



HAL
open science

Caractérisation spatiale multiscalaire des agricultures contribuant à l’approvisionnement alimentaire de proximité

Esther Sanz Sanz, Claude Napoleone, Michel Moulery

► **To cite this version:**

Esther Sanz Sanz, Claude Napoleone, Michel Moulery. Caractérisation spatiale multiscalaire des agricultures contribuant à l’approvisionnement alimentaire de proximité. Conférence Spatial Analysis and GEomatics (SAGEO) 2023, Centre de Recherche en Données et Intelligence Géospatiales de l’Université Laval (Canada), Jun 2023, Quebec, Canada. hal-04145490

HAL Id: hal-04145490

<https://hal.science/hal-04145490v1>

Submitted on 4 Aug 2023

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.

Caractérisation spatiale multiscalaire des agricultures contribuant à l’approvisionnement alimentaire de proximité.

Propositions méthodologiques pour l’accompagnement de l’action publique de planification alimentaire

Esther Sanz Sanz¹, Claude Napoléone¹, Michel Mouléry¹

1. Institut National de Recherche pour l’Agriculture, l’Alimentation et l’Environnement (INRAE), UR Ecodéveloppement, Avignon (France)
esther.sanz-sanz@inrae.fr

RESUME. Cette communication présente nos travaux des dix dernières années en modélisation de données spatiales et temporelles, dont le but est l’analyse et la représentation de la territorialisation des systèmes alimentaires. Concrètement, nous avons caractérisé la forme et la localisation des agricultures contribuant à l’approvisionnement alimentaire de proximité, à deux échelles de l’action publique : la ville et le bassin d’approvisionnement (ou foodshed). En mobilisant les cadres théoriques des relations agriculture/ville/alimentation, ces travaux ont été l’occasion de concevoir et développer des méthodes d’analyses originales (quantitatives, spatialisées et multiscalaires) de la géographie des espaces agricoles fonctionnellement liés à la ville. Notre cheminement s’est déroulé en trois étapes : 1) confirmation de l’existence de signatures spatiales spécifiques aux agricultures liées à la ville ; 2) développement et stabilisation de la méthodologie d’analyse, au travers de démarches de recherche-action ; et 3) mesure et spatialisation du bassin d’approvisionnement alimentaire. Au-delà des innovations méthodologiques, ces démarches ont pour vocation de venir en appui aux actions publiques concernant d’une part, les usages des sols et l’aménagement du territoire, et d’autre part la planification alimentaire ; notamment les initiatives permettant d’augmenter la part des produits de proximité dans l’approvisionnement des cantines scolaires.

ABSTRACT. This paper presents our work over the last ten years in spatial and temporal data modelling to analyse and represent the territorialisation of food systems. Specifically, we have characterised the form and location of agriculture contributing to local food supply, at two scales of public action: the city and the foodshed. By mobilising the theoretical frameworks of the agriculture/city/food relations, this work was an opportunity to design and develop quantitative, spatialised and multiscalar analysis methods of the geography of agricultural spaces functionally linked to the city, in a three-stage process: 1) confirmation of the existence of specific spatial signatures of agricultures linked to the city; 2) development and stabilisation of the analysis methodology, through action-research approaches; and 3) measurement and spatialisation in the concept of the foodshed. In addition to methodological innovations, these approaches are intended to support public actions concerning land use and spatial planning on the one hand, and food planning on the other; in particular, initiatives to increase the share of local products in school canteen supplies.

MOTS-CLES : géographie de l’alimentation, systèmes alimentaires territorialisés, proximité, méthodologie, modélisation, action publique, planification

KEYWORDS: geography of food, territorialized food systems, proximity, methodology, modeling, public action, planning

1. Introduction

L'approvisionnement alimentaire de proximité revêt la caractéristique d'un système complexe confronté à des défis interdépendants pour fournir une alimentation accessible, saine, respectueuse de l'environnement et durable (HLPE, 2017). Notamment, après la crise sanitaire COVID et l'actuelle crise ukrainienne, il y a un enjeu social à expliciter le lien entre les besoins alimentaires et la disponibilité de l'offre de proximité (IPES-Food, 2020). Or, cet enjeu fait écho à une controverse scientifique sur la capacité de l'approvisionnement de proximité à répondre de manière durable à la demande de proximité (Kinnunen et al., 2020). En suivant Moustier et al. (2023), nous définissons la proximité dans un mix entre distance et organisation de la chaîne de distribution. Il s'agit d'une offre alimentaire issue de l'agriculture périurbaine et rurale locale, avec un ou deux intermédiaires entre les agriculteurs et les consommateurs.

Dans ce cadre, l'agriculture de proximité tend à se doter d'une valeur stratégique et mobilise des travaux originaux dans l'urbanisme et la recherche. La question est d'identifier quels systèmes agricoles sont les plus aptes à être intégrés dans la planification urbaine et comment les caractériser empiriquement. Or, si les outils d'urbanisme basés sur le zonage d'occupation du sol (PLU et SCoT) peuvent être utilisés pour protéger une superficie agricole, ils tiennent difficilement compte des spécificités de l'agriculture en tant qu'activité économique évolutive. Par ailleurs, au niveau des cadres théoriques et méthodologiques disponibles dans le corpus de connaissances académiques, ils permettent mal de considérer les espaces agricoles comme composante du système urbain (Vidal and Fleury, 2009). En effet, il s'agit de délimiter et caractériser les espaces des agricultures contribuant à l'approvisionnement de proximité. Or, les modèles centre-périphérie canoniques à la Von Thünen (1826) ou issus de la nouvelle économie urbaine (Alonso, 1964; Mills, 1972; Muth, 1969) permettent mal de représenter la complexité spatiale des formes d'agricultures de proximité. Qui de plus est, cette caractérisation est confrontée à un enjeu social d'opérationnalité des formes de représentation pour la pratique de l'urbanisme et de la planification alimentaire (*food planning*).

Pour aborder ce double enjeu académique et social, nous avons développé une démarche « de la fourche à la fourchette » combinant une approche empirique participative à une approche cartographique et modélisatrice. La question de recherche est : quels sont les déterminants socio-spatiaux des géographies du nexus agriculture/alimentation/villes ? Nos travaux s'inscrivent dans trois champs de la géographie quantitative et humaine : 1/ la nouvelle géographie de la sécurité alimentaire focalisée sur la relation entre les dynamiques socio-spatiales des systèmes de production agricole et la durabilité des systèmes alimentaires urbains (Schreiber et al., 2021; Sonnino, 2016); 2/ la planification alimentaire (*food planning*) visant à apporter des connaissances utiles à l'urbanisme opérationnel pour des systèmes alimentaires sains et durables (Brinkley, 2013; Viljoen and Wiskerke, 2012) et 3/ les sciences du changement des usages du sol (*Land Use Change Sciences*) pour caractériser les dynamiques de changement socio-spatiaux et leurs déterminants, dans une visée modélisatrice spatiale et multiscalaire, notamment en relation avec la sécurité alimentaire (Erb et al., 2016; Verburg et al., 2013). Formellement, nos travaux cherchent à analyser la géographie des espaces agricoles fonctionnellement liés à la ville, dans un cheminement en trois étapes : 1) valider empiriquement l'hypothèse de signatures spatiales des agricultures liées à la ville (Poggi et al., 2021) ; 2) en stabiliser une méthodologie d'analyse (déclaration d'invention) au travers de démarches de recherche-action (observation participante, entretiens, focus groups, ateliers prospectifs) permettant de faciliter des processus collectifs de décision au sein du *living lab* d'Avignon ; et 3) cristalliser les résultats dans le concept de bassin d'approvisionnement alimentaire (*foodshed*).

Nous présenterons, dans cette communication, les cadres d'analyse quantitatifs, spatialisés et multiscalaires permettant de caractériser la forme et localisation des agricultures contribuant à l'approvisionnement de proximité. Dans une visée modélisatrice et d'accompagnement de l'action publique de planification alimentaire, nous le ferons à deux échelles déterminant la dynamique des systèmes alimentaires territorialisées : la ville, en nous focalisant sur l'espace périurbain et le bassin d'approvisionnement alimentaire des villes (ou *foodshed*). Nous illustrerons nos propositions méthodologiques par une analyse empirique des relations dynamiques entre aires de production agricoles et aires de consommation, dans la région d'Avignon/Vaucluse (France).

2. Caractérisation spatiale multi-échelle des agricultures contribuant à l’approvisionnement de proximité

2.1. L’échelle de la ville

2.1.1. Contexte et objectifs

En reprenant Sanz Sanz (2016), il est possible de développer une méthodologie pour caractériser spatialement les agricultures périurbaines en lien fonctionnel avec la ville, c’est-à-dire susceptibles d’approvisionner les systèmes alimentaires territorialisés (i.e. forme émergente alternative au systèmes agro-alimentaire mondialisé, qui a pour but d’inventer/valoriser des modèles de production et de consommation plus respectueux de l’environnement qui valorisent les produits locaux dans des filières de proximité ; Rastoin, 2015). Il s’agit de conceptualiser, dans une approche systémique, les déterminants de la forme et de la nature de l’agriculture périurbaine au sein d’un système agri-urbain (FIGURE 1) dont nous proposons un cadre conceptuel sous l’angle du paradigme post-productiviste de la multifonctionnalité agricole (Véron, 2003). L’hypothèse étant que les forces motrices de l’agriculture périurbaine se traduisent dans le paysage selon une triple dimension (Piorr, 2003) : a) la structure du paysage (i.e. morphologie des zones agricoles et urbaines) ; b) le fonctionnement du paysage (i.e. dimension socio-économique des activités agricoles) ; et c) la gestion et la régulation du paysage (i.e. politiques influant sur l’usage du sol). Il est alors possible de reprendre la démarche du géo-agronome Deffontaines (Deffontaines, 1999 ; Deffontaines et al., 1995 ; Deffontaines and Thinon, 2006), qui consiste à rechercher dans le territoire des espaces de relative homogénéité d’utilisation agricole, en se basant sur l’hypothèse qu’à chaque type d’agriculture (pratiques et stratégies) correspond une combinaison des formes visibles dont l’arrangement est identifiable dans l’espace.

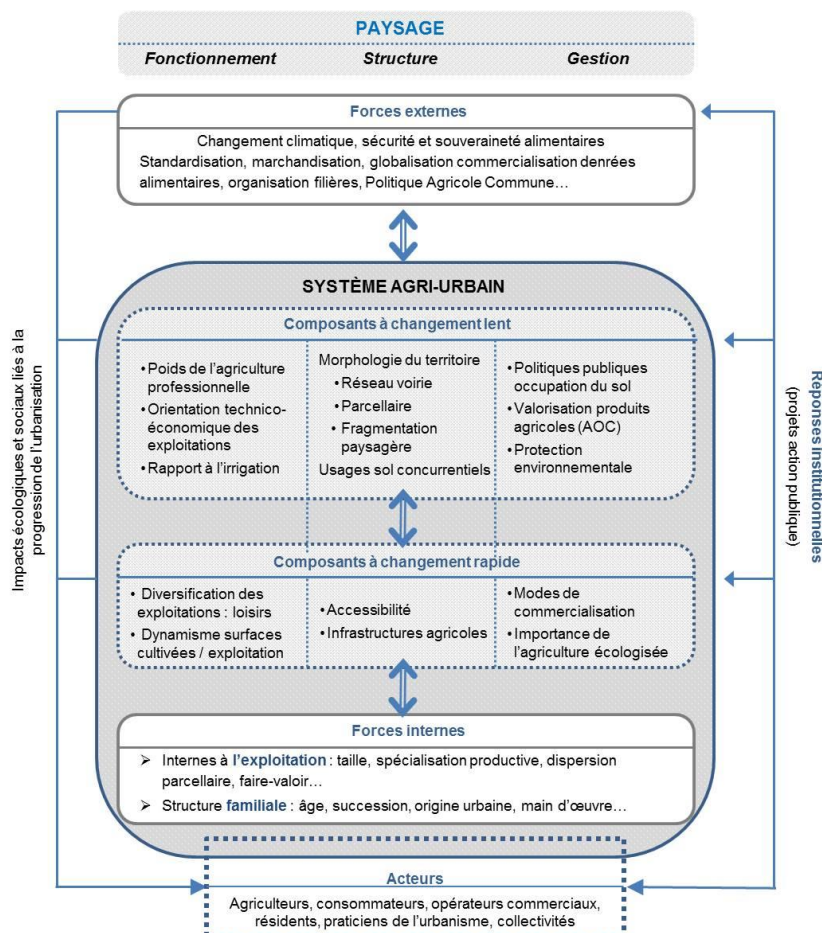


FIGURE 1. Cadre théorique des relation agriculture/ville/alimentation et modèle conceptuel des forces internes et externes façonnant les composants du système agri-urbain. Source : Sanz Sanz, 2016

2.1.2. Méthodologie

A partir de ces deux approches, nous proposons une méthodologie quantifiée permettant de délimiter et caractériser des zones de « relative égale apparence » : les Unités Spatiales d’Agriculture Périurbaine (USAPU).

Les USAPU sont des entités spatiales donnant à lire l'agriculture périurbaine, de tailles supérieures à la parcelle, homogènes en termes d'usages et d'aménagements agricoles et urbains et définies statistiquement (Sanz Sanz et al., 2017a, 2017b, 2016). La finalité est de confirmer empiriquement l'hypothèse d'une **signature spatiale** des agricultures (Poggi et al., 2021), c'est-à-dire des arrangements visibles et identifiables dans l'espace qu'il est possible d'associer aux systèmes productifs. Par exemple, schématiquement, l'horticulture sous abri se développe plutôt sur un parcellaire morcelé aux interstices du tissu périurbain, tandis que les agricultures de filières longues se développent sur un parcellaire régulier et grand, au sein d'un paysage homogène.

La méthodologie de construction des USAPU se développe en quatre phases, à différentes échelles d'analyse emboîtées :

1) Tout d'abord, délimiter et caractériser les USAPU à partir d'une analyse spatialisée, compréhensive et exhaustive d'un site d'étude (dans notre cas l'agglomération d'Avignon) à l'échelle de la parcelle, de l'exploitation et du territoire, et aux moyens d'enquêtes, de la lecture du paysage in situ, de la photo-interprétation et de l'analyse diachronique de l'usage du sol par télédétection.

2) La deuxième étape consiste à traduire les critères définissant les USAPU en variables (n=75) pouvant faire l'objet d'une analyse statistique permettant de caractériser les USAPU selon leur sensibilité à l'influence urbaine (entre autres, analyses factorielles multidimensionnelles de type Analyses en Composantes Multiples, ACM). La robustesse de la méthode est testée sur un cas d'étude contrasté (dans notre cas, Madrid) sans recourir à des enquêtes de terrain approfondies.

3) Troisièmement, pour monter en généralité, nous avons développé un modèle probabiliste multivarié (de type Dirichlet) qui réinterprète les résultats des USAPU dans chaque cas d'étude (7 communes) afin d'estimer leur distribution à une échelle supérieure (le département, 144 communes), sur la base d'un faible nombre de variables (une dizaine) déterminant la majeure part de la variance et simples d'accès (présentes dans les recensements nationaux). Le modèle s'est montré pertinent dans les deux cas d'étude différenciés (le Vaucluse et 4 régions agricoles autour de Madrid).

4) Enfin, nous faisons une classification des communes selon la distribution des USAPU en renvoyant à des éléments actionnables dans l'urbanisme opérationnel et qui ouvrent des perspectives d'action publique complémentaire aux plans locaux d'urbanisme actuels (par exemple, sur la structuration des filières).

2.1.3. Résultats

Nous avons caractérisé et cartographié la signature spatiale des agricultures contribuant à l'approvisionnement alimentaire en identifiant les systèmes à vocation alimentaire et en discriminant, en leur sein, ceux orientés vers les marchés de proximité et ceux dédiés à l'exportation (Sanz Sanz et al., 2018). Nos résultats montrent que les agricultures contribuant à l'approvisionnement alimentaire ne se distribuent pas d'une manière régulière dans un gradient de distance à la ville-centre (FIGURE 2). Par exemple, la viticulture (couleur bordeaux) entretient peu de rapports avec la ville tout en étant l'activité la plus proche. Les agricultures contribuant à l'approvisionnement alimentaire se distribuent plutôt selon une combinaison de caractéristiques qui résultent des conditions agroécologiques et de l'histoire particulière de chaque lieu en termes d'urbanisation, de développement du secteur agricole, d'organisation des activités (dont les filières agricoles) et de protection environnementale. Dix variables en expliquent significativement la variance ; elles ont été groupées en fonction de l'attribut du paysage dont elles relèvent : sa structure (pourcentage des surfaces artificialisées, rapport aux zones urbanisées, forme du parcellaire), son fonctionnement (agrandissement ou réduction des surfaces cultivées, degré de professionnalisation de l'exploitation, diversification des orientations technico-économiques, mode de faire-valoir des surfaces cultivées) et sa gestion (classification de l'usage du sol dans les Plans Locaux d'Urbanisme PLU, inscription dans un zonage d'Appellation d'Origine Contrôlée AOC).

Au-delà de la mesure de l'agencement des agricultures, la signature spatiale est une voie de caractérisation du système agri-urbain, que nous mettons en œuvre dans une approche modélisatrice (modèle multivarié de type Dirichlet). Elle permet d'extrapoler les dynamiques spatiales observées localement, à une zone géographique plus large et plus complexe (le département, par exemple). Elles permettent également une représentation cartographique localisée (échelle communale) des tendances s'exprimant à une échelle supérieure (fonctionnement de marchés, action publique...). D'autre part, du point de vue opérationnel, cette méthodologie est systémique, générique et présente l'avantage d'être facilement applicable dans d'autres cas d'étude, sans

avoir besoin de réaliser des lourdes enquêtes de terrain¹. Le résultat est un outil original de caractérisation et de cartographie des signatures spatiales des agricultures connectées à la ville, actuellement disponible à l'échelle municipale (déclaration d'invention DIRV 17 0122).

¹ La méthodologie a été appliquée -avec adaptations- dans deux projets. Dans le projet Aliville (2016-2019, Fondation de France), nous avons estimé la distribution des USAPU dans 170 communes autour d'Avignon, sur la base d'une dizaine de variables présentes dans le Recensement Général Agricole 2010. Ces résultats, couplés à des données existantes sur les circuits courts de commercialisation, nous ont permis d'estimer le potentiel d'approvisionnement de proximité des 11 légumes frais (bio et conventionnels) permettant de composer les repas servis dans les cantines scolaires d'Avignon (Sanz Sanz, 2021). Nous avons ainsi testé l'hypothèse d'un profil type d'exploitation agricole territoriale (agriculture of the middle - Lev and Stevenson, 2011) susceptible de répondre à la demande des collectivités en produits frais, dans le cadre d'un Système Agro-Alimentaire Localisé (CIRAD-SAR, 1996). Par ailleurs, dans le projet Agriville-USAP (2017-19), nous avons développé un prototype générique à des fins d'urbanisme opérationnel (Boussougou-Boussougou et *al.*, 2021) qui a permis de caractériser l'agriculture périurbaine de deux régions françaises (Provence-Alpes-Côte d'Azur et Poitou-Charentes) en développant une approche statistique à l'échelle municipale (moindres carrés partiels PLS-PM à partir de données disponibles, concernant la géographie (BdTopo, BdAiti), la démographie (INSEE 2010), l'occupation du sol (OSO 2016), les activités agricoles (RGA 2010), l'environnement et les zones protégées (Carmen) et les prix du foncier (SAFER 2016).

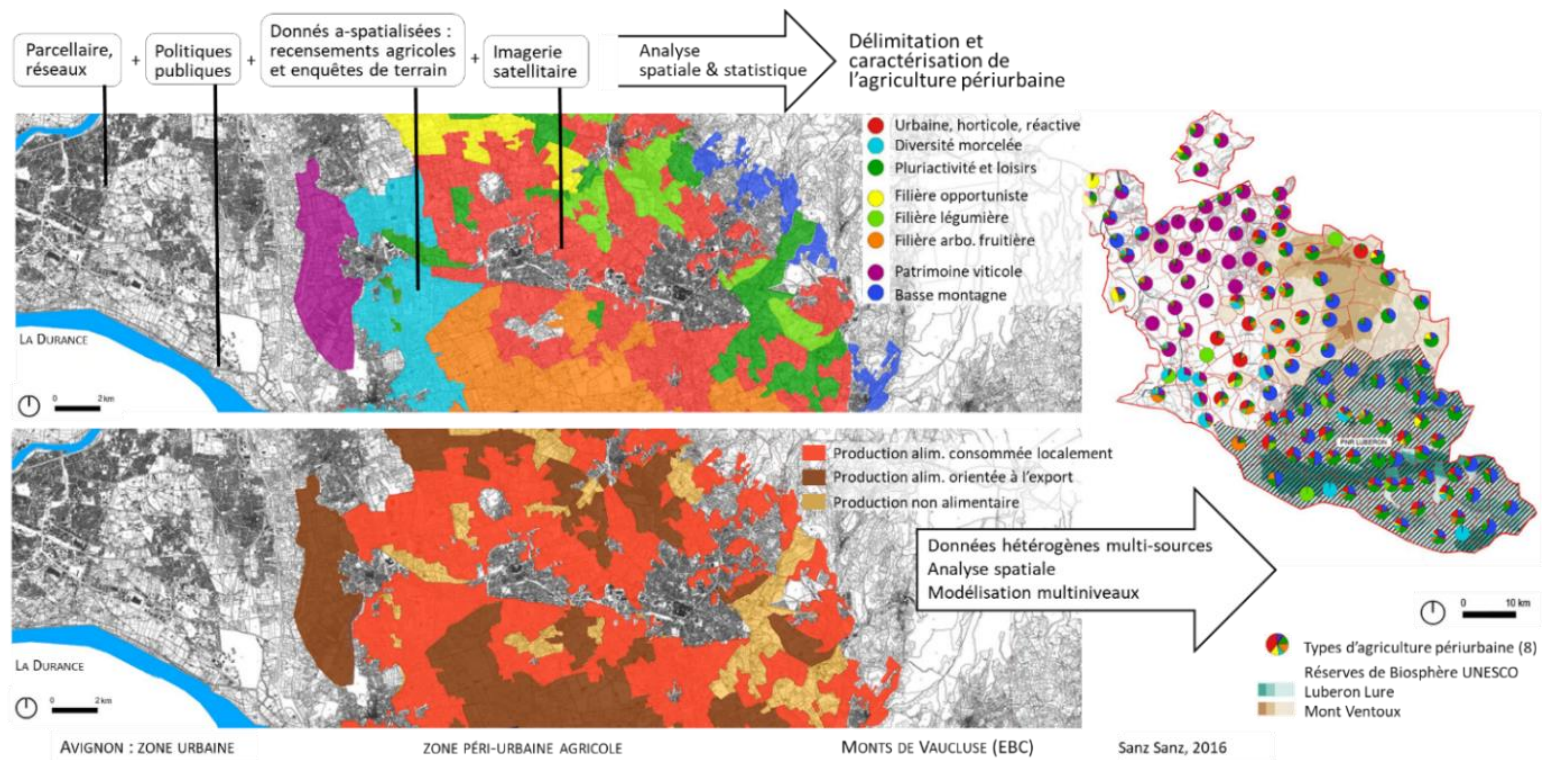


FIGURE 2: Délimitation et caractérisation de l'agriculture périurbaine (USAPU, à gauche) dans la zone d'étude d'Avignon et extrapolation à l'échelle du département par une approche modélisatrice (modèle multivarié de type Dirichlet, à droite).

2.2. L'échelle du bassin d'approvisionnement alimentaire ou *foodshed*

2.2.1. Contexte et objectifs

Afin d'approfondir nos analyses sur la forme et la localisation des relations entre aires de production agricoles et aires de consommation alimentaires, à une échelle pertinente pour l'action publique territoriale, nous avons utilisé nos résultats concernant les agricultures contribuant à l'approvisionnement alimentaire pour estimer et localiser les liens entre diversification agricole et disponibilité alimentaire². Des travaux récents dans le champ de la nouvelle géographie de la sécurité alimentaire mobilisant la notion de bassin alimentaire ou *foodshed*, permettent d'estimer la capacité productive et/ou les flux d'aliments approvisionnant les villes-régions et donc d'estimer leur suffisance alimentaire potentielle (FAO/RUAF/WLU, 2018; Schreiber et al., 2021). Toutefois, les travaux académiques disponibles restent encore mécanistes (reposant sur des distances et des productions allouées normativement à des usages du sol mobilisant des approches géomatiques) et tiennent insuffisamment compte de facteurs pédo-climatiques et socio-économiques localisés, pourtant essentiels au développement des chaînes d'approvisionnement alimentaire de proximité (Willett et al., 2019). Un enjeu méthodologique dans le champ des Land Change Sciences est donc de redessiner les bassins alimentaires à partir de la caractérisation de l'expression locale des liens entre la signature spatiale des systèmes productifs, la diversification agricole et la disponibilité alimentaire de proximité (Sanz Sanz et al., 2021).

2.2.2. Méthodologie

Dans un premier temps (Mouléry et al., 2021, p. 20), nous avons combiné le modèle statistique et spatialement explicite MFSS (*Metropolitan Foodshed and Self-sufficiency Scenario*) conçu par le ZALF (Zasada et al., 2019), avec les rendements agricoles régionaux (Agreste, FranceAgriMer) et avec des données spatialement explicites sur le type de culture (Recensement Parcellaire Graphique), la profondeur du sol (European Soil Database) et la topographie (Digital Elevation Model over Europe). Nous avons ensuite couplé l'approche géomatique avec les données sur les consommations alimentaires au niveau européen (FAO), afin d'estimer la suffisance alimentaire de la ville-région d'Avignon. Nous avons considéré initialement un bassin alimentaire d'un rayon de 30 km autour de la ville-centre (171 communes), que nous avons ensuite étendu à 100 km (1 358 communes). Dans un deuxième temps (Mouléry et al., 2022), nous nous sommes focalisés sur un produit d'origine animale peu présent à proximité de la ville étudiée pour des raisons pédoclimatiques (la viande bovine). En mobilisant les théories de l'écologie du paysage (connectivité, modèle continent-île - Décamps and Décamps, 2007; Taylor et al., 1993), l'approche par la proximité de l'économie géographique (Torre and Wallet, 2014) et l'hypothèse de signature spatiale, nous avons caractérisé une forme archétypique des surfaces de production attachées aux exploitations bovines orientées vers les filières de proximité. Pour ce faire, nous avons couplé au moyens d'un SIG la géographie des parcelles pâturées (estives, prairies permanentes et prairies temporaires du RPG) avec des données sur les circuits courts de commercialisation du cheptel bovin (RGA). Nous avons ensuite appliqué la méthode de dilatation/érosion pour regrouper les parcelles en « patchs » (en nous référant à l'écologie du paysage) et nous nous sommes appuyés sur des outils d'analyse spatiale simples afin d'évaluer 1) les effets de la distance à l'abattoir le plus proche ; 2) la rugosité, définie comme la complexité des contours des patchs ; 3) la dominance, en fonction de la densité, du nombre de patchs orientés vers les circuits courts et de la surface totale, et 4) les effets de la localisation dans le périmètre d'un parc naturel régional ou national.

2.2.3. Résultats

Théoriquement (c'est-à-dire dans une approche normative), les surfaces pâturées dans un rayon de 30 km autour d'Avignon permettent une autosuffisance potentielle en viande bovine >80%. Toutefois, dès que l'on considère les conditions pédoclimatiques de la région, l'autosuffisance dans ce rayon n'est plus envisageable. Pour la viande bovine, il faut élargir le bassin alimentaire à un rayon de 100 Km afin d'atteindre une autosuffisance >70%. Nos résultats montrent que les facteurs spatiaux qui caractérisent les chaînes

² Ces travaux ont été développés en collaboration avec le Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF) dans le cadre programme Horizon 2020/FoodShift20230 de l'Union Européenne (n° d'agrément 862716).

d'approvisionnement de proximité en viande bovine sont le nombre de patchs au sein du *foodshed*, la connectivité entre eux et la rugosité des limites (Mouléry et al., 2022). En substance, sur la viande bovine comme sur les productions végétales, l'hétérogénéité spatiale est un indicateur du lien entre proximité et systèmes productifs – y compris si cette proximité est déportée à une distance importante de la ville du fait des contraintes pédoclimatiques. En outre, le fait d'être dans le périmètre d'un parc naturel accentue l'orientation de la production de viande vers les filières de proximité. Au-delà de l'apport opérationnel, notre principale contribution scientifique réside dans une approche permettant de faire évoluer les analyses de *foodshed*, jusqu'à présent plutôt limitées à un cercle de production isotrope autour de la ville, à une caractérisation en archipel à partir de leurs caractéristiques biophysiques et socio-économiques (FIGURE 3).

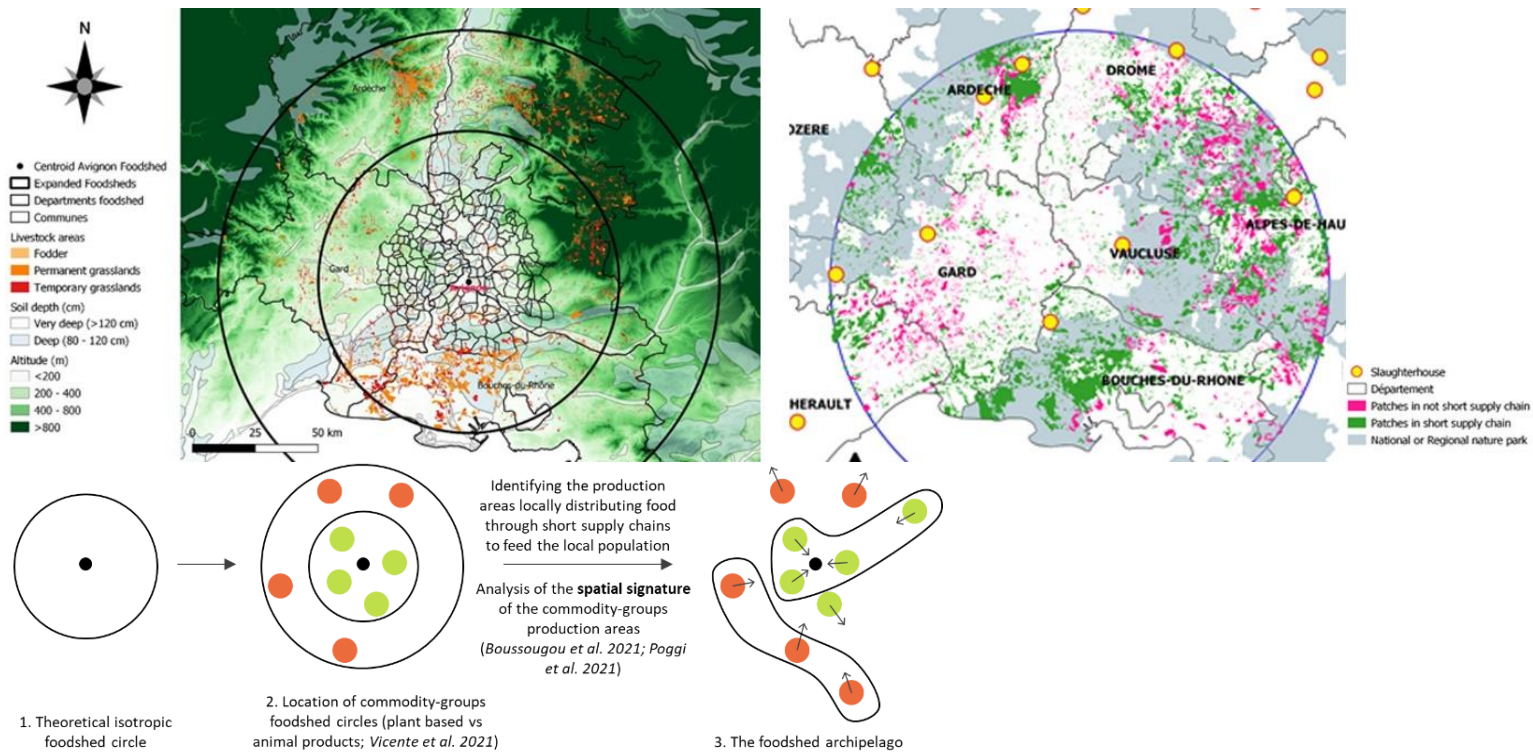


FIGURE 3: en haut à gauche, localisation des parcelles de pâturage (3 catégories du RPG : estives, prairies permanentes et prairies temporaires), profondeur du sol et altitude dans un rayon de 60 Km et 100 Km autour d'Avignon (Vicente-Vicente et al., 2021). A droite, localisation des aires de production orientées vers les circuits de proximité qui peuvent être mobilisables dans une politique alimentaire localisée (Mouléry et al., 2022). En bas, schéma de l'approche méthodologique en trois étapes, utilisée pour passer de l'analyse du foodshed limitée à un cercle de production isotrope autour de la ville à son caractérisation (par groupe de produits) en tant qu'une configuration spatiale d'aires de production (patches) en archipel à partir des caractéristiques biophysiques et socio-économiques (Sanz Sanz et al. 2021).

3. Bilan et perspectives. L'analyse spatiale multi-échelle des agricultures contribuant à l'approvisionnement de proximité, clé d'analyse du nexus agriculture-alimentation-villes

Ancrés dans les objectifs du développement durable, nos travaux d'analyse géographique des dynamiques spatiales ayant trait à la question de l'alimentation de proximité, ont pour vocation de proposer des outils d'identification des leviers permettant de répondre aux nouveaux défis de l'alimentation (ODD2 - cible 2.1 « faim zéro ») et des espaces urbains (ODD 11 - cible 11.3 « renforcer les capacités de planification participatives »). La finalité est d'accélérer les transitions vers des systèmes alimentaires territorialisés, en tenant compte des enjeux économiques et sociaux (Sanz Sanz et al., 2023). Aujourd'hui, nous renforçons nos travaux sur le nexus agriculture/alimentation/villes. Tout d'abord, en améliorant notre caractérisation de la signature spatiale des agricultures sous influence urbaine à l'échelle infra-communale. Pour ce faire, nous mobilisons des approches fines d'analyse spatiale (méthode dilatation/érosion - thèse M. Mouléry³). Les résultats permettront d'améliorer la granularité du prototype de modèle de caractérisation de l'agriculture périurbaine à des fins d'urbanisme opérationnel que nous avons développé en 2018⁴. Ensuite, en analysant les déterminants géographiques du développement des circuits alimentaires de proximité orientés vers la commande publique, dans une visée de modélisation spatiale du *foodshed* (par exemple, dans le cadre du [projet Horizon Europe FEAST](#)). L'option est de modéliser les liens entre diversification agricole, disponibilité alimentaire de proximité et qualité de l'alimentation, en collaboration avec des agronomes et nutritionnistes. Enfin, nous travaillons sur l'intégration de nos travaux dans une politique alimentaire localisée. Par exemple, leur cartographie sera utilisée comme support d'un atelier participatif visant le développement des chaînes d'approvisionnement de viande de qualité de proximité pour les cantines scolaire, organisé par le *living lab* d'Avignon. Notre but est d'élargir nos travaux sur le nexus agriculture/alimentation/villes à l'environnement, la nutrition et à la santé.

4. Conclusion

En termes de conclusion, les travaux que nous souhaitons présenter mettent en lumière les déterminants des systèmes alimentaires territoriaux en mobilisant les cadres théoriques des relations agriculture/alimentation/villes. Leur originalité réside dans la conception et le développement de cadres d'analyse quantitatifs, spatialisés et multiscalaires combinant des données hétérogènes, et permettant de caractériser la forme et la localisation des relations entre aires de production agricoles et aires de consommation alimentaires. En effet, les outils que nous avons mobilisés se veulent complémentaires, eu égard aux connaissances qu'ils visent à mobiliser : des modèles statistiques aux échelles supérieures (ex. le bassin d'approvisionnement), aux enquêtes de terrain aux échelles locales. Enfin cette approche géomatique permet de livrer des résultats sous forme systémique, mais également la production de cartographies multicritères et la simulation des effets des différentes options de politiques publiques, au moyen d'approches modélisatrices et mobilisables dans une démarche d'accompagnement de la planification alimentaire. Il s'agit, pour nous, de fournir, au-delà de l'innovation académique, des méthodologies systémiques opérationnelles eu égard de la planification alimentaire qui permettent : a) d'identifier des éléments actionnables pour l'action publique et b) de focaliser l'action publique dans les zones où elle a de fortes probabilités d'être efficiente.

Remerciements :

Les travaux présentés sont issus : 1/de la thèse de doctorat de Sanz Sanz (2016) qui a été financée par l'ANR via une convention industrielle de formation par la recherche (CIFRE n°2012/0608) entre l'Agence

³ « Analyse de relations fonctionnelles entre espaces agricoles et urbains à l'échelle infra-communale et sur l'étendue de la France » (Directeurs de thèse : Didier Josselin, Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse et Claude Napoléone, INRAE-UR Ecodéveloppement, Avignon)

⁴ En partenariat avec les SAFER (Sociétés d'Aménagement Foncier d'Etablissement Rural) et l'Agence Paysages

Paysages et INRAE (unité Ecodeveloppement, Avignon) ; 2/ des recherches financées par la Fondation de France dans le cadre du projet Aliville (n° d'agrément E 00061222) ; 3/ des recherches financées par le programme de pré-maturation d'INRAE dans le cadre du projet Agriville-USAP en collaboration avec la Société d'aménagement foncier et d'établissement rural (SAFER) et 4/ des recherches financées par le programme Horizon 2020/FoodShift20230 de l'Union Européenne (n° d'agrément 862716).

Bibliographie

- Alonso, W. (1964). *Location and land use. Toward a general theory of land rent*. Harvard University Press.
- Boussougou Boussougou, G., Sanz Sanz, E., Napoléone, C., Martinetti, D. (2021). Identifying agricultural areas with potential for city connections: A regional-scale methodology for urban planning. *Land Use Policy*, 103, 105321. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105321>
- Brinkley, C. (2013). Avenues into Food Planning: A Review of Scholarly Food System Research. *International Planning Studies*, 18, 243–266. <https://doi.org/10.1080/13563475.2013.774150>
- CIRAD-SAR (1996). *Systèmes agroalimentaires localisés : organisations, innovations et développement local*. Orientations et perspectives issues de la consultation du CIRAD « Stratégies de recherche dans le domaine de la socio-économie de l'alimentation et des industries agroalimentaires » No. 134/96. Département des systèmes agroalimentaires et ruraux CIRAD-SAR.
- Décamps, H., Décamps, O. (2007). Organisation de l'espace et processus écologiques. *Economie rurale*, 41–54. <https://doi.org/10.4000/economierurale.1990>
- Deffontaines, J.-P. (1999). Du paysage comme moyen de connaissance de l'activité agricole à l'activité agricole comme moyen de production du paysage. Un point de vue d'agronome. *Compte-rendus de l'Académie d'agriculture*, 57–69.
- Deffontaines, J.P., Thenail, C., Baudry, J. (1995). Agricultural systems and landscape patterns: how can we build a relationship? *Landscape and Urban Planning*, 31, 3–10. [https://doi.org/10.1016/0169-2046\(94\)01031-3](https://doi.org/10.1016/0169-2046(94)01031-3)
- Deffontaines, J.-P., Thinon, P. (2006). Emergence d'un concept : Un itinéraire entre agronomie et géographie. Chapitre 5, in: Legay, J.-M. (Ed.), *L'interdisciplinarité Dans Les Sciences de La Vie*, Indisciplines. Éditions Quae, pp. 45–50.
- Erb, K.-H., Lauk, C., Kastner, T., Mayer, A., Theurl, M.C., Haberl, H. (2016). Exploring the biophysical option space for feeding the world without deforestation. *Nature Communications*, 7, 11382. <https://doi.org/10.1038/ncomms11382>
- FAO/RUAF/WLU (2018). *City Region Food System Toolkit Assessing and planning sustainable city region food systems*. FAO, RUAF Fondation, Wilfrid Laurier University.
- HLPE (2017). *Nutrition and food systems*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition (HLPE reports series No. 12). CFS Committee on World Food Security.
- IPES-Food (2020). *COVID-19 and the crisis in food systems: Symptoms, causes, and potential solutions*. International Panel of Experts on Sustainable Food Systems.
- Kinnunen, P., Guillaume, J.H.A., Taka, M., D'Odorico, P., Siebert, S., Puma, M.J., Jalava, M., Kummu, M. (2020). Local food crop production can fulfil demand for less than one-third of the population. *Nature Food*, 1, 229–237. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0060-7>
- Lev, L., Stevenson, G. (2011). Acting Collectively to Develop Mid-Scale Food Value Chains. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, 1, 119–128. <https://doi.org/10.5304/jafscd.2011.014.014>
- Mills, E.S. (1972). *Studies in the structure of the urban economy*. Johns Hopkins Press, Baltimore.
- Mouléry, M., Sanz Sanz, E., Debolini, M., Napoléone, C., Josselin, D., Mabire, L., Vicente-Vicente, J.L. (2022). Self-Sufficiency Assessment: Defining the Foodshed Spatial Signature of Supply Chains for Beef in Avignon, France. *Agriculture*, 419. <https://doi.org/10.3390/agriculture12030419>
- Moustier, P., Holdsworth, M., Anh, D.T., Seck, P.A., Renting, H., Caron, P., Bricas, N. (2023). The diverse and complementary components of urban food systems in the global South: Characterization and policy implications. *Global Food Security* 36, 100663. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100663>

- Muth, R.F. (1969). *Cities and housing: the spatial pattern of urban residential land use*. University of Chicago Press.
- Pierr, H-P. (2003). Environmental policy, agri-environmental indicators and landscape indicators. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 98, 17–33. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(03\)00069-0](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00069-0)
- Poggi, S., Vinatier, F., Hannachi, M., Sanz Sanz, E., Rudi, G., Zamberletti, P., Tixier, P., Papaix, J. (2021). How can models foster the transition towards future agricultural landscapes? *Advances in Ecological Research* S0065250420300453. <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2020.11.004>
- Rastoin, J.-L. (2015). Éditorial. Les systèmes alimentaires territorialisés : considérations théoriques et justifications empiriques. *Économies et Société*, Série Systèmes agroalimentaires AG, Tome XLIX, n°37, 1155–1164.
- Sanz Sanz, E. (2016). *Planification urbaine et agriculture. Méthodologie systématique de caractérisation de l'agriculture périurbaine à partir d'une recherche empirique en France et en Espagne*. Thèse pour l'obtention du titre de docteur en géographie (UAM) et en études urbaines (EHES).
- Sanz Sanz, E., Napoléone, C., Hubert, B. (2017a). Caractériser l'agriculture périurbaine pour mieux l'intégrer à la planification urbaine: propositions méthodologiques. *L'Espace géographique*, 46, 174–190. <https://doi.org/10.3917/eg.462.0174>.
- Sanz Sanz, E., Napoléone, C., Hubert, B., Mata, R., Giorgis, S. (2017b). Repenser la planification urbaine à partir des espaces agricoles. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, 511–536. <https://doi.org/10.3917/reru.173.0511>
- Sanz Sanz, E., Martinetti, D., Napoléone, C. (2018). Operational modelling of peri-urban farmland for public action in Mediterranean context. *Land Use Policy*, 75, 757–771. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.04.003>
- Sanz Sanz, E., Napoléone, C., Mouléry, M. (2021). Agroecological transitions and local food self-sufficiency assessment. From the isotropic circle to the archipelago foodshed. Agroecological transformation for sustainable food systems. Insight on France-CGIAR research., *Les dossiers d'Agropolis internationale*, 26, 98. <https://doi.org/DOI:10.23708>
- Sanz Sanz, E., Walthall, B., Napoléone, C., Vicente-Vicente, J.-L., Hinojosa, L., Pierr, A. (2023). Choosing modelling approaches for participatory food governance in city-regions. Comprehensive guidelines for a system-perspective selection. *Environmental Science & Policy* 145, 139–150. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2023.03.021>
- Schreiber, K., Hickey, G.M., Metson, G.S., Robinson, B.E., MacDonald, G.K. (2021). Quantifying the foodshed: A systematic review of urban food flow and local food self-sufficiency research. *Environmental Research Letters*, 16, 023003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abad59>
- Sonnino, R. (2016). The new geography of food security: exploring the potential of urban food strategies. *The Geographical Journal*, 182, 190–200. <https://doi.org/10.1111/geoj.12129>
- Taylor, P.D., Fahrig, L., Henein, K., Merriam, G. (1993). Connectivity Is a Vital Element of Landscape Structure. *Oikos*, 68, 571–573. <https://doi.org/10.2307/3544927>
- Torre, A., Wallet, F. (2014). Introduction: the role of proximity relations in regional and territorial development processes, in: *Regional Development and Proximity Relations*. Edward Elgar Publishing, pp. 1–44. <https://doi.org/10.4337/9781781002896.00006>
- Verburg, P.H., Mertz, O., Erb, K.-H., Haberl, H., Wu, W. (2013). Land system change and food security: towards multi-scale land system solutions. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5, 494–502. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.07.003>
- Véron, F. (Ed.) (2003). *Les cahiers de la multifonctionnalité* n.2. Propositions de recherche soutenues par le dispositif INRA-CEMAGREF-CIRAD sur la multifonctionnalité de l'agriculture et des espaces ruraux. INRA Editions.
- Vicente-Vicente, J.L., Sanz-Sanz, E., Napoléone, C., Moulery, M., Pierr, A. (2021). Foodshed, Agricultural Diversification and Self-Sufficiency Assessment: Beyond the Isotropic Circle Foodshed—A Case Study from Avignon (France). *Agriculture* 11, 143. <https://doi.org/10.3390/agriculture11020143>

- Vidal, R., Fleury, A. (2009). Aménager les relations entre la ville et l'agriculture. De nouveaux enjeux territoriaux et une nouvelle approche «agriurbaniste». *Urbia*. Les cahiers du développement urbain durable 127–142.
- Viljoen, A., Wiskerke, J.S.C. (Eds.) (2012). *Sustainable food planning evolving theory and practice*. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.
- Von Thünen, J.H. (1826). *Von Thunen's isolated state*. Pergamon Press, Glasgow.
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L.J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J.A., De Vries, W., Majele Sibanda, L., Afshin, A., Chaudhary, A., Herrero, M., Agustina, R., Branca, F., Lartey, A., Fan, S., Crona, B., Fox, E., Bignet, V., Troell, M., Lindahl, T., Singh, S., Cornell, S.E., Srinath Reddy, K., Narain, S., Nishtar, S., Murray, C.J.L. (2019). Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393, 447–492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
- Zasada, I., Schmutz, U., Wascher, D., Kneafsey, M., Corsi, S., Mazzocchi, C., Monaco, F., Boyce, P., Doernberg, A., Sali, G., Piore, A. (2019). Food beyond the city – Analysing foodsheds and self-sufficiency for different food system scenarios in European metropolitan regions. *City, Culture and Society*, 16, 25–35.