite été proposé une méthode d'évaluation multicritère à l'aide des mêmes indices que ceux du premier atlas. Ces indices, composés de plusieurs variables, ont fait l'objet d'une synthèse qui fournit pour chaque îlot, une note allant de 0 à 10. La méthode de synthèse est cependant discutable : d'une part, certaines variables manquent au sein des indices (le calendrier du mémoire ne correspondant pas au calendrier de l'atlas) ; et d'autre part, les espaces agricoles anonymes n'ont pas encore fait l'objet d'une interpolation. Aussi, d'autres méthodes de normalisation auraient pu être discutées, en particulier pour les indices d'environnement et de labellisation qui n'ont pas été normalisés par le maximum comme les autres indices. Cependant, cette synthèse permet d'obtenir des premières analyses.

La mise à jour de l'atlas prend son sens en partie grâce aux évolutions actuelles des informations sur l'occupation des sols. Cela nous a permis de définir plus précisément l'emprise des espaces agricoles comparativement au premier atlas de 2012. En effet, les MOS Cesbio et ThéMA n'étaient pas disponibles à cette date. Les variables des différents indices évoluent également, et les territoires à enjeux ne seront peut-être pas identiques. Enfin, l'intégration d'un indice de valeur agronomique est discutée depuis le premier atlas. C'est un élément qui a été intégré dans l'atlas réalisé pour le Territoire de Belfort par le laboratoire ThéMA en 2011, mais aucune donnée exhaustive ne permet pour le moment de le produire sur le département du Doubs.

Les résultats présentés ici ne sont pas figés, l'atlas final de valeur des espaces agricoles du Doubs présentera davantage de variables, et les méthodes de normalisation et de pondération seront discutées avec l'ensemble des acteurs.

Table des matières

Remerciements	2
Contexte du stage	4
L'ESPACE AGRICOLE ET SA VALEUR	6
I. Qu'est-ce qu'un espace agricole ?	7
1.1 La structure spatiale des espaces agricoles	8
1.2 Structure spatiale et paysage agricole.....	10
II. Les espaces agricoles dans l'occupation du sol	12
III. L'agriculture en France et en Europe	14
IV. La place de l'agriculture dans la législation des documents d'aménagement	16
4.1 Les outils législatifs pour la gestion des espaces agricoles.....	16
4.2 Les dispositifs mis en place pour l'analyse, la préservation et la valorisation des espaces agricoles	18
V. Les notions de valeur et de vulnérabilité des espaces agricoles en France	20
5.1 Valeur agronomique et pédologique	20
5.2 Valeur écologique et environnementale	21
5.3 Valeur paysagère.....	23
5.4 La vulnérabilité des espaces agricoles	24
VI. Problématisation du sujet	26
METHODE ET OUTILS	27
I. Identifier l'emprise des espaces agricoles du Doubs	28
1.1 Le Registre Parcellaire Graphique (RPG) anonyme du Doubs (2017) : un système de déclaration graphique des surfaces agricoles exploitées	28
1.2 Le Modèle d'Occupation du Sol (MOS) du laboratoire ThéMA (2017) : une classification permettant d'identifier Des "lacunes"	30
1.3 Données et MOS utilisés pour définir la nature des lacunes	36
1.4 Définition de l'emprise agricole totale du département	52
1.5 Superposition du RPG nominal aux espaces agricoles anonymes	53
II. Calcul des valeurs des espaces agricoles	55
2.1 Le choix des critères d'évaluation.....	55
2.2 Indice de valeur environnementale	56
2.3 Indice de valeur de structure spatiale	61
2.4 Indice de valeur de droits et aides à la production.....	63

2.5	Indice de valeur de labellisation	64
2.6	Analyse multicritère de la valeur des espaces agricoles	64
RESULTATS		70
I.	Identifier l'emprise des espaces agricoles	71
1.1	Identification et nettoyage des lacunes.....	71
1.2	Les registre parcellaires 2015 et 2016.....	71
1.3	Le parcellaire et estives d'exploitants suisses.....	72
1.4	Le modèle d'occupation du sol Cesbio	72
1.5	Les modèles d'occupation du sol Cesbio, Urban Atlas et Natura 2000	72
1.6	Découpage des lacunes restantes avec le MOS Cesbio	74
1.7	Définition de l'emprise agricole totale du département.....	74
1.8	Superposition du RPG nominal aux espaces agricoles anonymes	75
1.9	Discussion sur les définitions des espaces agricoles et les limites de la méthode utilisée....	76
II.	Calcul des indices de valeurs des espaces agricoles	81
2.1	Indice de valeur environnementale.....	81
2.2	Indice de valeur de structure spatiale	86
2.3	Indice de valeur de droits et aides à la production.....	96
2.4	Indice de valeur de labellisation.....	98
III.	Evaluation multicritère de la valeur des espaces agricoles	100
3.1	Cartographie.....	100
3.2	Statistiques descriptives.....	104
3.3	Discussion sur l'analyse multicritère	105
CONCLUSION.....		106
Table des matières.....		108
Table des figures		110
Table des cartes		111
Bibliographie.....		113

Table des figures

Figure 1. Tableau des spécialisations régionales par l'indice de Hallet.....	9
Figure 2. Paysage bocager, Aveyron	10
Figure 3. Paysage viticole bordelais,.....	10
Figure 4. Paysage de pré-verger, Parc naturel régional des Ballons des Vosges à Fougerolles (70).....	11
Figure 5. Profil de la rente en présence de centres secondaires, 'Théorie de l'espace urbain', Bailly, 1973	12
Figure 6. Schéma systémique de l'évolution de l'occupation du sol	13
Figure 7. Frise chronologique des lois d'urbanisme	19
Figure 8. Exemple de « dents creuses » à Valdahon - Photo aérienne.....	25
Figure 9. Schéma récapitulatif de la méthode de création du MOS ThéMA	31
Figure 10. Résidu linéaire.....	34
Figure 11. Résidu de tuilage Figure 12. Résidu de petite taille	34
Figure 13. Schéma de méthode d'érosion-dilatation.....	35
Figure 14. Schéma des trois types de résultat possibles lors de l'intersection avec les RPG 2015 et 2016.....	37
Figure 15. Schéma des trois types de résultat possibles lors de l'intersection avec le parcellaire d'exploitants suisses.....	43
Figure 16. Extrait de la table attributaire en sortie de l'outil 'Tabulate area'	45
Figure 17. Extrait du Model Builder identifiant la classe majoritaire Cesbio dans chaque lacune.....	46
Figure 18. Schéma de comparaison des trois MOS.....	51
Figure 19. Schéma explicatif du découpage des lacunes par le MOS Cesbio	51
Figure 20. Schéma récapitulant les procédés de définition de l'emprise des espaces agricoles	52
Figure 21. Exemple d'écarts géométriques dus à l'union entre les surfaces agricoles anonymes et le RPG 2018 nominal.....	53
Figure 22. Schéma de méthode d'érosion dilatation (2)	54
Figure 23. Illustration du passage de la parcelle à l'ilot.....	54
Figure 24. Répartition des niveaux des zones protégées ou inventoriées au titre de l'environnement	57
Figure 25. Répartition des niveaux des zones identifiées au titre des risques naturels	58
Figure 26. Extrait de la table des droits et aides à la production des exploitations.....	63
Figure 27. Tableau récapitulatif des normalisations des variables de chaque indice.....	66
Figure 28. Tableau récapitulatif des pondérations de chaque indice.....	67
Figure 29. Diagramme de pondération des indices.....	68
Figure 30. Schéma récapitulatif des traitements de l'analyse multicritère	69

Figure 31. Schéma récapitulatif des procédés d'identification des espaces agricoles	75
Figure 32. Diagramme de répartition de la surface agricole totale du département	76
Figure 33. Tableau des nomenclatures des modèles d'occupation du sol utilisés.....	76
Figure 34. Graphiques de statistiques descriptives de l'indice environnement normalisé	85
Figure 35. Graphiques de statistiques descriptives des variables de structure spatiale à l'échelle de l'ilot	95
Figure 36. Boîte à moustache et histogramme de fréquence des variables de structure spatiale à l'échelle de l'exploitation	95
Figure 37. Boîte à moustache et histogramme de fréquence des variables de structure spatiale à l'échelle du territoire.....	96
Figure 38. Graphiques de statistiques descriptives de l'indice droits et aides normalisé.....	98
Figure 39. Graphiques de statistiques descriptives de l'indice synthétique de valeur des espaces agricoles.....	105

Table des cartes

Carte 1. Contour des parcelles agricoles déclarées dans le RPG 2017 anonyme.....	29
Carte 2. Espaces agricoles ou à vocation agricole non déclarés dans le RPG 2017 anonyme	29
Carte 3. MOS Théma	32
Carte 4. Zoom sur le modèle d'occupation du sol Théma.....	33
Carte 5. Parcelles du RPG déclarées en 2015 et en 2017	36
Carte 6. Parcelles du RPG déclarées en 2017	37
Carte 7. Lacunes identifiées à la frontière entre la France et la Suisse	38
Carte 8. Exemple d'une représentation d'estive fournie au format .PDF.....	39
Carte 9. Découpage parcellaire d'exploitants suisses.....	40
Carte 10. Exemple d'image raster d'une estive d'un exploitant suisse	41
Carte 11. Illustration du géoréférencement des images raster des estives	41
Carte 12. Illustration de la vectorisation des images raster des estives	42
Carte 13. Illustration de la sélection par localisation des lacunes situées sur les estives	42
Carte 14. MOS Cesbio.....	44
Carte 15. MOS Urban Atlas	47
Carte 16. MOS Natura 2000	49
Carte 17. Zonages de protections et inventaire environnementaux.....	58
Carte 18. Zonages de risques naturels	59
Carte 19. Illustration de l'intersection des espaces agricoles par les zonages de protection environnementale.....	60

Carte 20. Exemple de lacunes après les traitements de nettoyage.....	71
Carte 21. Exemple de lacunes définies dans l'emprise des RPG 2015 et 2016.....	72
Carte 22. Exemple de lacunes définies dans l'emprise des estives d'exploitants suisses.....	73
Carte 23. Exemple de lacunes définies par la comparaison entre les MOS Cesbio	73
Carte 24. Exemple de lacunes définies par les MOS Cesbio, Urban Atlas et Natura 2000	74
Carte 25. Exemple zone « agricole » pouvant être discutée dans le MOS Urban Atlas.....	77
Carte 26. Exemples de zones présumées agricoles par le MOS Cesbio.....	78
Carte 27. Exemple de cas isolé d'erreur Carte 28. Espace agricole non exploité.....	79
Carte 29. Exemple de lacune déformée par les traitements.....	79
Carte 30. Espaces agricoles du Doubs.....	80
Carte 31. Zonages de protection environnementale et risques naturels.....	82
Carte 32. Espaces agricoles intersectés par des zonages de protection environnementales ou de risques naturels	83
Carte 33. Valeur environnementale des espaces agricoles du Doubs	84
Carte 34. Carte zoomée de la valeur environnementale des espaces agricoles du Doubs	85
Carte 35. Aire des îlots agricoles	87
Carte 36. Aire des îlots centrée sur Besançon	88
Carte 37. Compacité des îlots.....	89
Carte 38. Compacité des îlots centrée sur Charnay.....	90
Carte 39. Indice de prégnance des îlots.....	91
Carte 40. Distance moyenne entre les îlots d'une même exploitation	92
Carte 41. Distance entre les îlots et la zone bâtie la plus proche.....	93
Carte 42. Distance entre les îlots et la zone bâtie la plus proche, centrée sur Frasnè.....	94
Carte 43. Montants des aides annuelles perçues par les exploitants.....	97
Carte 44. Espaces agricoles labellisés Agriculture Biologique	99
Carte 45. Valeur synthétique des espaces agricoles du Doubs.....	101
Carte 46. Valeur synthétique des espaces agricoles – Zone de Pontarlier	102
Carte 47. Valeur synthétique des espaces agricoles – Zone de Besançon	103
Carte 48. Valeur synthétique des espaces agricoles – Zone de Montbéliard.....	104

Bibliographie

- Agreste. (2018). Enquête sur la structure des exploitations agricoles. *Agreste Primeur*, (350).
<http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/primeur350.pdf>
- Agreste Bourgogne-Franche-Comté. (2016). Mémento de la statistique agricole. , (11).
- Alim'agri. (2015). Paysage : la préservation du foncier agricole. Retrieved June 7, 2019,
<https://agriculture.gouv.fr/paysage-la-preservation-du-foncier-agricole>
- Alim'agri. (2017). Observatoire des espaces naturels, agricoles et forestiers.
<https://agriculture.gouv.fr/observatoire-des-espaces-naturels-agricoles-et-forestiers-oenaf>
- Alim'agri. (2019a). La Politique Agricole Commune.
<https://agriculture.gouv.fr/politique-agricole-commune/pac>
- Alim'agri. (2019b). Certification environnementale, mode d'emploi pour les exploitations.
<https://agriculture.gouv.fr/certification-environnementale-mode-demploi-pour-les-exploitations>
- Ay, J.-S., Brayer, J.-M., Cavailles, J., Curmi, P., & Hilal, M. (2012). La valeur des attributs naturels des terres agricoles de Côte-d'Or., p. 33.
- Bailly, A. S. (1973). Les théories de l'organisation de l'espace urbain. *Espace géographique*, 2(2), pp. 81-93.
- Ben Arfa, N., Rodriguez, C., & Daniel, K. (2009). Dynamiques spatiales de la production agricole en France. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, novembre (4), p. 807.
- Beuret, J. (1999). Petits arrangements entre acteurs... Les voies d'une gestion concertée de l'espace rural. *Nature Sciences Sociétés*, 7(1), pp. 21-30.
- Bruckert, S. (1989). Désignation et classement des sols agricoles d'après des critères de situation et d'organisation : application aux terres franc-comtoises du domaine climatique tempéré semi-continental. *Agronomie*, 9(4), pp. 353-361.
- CDPENAF du Territoire de Belfort. (2017). *Un outil de lutte contre l'artificialisation des sols*.
- Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (France), & Terres en villes. (2009). *Prendre en compte l'agriculture et ses espaces dans les SCot*. Lyon: CERTU.
- Chambre d'agriculture du Var. (2019). Diagnostics agricoles des PLU/PLUi.
- Chapuis, R. (2014). Création et quasi-disparition du vignoble de Haute-Loue, p. 5.
- Chiffelle, F. (1973). Le remembrement parcellaire au service de l'aménagement régional. Le cas de la Suisse. *Annales de Géographie*, 82(449), pp. 28-41.
- Deffontaines, J.-P. (1994). L'agriculteur-artisan, producteur de formes. *Natures Sciences Sociétés*, 2(4), pp. 337-342.
- Deffontaines, J.-P. (1995). Dynamique physionomique d'un paysage rural. *Cahiers Agricultures*, 4, pp. 434-439.
- Département du Doubs, Chambre d'Agriculture du Doubs, & Conseil général du Doubs. (2013). *Charte pour une gestion économe de l'espace dans le département du Doubs*.

- Facchini, F. (1995). La qualité de l'environnement, nouvel enjeu de la réforme de la politique agricole commune. *Politiques et management public*, 13(1), pp. 29–54.
- France Strategie Gouvernement. (2016). Le premier Plan de modernisation et d'équipement. <https://www.strategie.gouv.fr/actualites/premier-plan-de-modernisation-dequipement>
- Géoconfluences. Le mitage. <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/mitage>
- Géoconfluences. Loi "paysage." <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/loi-paysage>
- Grand Besançon, Chambre d'Agriculture du Doubs, Conseil général du Doubs, & AFIP. (2010). Charte de l'agriculture de l'agglomération bisontine.
- INAO. (2016). Appellation d'origine protégée - Appellation d'origine contrôlée. *INAO. Les-signes-officiels-de-la-qualite-et-de-l-origine-SIQA/Appellation-d-origine-protgee-Appellation-d-origine-controlee*
- Isnard, H. (1975). L'espace du géographe. *Annales de Géographie*, 84(462), pp. 174–187.
- La rédaction GEO. (2018). SAU : qu'est-ce que la surface agricole utile ? *Geo.fr*. <https://www.geo.fr/environnement/sau-quest-ce-que-la-surface-agricole-utile-193783>
- Laroche, B., Thorette, J., & Lacassin J. (2006). L'artificialisation des sols : pressions urbaines et inventaire des sols. *Etude et Gestion des Sols*, 13(3), pp. 223–235.
- Larousse. (2019). Définitions : agriculture - Dictionnaire de français Larousse.
- Larrère, C., & Larrère, R. (2009). *Du bon usage de la nature : pour une philosophie de l'environnement*.
- Laurens, L. (1995). Les Parcs naturels, du concept à la pratique d'une agriculture environnementale. *Annales de Géographie*, 104(584), pp. 339–359.
- Marochini, E. (1999). Le remembrement en Moselle entre économie, environnement et société.
- Ministère du logement et de l'égalité des territoires. (2014). Fiche Loi ALUR - Le paysage dans les documents d'urbanisme.
- Perrin, C. (2013). Le foncier agricole dans les plans d'urbanisme : le rôle des configurations d'acteurs dans la production locale du droit. *Géocarrefour*, 88/3, pp. 183–194.
- Piet, L., & Cariou, S. (2014). Le morcellement des exploitations agricoles françaises. *Économie rurale*, (342), pp. 107–120.
- Pointereau, P., Coulon, F., Jiguet, F., Doxa, A., Paracchini, M.-L., & Terres, J.-M. (2010). Les systèmes agricoles à haute valeur naturelle en France métropolitaine. , p. 16.
- Roy, D., & Foltête, J.-C. (2015). *Chantier "Dynamique des paysages et potentiel écologique" - Rapport final d'activité*. MSHE - ODI.
- Schmitt, B., & Goffette-Nagot, F. (2000). Définir l'espace rural ? De la difficulté d'une définition conceptuelle à la nécessité d'une délimitation statistique. *Economie Rurale*, (257), pp. 42–55.
- Service Public. (2018). Prix des terres agricoles. <https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/actualites/A12751>
- Terres en Villes. ZAP - PAEN - Outils de protection des sols agricoles. <http://www.experimentation-paen.fr/zones-protgees-perimetres-espaces-naturels-periurbains.asp>

Résumé

Ce mémoire s'inscrit dans le cadre de la mise à jour de l'atlas de la valeur et de la vulnérabilité des espaces agricoles du département du Doubs. C'est un projet engagé par la Direction Départementale des Territoires, réalisé en 2012 par le laboratoire ThéMA, et dont la mise à jour a débuté en janvier 2019. L'objectif est de créer un outil d'aide à la décision pour l'aménagement et le développement du territoire, pour une gestion durable de l'espace. Ce mémoire présente la méthode d'identification des espaces agricoles du Doubs et celle de leur évaluation à partir d'une analyse multicritères basée sur quatre Indices : environnemental, de structure spatiale, de droits et aides à la production et de labellisation.

Mots-clés : espace agricole, valeur, vulnérabilité, analyse multicritère

Abstract

This paper is part of the update of the atlas of the value and vulnerability of agricultural areas in the French territory of Doubs. It is a project initiated by the French "Direction Départementale des Territoires", carried out in 2012 by the ThéMA laboratory, and whose update began in January 2019. The objective is to create a decision-making tool for spatial planning and development, for sustainable spatial management. This work presents the method for identifying agricultural areas in the Doubs and their evaluation based on a multi-criteria analysis built on four indices: environmental, spatial structure, financial assistance and labelling.

Keywords: agricultural areas, value, vulnerability, multi-criteria analysis