



HAL
open science

Une méthode pour caractériser l'organisation spatiale des parcellaires d'exploitations agricoles

Thomas Puech, Amandine Durpoix, Fabienne Barataud, Catherine Mignolet

► **To cite this version:**

Thomas Puech, Amandine Durpoix, Fabienne Barataud, Catherine Mignolet. Une méthode pour caractériser l'organisation spatiale des parcellaires d'exploitations agricoles. *Cybergeo: Revue européenne de géographie / European journal of geography*, 2020, pp.1-25. 10.4000/cybergeo.34181 . hal-02548135

HAL Id: hal-02548135

<https://hal.inrae.fr/hal-02548135>

Submitted on 20 Apr 2020

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



Une méthode pour caractériser l'organisation spatiale des parcelles d'exploitations agricoles

A method to characterise the spatial organisation of plots on farms

Un método para caracterizar la organización espacial de parcelas en explotaciones agrícolas

Thomas Puech, Amandine Durpoix, Fabienne Barataud et Catherine Mignolet



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/34181>

DOI : [10.4000/cybergeo.34181](https://doi.org/10.4000/cybergeo.34181)

ISSN : 1278-3366

Éditeur

UMR 8504 Géographie-cités

Référence électronique

Thomas Puech, Amandine Durpoix, Fabienne Barataud et Catherine Mignolet, « Une méthode pour caractériser l'organisation spatiale des parcelles d'exploitations agricoles », *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Cartographie, Imagerie, SIG, document 938, mis en ligne le 23 mars 2020, consulté le 30 mars 2020. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/34181> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/cybergeo.34181>

Ce document a été généré automatiquement le 30 mars 2020.



La revue *Cybergeo* est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 non transposé.

Une méthode pour caractériser l'organisation spatiale des parcelles d'exploitations agricoles

A method to characterise the spatial organisation of plots on farms

Un método para caracterizar la organización espacial de parcelas en explotaciones agrícolas

Thomas Puech, Amandine Durpoix, Fabienne Barataud et Catherine Mignolet

Les auteurs tiennent à remercier Marc Benoit de l'UR ASTER et les deux relecteurs anonymes pour leurs commentaires et leurs conseils sur les versions antérieures de cet article.

Introduction

- 1 L'étude de l'organisation spatiale des exploitations agricoles est un enjeu majeur dans la compréhension et l'organisation des activités agricoles dans les territoires ruraux. Elle est le fruit de dynamiques complexes résultant de choix opérés à différents niveaux d'organisation (des politiques publiques internationales aux décisions individuelles sur les exploitations) qui se succèdent dans le temps. En effet, durant les cinquante dernières années, les exploitations agricoles ont connu de profondes mutations liées à la spécialisation des territoires sous l'impulsion des politiques publiques (Jepsen *et al.*, 2015). En France, les lois d'orientation agricole de 1960 et 1962 affirment la volonté de développer un modèle agricole fondé sur des structures familiales de deux actifs de taille moyenne (30-50 ha). Ces politiques nationales visent alors à favoriser (i) la cessation d'activité des petites exploitations via une indemnité viagère de départ instaurée en 1962, renforcée par des mesures d'aide au départ anticipé en retraite en 1992 et (ii) l'investissement des exploitations dans l'artificialisation des surfaces via le

drainage notamment (Frejefond *et al.*, 1996 ; Janin, 1996). Les Sociétés d'Aménagement Foncier et d'Etablissement Rural (SAFER) sont alors créées pour encadrer et accompagner le marché foncier agricole et ainsi permettre l'installation et le développement des exploitations agricoles¹ (Courleux, Fabre, 2013). Leurs actions viennent en complément des quelque 22 000 opérations d'aménagement foncier (remembrement rural, réorganisation foncière, etc.) réalisées entre 1940 et 2010. Mais si ces politiques nationales ont directement contribué à la réduction d'un facteur 5 du nombre d'exploitations (2,3 millions en 1955, moins de 490 000 en 2010) et à leur agrandissement (Butault, Delame, 2005), les politiques européennes ont également joué un rôle dans l'évolution des parcellaires agricoles. En effet, si l'instauration de quotas laitiers en 1984 avait pour objectif de limiter la production européenne en figeant les structures laitières, ils n'ont cependant eu que peu d'impact direct sur les dynamiques d'agrandissement des exploitations : la recherche de nouveaux quotas ou de nouvelles surfaces cultivées a maintenu les dynamiques d'agrandissement promues par les politiques françaises (Boinon, Goffette-Nagot, 1992). En revanche, les politiques européennes des années 1990 (et en particulier la réforme de 1992) ont très directement encouragé l'agrandissement des exploitations agricoles à travers l'instauration de surfaces gelées et des subventions attribuées par hectare (Blondeau, 1996 ; Pluinage, 2015).

- 2 L'agrandissement des exploitations se fait à travers la recherche de nouvelles surfaces généralement rendues disponibles par des cessations d'activités voisines. Il entraîne un morcellement des parcellaires agricoles via l'augmentation du nombre de parcelles gérées par l'exploitation (Blondeau, 1996 ; Demetriou, 2014). Cet agrandissement, pouvant aller jusqu'à des formes polycentriques résultant d'opérations de fusion entre exploitations (Marie *et al.*, 2009), est très dépendant des choix des exploitations principalement contraints (ou favorisés) par la main d'œuvre et la nature des productions (Boinon, Goffette-Nagot, 1992).
- 3 Agrandissement et morcellement questionnent les performances des exploitations tant sur le plan économique qu'environnemental (Chukwukere Austin *et al.*, 2012 ; Latruffe, Piet, 2014 ; Reuben *et al.*, 2017 ; Manjunatha *et al.*, 2013 ; Rahman, Rahman, 2009 ; Tan *et al.*, 2010) notamment au travers des distances parcourues par les agriculteurs (Demetriou, 2014 ; Francart, Pivot, 1998). La structure des exploitations, et en particulier l'organisation de leurs parcellaires, impactent la gestion fonctionnelle des exploitations, l'organisation du travail et la durabilité des exploitations agricoles (Marie *et al.*, 2009 ; Thenail, Baudry, 2004 ; Del Corral *et al.*, 2010 ; Di Falco *et al.*, 2010 ; Alemu *et al.*, 2017 ; Ciaian *et al.*, 2018). Aussi, la logistique et l'organisation du travail dans les exploitations agricoles peuvent engendrer une diversité de logiques d'organisation dans la conduite des systèmes techniques (Morlon, Trouche, 2005b), en particulier dans les exploitations dispersées, fortement contraintes par les déplacements.
- 4 Dans la littérature, la structure et l'organisation spatiale des parcellaires agricoles peuvent être décrites de deux manières. D'une part, les parcellaires agricoles peuvent être décrits sur la base d'un indicateur qualitatif simple. Ce type de descripteur se retrouve principalement dans des études de cas sur de petits territoires et généralement concomitantes avec des enquêtes directes en exploitation (Marie *et al.*, 2009 ; Pauchard *et al.*, 2016). Or, la réalisation d'enquêtes directes en exploitation engendre des coûts d'enquête élevés, ce qui limite leur mise en œuvre à l'étude de

petits territoires. Pour des travaux à de plus larges échelles d'espace, l'organisation spatiale des exploitations agricoles est caractérisée à partir d'indicateurs mathématiques de deux ordres qui sont généralement combinés pour rendre compte de la diversité des formes d'organisation (Demetriou, 2014) :

- Des indicateurs de morcellement des exploitations (généralement a-spatiaux) : le nombre d'îlots² (Bouty, 2015 ; Di Falco *et al.*, 2010 ; Kawasaki, 2010 ; Latruffe, Piet, 2014 ; Manjunatha *et al.*, 2013 ; Parikh, Shah, 1994 ; Rahman, Rahman, 2009 ; Tan *et al.*, 2010 ; Van Hung *et al.*, 2007 ; Wan, Cheng, 2001 ; Piet, Cariou, 2013), leur taille (Rahman, Rahman, 2009 ; Tan *et al.*, 2010) ou des indicateurs plus complexes comme l'index de Simpson, qui intègre conjointement le nombre de parcelles et leur taille pour mesurer le degré de fragmentation par rapport au cas simple où toute la surface de l'exploitation est regroupée en une seule parcelle (Kawasaki, 2010 ; Simmons, 1964 ; Van Hung *et al.*, 2007), l'index de Januszewski qui est un indice de fragmentation des parcellaires combinant le nombre, la taille moyenne et la distribution statistique des parcelles, portant des valeurs de 0 à 1 (Chukwukere Austin *et al.*, 2012 ; Januszewski, 1968), ou les indices de groupement et de structure développés par les travaux précurseurs de Renard pour apprécier l'éparpillement et le degré de groupement structurel des parcellaires d'exploitations (Renard, 1972).
 - Des indicateurs de dispersion généralement spatialisés : éloignement des îlots par rapport au « centre » (approche géométrique) ou « siège » (approche fonctionnelle) d'exploitation (Bouty, 2015 ; Chukwukere Austin *et al.*, 2012 ; Latruffe, Piet, 2014 ; Reuben *et al.*, 2017 ; Tan *et al.*, 2010) ou éparpillement des îlots entre eux (Bouty, 2015 ; Latruffe, Piet, 2014 ; Tan *et al.*, 2010).
- 5 Le calcul de certains de ces indicateurs nécessite l'identification d'un « centre » d'exploitation pour des calculs de distance (éloignement des îlots par rapport au dit-centre). Or, dans les bases de données nationales communément utilisées pour ce type de travaux (Registre Parcellaire Graphique (Cantelaube, Carles, 2014) déclinaison française du Land Parcel Identification System (Kay, De Laroche, 2007)), le siège d'exploitation n'est pas référencé. Des hypothèses fortes sont proposées pour identifier le « centre » d'exploitation. Ainsi, certains auteurs approchent le centre d'exploitation par le barycentre géométrique des îlots (Latruffe, Piet, 2014) ou par le barycentre de l'îlot central (Bouty, 2015). Ces hypothèses introduisent un biais susceptible de fausser des calculs de coûts ou temps de transport s'ils sont calculés à partir de distances ou de temps de trajet : elles sont très largement discutées et constituent une des principales limites de ces travaux de caractérisation des parcellaires agricoles, en particulier dans l'étude d'exploitations polarisées (Renard, 1972 ; Piet, Cariou, 2013 ; Latruffe, Piet, 2014 ; Bouty, 2015).
 - 6 Sur l'ensemble de la bibliographie parcourue, à l'image des indicateurs qualitatifs simples identifiés dans des études de cas ponctuelles, nous n'avons pas trouvé d'indicateur générique déployé sur de grandes échelles spatiales permettant de rendre compte de manière simple des différentes formes d'organisation spatiale des parcellaires agricoles. Au contraire, les travaux cités précédemment décrivent l'organisation des parcellaires à partir de la combinaison de plusieurs indicateurs dont la complexité mathématique rend parfois l'interprétation relativement difficile (Piet, Cariou, 2013).
 - 7 L'enjeu de ce travail est de produire un indicateur simple, relativement générique et applicable à de très larges échelles spatiales, pour caractériser la diversité des formes d'organisation des parcellaires agricoles. Il importe que cet indicateur puisse prendre

en compte conjointement deux descripteurs importants de la composition des parcellaires agricoles (taille et localisation des surfaces exploitées) sans toutefois tenir d'hypothèses sur la notion de « centre » d'exploitation.

- 8 Les méthodes de classification hiérarchique sont couramment utilisées en analyses statistiques multivariées avec des applications dans de nombreux domaines : médecine (Baudry *et al.*, 2016), industrie (Chaouki *et al.*, 2015), géographie (Hilal *et al.*, 2011) ou agronomie (Aouadi *et al.*, 2015 ; Mignolet *et al.*, 2007). Ces méthodes de classification sont classiquement utilisées dans la continuité de méthodes d'analyse multivariées pour former des groupes d'individus ayant des caractéristiques similaires représentées par des coordonnées quantitatives sur des axes factoriels (Sanders, 1989 ; Ward, 1963). Si ces méthodes s'avèrent très utiles pour former des groupes d'individus homogènes au regard de variables les décrivant (généralement axes factoriels), elles ne permettent pas d'appliquer des pondérations spécifiques aux individus. Or il nous semble primordial de considérer l'aspect quantitatif lié à la surface des parcelles pour effectuer des regroupements de parcelles « proches ». Par conséquent, nous proposerons dans cet article une méthode qui permette de caractériser l'organisation spatiale des parcellaires agricoles en prenant en compte conjointement la surface et la localisation des parcelles au travers d'un indicateur qualitatif simple.
- 9 Cette méthode contribue à la thématique de l'organisation spatiale des activités agricoles qui peut intéresser les communautés pluridisciplinaires de géographes et d'agronomes des territoires (Benoit *et al.*, 2012).

Jeu de données mobilisé

- 10 Le travail est fondé sur le Registre Parcellaire Graphique (RPG), système d'information géographique annuel mis en place depuis 2006 à l'échelle européenne permettant d'identifier les parcelles faisant l'objet d'aides de la part de la Politique Agricole Commune - PAC (Kay, De Laroche, 2007). Ce système d'information recense en 2014 plus de 6 millions d'îlots cultureux (Thenail, Baudry, 2004) en France métropolitaine. Chaque îlot agricole (contenant une ou plusieurs parcelles déclarées par un même exploitant agricole) est rattaché à un identifiant anonyme désignant l'exploitation l'ayant déclaré, ce qui permet de reconstruire le parcellaire de chaque exploitation bénéficiant d'aides PAC (Durpoix *et al.*, 2017). Ce faisant, bien que le RPG ne soit pas exhaustif (certains types de production sont peu représentés : maraîchage et arboriculture par exemple), il constitue la base de données spatialisée (au grain de l'îlot cultural) la plus complète et par conséquent la plus intéressante pour traiter des questions d'organisation spatiale des parcellaires agricoles (Preux *et al.*, 2014).
- 11 Les données du RPG ont été mobilisées à l'échelle de la France métropolitaine, après reconstitution des parcellaires d'exploitation (Durpoix *et al.*, 2017), pour élaborer la classification qui fait l'objet de cet article. Nous ne retenons que les exploitations dont le parcellaire est entièrement reconstitué par la méthode de Durpoix *et al.* (2017), soit 358 419 exploitations pour l'année 2014.

Méthode

- 12 A partir du jeu de données dont nous disposons, nous considérons qu'une exploitation agricole peut être caractérisée par un ensemble d'îlots, chacun étant caractérisé par sa surface et sa distance aux autres îlots de la même exploitation agricole (distance euclidienne *i.e.* calculée à vol d'oiseau entre les barycentres géométriques des îlots) et ceci indépendamment de la localisation du siège de l'exploitation agricole ou de la position des bâtiments (localisation non référencée dans le RPG).
- 13 Nous faisons l'hypothèse que les exploitations dont la distance entre les deux îlots les plus éloignés est inférieure à 5 km sont peu impactées par les problématiques de morcellement des parcellaires. En effet, nous postulons qu'en deçà de cette valeur les problématiques de transport sont peu contraignantes dans l'organisation du travail agricole (parcellaires en un seul « bloc »). Par conséquent, ces formes d'organisation groupées présentent un intérêt mineur dans la portée de notre travail (indépendamment de l'organisation des îlots au sein de l'exploitation) au regard des autres formes possibles.
- 14 La méthode proposée est fondée sur :
- **L'agrégation d'îlots de parcelles** géographiquement proches en groupes d'îlots pour produire une segmentation du parcellaire des exploitations. Cette agrégation se fait sur la base d'une classification non supervisée.
 - **La classification des exploitations** agricoles selon l'organisation spatiale des groupes d'îlots. Cette classification est réalisée au moyen d'une classification supervisée (Gambette, 2014) fondée sur un arbre de décision.

Segmentation des parcellaires d'exploitation par agrégation d'îlots

- 15 Par souci de simplification mathématique, nous caractérisons chaque îlot cultural par son centroïde géométrique et sa superficie.
- 16 La méthode de classification est itérative : nous agrégeons les îlots (ou groupes d'îlots) 2 à 2 jusqu'à former un seul groupe composé de l'ensemble des îlots de l'exploitation analysée (avec autant d'itérations que d'îlots dans le parcellaire des exploitations). La Figure 1 illustre la démarche itérative sur la base d'un exemple. À chaque itération, nous définissons un critère d'agrégation à minimiser : la distance euclidienne (c'est-à-dire à vol d'oiseau) entre les barycentres des 2 îlots (ou groupes d'îlots) les plus proches.
- 17 Chaque îlot (ou groupe d'îlots) est caractérisé par un barycentre (x_c, y_c) et une surface (S_c) tels que :

$$x_G = \frac{\sum_{i=1}^n [x_i * S_i]}{\sum_{i=1}^n S_i}, \quad y_G = \frac{\sum_{i=1}^n [y_i * S_i]}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad \text{et} \quad S_G = \sum_{i=1}^n S_i$$

- 18 Avec n le nombre d'îlots composant le groupe d'îlots.
 (x_i, y_i) et S_i respectivement les coordonnées géographiques et la surface d'un îlot i .
- 19 Ainsi, pour chaque itération, nous définissons l'inertie θ_k d'un nuage de points k quelconque tel que :

$$\theta_k = \frac{\sum_{i=1}^n [((x_i - x_G)^2 + (y_i - y_G)^2) * S_i]}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (1)$$

- 20 (x_G, y_G) , le barycentre du nuage k contenant n îlots.
- 21 (x_i, y_i) et respectivement les coordonnées géographiques et la surface d'un îlot i.
- 22 Pour définir le nombre de groupes à retenir pour caractériser l'organisation spatiale de l'exploitation, nous analysons l'évolution de l'inertie au sein ou entre les groupes d'îlots et rapportée à l'inertie totale calculée sur l'ensemble des îlots de l'exploitation, couplée à l'analyse des indicateurs PseudoF et Pseudo t² (Tufféry, 2010). Nous avons mis en place de manière empirique, sur la base de l'observation de situations réelles et de l'expertise des auteurs dans les analyses multivariées (Barataud *et al.*, 2014 ; Mignolet *et al.*, 2007 ; Puech *et al.*, 2018), six règles de décision fondées sur des combinaisons des indicateurs précédents (tableau 1) :
- La première règle de décision permet de repérer les fortes augmentations de variance lors du regroupement de 2 groupes d'îlots.
 - La seconde règle discrimine les situations de regroupement où les barycentres sont fortement déplacés lors de la fusion de 2 groupes.
 - Les règles 3 et 4 mobilisent les règles 1 et 2 avec des critères plus souples pour identifier des situations intermédiaires.
 - La règle 5 permet de repérer de faibles augmentations de variance produites lorsque le nombre de groupes d'îlots est relativement faible.
 - La règle 6 identifie la situation où l'inertie représentée par les groupes d'îlots est minimale au regard de l'inertie totale du parcellaire.

Tableau 1 : Règles de décision utilisées pour choisir la composition du parcellaire en groupes d'îlots de parcelles³

N° de règle de décision	On choisit de retenir un découpage parcellaire en i groupes d'îlots si :	Traduction opérationnelle dans la méthode
1	La fusion de deux groupes d'îlots fait augmenter l'inertie de plus de la moitié de l'inertie totale	$R_i^2 - R_{i+1}^2 > 0.5$
2	On repère des situations où le regroupement de groupes d'îlots fait sensiblement évoluer la localisation des barycentres (en limitant le nombre de groupes à 5)	$pseudo\ t^2 > 200$ et $pseudoF > 10$ et $i \leq 5$
3	On repère des situations intermédiaires d'évolution de l'inertie, des barycentres et de la séparation des groupes d'îlots.	$\frac{\theta_{max}}{\theta_{total}} > 0.4$ et $pseudo\ t^2 > 50$ et $\frac{pseudoF^{i+1}}{pseudoF^i} > 10$
4		$R_i^2 > 0.2$ et $\frac{pseudoF^{i+1}}{pseudoF^i} > 4$ et $pseudo\ t_{i+1}^2 - pseudo\ t_i^2 > 50$
5	On identifie des sauts mineurs d'inertie avec des critères moins restrictifs que la règle 1	$R_i^2 - R_{i+1}^2 > 0.2$ et $i \leq \frac{n}{4}$
6	On identifie le niveau d'agrégation qui maximise la différence de saut d'inertie entre deux regroupements	$R_i^2 = Max(R_j^2, j \in [1; n])$

n : le nombre d'îlots d'une exploitation
i : représente un nombre de groupes d'îlots (compris entre 1 et n)
 θ_k : l'inertie d'un nuage de points k (voir equation (1) dans l'article)
 θ_{total} : l'inertie totale de l'ensemble du nuage de points (composé des n îlots de l'exploitation)
 $\theta_{intra} : C$ est l'inertie intra-groupes : somme de l'inertie des i nuages de points : $\theta_{intra} = \sum_{i=1}^i \theta_k$
 $\theta_{inter} : C$ est l'inertie inter-groupes = $\theta_{total} - \theta_{intra}$, avec i groupes d'îlots
 R_i^2 : le rapport entre l'inertie intra-groupes (des i groupes) et l'inertie totale : $R_i^2 = \frac{\theta_{intra}}{\theta_{total}}$. Il représente la variance expliquée par les groupes
 $pseudoF^i$: mesure la séparation entre les i groupes
 $pseudo\ t_i^2$: le Pseudo t² mesure l'évolution du barycentre avant et après regroupement de deux groupes.

- 23 Ces règles sont classées par ordre décroissant : nous estimons que la règle 1 est prioritaire car plus satisfaisante que la règle 2 etc., la règle 6 s'appliquant si aucune autre règle ne s'applique (et est a priori la moins satisfaisante car la moins restrictive). Dans l'exemple de la figure 1, l'exploitation est segmentée en 3 groupes d'îlots à partir de la règle de décision 1 : le passage de 3 à 2 groupes augmente fortement l'inertie du nuage de points (il est plus pertinent de représenter le parcellaire en 3 groupes d'îlots plutôt qu'en 2 groupes).
- 24 Ces règles de décision permettent d'agréger des îlots de parcelles en groupe dont le nombre d'îlots et la composition, en termes de superficie et de distance entre eux, peuvent varier selon les exploitations. À l'issue de cette étape, chaque exploitation est définie par l'ensemble de ses îlots agrégés en plusieurs groupes, ce qui produit une segmentation de son parcellaire.

Figure 1 : Détail de la démarche d'agrégation itérative sur le cas de l'exemple d'une exploitation possédant 8 îlots cultureux

Figure 1a : Illustration graphique de l'agrégation itérative

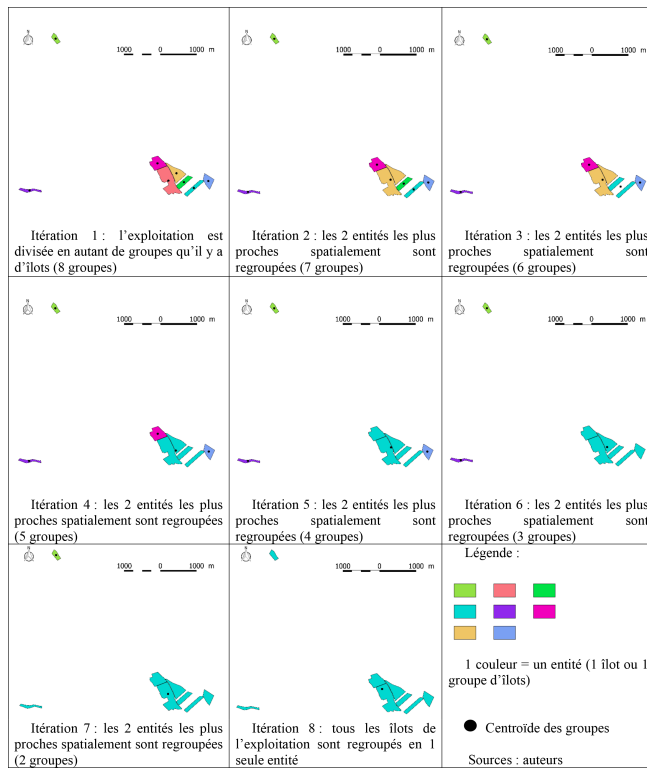
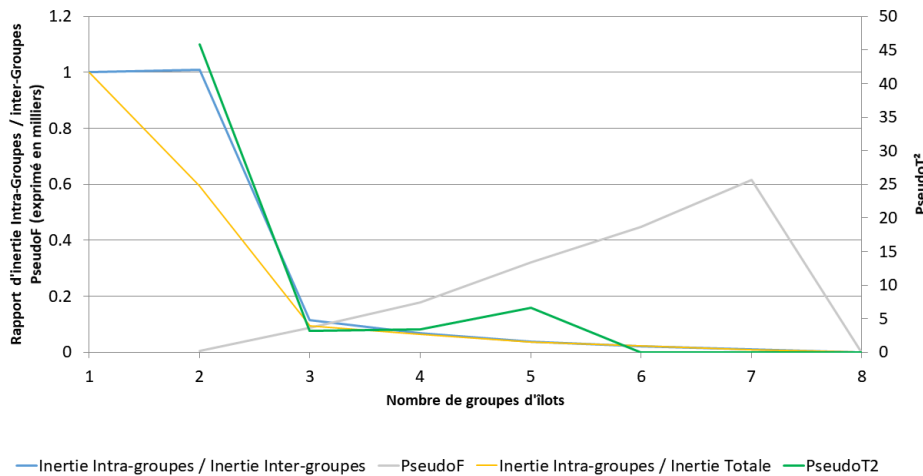


Figure 1b : évolution des 4 indicateurs de suivi statistiques



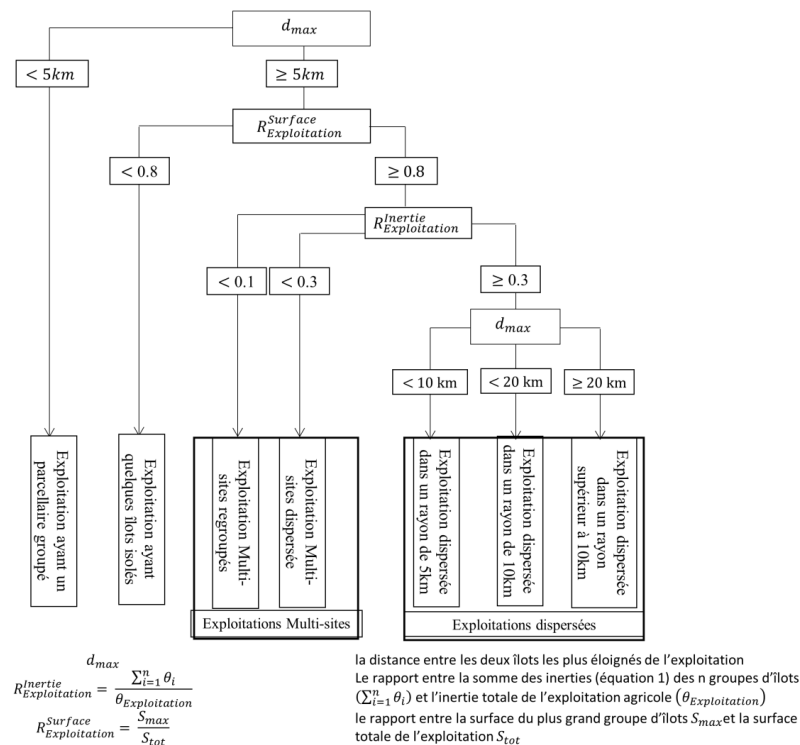
Caractérisation de l'organisation spatiale des parcellaires d'exploitations agricoles à partir de leur segmentation en groupes d'îlots

- 25 La seconde étape vise à caractériser l'organisation spatiale des parcellaires agricoles à travers la mise en place d'un indicateur qualitatif simple et représentatif du morcellement et de la dispersion du parcellaire agricole.
- 26 Nous proposons 3 variables pour caractériser l'organisation spatiale des exploitations :
 - La distance d_{max} : elle représente la distance entre les deux îlots les plus éloignés de l'exploitation.
 - Le rapport $R_{Exploitation}^{Inertie} = \frac{\sum_{i=1}^n \theta_i}{\theta_{Exploitation}}$ entre la somme des inerties (équation 1) des n groupes d'îlots ($\sum_{i=1}^n \theta_i$) et l'inertie totale de l'exploitation agricole ($\theta_{Exploitation}$) : elle représente le pourcentage de dispersion représenté par les regroupements d'îlots au regard de la dispersion de tous les îlots du parcellaire. Par conséquent, plus ce rapport est faible, plus le parcellaire est formé de groupes d'îlots spatialement distincts.
 - Le rapport $R_{Exploitation}^{Surface} = \frac{s_{max}}{s_{tot}}$: il représente la proportion de surface du plus grand groupe d'îlots. Plus ce rapport est élevé, plus la surface totale du parcellaire est contenue dans un groupe d'îlots.
- 27 La nomenclature des formes de parcellaires agricoles est définie sur la base d'une classification supervisée dont les modalités sont présentées dans la figure 2. De même que précédemment (règles de décision pour définir une segmentation des parcellaires présentée dans le tableau 1), nous avons défini de manière empirique, à partir de l'étude d'une centaine de situations particulières, des règles pour caractériser l'organisation des parcellaires. Ces règles sont hiérarchisées en 4 niveaux :
 - Le premier niveau discrimine les exploitations selon la distance entre les 2 îlots les plus éloignés. Dans le cadre de ce travail, nous considérons que les exploitations dont les îlots sont tous dans un rayon d'au plus 2.5 km (soit une distance maximale entre 2 îlots de 5 km) sont des exploitations ayant un parcellaire groupé : ce groupe correspond aux exploitations dont la segmentation du parcellaire présentait un intérêt limité dans le cadre de ce travail

mais dont l'organisation globale est intéressante à caractériser. Les autres exploitations (dont 2 îlots sont distants d'au moins 5 km) sont analysées dans le deuxième niveau.

- Le deuxième niveau s'intéresse à la surface du plus grand groupe d'îlots. Chaque parcellaire d'exploitation étant différencié en au moins 2 groupes d'îlots, nous considérons que si un groupe d'îlots représente plus de 80 % de la surface totale de l'exploitation, alors l'exploitation est groupée mais avec quelques îlots isolés (par conséquent la somme de tous les îlots isolés n'excède pas 20 % de la surface totale de l'exploitation). Les autres exploitations sont analysées dans le troisième niveau.
- Le troisième niveau s'intéresse à la dispersion des îlots de l'exploitation. Nous considérons⁴ que si le rapport de dispersion est inférieur à 0,3, le parcellaire est distinctement organisé en groupes d'îlots spatialement différenciés. Ces situations correspondent à des exploitations multi-sites. Au sein de ces exploitations multi-sites, nous distinguons les exploitations multi-sites groupés, au sein desquelles chaque groupe est composé d'îlots très agrégés (rapport d'inertie inférieur à 0,1) et les exploitations multi-sites dispersés, où les îlots composant chaque site sont relativement dispersés (rapport d'inertie compris entre 0,1 et 0,3). Les exploitations non classées par ce niveau sont analysées dans le quatrième niveau.
- Le quatrième et dernier niveau regroupe les exploitations qui n'ont pu être classées précédemment. Ces exploitations sont dispersées c'est-à-dire qu'elles ne sont ni regroupées en un unique site, ni clairement organisées en sites distincts. Selon la distance entre les deux îlots les plus éloignés, nous distinguons les parcellaires dispersés dans un rayon d'au plus 5 km, d'au plus 10 km ou de 10 km ou plus.

Figure 2 : Arbre de décision de la classification des exploitations selon l'organisation de leur parcellaire



28 Les résultats issus de cette classification seront illustrés sur la base d'exemples issus du registre parcellaire graphique 2014. La distribution de chacun de ces types à l'échelle du territoire de la France métropolitaine sera faite sur la base d'un carroyage hexagonal régulier et 10 km de côté (soit 6 743 polygones). Pour limiter les biais liés à la

faible représentativité des activités agricoles, nous ne conserverons que les mailles dont la surface agricole est au moins égale à 5 % de la surface totale de la maille, soit une surface agricole utile déclarée au RPG de 800 ha.

Résultats

29 La figure 3 présente un exemple pour chacun des types d'organisation présentés (1 exemple pour chaque modalité des exploitations multi-sites et des exploitations dispersées).

Figure 3 : Exemples de type d'organisation spatiale de parcellaires agricoles

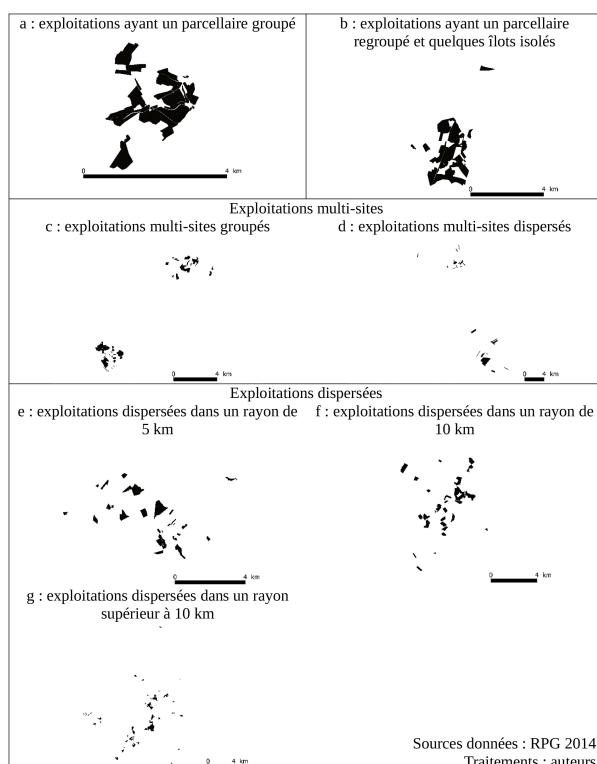


Tableau 2 : Fréquence des types d'organisation spatiale de parcellaires agricoles

Type d'exploitation	Fréquence (en % du nombre d'exploitations total)	Fréquence (en % de surface agricole utile totale)	Surface médiane (ha)
Exploitation avec un parcellaire groupé	56.9	34.6	28.7
Exploitation avec un parcellaire groupé et quelques îlots isolés	18.2	26.3	92.9
Exploitations multisites	16.7	23.9	90.1

dont exploitations multi-sites groupés	8.3	10.6	76.9
dont exploitations multi-sites dispersés	8.4	13.3	103.2
Exploitations dispersées	8.2	15.2	119.1
dont exploitations dispersées dans un rayon de 5 km	6.1	10	108.8
dont exploitations dispersées dans un rayon de 10 km	1.8	4.2	152.2
dont exploitations dispersées dans un rayon supérieur à 10 km	0.3	0.9	201.7
Toutes les exploitations	358 419 exploitations	27.7 millions d'ha	54.4

Les parcellaires groupés

- 30 Ce type d'organisation parcellaire correspond aux exploitations agricoles ayant un parcellaire formant un unique bloc (figure 2), *i.e.* les exploitations non prises en compte lors de la première phase de segmentation en groupes d'îlots (voir premier paragraphe de la partie Méthode). La figure 3a présente un exemple de ce type d'exploitation.
- 31 Les exploitations avec un parcellaire groupé représentent 56.9 % de l'ensemble des exploitations mais ont une surface significativement plus faible que les autres types d'exploitation (figure 4). Elles ne représentent ainsi que 34.6 % de l'ensemble des surfaces avec une surface médiane inférieure à 30 ha mais pouvant atteindre plusieurs centaines d'hectares pour moins de 2 % d'entre elles. Environ 20 000 exploitations classées dans ce type d'organisation (soit environ 10 %) ne déclarent qu'un seul îlot. Ce type d'organisation parcellaire est travaillé dans près de 3 cas sur 4 par des exploitations individuelles.
- 32 Ce type d'organisation se retrouve particulièrement dans les zones d'élevage laitier intensif de plaine (Bretagne) mais également dans la majorité des zones d'élevage de bovins allaitants (du Limousin au Ségala, du Pilat aux Monts du Lyonnais mais également dans le Choletais et la Gâtine poitevine). Les zones d'élevage caprines et ovines du piémont pyrénéen et des Alpes sont également organisées en parcellaires groupés. Ces formes d'organisation dominent les grandes régions céréalières du bassin aquitain et dans une moindre mesure en Île de France et dans le Nord. Elles dominent également en Corse.
- 33 En revanche, les formes d'organisation en parcellaires groupés sont notablement absentes des grandes régions céréalières d'une large moitié Nord de la France : Charentes, Limagne, Loudun, plaines et plateaux de Bourgogne-Franche Comté, du Grand Est et de Normandie.

Figure 4 : Distribution des surfaces des exploitations par type d'organisation du parcellaire

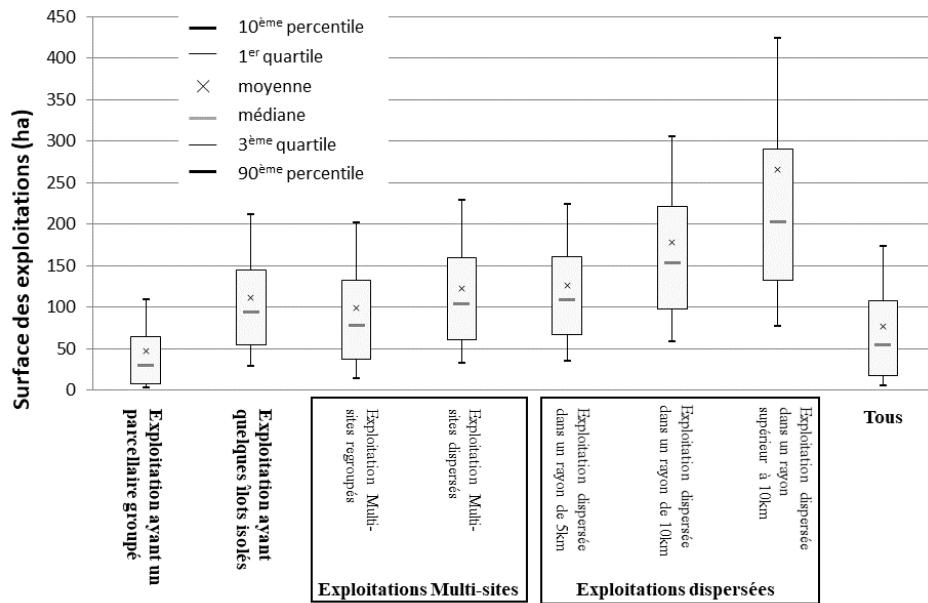
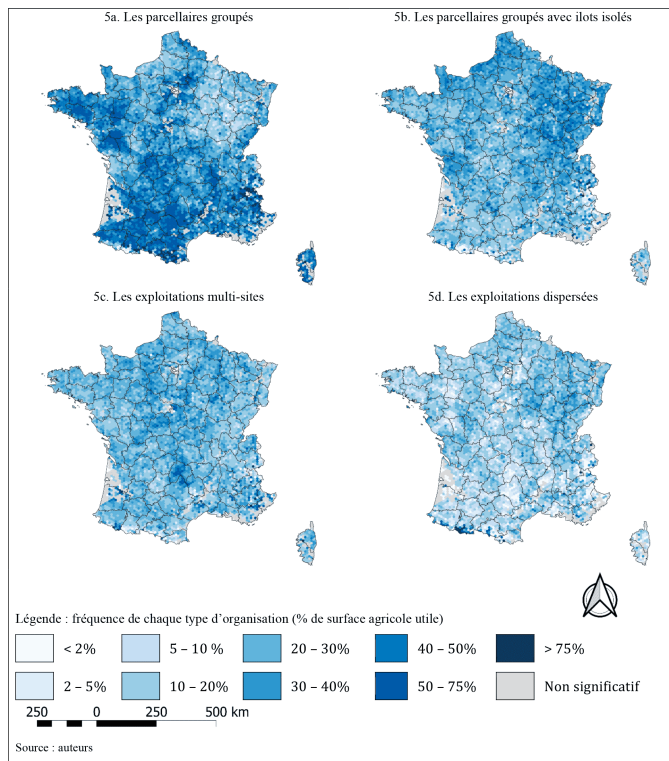


Figure 5 : Distribution spatiale des 4 grands types d'organisation des parcellaires agricoles (fréquence de surface agricole utile)



Les parcellaires groupés avec îlots isolés

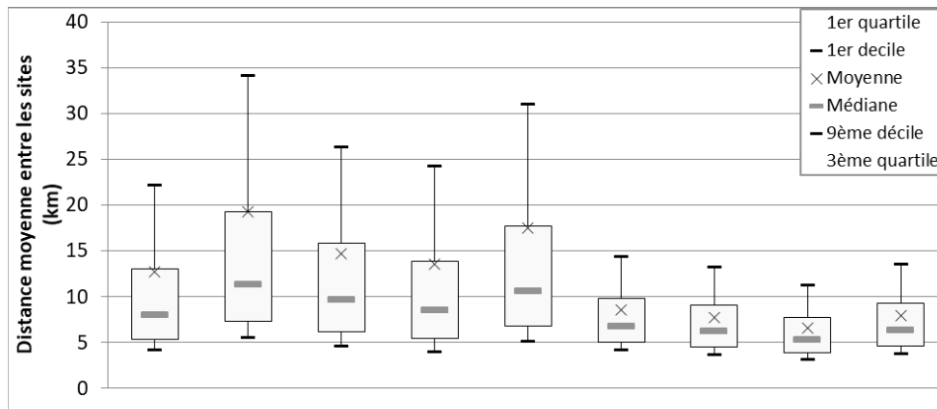
- 34 Ce type d'exploitation regroupe les exploitations avec un parcellaire groupé complété d'îlots périphériques (figure 2), indépendamment de leur nombre (pouvant varier de 1 à 7) et de leur surface. La figure 3b présente un exemple d'organisation de parcellaires agricoles selon un parcellaire groupé avec un ou plusieurs îlots ou groupes d'îlots isolés.
- 35 À l'échelle du territoire français, les exploitations de ce type représentent 18 % des exploitations et utilisent 26 % de la surface agricole utile. Elles sont sensiblement plus grandes que les exploitations à parcellaire groupé, avec une surface agricole utile médiane supérieure à 90 ha et organisées pour 54 % d'entre elles en formes sociétaires. Ces formes d'organisation se retrouvent particulièrement dans les grandes zones céréalières où les formes groupées citées dans le paragraphe précédent sont absentes : la Limagne, les Charentes, La Normandie (y compris dans les régions laitières du bocage normand) et surtout dans un large quart Nord-Est où ces formes d'organisation représentent près de 35 % des exploitations dans la Marne, la Haute Marne, la Côte d'Or et les Vosges.
- 36 Inversement, ce type d'organisation se retrouve très peu dans les régions céréalières du quart Sud-Ouest de la France en particulier dans l'Aude, le Lot et Garonne, le Gers et le Tarn avec moins de 10 % des exploitations configurées de cette manière.

Les exploitations multi-sites

- 37 Selon le degré d'inertie observé, c'est-à-dire le niveau d'éparpillement des îlots au sein de chaque site (figure 2), les exploitations sont classées de type *multi-sites groupés* (figure 3c) lorsque les îlots de chaque groupe sont spatialement regroupés et forment en ensemble compact, ou de type *multi-sites dispersés* (figure 3d) lorsque chaque groupe d'îlots possède lui-même une certaine inertie (à savoir que les îlots d'un même site sont spatialement dispersés mais il reste possible de discriminer clairement chaque site de l'exploitation).
- 38 Plus de la moitié des exploitations multi-sites sont organisées en seulement 2 sites (58 % des exploitations). Les formes dispersées sur 4 sites ou plus ne concernent que 12 % des exploitations multi-sites. Dans ces types d'organisation, les groupes d'îlots sont significativement éloignés les uns des autres, la distance entre groupes d'îlots pouvant varier de quelques kilomètres à plusieurs dizaines voire centaines de kilomètres.
- 39 Ce type d'organisation concerne environ 17 % des exploitations françaises (équ réparties selon les formes multi-sites groupés et multi-sites dispersés), globalement plus grandes que la moyenne des exploitations avec une superficie médiane comparable à celles des exploitations à parcellaires groupés ayant quelques îlots isolés (figure 4). Ces exploitations utilisent près de 24 % de la surface totale. Les formes sociétaires dominent ce type d'organisation. Bien qu'il apparaisse que les exploitations multi-sites dispersés soient plus grandes que les exploitations multi-sites groupés, nous observons une diversité de situations au sein du groupe indépendamment de la distinction multi-sites groupés / multi-sites dispersés et du nombre de sites identifiés dans les exploitations.

- 40 Par ailleurs, on observe que les distances moyennes⁵ entre sites des exploitations multi-sites regroupés sont plus élevées que celles des exploitations multi-sites dispersés. En effet, les distances moyennes entre sites d'exploitations multi-sites groupés sont de 2/3 supérieures à celles des sites d'exploitations multi-sites dispersés (observations réalisées sur la médiane). Le nombre de sites influe peu sur ces observations. De plus, on observe plus de variabilité pour les exploitations multi-sites groupés que pour les multi-sites dispersés. Près de 600 exploitations multi-sites groupés ont des distances moyennes entre sites supérieures à 80 km (plus de 75 % d'entre elles ont seulement 2 sites) alors qu'il n'y a que 12 exploitations multi-sites dispersés dont la distance moyenne entre sites est supérieure à 80 km. On observe enfin que plus les exploitations ont un nombre élevé de sites, plus la distance moyenne entre sites diminue (11,3 km pour les exploitations ayant 2 sites, 9,7 km pour les exploitations ayant 3 sites et 8,5 km pour les exploitations ayant 4 sites ou plus, observations faites sur les médianes de l'ensemble des exploitations multi-sites).
- 41 Les exploitations multi-sites sont conduites à quasi parité par des exploitations individuelles (48 %) et par des formes sociétaires (52 %). Les exploitations individuelles sont plus représentées dans les exploitations multi-sites groupés (53 %) que dans les exploitations multi-sites dispersés (43 %).

Figure 6 : Distances entre les sites des exploitations multi-sites selon le nombre total de sites



	Toutes les exploitations multi-sites	Exploitations multi-sites regroupés				Exploitations multi-sites dispersés			
		Composées de 2 sites	Composées de 3 sites	Composées de 4 sites et plus	Toutes	Composées de 2 sites	Composées de 3 sites	Composées de 4 sites et plus	Toutes
Effectif (nb EA)	59 786	19 289	7 953	2 550	29 971	13 290	9 858	4 847	29 995

- 42 Les formes multi-sites des exploitations, qu'elles soient organisées selon des sites groupés ou dispersés, sont plus particulièrement localisées dans les plaines céréalières du Nord de la France ainsi que dans certaines zones d'élevage de montagne (Alpes, Cantal - figure 5c).

Les exploitations dispersées

- 43 Ce type d'exploitation regroupe les organisations spatiales présentant un degré de fragmentation et dispersion plus ou moins important mais ne pouvant être classées dans les trois catégories précédentes. Les parcellaires agricoles sont fragmentés (pas de groupes d'îlots spatialement nettement identifiables) et dispersés dans des rayons variables selon la distance maximale entre les îlots (figure 2). Ainsi, nous identifions des exploitations dispersées dans un rayon compris entre 2,5 et 5 km (figure 3e), dans un rayon compris entre 5 et 10 km (figure 3f) et des exploitations dispersées dans un rayon supérieur à 10 km (figure 3g).
- 44 Les exploitations dispersées représentent 8 % des exploitations mais utilisent 15.2 % de la surface française. Ce type d'organisation se retrouve dans toutes les régions de France, avec une fréquence légèrement plus importante dans un grand quart Nord-Est que dans le reste du territoire métropolitain. Ce type d'organisation est ponctuellement très présent dans le massif pyrénéen.
- 45 Ces exploitations sont sensiblement plus grandes que l'ensemble des exploitations avec une surface agricole médiane (119 ha) plus de deux fois supérieure à la médiane nationale (54 ha) (figure 4). Plus le rayon de dispersion des exploitations est élevé, plus la surface agricole utile des exploitations est importante (108 ha, 152 ha et 202 ha de médiane pour les exploitations dispersées dans un rayon respectif de 5 km, 10 et plus de 10 km). De plus, il est à noter que les exploitations dispersées dans un rayon de 5 km représentent 74 % des exploitations dispersées, contre seulement 22 % et 4 % pour les exploitations dispersées dans un rayon respectivement inférieur et supérieur à 10 km. Les exploitations dispersées sont généralement organisées sous forme sociétaire (62 %), en particulier les exploitations dispersées dans un rayon supérieur à 10 km pour lesquelles 76 % des exploitations sont sous forme sociétaire.

Discussion

L'organisation spatiale des parcellaires agricoles : conséquence de différentes stratégies d'agrandissement des exploitations agricoles ?

- 46 Si les politiques publiques françaises des années 1960 ont amorcé une profonde réorganisation et modernisation des activités agricoles, l'émergence de controverses autour de l'impact environnemental et paysager des grands plans d'aménagement (remembrements) dès les années 1990 a induit un désintérêt progressif des acteurs ruraux pour les opérations collectives d'organisation de l'espace (Pauchard *et al.*, 2016). Aussi nous semble-t-il intéressant de mettre en perspective les formes d'organisation avec différentes stratégies individuelles d'organisation des parcellaires agricoles (Courleux, 2013 ; Capitaine 2005) qui, bien que présentées de manière distincte ci-après, peuvent coexister ou se succéder au sein d'une même exploitation.
- 47 Les formes groupées de parcellaires témoignent d'une stratégie visant à disposer de surfaces groupées pour limiter les trajets pouvant impacter significativement le temps de travail sur l'exploitation (Morlon, Trouche, 2005a) : l'agrandissement des exploitations, s'il a lieu, se fait alors par rattachement d'îlots à proximité immédiate

des autres terres de l'exploitation agricole. L'agrandissement des exploitations à parcellaire groupé se retrouve alors limité par la disponibilité des parcelles alentours, d'où une surface agricole utile généralement plus faible pour ce type d'exploitation (majoritairement composé d'exploitations individuelles).

- 48 Par ailleurs, l'organisation des exploitations peut être remise en cause par l'évolution des activités des exploitations (évolution des productions ou de la main d'œuvre) mais aussi par certaines politiques publiques incitant les agriculteurs à faire évoluer leur stratégie foncière : Morlon et Trouche (2005a) mettent par exemple en lumière que l'instauration de surfaces gelées a amené certains agriculteurs, faute de surfaces disponibles à proximité, à rechercher des terres éloignées de leur centre d'activité pour préserver le potentiel productif des surfaces historiques de l'exploitation (en mettant en jachère ces surfaces éloignées). Typiquement, le modèle d'organisation que nous identifions de « parcellaires avec îlots isolés » peut résulter d'une stratégie d'agrandissement ponctuel via des parcelles éloignées particulièrement caractéristique des régions d'une large partie Nord de la France.
- 49 Les exploitations multi-sites peuvent résulter de plusieurs stratégies de fonctionnement ou d'agrandissement. Tout d'abord, ce type d'organisation peut résulter d'une stratégie d'agrandissement en blocs : les exploitations s'agrandissent par regroupement de plusieurs exploitations agricoles (Marie, 2009 ; Capitaine, 2005). La stratégie des exploitations agricoles est alors d'augmenter « rapidement » les surfaces cultivées permises par l'installation d'un ou plusieurs associés en particulier dans les grandes plaines céréalières du Nord de la France (la majorité de ce type d'exploitations sont des structures collectives de type GAEC). Mais ce type d'organisation peut également résulter de modes de fonctionnement très spécifiques de certaines activités d'élevage dites de transhumance : ces activités traditionnelles (Corbier, 2016) consistent à faire migrer pour la période estivale des troupeaux depuis les plaines où ils passent l'hiver jusqu'aux pâturages d'altitude pour en valoriser le fourrage estival. Ce type d'organisation et de fonctionnement se retrouvent particulièrement dans les zones de montagne (Massif Central, Alpes).
- 50 Enfin, les exploitations dispersées peuvent résulter d'une stratégie d'agrandissement continu par recherche permanente de nouvelles surfaces à cultiver. Cette stratégie conduit à l'apparition des très grandes structures décrites précédemment (plusieurs centaines d'hectares dans des structures généralement sous forme sociétaire). Ces exploitations sont motivées par une permanente « course à l'hectare », en partie favorisée par certaines politiques publiques, en particulier les aides couplées aux surfaces et par l'augmentation de la puissance des machines agricoles (Agreste, 2006 ; Guin-Lévêque, 1993 ; Vianey, 1998), entraînant ce que Blondeau qualifie de « dépeçage » de certaines exploitations viables au profit de plus grandes (Blondeau, 1996).

La notion de distance : le facteur clé à intégrer pour étudier l'organisation des chantiers dans les exploitations agricoles ?

- 51 La méthode proposée permet de caractériser certains modes d'organisation des parcellaires des exploitations agricoles se fondant sur la distance entre deux îlots culturels. Marie *et al.* (2009) précisent le rôle important des distances dans l'organisation des pratiques agricoles et interrogent de fait la pertinence d'utiliser un

indicateur de distance euclidienne (« à vol d'oiseau ») pour caractériser l'organisation spatiale des parcellaires agricoles. Or, si cette typologie éclaire les différentes organisations structurelles des exploitations agricoles françaises, elle serait à revisiter avec une entrée fonctionnelle dans l'organisation des activités à l'échelle des exploitations agricoles.

- 52 En effet, il aurait vraisemblablement été plus pertinent de mobiliser des indicateurs qui reflètent plus directement le travail en exploitation agricole. Mobiliser un indicateur de distance euclidienne ne permet pas de prendre en compte les obstacles naturels (forêts, cours d'eau) ou anthropiques (voies ferrées, zones urbaines) dans les calculs de distance comme pourraient le faire des indicateurs de distance métrique (« itinéraire ») facilement accessibles à partir d'outils cartographiques. Or, la définition d'un trajet / itinéraire « optimal » entre deux parcelles d'une même exploitation nécessite de connaître la nature des objets transportés. Morlon et Benoit (1990) mettent en avant leur importance pour aider au raisonnement des activités agricoles : la notion de distance ne sera pas considérée de la même façon selon qu'il s'agit de faire transiter plusieurs fois par jour des animaux (trajet généralement biquotidien : salle de traite – pâture) ou de réaliser des travaux des champs. De plus, la nature même du trajet est difficile à caractériser a priori car elle combine plusieurs paramètres dans la définition du trajet « optimal » : accessibilité (chemins, principaux axes routiers), matériel utilisé (véhicule léger, moissonneuse), horaire (trafic, nuisances sonores nocturnes en zones résidentielles). D'ailleurs, la notion de distance physique est souvent remplacée par la notion de temps de trajet, la rendant directement dépendante des objets (véhicule motorisé, animaux) et des conditions du déplacement (praticabilité et régularité du trajet). Or, pour utiliser la notion de temps de trajet, il semble essentiel d'intégrer dans le calcul du trajet des éléments relatifs à la localisation du bâti agricole (hangars, bâtiments d'élevage, etc.). Ces informations étant indisponibles dans le RPG, il semble difficile soit de reconstituer une information complète et fiable par appariement avec d'autres sources d'informations (BD TOPO, recensements agricoles) soit de reconstituer ces informations sur la base d'enquêtes en exploitation compte tenu du coût nécessaire à la réalisation d'enquêtes à des échelles régionales.
- 53 Par conséquent, si la notion de temps de trajet apparaît comme un élément incontournable dans l'organisation des parcellaires d'exploitations agricoles d'un point de vue fonctionnel, la distance euclidienne entre îlots d'une exploitation semble être l'indicateur le plus accessible pour caractériser l'organisation structurelle des parcellaires d'exploitations agricoles.

Des résultats mobilisables pour guider l'action de certains acteurs des territoires

- 54 Les résultats que nous avons obtenus mettent en avant une diversité d'organisations spatiales des exploitations agricoles à l'échelle nationale. La connaissance de cette diversité peut être un élément permettant d'outiller et de guider certains acteurs dans la mise en place d'actions dans les territoires dont les modalités ou la réussite dépendent en partie de l'emprise et de l'organisation spatiale des exploitations agricoles. À titre d'exemple, la préservation des ressources naturelles nécessite le plus souvent d'impulser des pratiques et des usages des territoires qui soient compatibles avec cet objectif. C'est le cas de la préservation des ressources en eau potable sur les

aires d'alimentation de captages (AAC), qui dépend non seulement des pratiques des agriculteurs dont le siège d'exploitation est localisé dans l'AAC mais aussi des pratiques des agriculteurs qui exploitent des îlots de parcelles sur l'AAC tout en ayant leur siège d'exploitation à l'extérieur (Durpoix *et al.*, 2017). Connaître la diversité des formes d'organisation spatiale des parcellaires d'exploitation dans une AAC et son territoire environnant peut aider un animateur d'AAC à évaluer le morcellement des territoires des exploitations impliquées dans la concertation mais aussi à tenir compte de ce facteur dans les changements de pratiques proposés aux exploitants (Barataud *et al.*, 2014). La connaissance de l'organisation des parcellaires des exploitations agricoles doit être complétée par d'autres travaux de caractérisation des activités agricoles (orientation technico-économique, travaux de typologie d'assolement, etc.). Elle est un élément supplémentaire pour décrire et comprendre l'organisation des activités agricoles dans les territoires, en vue d'outiller les acteurs des territoires ruraux dans leurs activités de développement, d'aménagement et de gestion du territoire.

Conclusion

- 55 Dans cet article nous présentons une méthode pour caractériser l'organisation spatiale des parcellaires agricoles. L'originalité de cette méthode est de produire un indicateur qualitatif simple sur l'organisation structurelle des parcellaires d'exploitations agricoles en croisant les outils de la statistique multivariée et de la géomatique. Nous mettons en évidence, à l'échelle des quelques 350 000 exploitations de France métropolitaine, quatre grands types d'organisation des parcellaires : les exploitations à parcellaire groupé, à parcellaire groupé avec quelques îlots isolés, les exploitations multi-sites et enfin les exploitations dispersées. Chacune de ces formes d'organisation est elle-même porteuse de diversité en son sein (multi-sites groupés / multi-sites dispersés). Ces types d'organisation sont inégalement répartis sur le territoire métropolitain : ils sont la conséquence de différentes stratégies d'évolution des territoires et des exploitations agricoles qui les composent (agrandissement par rachat de parcelles isolées ou d'exploitations complètes, fonctionnement par transhumance des troupeaux). Si cette typologie donne un aperçu à l'échelle nationale de la structure des parcellaires des exploitations agricoles, la notion de distance sur laquelle elle s'appuie pourrait être revisitée à des échelles plus locales pour inclure la dimension fonctionnelle des exploitations agricoles. Enfin, cette typologie complète les travaux de caractérisation des activités agricoles sur les territoires : elle est une ressource complémentaire pour documenter les territoires à enjeux (eau, biodiversité...) et guider l'action de certains acteurs du développement.

BIBLIOGRAPHIE

Agreste., 2006, "L'agrandissement va de pair avec l'essor des formes sociétaires", *Agreste Primeur*, No.181, 4.

- Alemu G. T., Berhanie Ayele Z., Abelieneh Berhanu A., 2017, "Effects of Land Fragmentation on Productivity in Northwestern Ethiopia", *Advances in Agriculture*, vol. 2017, 1-9.
- Aouadi N., Aubertot J. N., Caneill J., Munier-Jolain N., 2015, "Analyzing the impact of the farming context and environmental factors on cropping systems: A regional case study in Burgundy", *European Journal of Agronomy*, vol. 66, 21-29.
- Barataud F., Durpoix A., Mignolet C., 2014, "Broad analysis of French priority catchment areas: A step toward adaptation of the Water Framework Directive?", *Land Use Policy*, vol. 36, 427-440.
- Baudry J., Touvier M., Allès B., Péneau S., Méjean C., Galan P., et al., 2016, "Typology of eaters based on conventional and organic food consumption: results from the NutriNet-Santé cohort study", *British Journal of Nutrition*, vol. 116, No.04, 700-709.
- Benoît M., Rizzo D., Marraccini E., Moonen A. C., Galli M., Lardon S., et al., 2012, "Landscape agronomy: a new field for addressing agricultural landscape dynamics", *Landscape Ecology*, vol. 27, No.10, 1385-1394.
- Blondeau P., 1996, "L'agrandissement récent des exploitations agricoles dans la Sarthe", *Norois*, vol. 170, No.1, 375-393.
- Boinon J.-P., Goffette-Nagot F., 1992, "Stratégies foncières des agriculteurs dans quatre zones agricoles fragiles", *Économie rurale*, vol. 207, No.1, 2-6.
- 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 de L'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (AgroParisTech), 372 p.
- Butault J.-P., Delame N., 2005, "Concentration de la production agricole et croissance des exploitations", *Economie et statistique*, No.390, 47-64.
- 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*, No. spécial géoExpé.
- Capitaine M., 2005, Organisation des territoires des exploitations agricoles. Impact du recours à des collectifs d'action : la conduite de chantiers de récolte en CUMA. Nancy, Thèse de doctorat de INPL, 218 p.
- Chaouki I., Mouhir L., Fekhaoui M., Abidi A. E., Bellaouchou A., Morhit M. E., 2015, "Application de l'analyse en composantes principales (ACP) pour l'évaluation de la qualité des eaux usées industrielles de Salam Gaz – Skhirat", 10.
- Chukwukere Austin O., Chijindu Ulunma A., Sulaiman J., 2012, "Exploring the Link between Land Fragmentation and Agricultural Productivity", *International Journal of Agriculture and Forestry*, vol. 2, No.1, 30-34.
- Ciaian P., Guri F., Rajcaniova M., Drabik D., Paloma S. G. y., 2018, "Land fragmentation and production diversification: A case study from rural Albania", *Land Use Policy*, vol. 76, 589-599.
- Corbier M. (2016) "Interrogations actuelles sur la transhumance", *Mélanges de l'École française de Rome - Antiquité*.
- Del Corral J., Perez J. A., Roibas D., 2011, "The impact of land fragmentation on milk production", *Journal of Dairy Science*, vol. 94, No.1, 517-525.
- Courleux F., Fabre C., 2013, "La politique foncière agricole : atout ou contrainte pour la compétitivité de l'agriculture française ?", *Pour*, vol. 220, No.4, 175.

- Demetriou D., 2014, "Land Fragmentation", 11-37 in: *The Development of an Integrated Planning and Decision Support System (IPDSS) for Land Consolidation*. Cham, Springer International Publishing. http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-02347-2_2
- Di Falco S., Penov I., Aleksiev A., van Rensburg T. M., 2010, "Agrobiodiversity, farm profits and land fragmentation: Evidence from Bulgaria", *Land Use Policy*, vol. 27, No.3, 763-771.
- Durpoix A., Puech T., Barataud F., Mignolet C., 2017, "Reconstituer des parcellaires agricoles par rapprochement de données sur les caractéristiques des exploitations agricoles à partir du RPG (registre parcellaire graphique) pour différentes applications", *Le Cahier des Techniques de l'INRA*, No.92, 14.
- Francart C., Pivot J.-M., 1998, "Incidences de la structure parcellaire sur le fonctionnement des exploitations agricoles en région de bocage", *Ingénieries - EAT*, vol. 14, 41-54.
- Frejefond E., Zimmer D., Vaquié P., Lagoutte M., 1996, "Le drainage agricole après la réforme de la PAC", *La Houille Blanche*, No.8, 35-39.
- Gambette P., 2014, "Classification supervisée et non supervisée. Ingénierie Linguistique", <http://igm.univ-mlv.fr/~gambette/EnsInfoling/CM3-2014.pdf>
- Gouin-Lévêque P., 1993, "L'accès à la terre et la formation des agriculteurs dans le Perche ornais", *Noréis*, vol. 159, No.1, 431-442.
- Hilal M., Barczak A., Tourneux F.-P., Schaeffer Y., Houdart M., Cremer-Schulte D., 2011, "Typologie des campagnes françaises et des espaces à enjeux spécifiques (littoral, montagne et DOM)", <https://halshs.archives-ouvertes.fr/hal-00911232/>
- Janin J.-L., 1996, "L'irrigation en France depuis 1988", *La Houille Blanche*, No.8, 27-34.
- Januszewski J., 1968, "Index of land consolidation as a criterion of the degree of concentration", *Geographia Polonica*, No.14, 291-296.
- Jepsen M. R., Kuemmerle T., Müller D., Erb K., Verburg P. H., Haberl H., et al., 2015, "Transitions in European land-management regimes between 1800 and 2010", *Land Use Policy*, vol. 49, 53-64.
- Kawasaki K., 2010, "The costs and benefits of land fragmentation of rice farms in Japan*: The costs and benefits of land fragmentation", *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, vol. 54, No.4, 509-526.
- Kay S., de Laroche E., 2007, "Status of the Implementation of LPIS in the EU Member States", 41-48 in: Toulouse.
- Latruffe L., Piet L., 2014, "Does land fragmentation affect farm performance? A case study from Brittany, France", *Agricultural Systems*, vol. 129, 68-80.
- Manjunatha A. V., Anik A. R., Speelman S., Nuppenau E. A., 2013, "Impact of land fragmentation, farm size, land ownership and crop diversity on profit and efficiency of irrigated farms in India", *Land Use Policy*, vol. 31, 397-405.
- Marie M., 2009, Des pratiques des agriculteurs à la production de paysage de bocage. Etude comparée des dynamiques et des logiques d'organisation spatiale des systèmes agricoles laitiers en Europe (Basse Normandie, Galice, Sud de l'Angleterre). Thèse de doctorat de l'université de Caen.
- Marie M., Bensaid A., Delahaye D., 2009, "Le rôle de la distance dans l'organisation des pratiques et des paysages agricoles : l'exemple du fonctionnement des exploitations laitières dans l'arc atlantique", *Cybergeo*. <http://journals.openedition.org/cybergeo/22366>

- Mignolet C., Schott C., Benoît M., 2007, "Spatial dynamics of farming practices in the Seine basin: Methods for agronomic approaches on a regional scale", *Science of The Total Environment*, vol. 375, No.1-3, 13-32.
- Morlon P., Benoit M., 1990, "Étude méthodologique d'un parcellaire d'exploitation agricole en tant que système", *Agronomie*, No.6, 499-508.
- Morlon P., Trouche G., 2005a, "Nouveaux enjeux de la logistique dans les exploitations de grande culture. L'organisation spatiale des chantiers, une question dépassée ?", *Cahiers Agricultures*, vol. 14, No.3, 233-239.
- Morlon P., Trouche G., 2005b, "Nouveaux enjeux de la logistique dans les exploitations de grande culture. II. L'organisation spatiale des assolements : exemples et questions", *Cahiers Agricultures*, vol. 14, No.3, 305-311.
- Parikh A., Shah K., 1994, "Measurement of technical efficiency in the north-west frontier province of pakistan", *Journal of Agricultural Economics*, vol. 45, No.1, 132-138.
- Pauchard L., Madeline P., Marie M., 2016, "L'échange parcellaire : une nouvelle étape dans l'aménagement foncier de l'Ouest français", *Norois*, No.240. <http://norois.revues.org/5928>
- Piet L., Cariou S., 2013, "Le morcellement des exploitations agricoles françaises en 2007", *Working paper SMART - LERENCO*, No.13-05.
- Pluvinaige J., 2015, "L'exploitation agricole, entre famille et entreprise : 60 ans de débats et d'itinéraire de recherche personnel", 25 in : P. Gasselin, J.-P. Choisis, S. Petit, F. Purseigle, & S. Zasser (Éd.), *L'agriculture en famille : travailler, réinventer, transmettre*. EDP Sciences. <https://www.edp-open.org/books/edp-open-books/289-lagriculture-en-famille-travailler-reinventer-transmettre>
- Preux T., Delahaye D., Marie M., 2014, "Intérêts et limites de l'usage du registre parcellaire graphique pour l'étude du processus d'agrandissement des exploitations agricoles. Exemple de la mise en place d'un suivi à haute fréquence en Basse-Normandie", in : *Actes du colloque « Le foncier agricole : usages, tensions, régulations »*. SFER- ENS Lyon.
- Puech T., Schott C., Mignolet C., 2018, Evolution des bases de données pour caractériser les dynamiques des systèmes de culture sur le bassin Seine-Normandie. Volume 1/7 : Evolution des bases de données pour caractériser les dynamiques des systèmes de culture sur le bassin Seine-Normandie. INRA.
- Rahman S., Rahman M., 2009, "Impact of land fragmentation and resource ownership on productivity and efficiency: The case of rice producers in Bangladesh", *Land Use Policy*, vol. 26, No. 1, 95-103.
- Renard M., 1972, "Recherches méthodologiques sur le degré d'émiettement parcellaire des exploitations agricoles des bocages de l'ouest", *Bulletin de l'Association de géographes français*, vol. 49, No.397, 83-94.
- Reuben M. J. K., Japhet J. K., Agnes S., Felix K., Anna S., Winfred M., 2017, "Land fragmentation, agricultural productivity and implications for agricultural investments in the Southern Agricultural Growth Corridor of Tanzania (SAGCOT) region, Tanzania", *Journal of Development and Agricultural Economics*, vol. 9, No.2, 26-36.
- Sanders L., 1989, *L'analyse des données appliquée à la géographie*. Montpellier, 268 p .
- Simmons A. J., 1964, "An index of farm structure, with a Nottinghamshire example", *East Midlands Geographer*, No.3, 255-261.

- Tan S., Heerink N., Kuyvenhoven A., Qu F., 2010, "Impact of land fragmentation on rice producers' technical efficiency in South-East China", *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, vol. 57, No.2, 117-123.
- 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", *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 101, No.1, 53-72.
- Tufféry S., 2010, *Data mining et statistique décisionnelle (nouvelle édition - revue et augmentée)*. France.
- Van Hung P., MacAulay T. G., Marsh S. P., 2007, "The economics of land fragmentation in the north of Vietnam", *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, vol. 51, No.2, 195-211.
- Vianey G., 1998, "Agrandissement des exploitations et difficultés d'installation", *Ruralia*, vol. 03 | 1998, 19.
- Wan G. H., Cheng E., 2001, "Effects of land fragmentation and returns to scale in the Chinese farming sector", *Applied Economics*, vol. 33, No.2, 183-194.
- Ward J. H., 1963, "Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function", *Journal of the American Statistical Association*, vol. 58, No.301, 236-244.

NOTES

1. Via notamment des mécanismes de préemption des terres.
2. Blocs de parcelles contiguës gérés par la même exploitation agricole (Durpoix *et al.*, 2017).
3. À titre indicatif, la règle 1 est la règle la plus couramment utilisée (63% des situations), elle est suivie de la règle 5 (21,5% des situations). Les règles 4, 3 et 2 sont respectivement utilisées pour segmenter 6,7, 3,9 et 3,5% des situations. La règle 6 est la moins utilisée (1,4% des cas).
4. Les seuils du rapport de dispersion retenus (0,1 et 0,3) ont été déterminés de manière empirique sur la base de notre expérience dans l'usage du jeu de données. Sans que cela ne constitue une validation du choix de ces seuils, nous observons qu'environ 1/3 des exploitations agricoles ont un rapport d'inertie inférieur à 0,1 (29 795 exploitations), un autre tiers ont un rapport compris entre 0,1 et 0,3 (29 995 exploitations), le restant des exploitations ayant un rapport d'inertie supérieur à 0,3 (29 511 exploitations) sont traitées dans le quatrième niveau (les parcellaires dispersés).
5. Au sein d'une exploitation comprenant n sites, la distance moyenne entre les sites est calculée telle que $d_{moy} = \frac{\sum_i \sum_j d(i,j)_{i \neq j}}{n(n-1)}$ avec $d(i,j)$ la distance entre les groupes d'îlots i et j.

RÉSUMÉS

Lors de ces cinquante dernières années, les exploitations agricoles ont connu de profondes mutations : spécialisation, réduction de la main d'œuvre agricole, mécanisation croissante. Ces transformations ont entraîné leur agrandissement et une montée croissante des problématiques d'organisation du travail en lien avec l'augmentation des distances à parcourir. Sur de petits

territoires, l'organisation spatiale des parcellaires agricoles est généralement caractérisée par des indicateurs simples et explicites ("groupée", "polarisée", etc.). À l'échelle de territoires régionaux, la caractérisation des formes parcellaires mobilise des indicateurs complexes et généralement peu explicites.

L'objectif de cet article est de proposer une méthode originale pour caractériser à l'échelle de grands territoires une classification de l'organisation spatiale des parcellaires agricoles à partir d'un indicateur simple. À partir des données nationales du Registre Parcellaire Graphique, la méthode est basée sur la combinaison de méthodes de classification supervisée et non supervisée sans recours à des hypothèses sur la localisation d'un siège d'exploitation. Pour ce faire, nous proposons une combinaison de deux facteurs clés dans l'organisation des parcellaires d'exploitations agricoles : la surface des îlots et la distance "à vol d'oiseau" séparant chaque îlot des exploitations agricoles. Cette méthode a été développée sur plus de 350 000 exploitations agricoles françaises dont les parcellaires sont décrits via un indicateur qualitatif simple. Elle met en évidence 4 grands types d'organisation spatiale : les parcellaires groupés, les parcellaires avec des îlots isolés, les parcellaires multi-sites et les parcellaires dispersés. Cette méthode peut être remobilisée pour outiller et guider l'action de certains acteurs des territoires.

Over the last fifty years, farms have undergone profound changes: specialisation, reduction of the agricultural workforce, increasing mechanisation. These transformations have led to their expansion and an increasing increase in the problems of work organisation in connection with the increase in the distances to be covered. On small territories, the spatial organisation of plots on farms is generally characterised by simple and explicit indicators ("grouped", "polarised", etc.). On the scale of regional territories, their characterisation mobilises complex and generally not very explicit indicators.

The objective of this paper is to propose an original method to characterise, on the scale of large territories, the spatial organisation of plots on farms using a simple indicator. Using national data from the French Land Parcel Identification System, the method is based on a combination of supervised and unsupervised classification methods without resorting to assumptions about the location of farm headquarters. To do this, we propose a combination of two key factors in the organisation of plots on farms: the surface area of each plot and the distance "as the crow flies" separating each plot of the farms. This method has been developed on more than 350,000 French farms whose spatial organisations are described using a simple qualitative indicator. It highlights 4 main types of spatial organisation of plots on farms: grouped plots farms, farms with isolated plots, multi-site farms and scattered plots farms. This method can be reused to provide tools and guide the actions of certain territorial stakeholders.

En los últimos cincuenta años, las explotaciones agrícolas han experimentado profundos cambios: especialización, reducción en la mano de obra agrícola, aumento de mecanización. Estas transformaciones han implicado su crecimiento y, además, un incremento de problemas en la organización del trabajo, debido al aumento de las distancias a cubrir. En territorios pequeños, la organización espacial de parcelas agrícolas se caracteriza generalmente por indicadores simples y explícitos ("agrupados", "polarizados", etc.). A escala regional la caracterización en las formas de parcelas involucra la puesta en marcha de indicadores complejos y generalmente poco explícitos.

El objetivo de este artículo es proponer un método original para caracterizar a escala de grandes territorios, una clasificación de la organización espacial de las parcelas agrícolas a partir de un indicador simple. Por medio de los datos nacionales del Registro Gráfico de Parcelas, el método propone combinar procesos de clasificación supervisada y no supervisada, sin recurrir a la hipótesis de localización de construcciones principales de la explotación. Para lo anterior, proponemos una combinación de dos factores clave en la organización de parcelas de explotaciones agrícolas: la superficie de las manzanas y la distancia "a vuelo de pájaro" que

separa cada una de ellas de las explotaciones agrícolas. Este método se aplicó en más de 350.000 granjas francesas, cuyas parcelas se describen mediante un simple indicador cualitativo. Tal proceso, permite distinguir 4 tipos amplios de organización espacial: parcelas agrupadas, parcelas con manzanas aisladas, parcelas de sitios múltiples y parcelas dispersas. Este método puede convertirse en una herramienta para guiar la acción de ciertos actores en el territorio.

INDEX

Mots-clés : analyse spatiale, exploitation agricole, classification, modélisation spatiale, France

Keywords : spatial analysis, farm, classification, spatial modelling, France

Palabras claves : análisis espacial, explotación agrícola, clasificación, modelización espacial, Francia

geographyun 908, 926, 250

AUTEURS

THOMAS PUECH

INRAE, UR055, 662 avenue Louis Buffet, 88500 Mirecourt, France
thomas.puech@inrae.fr

AMANDINE DURPOIX

INRAE, UR055, 662 avenue Louis Buffet, 88500 Mirecourt, France
amandine.durpoix@inrae.fr

FABIENNE BARATAUD

INRAE, UR055, 662 avenue Louis Buffet, 88500 Mirecourt, France
fabienne.barataud@inrae.fr

CATHERINE MIGNOLET

INRAE, UR055, 662 avenue Louis Buffet, 88500 Mirecourt, France
catherine.mignolet@inrae.fr