



HAL
open science

Reconstituer des parcellaires agricoles par rapprochement de données sur les caractéristiques des exploitations agricoles à partir du RPG (registre parcellaire graphique) pour différentes applications

Amandine Durpoix, Thomas Puech, Fabienne Barataud, Catherine Mignolet

► To cite this version:

Amandine Durpoix, Thomas Puech, Fabienne Barataud, Catherine Mignolet. Reconstituer des parcellaires agricoles par rapprochement de données sur les caractéristiques des exploitations agricoles à partir du RPG (registre parcellaire graphique) pour différentes applications. Cahier des Techniques de l'INRA, 2017, 92, pp.14. hal-01717924

HAL Id: hal-01717924

<https://hal.science/hal-01717924>

Submitted on 4 Jul 2024

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

Reconstituer des parcellaires agricoles par rapprochement de données sur les caractéristiques des exploitations agricoles à partir du RPG (registre parcellaire graphique) pour différentes applications

Amandine Durpoix¹, Thomas Puech¹, Fabienne Barataud¹, Catherine Mignolet¹

Résumé. L'objet de cet article est de décrire un processus original de traitement du RPG (registre parcellaire graphique) sous SIG (système d'information géographique). Depuis 2010, le RPG, jeu de données géographiques qui recense annuellement les occupations de sol des surfaces agricoles faisant l'objet d'une aide du 1er ou 2nd pilier de la PAC (politique agricole commune), est soumis à des critères d'anonymisation qui font que le parcellaire de chaque exploitant agricole n'est plus directement accessible, notamment lorsqu'il se trouve localisé sur plusieurs départements. La méthode que nous avons élaborée pour reconstituer ces parcellaires est basée sur le rapprochement des caractéristiques (en particulier géographiques) des exploitations. Ses résultats sont utilisés pour construire une typologie d'exploitations France entière, mais également pour accompagner des acteurs sur des territoires plus locaux en fournissant des informations sur le nombre d'agriculteurs présents, en calculant des indicateurs d'organisation des exploitations agricoles sur des territoires et en réalisant des cartes des parcellaires agricoles des exploitants.

Mots clés : registre parcellaire graphique, parcellaire, exploitation agricole, SIG

¹ INRA, UR AgrosSystèmes Territoires et Ressources, 88500 Mirecourt, France
amandine.durpoix@inra.fr

Introduction

Le RGP (registre parcellaire graphique) est un système d'information géographique de localisation et d'identification des parcelles des exploitations agricoles faisant l'objet d'aides du 1er ou 2nd pilier de la PAC (politique agricole commune). Le RPG a été mis en place en France à partir de 2006 conformément à la réglementation européenne (n° 1593/2000). Sa mise à disposition est conventionnée avec l'ASP (l'Agence de Service et de Paiement - ASP). Le RPG référence les îlots, blocs de parcelles contiguës gérés par la même exploitation agricole, par département. De 2007 à 2009, les îlots sont liés à un identifiant d'exploitation unique, décrit par sa forme juridique ou l'âge de l'exploitant, le département de son siège et sa SAU (surface agricole utile). A partir de 2010, les règles d'attribution des identifiants d'exploitations ont été modifiées, allouant, pour chaque exploitation, autant d'identifiants différents que de départements d'implantation.

Ces nouvelles règles font que les îlots des exploitations réparties sur plusieurs départements ne sont pas rattachés à un numéro unique d'exploitation. En conséquence, depuis 2010, l'information relative aux parcellaires agricoles par exploitation n'est plus disponible. Or, cette information est nécessaire pour calculer des indicateurs sur des territoires à enjeu eau tels que le concernement² et le poids des exploitations concernées par une aire d'alimentation de captage (AAC) (Durpoix et Barataud, 2014) ou encore pour réaliser des cartographies des parcellaires d'exploitations localisés tout ou partie sur des AAC (Barataud et Durpoix, 2016).

Sur les 358 621 exploitations agricoles en France, en 2014, plus de 10,8% des exploitations sont présentes sur plus de deux départements. Reconstituer le parcellaire complet de chaque exploitation de manière automatique France entière à partir des données disponibles constitue donc un fort enjeu pour caractériser les relations entre les exploitations agricoles et les territoires à étudier. Pour cela, nous avons mis au point une méthode de reconstitution des parcellaires agricoles par rapprochement géographique et par rapprochement de données portant sur différentes caractéristiques des exploitations agricoles renseignées dans le RPG (département de référence, structure juridique, classe d'âge, surface déclarée).

Dans cet article, nous détaillons dans un premier temps les différentes étapes de la méthode mise au point pour reconstituer de manière automatique les parcellaires des exploitations agricoles à partir du RPG depuis 2010. Dans un second temps, nous illustrons des applications possibles de ces résultats à partir de trois exemples.

² Le concernement représente pour chaque exploitant la part de la SAU (surface agricole utile) de l'exploitation dans l'AAC (aire d'alimentation de captage) par rapport à celle à l'extérieur de cette aire (Durpoix et Barataud, 2014).

Méthode de reconstitution des parcellaires d'exploitations situées sur plusieurs départements

Données disponibles

Il existe six niveaux du RPG (**Tableau 1**). Nous disposons des données de niveau 4 mises à disposition par l'Unité de Services Observatoire du Développement Rural (US-ODR), dépositaire des données RPG dans le cadre d'une convention entre l'INRA et l'ASP (Cantelaube et Carles, 2014). Ces données sont livrées par département selon la structure présentée en **Figure 1**.

Tableau 1. Les données présentes dans les différents niveaux du RPG (source ASP).

	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Niveau 5	Niveau 6
Données graphiques	X	X	X	X	X	X
Identifiant numérique et non significatif de l'îlot	X	X	X	X	X	X
Commune de localisation de l'îlot		X	X	X	X	X
Culture de l'îlot regroupée selon une nomenclature de 28 groupes		X	X	X	X	X
Surface des regroupements obtenus		X	X	X	X	X
Surface de référence de l'îlot			X	X	X	X
Caractère irrigué ou non de l'îlot (jusqu'en 2009)			X	X	X	X
Forme juridique de l'exploitation			X	X	X	X
Surface déclarée de l'exploitation			X	X	X	X
Département de rattachement administratif du dossier			X	X	X	X
Classe d'âge pour les exploitants individuels			X	X	X	X
Identifiant numérique non significatif de l'exploitation				X	X	X
Nom ou raison sociale de l'exploitant ³					X	X
Régime et montant des aides ² Erreur ! Signet non défini.						X

Structure

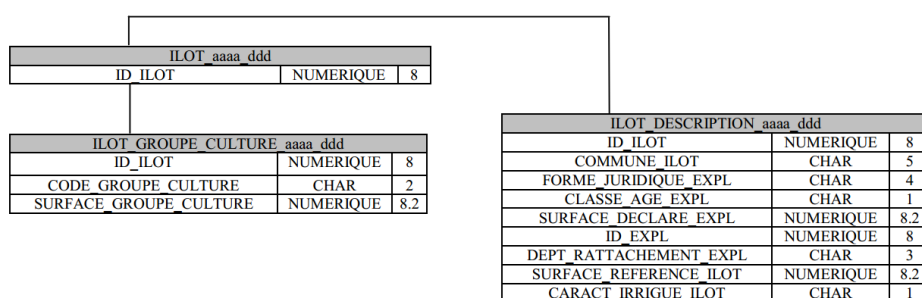


Figure 1. Structure des données du RGP (registre parcellaire graphique de niveau 4 (source ASP).

Depuis 2010, les exploitations ayant des îlots sur plusieurs départements reçoivent un numéro d'exploitant distinct pour chaque département. De plus, depuis cette date, une bande tampon a été ajoutée entre chaque département limitrophe ce qui signifie que les îlots le long de la limite entre deux départements se trouvent dupliqués dans le RPG de chaque département. Nous présentons à titre d'exemple en **Figure 2**, le cas d'une exploitation agricole exploitant des îlots à la fois dans les départements de Seine-et-Marne (77) et de l'Aube (10). Ce type d'exploitation n'est pas marginal, effectivement, plus d'une exploitation agricole sur 10 (RPG 2014) est

³ Information nécessitant la levée du secret statistique

présente sur plusieurs départements (10,3 % d'exploitations présentes sur deux départements, 0,5 % sur 3 ou plus).

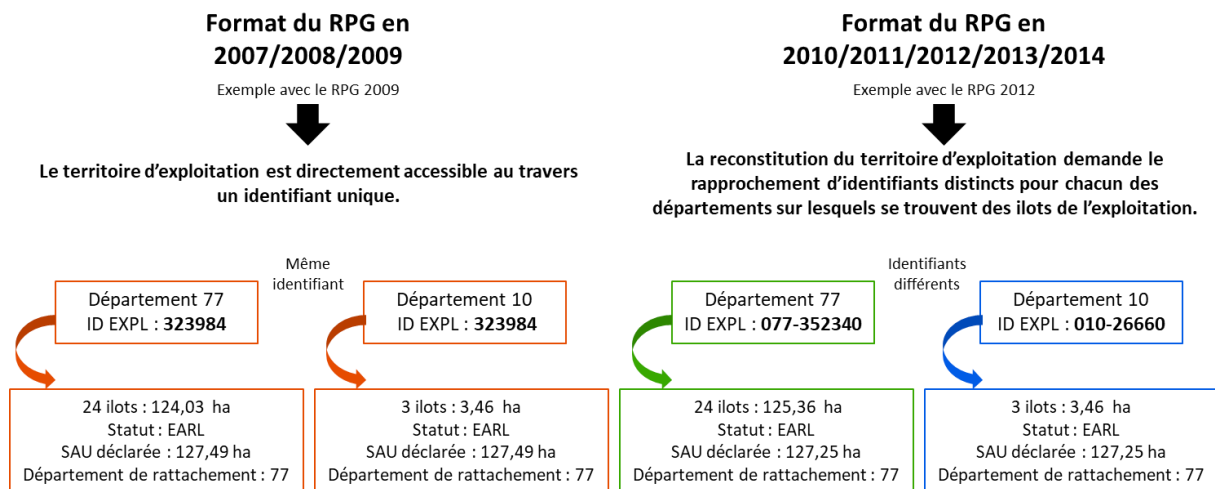


Figure 2. Évolution de la déclaration des identifiants d'exploitation du RPG entre 2007 et 2014.

Méthode développée

La démarche proposée se décompose en trois étapes.

Étape 1 : identification des correspondances graphiques

Cette étape est réalisée à l'aide des logiciels QGIS ou Arcgis. Les fichiers graphiques des îlots fournis avec le RPG permettent d'établir des correspondances entre les identifiants d'îlots présents dans la bande tampon de deux départements limitrophes.

À un îlot situé dans la bande tampon de deux départements limitrophes (c'est-à-dire « à cheval » sur deux départements) sont affectés deux identifiants distincts (un par département). Nous utilisons la fonction python *equals* sur la géométrie des îlots afin d'obtenir la correspondance graphique (i.e. la stricte égalité de forme) entre deux îlots. Cette correspondance, nous permet de rapprocher les identifiants d'exploitation (accessibles via les tables ÎLOTS DESCRIPTION (Figure 1)).

L'exemple présenté sur la Figure 3 est caractéristique de la reconstitution des correspondances par la méthode graphique (l'îlot en vert avec un contour bleu est présent dans les deux départements).

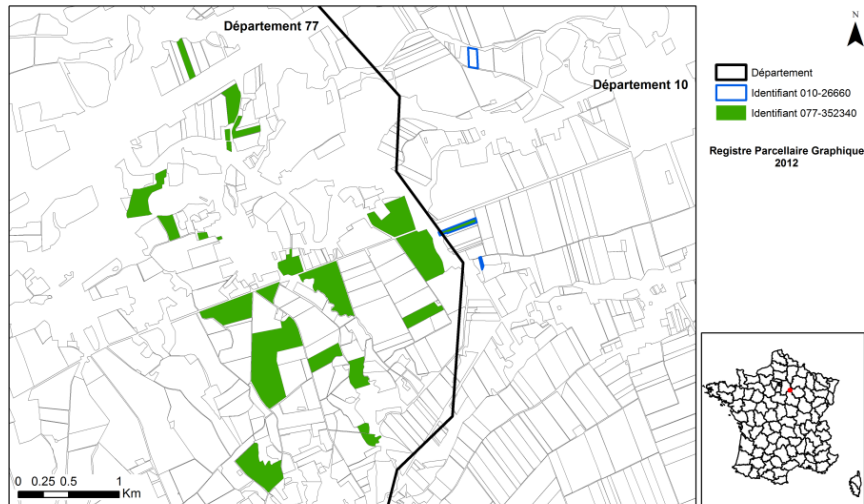


Figure 3 : Exemple de correspondance graphique

Étape 2 : identification des correspondances attributaires

L'étape précédente permet de mettre en évidence des correspondances entre identifiants d'exploitants grâce aux îlots présents dans la bande tampon. Mais dans le cas d'une exploitation présente dans deux départements non limitrophes ou sans îlots dans la bande tampon dans le cas de départements limitrophes, la première étape ne permet pas le rapprochement des identifiants d'exploitation.

La correspondance peut alors se faire à partir des attributs de la table ÎLOT_DESCRIPTION (Figure 1) du RPG. Les attributs mobilisés pour établir des correspondances sont les propriétés définies à l'échelle de l'exploitation et ne dépendant pas du département dans lequel se trouvent les îlots : département de rattachement de l'exploitation, surface déclarée totale et statut juridique ou classe d'âge.

Dans l'exemple de la Figure 3, l'exploitation est présente dans les départements des Vosges (identifiant 088-391790) et de Meurthe et Moselle (identifiant 054-247899). Alors qu'aucune correspondance graphique n'est possible (aucun îlot dans la bande tampon), la correspondance est établie à partir des trois propriétés communes : forme juridique de l'exploitation (groupement agricole d'exploitation en commun), surface déclarée de l'exploitation (185,87 ha) et département de rattachement de l'exploitation (88).

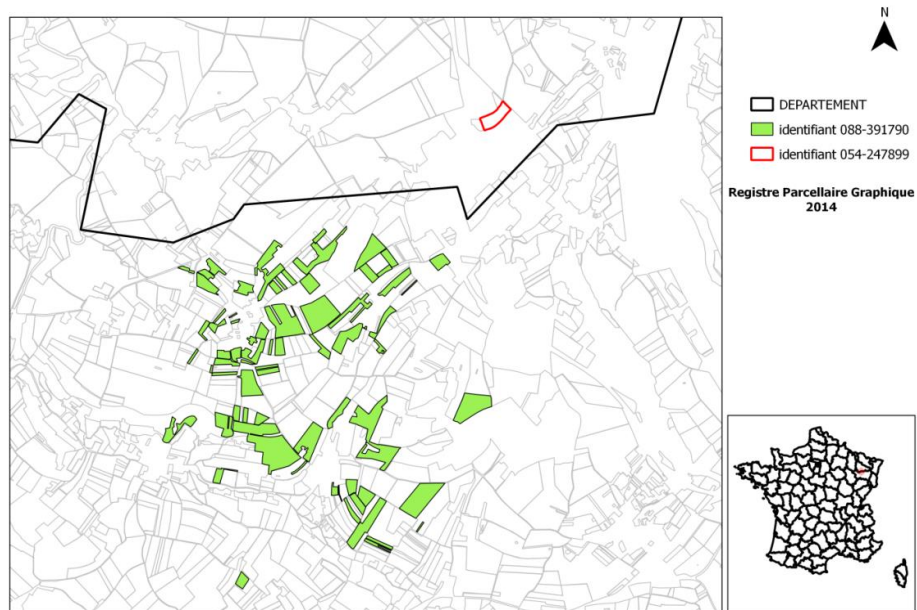


Figure 4. Exemple de reconstitution d'un territoire d'exploitation par correspondance attributaire uniquement.

Étape 3 : caractérisation du taux de reconstitution

Une fois les parcellaires des exploitations agricoles reconstitués (étapes 1 et 2), nous attribuons à chaque exploitation un identifiant unique. Pour chaque exploitation, nous calculons alors le rapport entre la somme des surfaces présentes dans chaque département et la surface totale déclarée. Si ce rapport est égal à 1, cela signifie que le parcellaire de l'exploitation est entièrement reconstitué ; s'il est inférieur à 1, cela signifie que tous les îlots de l'exploitation n'ont pas été retrouvés.

Pour un territoire donné, nous calculons le taux de reconstitution des parcellaires d'exploitation. Ce taux correspond au pourcentage d'exploitations pour lesquelles plus de 95% de la surface déclarée est reconstituée par la méthode proposée. Ce taux constitue un indicateur de validation de la méthode.

Validation de la méthode

Le **Tableau 2** présente le taux de reconstitution France entière des parcellaires des exploitations agricoles pour l'année 2014. Avec la méthode proposée, 99,99% des parcellaires des exploitations agricoles sont reconstitués au seuil de 95% de la surface déclarée.

Tableau 2. Taux de reconstitution des parcellaires d'exploitation France entière en 2014

	Nombre d'exploitations	Surface totale
Parcelle exactement reconstitué	358 621 (99,96%)	27 60 875 ha (98,87%)
Parcelle reconstitué à plus de 95% de la surface déclarée	85 (0,02%)	6502 ha (1,05%)
Total des parcellaires reconstitués	358 706 (99,99%)	27 677 377 ha (99,99%)
Parcelles non reconstitués	42 (0,01%)	2471 ha (0,01%)

Seules 42 exploitations⁴ ont des surfaces manquantes supérieures à 5% de la surface déclarée. Au seuil choisi, nous considérons que leur parcellaire n'est pas reconstitué de manière satisfaisante. Ces non-reconstitutions peuvent être dues à des erreurs dans les données brutes du RPG. Effectivement, chaque îlot possède une surface de référence mais également un descriptif des surfaces par culture. Or pour certains îlots, la surface de référence n'est pas égale à la somme des surfaces des différentes cultures de l'îlot. Par conséquent, la somme des surfaces par culture d'une exploitation agricole peut être différente de la surface déclarée de l'exploitation.

La reconstitution complète des 85 exploitations reconstituées à plus de 95% de la surface déclarée, nous paraît satisfaisante au regard des investigations complémentaires à conduire - comparaison spatiale des parcellaires entre 2014 et 2009 (dernière année d'identifiants d'exploitations uniques, **Figure 2**). Cependant pour une analyse à une échelle plus fine, des investigations complémentaires peuvent être conduites, au cas par cas, pour retracer la constitution du parcellaire des exploitations.

La **Figure 5** reprend schématiquement les trois étapes de la méthode proposée.

⁴ Pour 11 d'entre elles, il manque entre 5% et 10% de surface par rapport à la surface déclarée ; pour 6 exploitations, il manque entre 10% et 20% de surface ; pour 12 exploitations, il manque entre 20 et 50% et pour 13 exploitations agricoles, il manque plus de 50% de surface.

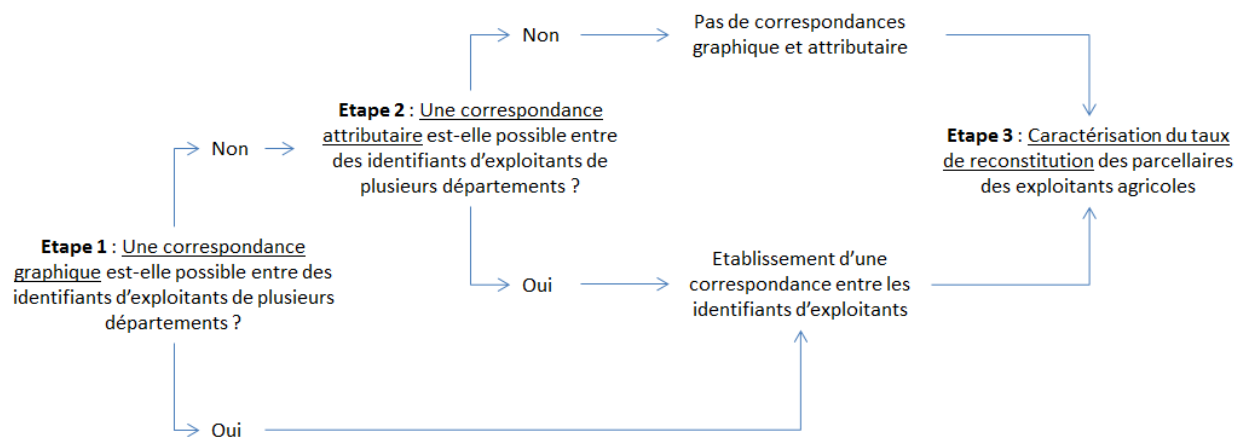


Figure 5. Étapes proposées pour la reconstitution du parcellaire d'exploitation à partir du RPG.

Des applications à différentes échelles

La reconstitution des parcellaires d'exploitations a de multiples intérêts qu'il s'agisse de décrire l'évolution au cours du temps des exploitations agricoles (Bouty, 2015) ou de caractériser des territoires depuis l'échelle de l'exploitation agricole jusqu'à des territoires « locaux » (aires d'alimentation de captages, communes...) ou nationaux (bassins hydrographiques, France entière...).

Dans cette partie, deux applications spatiales sont détaillées. Elles ont été développées dans le cadre de deux projets ayant des finalités différentes : une finalité d'accompagnement d'acteurs en charge de la préservation de ressources en eau potable sur des aires d'alimentation de captage d'une part et une finalité de cartographie de la diversité des exploitations agricoles selon leur assolement à l'échelle nationale d'autre part. La première application s'appuie sur le RPG 2014 et la seconde sur le RPG 2013. Une troisième application qui combine ces deux projets est également proposée.

Accompagner les acteurs et guider l'action à l'échelle d'un territoire défini

La **Figure 6** montre les limites du plateau du Haut Saintois, situé sur les départements de la Meurthe et Moselle et des Vosges, sur lequel 16 sources d'eau sont exploitées par six collectivités territoriales. Ces sources alimentent plus de 14 000 habitants. Cinq sources de ce plateau présentent des taux en nitrates supérieurs à 50 mg/L (limite de potabilité). Depuis 1991, différents programmes ont été mis en place afin de limiter cette pollution d'origine agricole (Arrighi et Barataud, 2015⁵) mais la persistance des problèmes de pollution sur ce secteur impose une action renforcée qui demande une cartographie et une description des exploitations agricoles présentes sur ce plateau de manière à accompagner des acteurs de terrain à travers le développement d'indicateurs (Durpoix et Barataud, 2014) ou l'identification de leviers potentiels (veille foncière).

En 2014, on identifie 69 identifiants d'exploitations ayant au moins un îlot sur le plateau. La reconstitution des parcellaires agricoles selon la méthode présentée précédemment permet d'identifier des correspondances pour 32 d'entre elles ce qui permet d'identifier *in fine* 37 agriculteurs présents sur ce plateau dont cinq sont présents

⁵ Arrighi A, Barataud F (2015) Rapport de synthèse de l'étude menée sur le Haut-Sainois. 80 p. Rapport de recherche

dans un seul des deux départements (trois en Meurthe-et-Moselle et deux dans les Vosges). La reconstitution des parcellaires permet d'avoir un nombre fiable d'agriculteurs présents sur le territoire, mais également de pouvoir cartographier l'étalement des parcellaires agricoles (**Figure 6**).

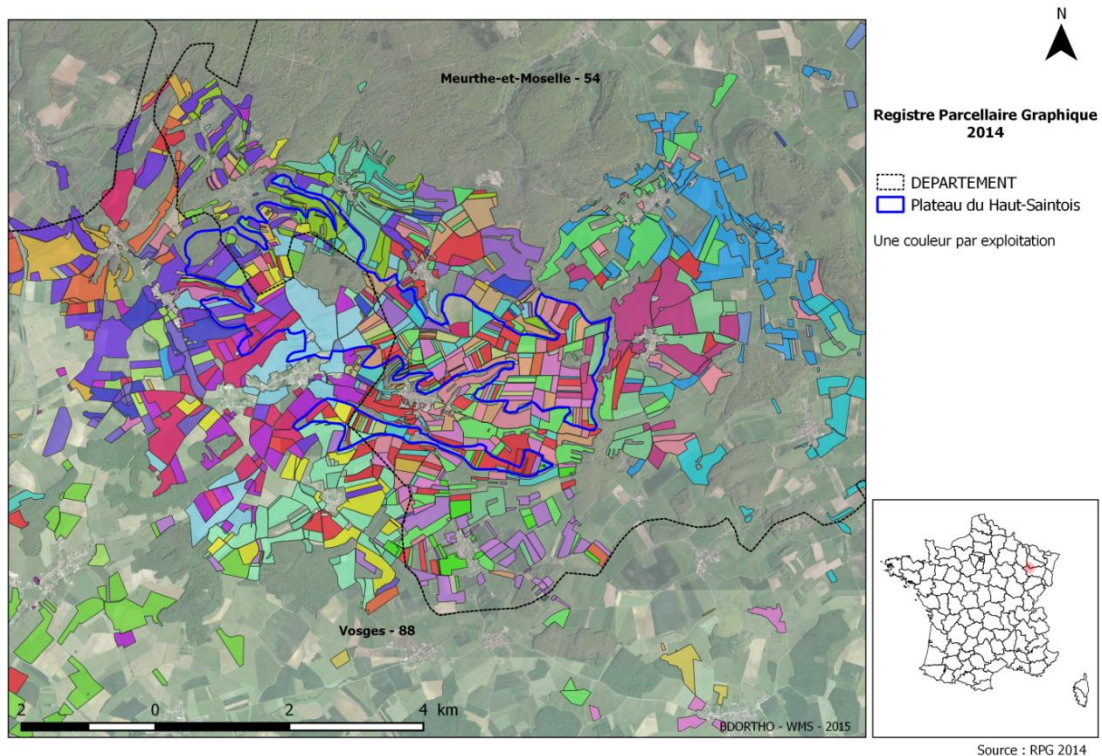


Figure 6. Les parcellaires des exploitations agricoles présentes sur le plateau du Haut Saintois.

Ces résultats peuvent être mis à disposition des gestionnaires et plus particulièrement de l'animateur qui doit être nommé sur ce secteur et qui n'aura pas accès aisément de ce type d'information car ni les petites communes rurales concernées, ni le syndicat d'eau, ne disposent du RPG niveau 4.

Réaliser une typologie des exploitations agricoles à l'échelle nationale

La plupart des typologies d'assolements (vus comme des combinaisons d'occupations du sol agricoles) sont basées sur des études de cas localisées et généralement complétées par des enquêtes directes en exploitations (Bouty, 2015 ; Doré, 2012) ou sont élaborées sur de grands territoires sans prendre en compte le niveau de l'exploitation agricole (Marie et al., 2015 ; Puech et al., 2015). Or, pour comprendre la diversité des assolements et leur différenciation spatiale en France, il est intéressant de l'analyser au grain de l'exploitation agricole qui permet de mettre en relation assolement et caractéristiques du système de production. La reconstitution des parcellaires d'exploitation réalisée selon la méthode décrite dans cet article à partir du RPG 2013 a ainsi été mobilisée pour construire et spatialiser une typologie France entière des exploitations agricoles selon leur assolement.

Cette typologie d'exploitations a été réalisée sur les assolements simplifiés (distinguant 18 groupes cultures) à partir de la méthode des k-means. Quarante-cinq exploitations "types" ont été identifiées, se distinguant par la présence/absence et les proportions de cultures spécialisées (arboriculture, vigne, légumes...), de céréales, de maïs, de surfaces en herbe ou d'oléo-protéagineux.

La **Figure 7** illustre les résultats de cette typologie d'exploitations sur l'ensemble du territoire métropolitain. Elle met en avant la forte spécialisation des territoires, en particulier au nord de la France avec une dominance des exploitations spécialisées en grandes cultures céréalières (Île de France, Région Centre – Val de Loire) ou en cultures industrielles telles que la betterave ou la pomme de terre en Picardie ou en Champagne (Mignolet, 2013). Ce travail illustre également la forte spécialisation de certaines régions de maïsiculture (Alsace, Landes) et de certaines régions de vignoble (Bordelais, Pays de Loire, Languedoc). Nous retrouvons indirectement, à travers les grandes caractéristiques d'occupations du sol, les dynamiques globales d'élevage⁶ : élevage bovin laitier à l'Ouest (basé principalement sur des systèmes herbe / maïs), élevage bovin viande principalement herbager dans le Massif central (Chatelier et Gagné, 2012).

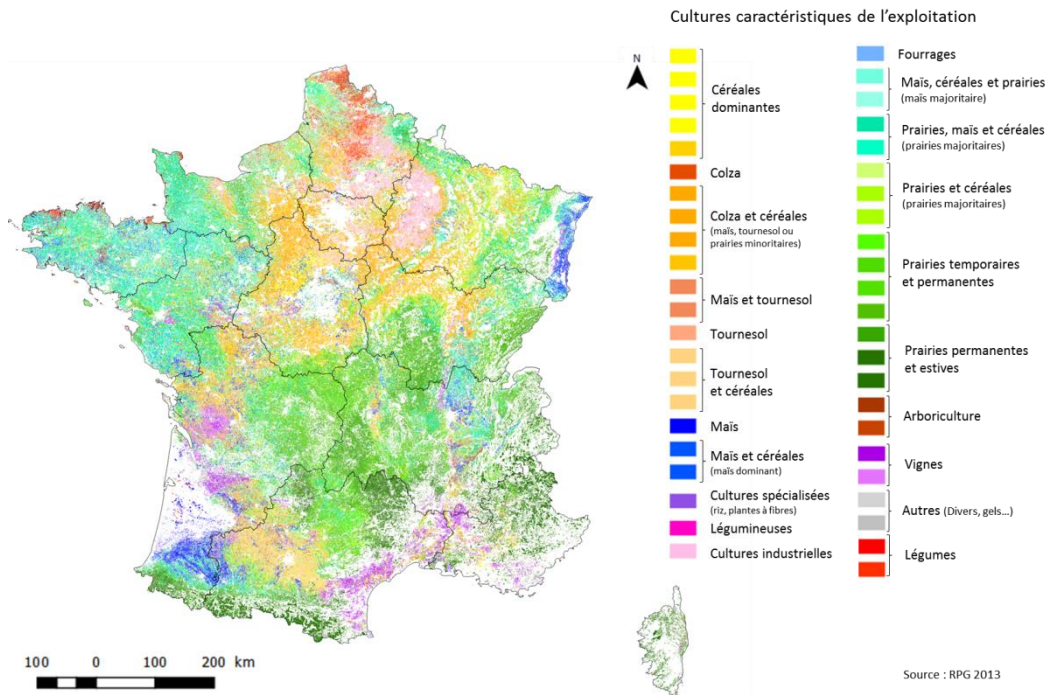


Figure 7. Cartographie de la typologie des exploitations France entière réalisée avec le RPG 2013.

Représenter la typologie nationale des exploitations agricoles à l'échelle d'un territoire local

La typologie nationale des exploitations selon leur assolement peut également être mobilisée sur des territoires plus locaux. La **Figure 8** représente les cultures majoritaires sur les îlots de l'AAC de Villevieux (39). Nous pouvons voir que des cultures annuelles (maïs, céréales, oléagineux) sont présentes à l'Ouest de l'AAC, mais également à l'extrême Est de ce territoire. Les surfaces en herbe sont présentes sur l'ensemble de l'AAC avec une forte densité de prairie permanente à l'Est. Des vignes sont également présentes selon un axe Nord-Sud.

⁶ Excepté les élevages hors sol type volailles ou porcins

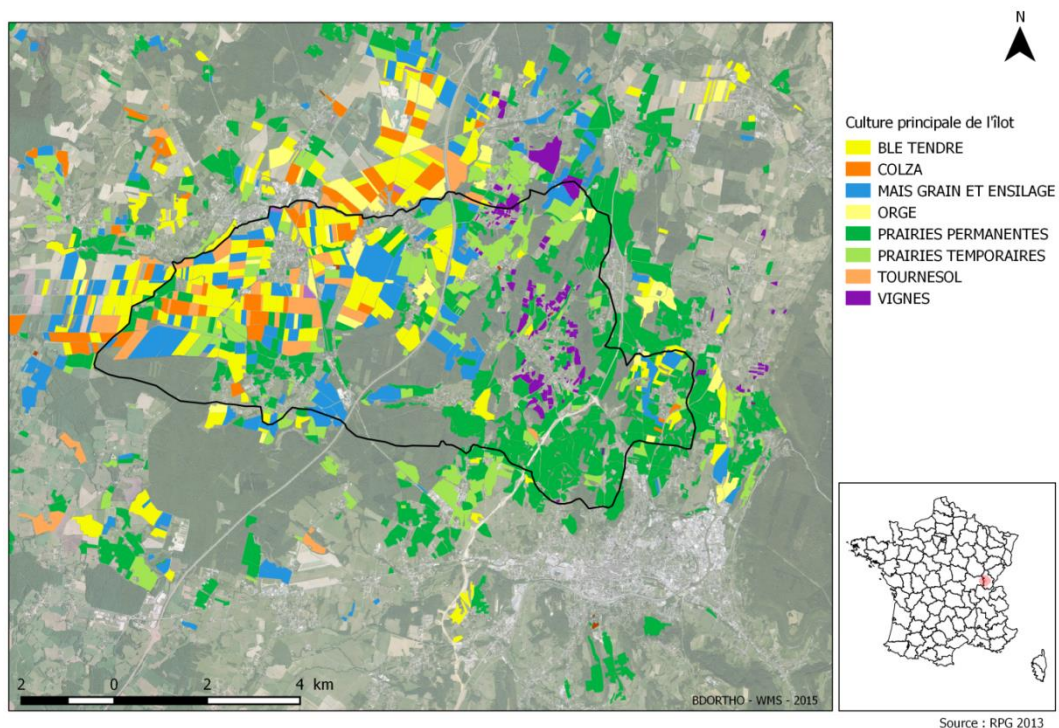


Figure 8. L'assolement majoritaire des îlots sur l'Aire d'Alimentation de Captage de Villevieux (39)

(sources : RPG 2013 et Ville de Lons le Saunier).

Cependant, cette carte (**Figure 8**) ne permet pas de caractériser les orientations des exploitations et les logiques de production agricole, ce qui en limite l'intérêt pour guider l'action, en particulier des gestionnaires de la ressource en eau. La typologie des exploitations est mobilisable pour caractériser ces logiques de production agricole.

Sa cartographie (**Figure 9**) nous permet de mettre en évidence que deux îlots portant la même culture n'appartiennent pas forcément à des exploitations agricoles de même type. Effectivement, deux types d'agriculteurs sont présents à l'Ouest de l'AAC : des céréaliers (présence exclusive de céréales dans leur assolement, en bleu foncé et couleurs chaudes sur la **Figure 8**) et des polyculteurs-éleveurs (présence de céréales et de prairies dans leur assolement, en bleu clair sur la **Figure 8**) alors qu'à l'Est, la majorité des surfaces des exploitations sont herbagères (dominante verte). Onze exploitations sont classées en tant qu'exploitation viticole dont 10 sont de type « vigne seule » (i.e. ne déclarant que des surfaces en vigne).

Ces informations nous permettent d'affiner l'analyse de la carte d'assolement (**Figure 7**) afin, par exemple, de cibler les exploitations agricoles susceptibles de mettre plus facilement en herbe des parcelles actuellement en céréales (des polyculteurs-éleveurs) ce qui favoriserait la bonne qualité de l'eau (Eulenstein et al., 2008).

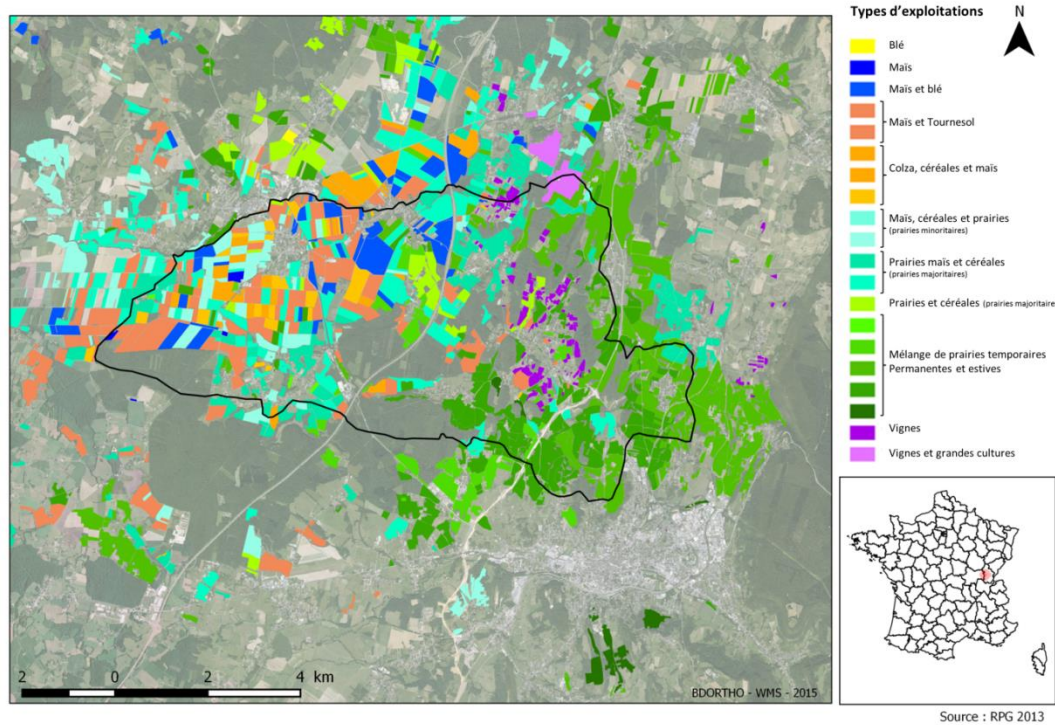


Figure 9. Typologie des exploitations agricoles selon leur assolement (Sources : RPG 2013 et Ville de Lons le Saunier).

Conclusion

Dans ce travail, nous avons conçu une méthode pour pallier une modification de l'attribut de l'identifiant des exploitants dans les données du RPG. Cette méthode nous a permis de reconstituer la quasi-totalité des parcellaires des exploitations agricoles en France. La prise en compte des parcellaires d'exploitation ainsi reconstitués enrichit des recherches qui visent à analyser les modalités de gestion des territoires, à enjeux environnementaux notamment, et à accompagner cette gestion par des outils d'aide à la décision (Marie et al., 2016 ; Petit et al., 2016).

La reconstitution des parcellaires d'exploitations peut être utilisée pour investiguer d'autres thématiques, sur une large diversité de territoires. Parmi elles, l'évolution des parcellaires agricoles au cours du temps, que ce soit en termes de surface, d'assolement mais également de morcellement (Thenail et Baudry, 2004 ; Piet et Cariou, 2014 ; Bouty, 2015), nous semble constituer une thématique d'intérêt pour contribuer à comprendre les dynamiques agricoles en France.

Références bibliographiques

ASP Mise à disposition du registre parcellaire graphique anonyme. <http://www.asp-public.fr/ses-savoir-faire/mise-disposition-du-registre-parcellaire-graphique-anonyme> (consultée le 15/03/2017)

Barataud F, Durpoix A (2016) DEAUMIN'EAU : une base de données pour caractériser les captages et accompagner les acteurs locaux de l'eau sur le bassin Rhin-Meuse. *Innov Agron* **57** : 65-76.

Bouty C (2015) Liens entre évolutions des parcellaires d'exploitation et évolutions des systèmes de culture : analyse à l'échelle d'un petit territoire agricole (plaine Sud de Niort). Thèse de doctorat, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement.

Cantelaube P, Carles M (2014) Le registre parcellaire graphique : des données géographiques pour décrire la couverture du sol agricole. *Cahier des Techniques de l'INRA, Numéro spécial : GPS et SIG. Pour la conduite de dispositifs expérimentaux - Vers l'émergence de la communauté métier "GéoExpé"*, 58-64.

Chatelier V, Gaigné C (2012) Les logiques économiques de la spécialisation productive du territoire agricole français. *Innov Agron* **22** : 185-203.

Doré T (2012) L'assolement : acceptions et problématiques agronomiques actuelles. *Agron Environ Soc. Assollements et gestion quantitative de l'eau – De l'exploitation au territoire 2* (2) :17-28. <<http://www.agronomie.asso.fr/carrefour-inter-professionnel/evenements-de-lafa/revue-en-ligne/>>. <hal-01361915>

Durpoix A, Barataud F (2014) Intérêts de l'analyse territorialisée des parcellaires des exploitations agricoles concernées par une aire d'alimentation de captage. *Sci Eaux Territ Article hors série 16* : 1-6.

Eulenstein F, Werner A, Willms M, Juszczak R, Schlindwein SL, Chojnicki BH, Olejnik J (2008) Model based scenario studies to optimize the regional nitrogen balance and reduce leaching of nitrate and sulfate of an agriculturally used water catchment. *Nutr Cycl Agroecosyst* **82** : 33-49.

Marie M, Bermond M, Madeline P, Coinaud C (2015) Une typologie des combinaisons d'utilisation agricole du sol en France en 2010 : propositions méthodologiques. *M@ppemonde* n°114 (2014.2).

Mignolet C (2013) Changements d'usage des terres par l'agriculture en France depuis les années 1970 : une spécialisation des territoires aux conséquences environnementales majeures. *CR Acad. Agric* **99** : n°4 : 140-141.

Petit C., Audard A., Fleury P., Durpoix A., Barataud F (2016) Protecting water from agricultural diffuse pollutions: between action territories and hydrogeological demarcation. *Water Resour Manag* **30** : 295-313. DOI : 10.1007/s11269-015-1162-0

Piet L, Cariou S (2014) Le morcellement des exploitations agricoles françaises. *Écon rural* [En ligne]. 342. mis en ligne le 15 juillet 2016. Consulté le 02 octobre 2014. URL : <http://economierurale.revues.org/4408>

Puech T, Schott C, Mignolet C (2015) Évolution des systèmes de culture sur le bassin Seine- Normandie depuis les années 2000 : construction d'une base de données spatialisée sur les pratiques agricoles. Modélisation de la

Amandine Durpoix, Thomas Puech, Fabienne Barataud, Catherine Mignolet

pollution nitrique d'origine agricole des grands aquifères du bassin de Seine-Normandie à l'échelle des masses d'eau. Volume 1/4. Rapport de recherche. <http://prodinra.inra.fr/record/341192>

Thenail C, Baudry J (2004) Variation of farm spatial land use pattern according to the structure of the hedgerow network (bocage) landscape: a case study in northeast Brittany. *Agric Ecosyst Environ.* **101** : 53-72.