



HAL
open science

Les défis d'une approche multisource et diachronique de l'occupation du sol : l'exemple de la vallée de la Garonne

Nicolas Poirier

► To cite this version:

Nicolas Poirier. Les défis d'une approche multisource et diachronique de l'occupation du sol : l'exemple de la vallée de la Garonne. *Humanités numériques*, 2021, *Humanités numériques spatialisées*, 3, 10.4000/revuehn.1228 . hal-03222918

HAL Id: hal-03222918

<https://hal.science/hal-03222918v1>

Submitted on 17 Dec 2021

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.

Les défis d'une approche multisource et diachronique de l'occupation du sol : l'exemple de la vallée de la Garonne

Challenges of a Multi-source and Diachronic Approach of Land Use: the Example of the Garonne Valley

Nicolas Poirier



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/revuehn/1228>

DOI : 10.4000/revuehn.1228

ISSN : 2736-2337

Éditeur

Humanistica

Référence électronique

Nicolas Poirier, « Les défis d'une approche multisource et diachronique de l'occupation du sol : l'exemple de la vallée de la Garonne », *Humanités numériques* [En ligne], 3 | 2021, mis en ligne le 01 mai 2021, consulté le 16 juillet 2021. URL : <http://journals.openedition.org/revuehn/1228> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/revuehn.1228>



Les contenus de la revue *Humanités numériques* sont mis à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution 4.0 International.



Les défis d'une approche multisource et diachronique de l'occupation du sol : l'exemple de la vallée de la Garonne

Challenges of a Multi-source and Diachronic Approach of Land Use: the Example of the Garonne Valley

Nicolas Poirier

Résumés

L'histoire des dynamiques d'occupation du sol ne peut s'écrire qu'en appréhendant une longue durée qui transcende les découpages académiques. C'est une démarche nécessaire pour percevoir finement les étapes de construction des espaces ruraux par les sociétés anciennes. Elle impose le recours à des sources d'information variées. Les difficultés de leur croisement tiennent pour l'essentiel aux angles morts et aux variations d'échelles et de précision, spatiales et chronologiques caractérisant chacune d'elles. En ce sens, les systèmes d'information géographique (SIG) peuvent apparaître comme des outils privilégiés pour assurer la centralisation, l'analyse et le croisement des informations. En privilégiant l'entrée spatiale, l'historien-archéologue ruraliste peut déployer tout l'éventail des méthodes d'analyse spatiale fournies par la géographie. Ces différents défis sont illustrés par la présentation des premiers résultats du programme *REPERAGE*, qui vise à restituer les dynamiques du paysage et du peuplement dans la vallée de la Garonne.

The history of land use dynamics can only be written by apprehending a long period of time that transcends academic divisions. It is a necessary step to finely perceive the stages of construction of rural spaces by ancient societies. It requires recourse to a variety of information sources. The difficulties of crossing them are mainly due to the blind spots and the variations in scale and precision, both spatial and chronological, that characterise each of them. In this sense, geographic information systems (GIS) can appear as especially relevant tools to ensure the centralisation, analysis and crossing of information. By emphasising spatial input, the rural historian-archaeologist can deploy the whole range of spatial analysis methods provided by geography. These various challenges are illustrated by the presentation of the first results of the REPERAGE program, which aims to reconstruct the dynamics of the landscape and settlement in the Garonne valley.

Entrées d'index

MOTS-CLÉS : archéologie, humanités numériques spatialisées, système d'information géographique, collecte de données, analyse spatiale

KEYWORDS: archaeology, spatial digital humanities, geographic information system, data gathering, spatial analysis

Les deux relecteurs qui ont examiné cet article doivent être remerciés pour leur expertise qui en a grandement amélioré la qualité.

Introduction

¹ Après trois décennies de diffusion de ces outils au sein de la communauté des archéologues, il n'est peut-être pas inutile d'opérer un retour critique sur les usages, les apports et les limites de l'utilisation des systèmes d'information géographique (SIG) dans l'approche diachronique des dynamiques d'occupation du sol. Cette histoire, qu'elle intègre le peuplement, le paysage et les territoires, ne peut s'écrire qu'en appréhendant une longue durée chronologique. Cette démarche est rendue nécessaire par la démonstration de l'empreinte ancienne des sociétés humaines sur le milieu et par l'observation de la forte résilience des formes du paysage (Chouquer 2000), dont les temporalités apparaissent indépendantes des découpages académiques. Ce large spectre est la condition *sine qua non* pour percevoir finement les étapes et les modalités de construction des espaces ruraux par les sociétés anciennes. L'exploration de ce champ thématique plaide également en faveur de l'adoption d'une approche microscalaire (Revel 1989, 1996), non seulement pour se placer à l'échelle d'intervention quotidienne des sociétés du passé, mais aussi pour garantir une résolution optimale de collecte des informations, et maîtriser la qualité et la représentativité de sources mises en œuvre. En effet, la combinaison d'un grand arc chronologique et d'une échelle spatiale réduite nécessite et permet une approche multidisciplinaire croisant sources archéologiques, archives médiévales et modernes et données paléoenvironnementales.

² Les difficultés de croisement de ces différentes sources d'information tiennent pour l'essentiel aux variations d'échelles et de résolution, spatiales et chronologiques, caractérisant chacune d'elles. Elles tiennent aussi aux angles morts existant parfois entre les thématiques documentées par chaque type de source. En ce sens, les SIG peuvent apparaître comme des outils privilégiés pour assurer la centralisation, l'analyse et le croisement des informations livrées par chacune d'elles.

³ Ces différents défis seront illustrés par la présentation des premiers résultats du programme *REPERAGE*¹, qui vise à restituer les dynamiques du paysage et du peuplement dans la vallée de la Garonne moyenne en aval de Toulouse.

Quelles sources pour écrire l'histoire de l'occupation du sol ?

4 Avant de passer en revue les différents types de sources susceptibles de documenter l'occupation du sol et ses variations dans la longue durée, il est nécessaire de préciser la définition du terme « occupation du sol ». Schématiquement, et pour reprendre la terminologie propre aux SIG, on peut modéliser cette occupation du sol en différentes entités pouvant être ramenées à des points, des lignes et des surfaces (figure 1). Les points peuvent représenter le semis des habitats, également gestionnaires de ressources (agraires, forestières, etc.). Pour assurer leurs fonctions, ces points sont nécessairement reliés entre eux par un réseau de rues, voies et chemins, autant de lignes permettant d'irriguer des territoires, disposant donc d'une emprise surfacique. Ces territoires peuvent aussi bien relever de la sphère politique, administrative, religieuse, que de la sphère des pratiques et des représentations (territoires agraires, espaces vécus, espaces perçus).

FIGURE 1. MODÉLISATION DE L'OCCUPATION DU SOL EN POINTS, LIGNES, SURFACES



Image produite par l'auteur

Sources archéologiques et télédétection

5 Les informations issues de la télédétection peuvent tout d'abord être classées dans la catégorie des données archéologiques. Utilisée depuis plus d'un siècle, la photographie aérienne, démocratisée dans les années 1960 (Agache 1978 ; Holmgren et Leday 1981 ; Delétang 1999), a contribué à bouleverser les paradigmes qui sous-tendaient la connaissance de l'occupation du sol, en mettant en évidence la grande densité, la variété et la mobilité de l'habitat rural protohistorique, antique et médiéval. Rendue accessible dans les années 1970 par la déclassification de données militaires, l'imagerie satellitaire permet également des découvertes en augmentant la résolution spectrale (vers l'infrarouge, par exemple), mais reste pénalisée la plupart du temps par une faible résolution spatiale (plusieurs mètres par pixel) (Cox 1992 ; Fowler 2002). Cela permet toutefois l'identification et la cartographie de macrostructures paysagères (réseaux viaires et trames parcellaires fossiles) (Fourteau et Tabbagh 1979). Les dernières avancées techniques, aussi bien en matière de miniaturisation des capteurs que d'ergonomie du pilotage, ont récemment mis à la disposition des archéologues différents types de drones équipés de capteurs d'images visibles, thermiques (Poirier, Hautefeuille et Calastrenc 2013) et multispectrales (Calleja *et al.* 2018), ou encore de données tridimensionnelles comme le Lidar (Risbøl et Gustavsen 2018). Ainsi, la haute résolution spectrale, jusque-là réservée aux satellites, peut être combinée à la haute résolution spatiale permise par la faible altitude de vol des drones. La haute résolution temporelle est rendue possible par la flexibilité d'utilisation des drones qui autorise les survols répétés au-dessus des mêmes zones d'intérêt, et donc au suivi dans le temps des anomalies éventuellement détectées.

6 L'ensemble des découvertes archéologiques réalisées depuis plus d'un siècle et demi inventoriées dans l'application Patriarche du ministère de la Culture constituent la base des connaissances à acquérir dans l'approche archéologique d'un espace donné (Chaillou et Thomas 2007). Souvent jugé imparfait, parce que lacunaire et orienté, reflétant bien mieux l'activité des chercheurs qu'une quelconque réalité ancienne de la répartition et de la densité des sites, cet outil procure le fond de carte indispensable à toute nouvelle étude, que ce soit pour identifier des secteurs à fort potentiel informatif ou pour repérer des vides archéologiques apparents dont la réalité doit être testée sur le terrain.

7 Ce n'est qu'en bonne connaissance du contexte archéologique local, après le dépouillement de la carte archéologique nationale² et la réalisation éventuelle d'opérations de télédétection, que l'acquisition de données archéologiques inédites peut être envisagée. Les prospections pédestres systématiques, régulièrement pratiquées en France depuis les années 1980 (Ferdrière et Fourteau 1979 ; Ferdrière et Zadora-Rio 1986), permettent de faire l'inventaire, à l'échelle microrégionale, des sites archéologiques dont une partie au moins des vestiges ont été remontés à la surface du sol par les travaux agricoles, et bien souvent leurs zones d'activités associées. Ces prospections, soumises à autorisation et validation scientifique des services régionaux de l'archéologie, sont généralement réalisées par des équipes de 6 à 10 personnes régulièrement espacées les unes des autres (10 m généralement), avançant dans l'axe des sillons, en

terrain labouré. Selon l'objectif de la recherche, les prospecteurs recherchent des concentrations de matériel significatives, délimitables et chronologiquement cohérentes témoignant de la présence de structures enfouies, et collectent ou non l'ensemble des artefacts visibles à la surface du sol, dont le mobilier hors site, généralement interprété comme seule trace matérielle de l'épandage des fumures (Poirier et Nuninger 2012).

- 8 Pour aborder dans la longue durée les dynamiques de l'occupation du sol, les informations combinées de la carte archéologique nationale, de la télédétection et de la prospection pédestre systématique peuvent être suffisantes. En effet, ces différentes approches permettent de localiser des points de peuplement, dont la récolte du mobilier de surface permettra de situer chronologiquement la création, le fonctionnement et l'abandon, selon une résolution chronologique variable, dépendant essentiellement de la bonne connaissance de la culture matérielle locale. Elles autorisent également une mise en contexte de ces points de peuplement au sein de leurs zones d'activités (agaires pour l'essentiel). Néanmoins, il peut être utile de mettre en œuvre des techniques archéologiques plus invasives (sondages et fouilles) dans le but de préciser l'emprise exacte, la nature et l'état de conservation des vestiges, la chronologie et les rythmes de ces occupations.

Sources écrites et documentation planimétrique

- 9 Les sources écrites ensuite peuvent être, dans certains cas, d'une aide précieuse pour documenter les réseaux de peuplement, les paysages (Antoine 2002a) et les territoires ruraux. On privilégiera pour leur exploitation optimale une démarche régressive (Abbé 2005), partant des documents planimétriques modernes et contemporains, et remontant le temps vers des sources généralement plus rares et moins précises du point de vue spatial, aux périodes moderne et médiévale.

- 10 Le cadastre dit « napoléonien », mais en réalité réalisé selon les régions sur l'ensemble du XIX^e siècle, constitue la première expérience de cartographie systématique de résolution parcellaire à l'échelle du territoire français (Clergeot 2007). Conservés et accessibles dans les services départementaux d'archives, ces plans représentent, théoriquement, de manière quasi exhaustive, l'ensemble des lieux habités, du réseau viaire et de la trame parcellaire. Servant de base à la collecte de l'impôt, chaque numéro figurant sur le plan renvoie au même numéro dans un registre d'état des sections où figurent différentes informations : nom, profession et lieu de résidence du propriétaire ; superficie, assiette fiscale et occupation du sol de la parcelle par grands types de cultures (Robert et Costa 2009). On comprend aisément que la numérisation du dessin parcellaire, associé sous SIG aux informations sémantiques contenues dans les registres, permet une analyse fine de la physionomie du paysage du début du XIX^e siècle (Baptiste 1993 ; Gauthiez 2008), ainsi qu'un répertoire microtoponymique précieux pour exploiter efficacement la documentation textuelle antérieure dépourvue de plans.

- 11 L'ambition cadastrale napoléonienne a souvent été précédée d'initiatives locales antérieures, sous l'impulsion de seigneurs désireux d'optimiser leurs recettes fiscales, ou à l'occasion de décisions judiciaires nécessitant une argumentation cartographique. L'hétérogénéité est de

mise au sein de ce corpus de plans fiscaux ou judiciaires prérévolutionnaires. Leur intérêt dans l'entreprise de restitution des dynamiques d'occupation du sol dépend des motivations qui ont présidé à leur établissement, de l'emprise spatiale qu'ils recouvrent et des compétences (variables) de leurs auteurs (Antoine 2002b ; Compatangelou-Soussignan et Hautefeuille 2002).

12 Registres terriers et compoix, accompagnés ou non de plans, sont essentiels pour installer la démarche régressive dans la haute résolution chronologique permise par la fréquence – souvent décennale – de la réfection de ces documents sériels. Réalisés à l'échelle d'une ou plusieurs seigneuries ou communautés d'Ancien Régime, ces registres font l'inventaire, parcelle par parcelle, de l'ensemble des biens détenus par un seigneur pour les terriers (Brunel, Guyotjeannin et Moriceau 2002) ou régis par une communauté – à l'exception des biens nobles donc – pour les compoix (Demaille 2000 ; Abbé 2006 ; Jaudon et Olivier 2011). Ils sont souvent dépourvus de plans associés, de sorte que la localisation des biens est assurée en utilisant des microtoponymes, mais aussi en mentionnant assez systématiquement les confronts (voisins) dans les différentes directions cardinales autour du bien décrit, par ailleurs, par sa superficie, son allivrement et sa destination (occupation du sol). Ces confronts peuvent désigner d'autres biens fonciers, mais aussi des éléments « invariants » du paysage (routes et chemins, croix de carrefour, cimetière, église, etc.). Le caractère sériel de ces documents et la fréquence de leur renouvellement autorisent une lecture fine des rythmes qui régissent les changements d'occupation du sol, à condition de pouvoir *a minima* spatialiser les informations, ce qui a donné lieu à de fructueuses recherches utilisant notamment l'analyse des réseaux (Rodier *et al.* 2013 ; Le Couédic *et al.* 2012 ; Rivals 2013).

13 Pour remonter le temps, et documenter autant que possible la période médiévale, on privilégiera toujours la documentation sérielle, plus rare à mesure que l'on remonte le temps. Les pouillés, ou listes de bénéfices de l'Église, les censiers, sont autant de documents utiles à l'ancrage recherché dans la longue durée (Demade 2004). Bien souvent, les confronts ne sont plus systématiquement mentionnés. Il ne reste que les microtoponymes dont la granularité spatiale est sans doute variable et en tout cas difficile à estimer avec précision. Néanmoins, si l'exploitation de la documentation moderne a été efficace, le corpus des microtoponymes localisés peut s'avérer suffisant pour utiliser les informations contenues dans ces sources. Il en va de même également pour la documentation non sérielle que constituent les actes de la pratique (baux, ventes, donations) qui fournissent l'essentiel de la documentation médiévale.

Données paléoenvironnementales

14 On entend par données paléoenvironnementales l'ensemble des informations livrées par les restes bioarchéologiques étudiés par des disciplines telles que la palynologie (Daubigney et Richard 1986), la carpologie (Ruas 2010), l'archéozoologie (Clavel et Yvinec 2010), la dendrologie (Lambert 1996), etc. Leur disponibilité dans la zone d'étude dépend généralement de la présence ou non de fouilles archéologiques, qui sont bien souvent le cadre de leur collecte et de leur étude. En permettant de retracer l'évolution des proportions des différentes formations végétales, sauvages ou cultivées, et des espèces animales élevées et consommées, elles renseignent sur l'environnement au sens large, sur le milieu. Elles sont donc utiles à la restitution du paysage tel qu'il se présentait à telle ou telle époque.

Quels obstacles au croisement des sources ?

15 Les sources disponibles pour documenter les dynamiques d'occupation du sol dans la longue durée apparaissent donc nombreuses mais hétérogènes par leur nature et inégalement réparties dans la chronologie envisagée. Cette hétérogénéité, tant sur le plan spatial que chronologique, constitue un obstacle au croisement des informations.

Diversité des échelles et résolutions spatiales

16 Le premier écueil concerne la variabilité des échelles et des résolutions spatiales de ces différentes sources (figure 2). Le terme de « résolution » ne renvoie pas ici à la qualité des images *raster* mais à la précision spatiale des informations livrées par les sources.

17 Les sources archéologiques, dans la mesure où elles sont spatiales par nature (Rodier *et al.* 2011), peuvent être considérées comme les plus fiables sur le plan spatial (résolution et précision). La précision de leur localisation est généralement bonne, à l'exception toutefois de certaines découvertes anciennes. Leur répartition dans l'espace peut également être relativement régulière et continue, pour peu que des méthodes de terrain adaptées aient été utilisées pour réaliser l'inventaire des vestiges archéologiques. La prospection systématique, par exemple, documente à la fois les points de peuplement et le continuum spatial qui les relie, grâce au mobilier d'épandage. C'est donc la méthode de terrain qui procure la meilleure résolution (granularité) et la meilleure précision de localisation des vestiges (Poirier 2018), même s'il faut tenir compte des nombreux biais taphonomiques qui peuvent nuire à une détection optimale.

18 Les sources écrites documentent des points (lieux habités), des lignes (réseaux de rue, routes et chemins) et des surfaces (juridictions, circonscriptions) mais selon un mode de localisation la plupart du temps toponymique, donc assez imprécis, voire indigent quand les toponymes en question ne sont pas localisés ou se sont déplacés (Zadora-Rio 2001). La contrainte majeure des sources écrites en termes de localisation est sans

doute aussi la très forte discontinuité spatiale qui caractérise l'information, dès lors que l'on ne dispose plus de sources sérielles documentant (quasi) exhaustivement l'étendue d'une juridiction. En cartographie des sources écrites, comme des sources archéologiques d'ailleurs, le vide sur la carte ne signifie pas obligatoirement l'absence d'occupation anthropique, mais peut être la manifestation d'une lacune documentaire.

19 Les données planimétriques sont assurément les plus complètes, tant sur le plan sémantique que géométrique, documentant à la fois des points, des lignes et des surfaces, jusqu'à l'échelle parcellaire si l'on pense à la documentation planimétrique précadastrale et cadastrale. Toutefois, la maturation de la représentation planimétrique a été longue et les plans les plus anciens ne sont pas toujours exploitables d'un point de vue cartographique du fait de leur imprécision topographique ou géométrique. En fonction de l'emprise de ces plans et des compétences mises en œuvre pour leur réalisation, ils sont plus ou moins aisément localisables et surtout, il existe de fortes contraintes de hiatus spatiaux entre les espaces documentés.

20 Enfin, sur le plan de la spatialisation des informations, les données paléoenvironnementales sont probablement les plus pénalisées. Si l'on connaît en général fort bien la localisation du point de prélèvement des échantillons analysés, il est très incertain d'estimer l'emprise totale, documentée par ces prélèvements. En effet, si l'on considère, par exemple, la palynologie, la variabilité de diffusion de la pluie pollinique en fonction des différentes espèces qui la composent rend compliquée toute description univoque de l'emprise documentée. Cette échelle d'efficacité peut varier de quelques mètres pour les pollens de céréales, à plusieurs centaines de kilomètres pour certaines espèces d'arbres (Mazier *et al.* 2006, 2009).

FIGURE 2. HÉTÉROGÉNÉITÉ DES REPRÉSENTATIONS ET RÉOLUTIONS SPATIALES

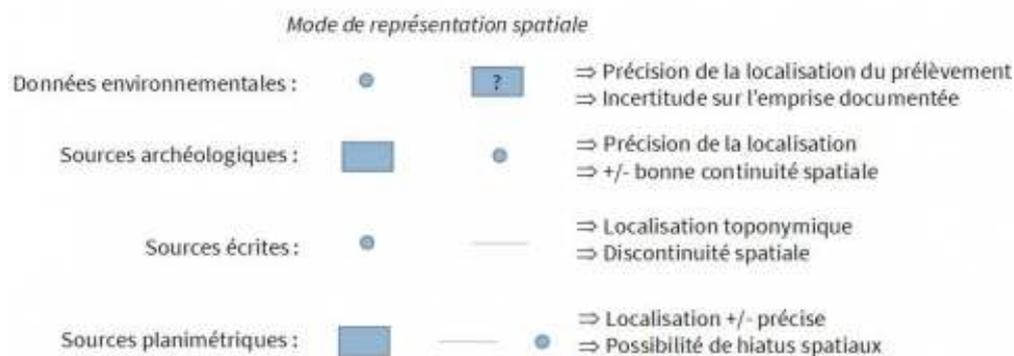


Image produite par l'auteur

Diversité des granularités temporelles

21 Sur le plan de la chronologie également, la variabilité est grande entre les différents types de sources mobilisables, que cette variabilité concerne l'amplitude de temps qu'elles documentent ou la résolution de la datation permise (figure 3).

22 Les données paléoenvironnementales ou bioarchéologiques, généralement datées grâce à la méthode du dosage du carbone 14 (¹⁴C), sont, sans doute, celles bénéficiant de la plus grande amplitude chronologique as-

sociée à la meilleure granularité temporelle (généralement un à deux siècles d'incertitude). La dendrochronologie est certainement la méthode de datation des données bioarchéologiques la plus précise, en proposant, dans de bonnes conditions d'échantillonnage et de référentiel, une datation des bois aussi précise que l'année voire la saison d'abattage de l'arbre.

23 Les données archéologiques partagent, avec les données paléoenvironnementales, la même amplitude chronologique, mais diffèrent par la granularité des datations en fonction de la méthode utilisée. Les datations réalisées au moyen de méthodes physicochimiques (comme le ^{14}C) sont certainement les plus fiables, mais leur précision peut être surpassée par certaines méthodes bioarchéologiques (dendrochronologie). Les datations les plus courantes utilisent la culture matérielle (céramologie) ou l'information stylistique (architecture). Leur précision, autant que leur fiabilité, peut donc varier selon les périodes et les contextes, pour atteindre dans certains cas le quart ou le demi-siècle (période romaine), mais plus généralement un à deux siècles, voire plus pour le mobilier de prospection, collecté hors de tout contexte stratigraphique et sans logique d'assemblage.

24 Les sources écrites utiles à la restitution des dynamiques d'occupation du sol sont disponibles de manière variable selon les régions à partir de la fin de l'Antiquité, mais sont plus répandues à partir du deuxième millénaire de notre ère. Leur nombre augmente ensuite généralement de manière exponentielle à partir de la période moderne, avec des lacunes et des exceptions liées aux hasards de la production et de la conservation de l'écrit. Leur résolution chronologique est communément fine, la plupart du temps à l'année près, voire à l'échelle du jour même de la rédaction de l'acte.

25 Les données planimétriques enfin, sont les dernières à apparaître dans la documentation conservée, habituellement à partir de la toute fin du Moyen Âge, et plus fréquemment à la période moderne, quand l'usage de la cartographie – ou tout du moins de la représentation planimétrique de l'espace – se généralise. Ces plans, réalisés à l'appui de la réfection de documents de gestion seigneuriale (terriers) ou communautaire (compoix), ou encore de procédures judiciaires (Dumasy-Rabineau 2013), peuvent être datés par les documents qu'ils accompagnent quand ils ne portent pas eux-mêmes la date de leur réalisation.

FIGURE 3. HÉTÉROGÉNÉITÉ DES REPRÉSENTATIONS ET GRANULARITÉS TEMPORELLES

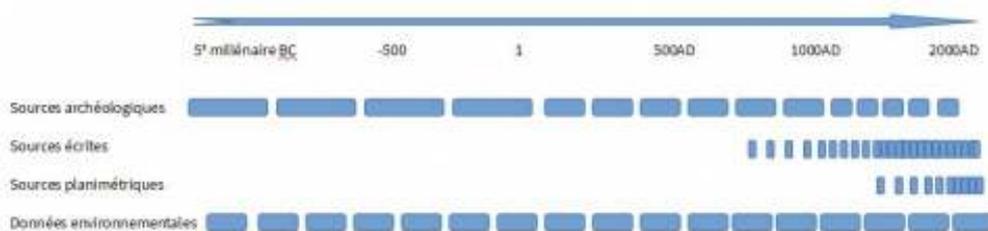


Image produite par l'auteur

Un nécessaire croisement des sources

26 Un dernier obstacle au croisement des informations réside dans les angles morts existant entre les thématiques documentées par chaque type de sources (figure 4). En effet, si les sources écrites et planimétriques peuvent apparaître comme les plus complètes, renseignant tout à la fois les dynamiques de peuplement, la trame parcellaire, le réseau viaire, l'économie et la structuration territoriale, les hasards de conservation de la documentation ne permettent pas à coup sûr de développer de telles analyses dans n'importe quelle zone géographique.

27 Les sources archéologiques et environnementales, dont la démarche de collecte est volontairement déterminée par le chercheur, sont quant à elles loin d'épuiser l'ensemble des questionnements posés dans une démarche d'étude des dynamiques d'occupation du sol. Elles ne donnent à lire que les corrélats matériels des sociétés anciennes (points de peuplement, zones d'activités, réseaux et trames), mais ne livrent qu'au prix de conjectures des éléments concernant l'économie, le pouvoir, la symbolique qui animaient les sociétés anciennes.

28 C'est donc dans la confrontation des informations livrées par chacune des sources que peut naître le gain d'informations. Les systèmes d'information géographique peuvent être des outils facilitateurs de cette démarche.

FIGURE 4. COMPLÉMENTARITÉS ET ANGLES MORTS ENTRE LES THÉMATIQUES DOCUMENTÉES



Image produite par l'auteur

L'analyse spatiale et les SIG comme outils d'intégration

29 Les SIG peuvent être utilisés dans ce champ de recherche comme de puissants outils d'aide à l'analyse des dynamiques d'occupation du sol, et cela à différents stades d'élaboration des projets de recherche, depuis le récolement de l'information jusqu'à la modélisation des dynamiques spatiales.

Un outil de centralisation et de croisement des données

30

À l'étape initiale de regroupement de l'information, au moment de dresser l'état des connaissances d'une région donnée, le SIG est un outil utile pour intégrer les bases de données spatialisées disponibles, qu'elles soient géographiques (produites par l'IGN, par exemple) ou archéologiques (extraites de la base Patriarche du ministère de la Culture, par exemple, ou produites *ad hoc* à l'issue de recherches bibliographiques). Une simple projection des informations archéologiques spatialisées sur des fonds de cartes traditionnels fournit la base d'une première estimation de la qualité de la documentation réunie (Buchsenschutz, Gandini et Maussion 2004). Une mesure plus quantifiée peut d'ailleurs être mise en œuvre sous SIG, de manière à comparer la quantité d'informations disponibles au regard de l'intensité de l'historique des recherches développées dans la région étudiée. C'est tout le principe de la « carte de confiance » telle qu'elle est proposée dans un projet de recherche récent (Oštir *et al.* 2008).

31

Les SIG sont également adaptés pour géoréférencer et vectoriser les données planimétriques et photographiques anciennes. Les cadastres anciens (dits « napoléoniens »), les plans cadastraux prérévolutionnaires (associés aux terriers et compoix, quand ils sont « justes » sur le plan de la géométrie et de la topographie), les photographies aériennes anciennes (proposées notamment par l'IGN) sont autant de ressources documentaires précieuses pour ancrer l'étude des dynamiques d'occupation du sol dans une démarche régressive. Ces documents peuvent être assez aisément géoréférencés, c'est-à-dire replacés précisément dans une réalité cartographique par l'utilisation de points communs (dits « homologues ») entre eux-mêmes et un référentiel géographique (carte IGN ou plan cadastral actuel géoréférencé). Une fois les images de ces documents recalées dans un système de coordonnées spatiales dit projeté (Lambert 93, par exemple), il est possible de vectoriser les contours des parcelles et de leur attribuer des informations sémantiques éventuellement contenues dans les registres d'accompagnement (terrier, compoix, état des sections). On peut ainsi proposer des restitutions cartographiques de l'état de l'occupation du sol vers 1950, vers 1830 ou vers 1780 en fonction des documents disponibles et ainsi approcher les rythmes du changement à échelle locale (figure 5). Les informations recueillies à différentes périodes peuvent utilement être superposées et combinées dans une « carte compilée » (Robert 2003) qui pourra guider la lecture des documents cartographiques ou l'interprétation de photographies aériennes.

FIGURE 5. CENTRALISATION DE LA DOCUMENTATION PLANIMÉTRIQUE

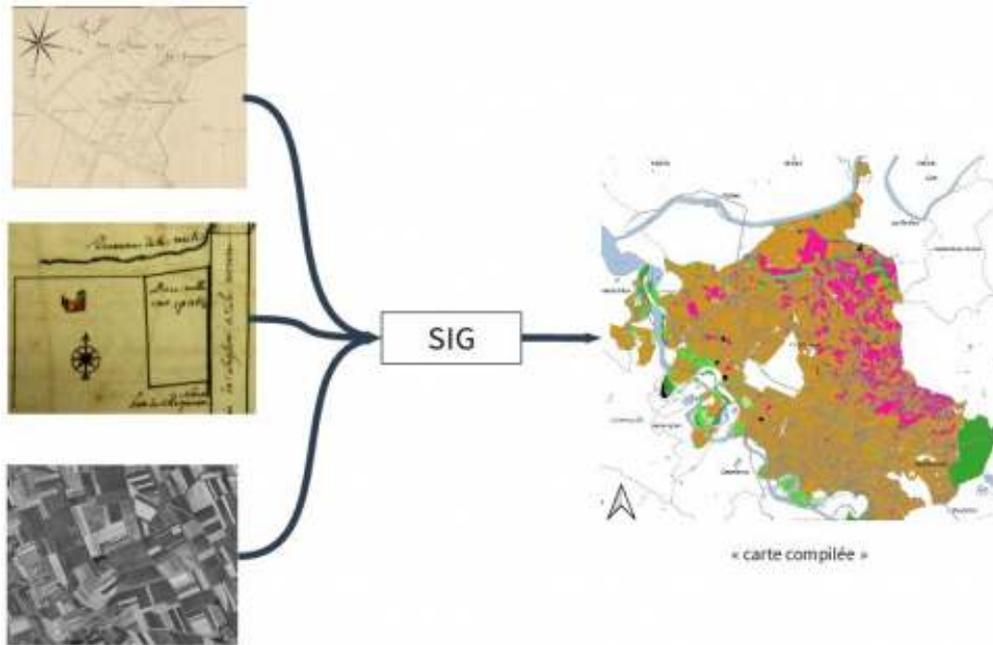


Image produite par l'auteur

32

Le SIG est également le cadre idéal d'intégration des données archéologiques de terrain. L'utilisation de la localisation par GPS étant aujourd'hui très répandue, que ce soit pour l'enregistrement des données de prospection pédestre (Poirier *et al.* 2019), de télédétection aérienne par drone ou de géophysique terrestre, les SIG sont naturellement utilisés pour la projection et la superposition de ces informations variées mais documentant les mêmes aires géographiques, dans le cadre de programmes pluridisciplinaires (figure 6).

FIGURE 6. CENTRALISATION DES DONNÉES ARCHÉOLOGIQUES DE TERRAIN, DE GÉOPHYSIQUE, DE TÉLÉDÉTECTION



Image produite par l'auteur

Il en va de même pour les informations spatiales récoltées dans le dépouillement des documents d'archives, avec les limites déjà évoquées sur l'imprécision de localisation, généralement à l'échelle du toponyme, mais pouvant également mentionner des confronts, dont des éléments « invariants » du paysage pouvant appuyer des hypothèses de localisation plus précises (figure 7).

FIGURE 7. GÉOLOCALISATION DES INFORMATIONS LIVRÉES PAR LES SOURCES ÉCRITES

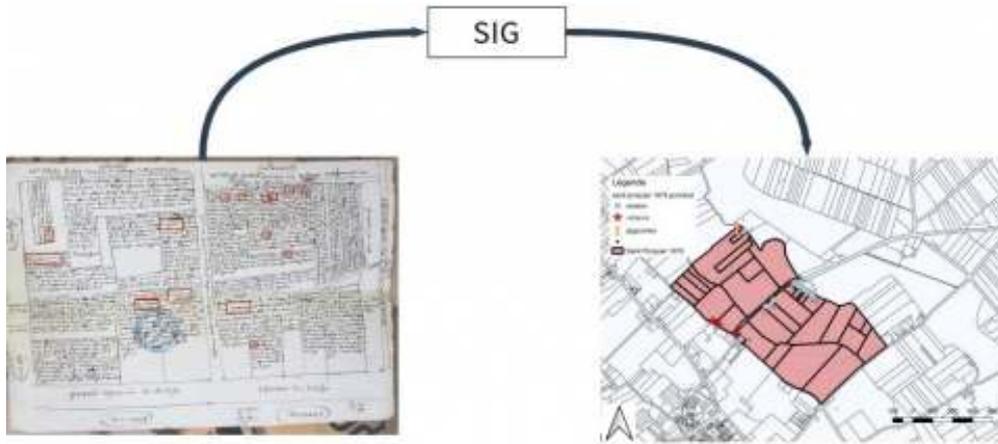


Image produite par l'auteur

Les SIG donnent ainsi accès à une vision riche des zones étudiées, au travers des images – aériennes, terrestres et souterraines – combinées des vestiges qu'elles recèlent. Il est ainsi possible d'apprécier les convergences ou divergences d'informations entre les différentes sources en combinant, par exemple, les données de prospection pédestre avec les données planimétriques anciennes (plans et cadastres) afin de confirmer la présence de vestiges enfouis (figure 8) ; il est aussi possible de confronter ces mêmes données de prospection aux couvertures d'images aériennes (thermiques et multispectrales) fournies par des drones, dans le but de préciser l'emprise des vestiges enfouis au regard de l'épandage de surface (figure 9), ou encore d'associer ces différentes données à la cartographie des vestiges en sous-sol fournie par la géophysique (Gragson *et al.* 2016).

FIGURE 8. CONFRONTATION DU CADASTRE NAPOLÉONNIEN AUX DONNÉES DE PROSPECTION

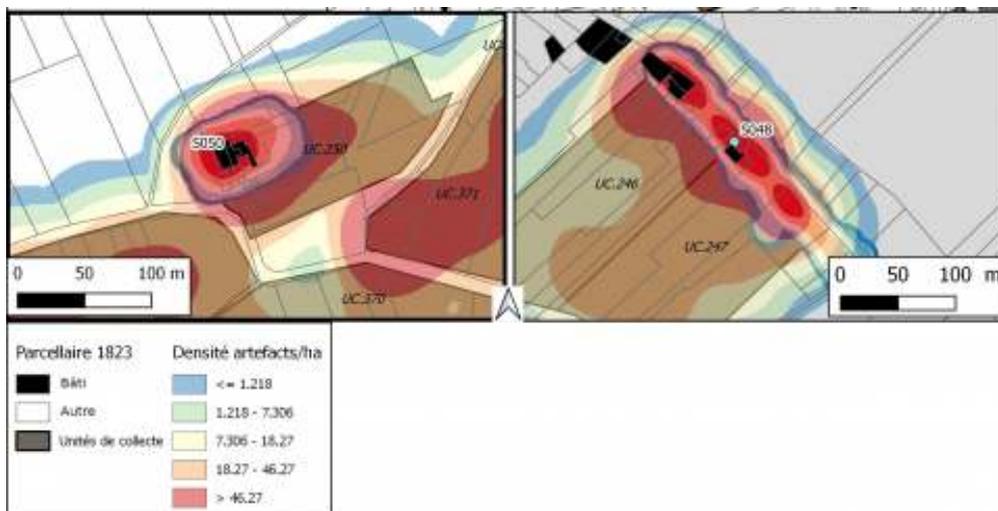


Image produite par l'auteur



Image produite par l'auteur

Un outil de modélisation des dynamiques spatiales

35 D'autre part, les SIG apparaissent comme des outils très puissants pour analyser et modéliser les dynamiques spatiales. En effet, si la simple superposition des informations spatiales livrées par chaque type de source peut constituer une première approche comparative « à l'œil », les SIG fournissent des outils efficaces pour quantifier et restituer visuellement, sur support cartographique, les interactions et les évolutions diachroniques que ce croisement révèle (Saligny *et al.* 2012).

36 C'est le cas des outils de maillage et d'algèbre de carte, utilisables pour mesurer le changement intervenu dans l'occupation du sol entre deux périodes d'observation. La nécessité de comparer, par exemple, l'image du paysage livrée par le cadastre napoléonien avec celle révélée par des plans fiscaux pré-révolutionnaires, peut dépasser la simple confrontation des pourcentages d'espaces occupés par les différents types d'occupation du sol, au profit de maillages théoriques (Poirier 2006). Il est généralement impossible de réaliser une comparaison stricte parcelle par parcelle dans la mesure où les divisions parcellaires de chaque période sont différentes (morcellement, regroupements parcellaires). L'analyse par mailles consiste alors à diviser l'espace selon une trame vectorielle régulière (carrée) qui pourra être superposée aux couches vectorielles du parcellaire à différents moments, où chaque maille pourra être qualifiée par la valeur d'occupation du sol livrée par chacune des sources sous-jacentes (cadastre et terrier). On peut ainsi, non seulement comparer visuellement la répartition de l'intensité de l'occupation du sol aux deux moments différents, mais aussi, en introduisant une opération d'algèbre de carte (différence entre les deux maillages), produire une cartographie du changement lui-même entre les deux états. Le changement peut ainsi

être qualifié et quantifié. Cette démarche peut aisément être appliquée à la comparaison multitemporelle de l'occupation du sol fondée sur d'autres sources (bibliographie, prospections, etc.) (Gauthier 2004).

37 C'est aussi le cas des possibilités de calcul d'indicateurs de tendance centrale spatialisés que sont les barycentres (ou points moyens) associés à leurs ellipses de déviation standard. De la même manière qu'une moyenne statistique est une valeur synthétique permettant de résumer la distribution d'un ensemble de valeurs, le barycentre correspond à la moyenne des coordonnées X et Y d'un semis de points, éventuellement pondérée par une valeur d'effectif. On pourra, par exemple, représenter de manière cartographique les déplacements du barycentre des lieux habités au fil du temps, ou encore celui des espaces cultivés (Poirier *et al.* 2012), etc. L'ellipse de déviation standard associée à chaque barycentre a la même valeur statistique que l'écart-type associé à une moyenne statistique. Elle représente la dispersion moyenne des points résumés autour du barycentre. Elle permet donc de s'assurer de la représentativité du point moyen, mais livre également des informations sur la concentration et la dispersion du semis autour de ce point. On interprétera alors les variations d'aire de l'ellipse comme la variation de concentration ou de dispersion du réseau d'habitat, par exemple.

38 Ce ne sont là que deux outils parmi beaucoup d'autres permettant sous SIG de mesurer et de restituer les évolutions de l'occupation du sol dans la longue durée (Saligny *et al.* 2012).

Mise en œuvre dans le cadre du programme *REPERAGE* (vallée de la Garonne)

39 Il peut être suggestif de montrer les apports d'une telle démarche multisource, dans la longue durée, tirant parti des possibilités offertes par les SIG. Si une telle expérience a pu être menée en région Centre dans le cadre d'une recherche doctorale (Poirier 2007, 2010), c'est actuellement en Occitanie, où se posent des problématiques spécifiques à l'habitat rural médiéval, que cette approche est développée.

40 Le programme *REPERAGE*³ (Recherches sur les espaces, le peuplement, et les réseaux anciens de la Garonne) a été développé dans le but de documenter les dynamiques du paysage et du peuplement, l'évolution des relations sociétés/milieu dans la vallée de la Garonne moyenne, en aval de Toulouse, dans la longue durée. Une zone d'étude du Tarn-et-Garonne, comprise entre Castelsarrasin au nord-ouest et Montech au sud-est a été retenue (figure 10). Les principaux questionnements historiques et archéologiques de cette étude sont liés aux problématiques principales de la période (alto)médiévale en Occitanie (v^e-x^e siècle de notre ère) et concernent plus spécifiquement la nature de l'occupation antique et tardoantique ainsi que la mise en place des centres d'habitat au haut Moyen Âge, l'articulation entre habitat groupé et habitat dispersé, et l'organisation médiévale du territoire. Mais les bornes chronologiques – comme le cadre spatial – ne sont qu'indicatives car c'est bien dans la longue durée que doivent être envisagées ces problématiques de construction des territoires. Notre approche est non invasive et vise à combiner différentes approches : prospections pédestres systématiques, prospections aérothermiques et télédétection multispectrale par drone,

relevés microtopographiques par Lidar embarqué sur drone, prospections géophysiques, exploitation des sources écrites et planimétriques anciennes.

FIGURE 10. LOCALISATION DE LA ZONE D'ÉTUDE DU PROGRAMME REPERAGE

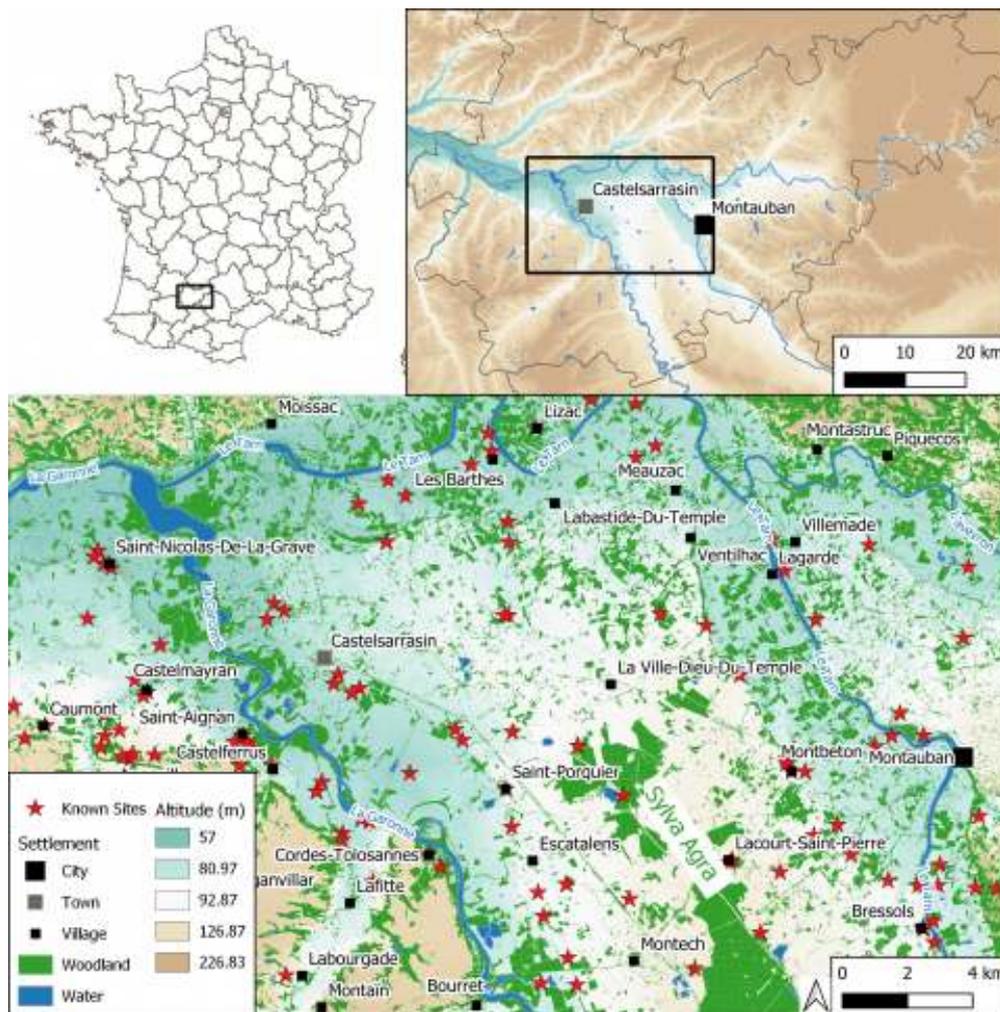


Image produite par l'auteur

Dynamiques de peuplement dans la longue durée

41 Les dynamiques diachroniques des réseaux de peuplement sont probablement la thématique la plus illustrative de notre démarche multi-source. En effet, l'approche archéologique est indispensable pour documenter le large spectre chronologique courant des premières occupations sédentaires jusqu'à nos jours ; les sources écrites viennent en support à partir de la période médiévale, et la documentation planimétrique à partir de la période moderne.

42 Dans cette zone d'étude, depuis 2014, les prospections pédestres systématiques ont couvert plus de 650 ha. Ces opérations ont permis la découverte d'une quarantaine de concentrations de mobilier archéologique de surface, indicateurs potentiels de sites archéologiques enfouis datables de la préhistoire à nos jours (figure 11). Elles ont également permis la récolte de plus de 60 000 artefacts hors site, dont 15 000 tessons de poterie, seuls vestiges matériels de l'épandage des fumures depuis la protohistoire (Poirier et Nuninger 2012 ; Conesa et Poirier 2019).

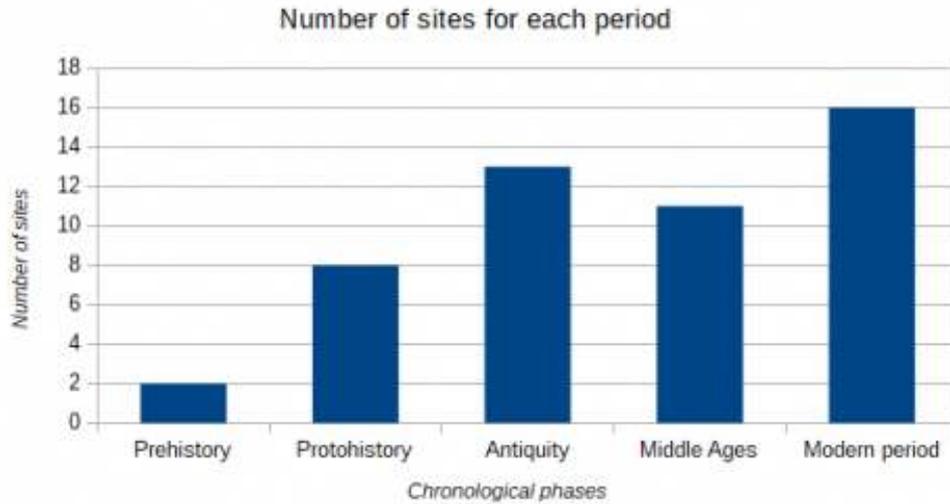


Image produite par l'auteur

43 L'étude de cette céramique est toujours en cours, mais les tendances majeures des dynamiques d'occupation du sol sont en phase avec les modèles généralement établis pour la France : une occupation sédentaire est identifiable dès la fin de l'âge du bronze et durant l'âge du fer ; elle s'étend et s'intensifie nettement à la période romaine, avant de décroître légèrement au cours du Moyen Âge. Un nouveau pic est observable à la période moderne (figure 12).

FIGURE 12. SITES OCCUPÉS PAR PHASE CHRONOLOGIQUE

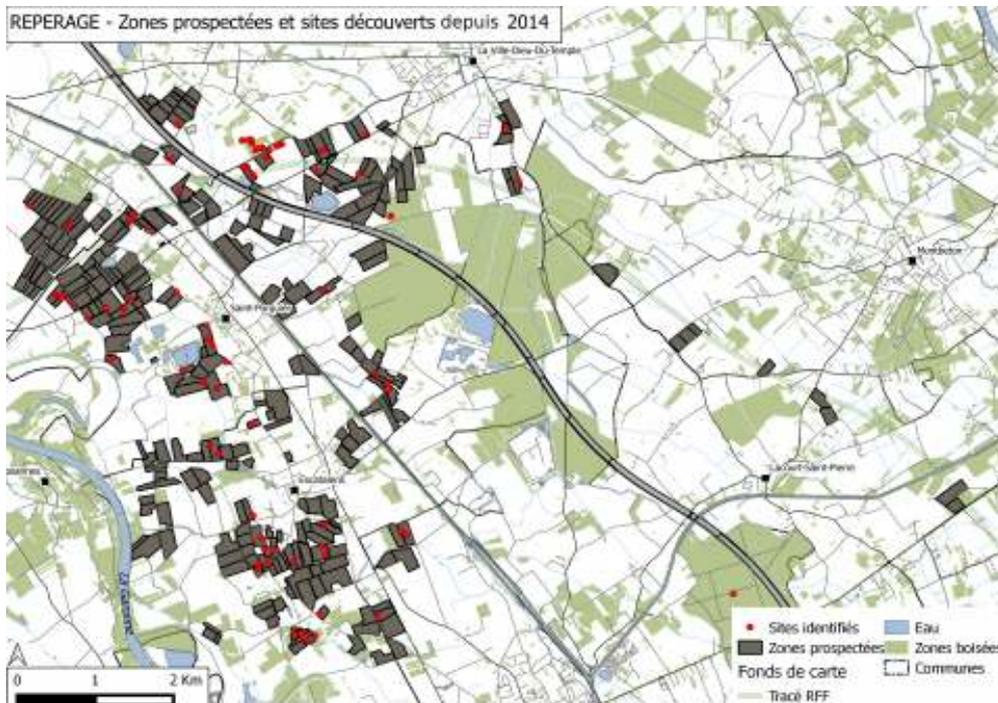


Image produite par l'auteur

44 Il faut toutefois garder à l'esprit que les points de peuplement encore occupés aujourd'hui, et probablement implantés dès le Moyen Âge ou la période moderne, ne sont pas accessibles à l'archéologie et ne peuvent donc pas être pris en compte dans ces calculs. L'un de nos objectifs est d'ailleurs précisément de déterminer la période d'implantation des habi-

tats actuels par l'observation fine de la chronologie du halo de mobilier d'épandage qui les entoure. Cette préoccupation rejoint une lacune documentaire propre au Midi de la France qui connaît, par rapport au Nord, un déficit de découvertes de sites d'habitats du haut Moyen Âge (Hautefeuille 2015). À ce constat, deux hypothèses possibles : soit les occupations du haut Moyen Âge ont eu lieu dans le prolongement des occupations antiques et tardoantiques et ont pu, de ce fait, ne pas être détectées ; soit ces occupations ont réussi à se fixer et à se prolonger durablement dans les réseaux de peuplement jusqu'à nos jours, étant de ce fait inaccessibles à l'archéologie. Or, l'examen de la répartition du mobilier d'épandage, finement enregistré à l'échelle intraparcellaire grâce à l'application mobile Archeotracker (Poirier 2018 ; Poirier *et al.* 2019) révèle que les plus fortes densités sont observables au plus près des villages actuels, que ce soit pour la période moderne, le Moyen Âge, ou même la période antique (figure 13). On peut y voir une forme de validation de l'hypothèse d'une fixation précoce et durable des centres de peuplement anciens à leur emplacement actuel.

FIGURE 13. DENSITÉ DU MOBILIER D'ÉPANDAGE EN FONCTION DE LA DISTANCE AU VILLAGE

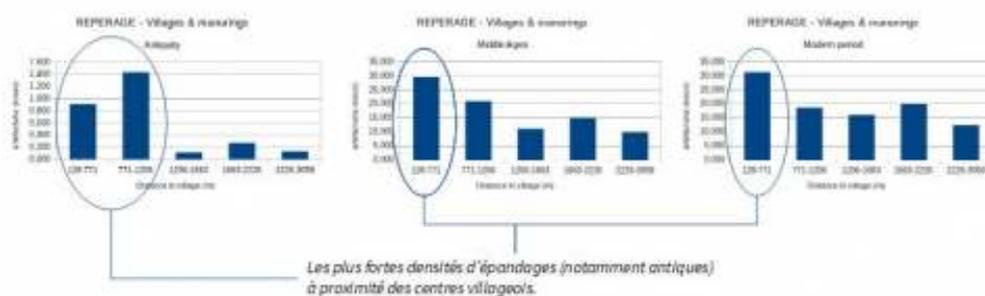


Image produite par l'auteur

45

Le pic d'occupation de la période moderne peut également être illustré par le croisement des données de prospection au sol et des informations fournies par le cadastre napoléonien et les compoix. Dans de nombreux cas, les sites identifiés en prospection et datés des périodes moderne et contemporaine sont également portés au cadastre ancien. La superposition et l'adéquation des localisations respectives permettent de s'assurer de la validité de la procédure de terrain adoptée pour la prospection, qui rend compte fidèlement de l'emplacement de lieux habités disparus (figure 8). Dans le cas des compoix dépourvus de plans, c'est grâce à l'identification d'« éléments invariants » du paysage entre compoix et cadastre que peuvent être recalées les informations. Dans le cas présenté ici, si aucune concentration délimitable de mobilier n'a été enregistrée sur le terrain, la comparaison des densités intraparcellaires de mobilier hors site permet de vérifier la juste localisation des lieux habités mentionnés dans les compoix, ainsi que d'estimer leur emprise sur l'espace agraire environnant (figure 14).

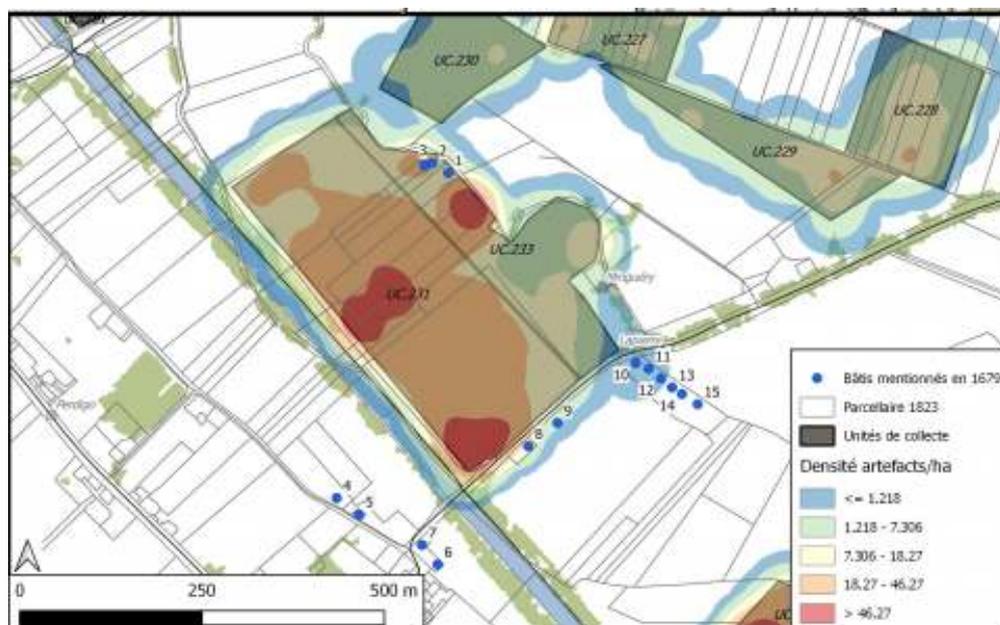


Image produite par l'auteur

Dynamiques fluviales et forestières

46 Tout le bénéfice des croisements de données au sein du SIG est également visible quand il s'agit de mettre en évidence les dynamiques paysagères particulières aux fleuves et aux forêts.

47 Concernant l'évolution du rapport entre les sociétés anciennes et le fleuve, l'apport du SIG a été important, en permettant la centralisation et la superposition de nombreux plans anciens documentant les fluctuations considérables du cours principal de la Garonne à une échelle de temps assez courte (xviii^e-xx^e siècle). En effet, ces divagations ont été tellement importantes et rapides qu'elles ont conduit les municipalités riveraines du fleuve à faire renouveler fréquemment les feuilles cadastrales concernées pour enregistrer gains et pertes de terrain. Il en résulte une collection de plans s'échelonnant de la fin du xviii^e siècle à la fin du xix^e siècle qui ont pu être géoréférencés et superposés au sein du SIG (Augereau 2014), de manière à faire apparaître les nombreuses et fréquentes modifications du cours du fleuve (figure 15). Cette forte instabilité lisible à petite échelle temporelle confirme bien la caractérisation locale de la dynamique fluviale garonnaise observée à macroéchelle spatiale et chronologique dans une thèse récente (David 2016).

FIGURE 15. DIVAGATIONS DU LIT DE LA GARONNE D'APRÈS LES PLANS CADASTRAUX NAPOLEONIENS

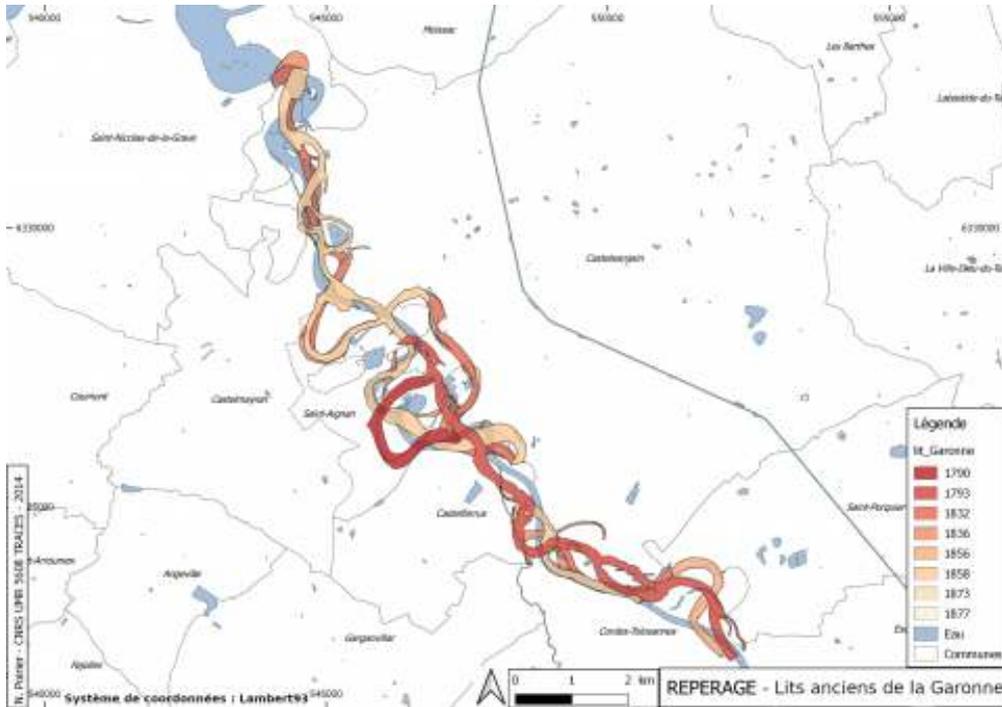


Image produite par l'auteur

48

Ce constat méritait d'être testé dans le rapport entretenu entre les sociétés anciennes et le fleuve, dans la longue durée. En mobilisant les données de prospection au sol, il a été possible, par la simple mesure automatique de la distance euclidienne entre chaque site et le lit actuel de la Garonne, de caractériser l'évolution de ce rapport, en calculant la distance moyenne par phase chronologique. L'observation du graphique qui en résulte démontre un éloignement progressif des sites d'habitats du cours du fleuve entre la protohistoire et le Moyen Âge, sans doute pour se prémunir d'une certaine instabilité, avant de s'en rapprocher quelque peu aux périodes moderne et contemporaine (figure 16).

FIGURE 16. VARIATIONS DE DISTANCE AU FLEUVE POUR LES SITES DÉCOUVERTS EN PROSPECTION

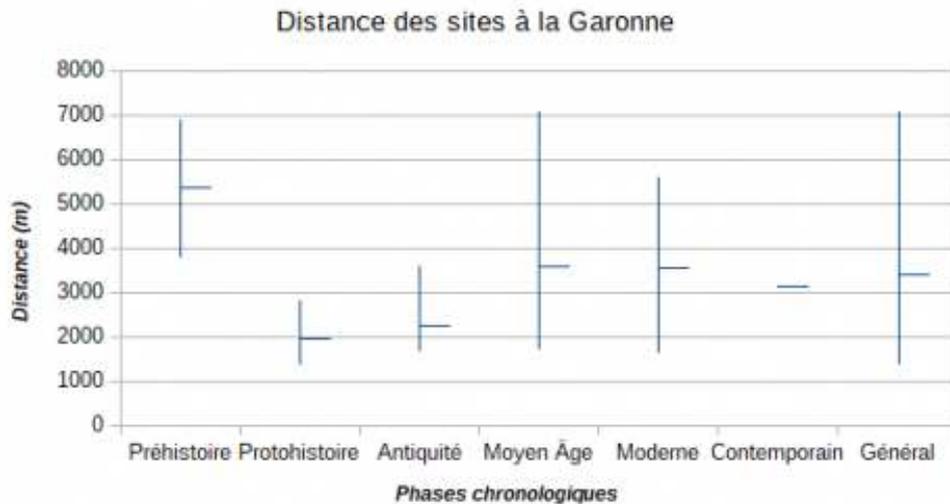


Image produite par l'auteur

La question des dynamiques spatiales qui affectent les espaces forestiers a également beaucoup profité des possibilités d'analyse fournies par le SIG. Si le paradigme fixiste de massifs forestiers anciens et immuables est aujourd'hui largement dépassé (Dupouey *et al.* 2007), il reste très compliqué, dans le détail, de mettre en évidence les pulsations spatiotemporelles qui animent les forêts. Dans notre cas, le potentiel archéologique des reliquats de la grande forêt d'Agre, qui s'étendait sur le plateau interfluve entre le Tarn et la Garonne (Higounet 1953 ; Mousnier 1986), est connu par les mentions de sites archéologiques de différentes périodes dans l'inventaire de la carte archéologique nationale, que des relevés tridimensionnels réalisés grâce à un capteur Lidar embarqué par drone ont permis de mieux caractériser (Poirier, Baleux et Calastrenc 2020). Ainsi, un enclos quadrangulaire non daté mais attribué à l'Antiquité, une motte féodale et une église paroissiale ont indubitablement existé dans l'emprise actuelle de la forêt, mais probablement pas en contexte forestier (figure 17). Leur seule présence démontre la possibilité d'importantes variations d'emprise de ce massif.

FIGURE 17. RELEVÉS LIDAR DE SITES ARCHÉOLOGIQUES DANS L'EMPRISE ACTUELLE DE LA FORÊT

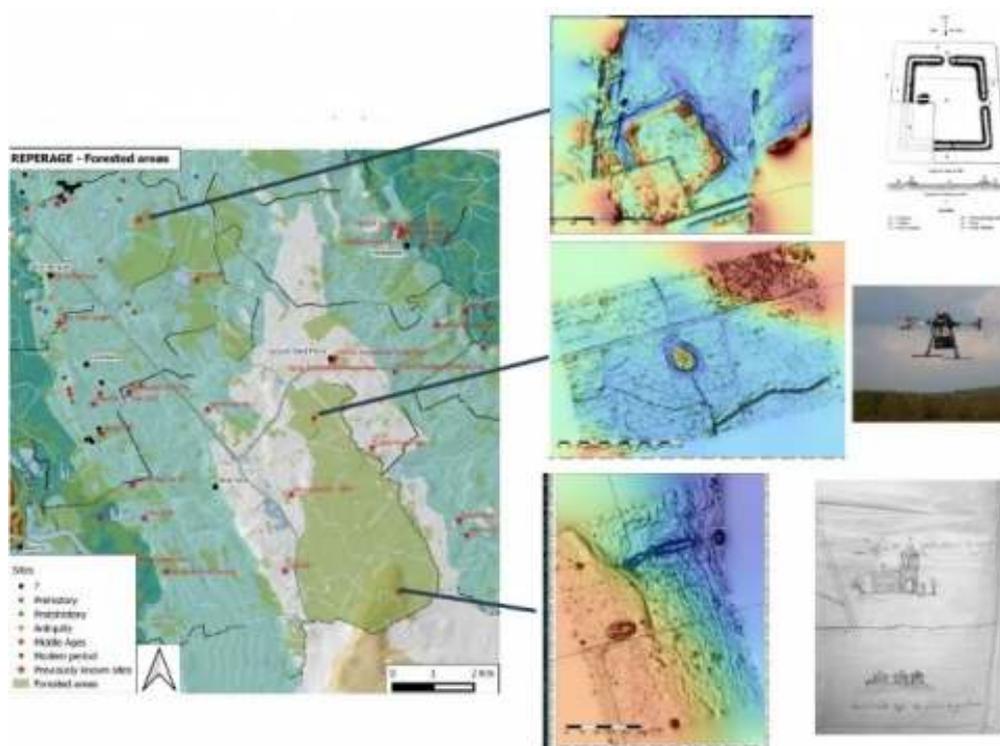


Image produite par l'auteur

Les périodes plus récentes (xvii^e-xix^e siècle) fournissent une documentation planimétrique qu'il a été possible de géoréférencer et de superposer au sein du SIG de manière à mettre en évidence un processus de défrichement et de mise en valeur agraire de nouveaux espaces au détriment de la forêt (Rezende Ladeia 2017). En effet, le cadastre napoléonien livre une morphologie parcellaire tout à fait caractéristique de défrichements récents en périphérie de la forêt, avec notamment des parcelles en peigne ou en arêtes de poisson le long des chemins. Un complot du xviii^e siècle montre ces zones comme étant déjà dédiées à l'agriculture mais faiblement taxées, ce qui est un indice, soit de la mauvaise qualité des terres, soit de terres nouvellement mises en culture. Un siècle plus tôt, au xvii^e siècle, le fonds des Eaux et Forêts désigne ces es-

paces comme des inféodations de « bois défrichés » et « terres vaines ». Dans ce cas précis, le SIG permet donc de superposer le cadastre napoléonien qui livre l'indice morphologique du changement d'occupation du sol, le compoix qui apporte l'information fiscale, et les mentions d'archives qui permettent de vérifier l'hypothèse.

Conclusion

51 Utilisés maintenant depuis une trentaine d'années en archéologie, les SIG ont fait la preuve de leur apport, en particulier dans le champ thématique de l'étude des dynamiques d'occupation du sol, qui se développe nécessairement dans la longue durée, en faisant donc appel à la mobilisation de sources variées, pouvant être écrites, archéologiques, planimétriques ou environnementales. Dans ce cadre, les SIG apparaissent comme des outils très efficaces de centralisation, de croisement et d'analyse des données, une fois franchis quelques obstacles liés aux résolutions spatiales et chronologiques variables. L'approche spatiale et quantitative qu'ils permettent est particulièrement appréciée.

52 En revanche, ils ne sont pas nécessairement les meilleurs vecteurs pour restituer les résultats des analyses produites. Le cadre spatiotemporel qu'impose la formalisation des données peut y apparaître trop rigide et les représentations cartographiques peu dynamiques, même si des possibilités de carto-animation existent. Les SIG sont efficaces pour restituer des instantanés de l'occupation du sol, mais sont peu suggestifs pour exprimer les mouvements ou les reconfigurations.

53 Finalement, au moment de rendre compte des nombreux calculs, simulations, modélisations produites au sein des SIG, il faut savoir en sortir pour mieux communiquer ces résultats. L'éventail des solutions est large, allant des techniques de géovisualisation aux différentes formes de modélisation graphique parfaitement applicables aux dynamiques d'occupation du sol. La (chrono)chorématique, par exemple, appliquée avec succès aux trajectoires de fabrique urbaine dans la longue durée (Boissavit-Camus *et al.* 2005), serait une voie de développement possible pour améliorer la synthèse et l'approche comparative des trajectoires de mise en valeur d'espaces ruraux, abordés par le croisement de sources plurielles, toutes lacunaires mais complémentaires, fournissant des éclairages variés sur le même objet d'étude (Poirier et Hautefeuille 2018).

Bibliographie

Abbé, Jean-Loup. 2005. « Le paysage peut-il être lu à rebours ? Le paysage agraire médiéval et la méthode régressive ». Dans *Les Territoires du médiéviste*, édité par Benoît Cursente et Mireille Mousnier, 383-399. Rennes : Presses universitaires de Rennes.

Abbé, Jean-Loup. 2006. « Fiscalité et espace agraire au Moyen Âge : le miroir des estimés et des compoix languedociens (Aude, Hérault, XIV^e-XVI^e siècle) ». Dans *De l'estime au cadastre en Europe. Le Moyen Âge. Actes du colloque de Paris-Bercy, les 11, 12 et 13 juin 2003*, édité par Albert Rigaudière, 501-521. Paris : Comité pour l'histoire économique et financière de la France.

Agache, Roger. 1978. *La Somme pré-romaine et romaine d'après les prospections à basse altitude*. Amiens : Mémoires de la Société des antiquaires de Picardie.

Antoine, Annie. 2002a. *Le Paysage de l'historien : archéologie des bocages de l'ouest de la France à l'époque moderne*. Rennes : Presses universitaires de Rennes.

- Antoine, Annie. 2002b. « Les plans-terriers du duché de Penthièvre : supports d'une micro-histoire paysagère ? » Dans *Terriers et plans-terriers du XIII^e au XVIII^e siècle. Actes du colloque de Paris, 23-25 septembre 1998*, édité par Ghislain Brunel, Olivier Guyotjeannin et Jean-Marc Moriceau, 439-461. Rennes et Paris : Association d'histoire des sociétés rurales et École nationale des chartes.
- Augereau, Laurent. 2014. « En quoi la prospection aérothermique par drone peut-elle être utile dans l'élaboration d'un SIG de recherche archéologique ? » Mémoire de stage de master en géographie et aménagement, université Toulouse–Jean-Jaurès.
- Baptiste, Gérard. 1993. « Le cadastre napoléonien comme source pour l'archéologie et l'histoire de l'art ». *Ramage* 11 : 93-124.
- Boissavit-Camus, Brigitte, Géraldine Djament, Bruno Dufaÿ, Henri Galinié, Christian Grataloup, Corinne Guilloteau et Xavier Rodier. 2005. « Chrono-chorématique urbaine : figurer l'espace-temps des villes ». Dans *Temps et espaces de l'homme en société. Analyses et modèles spatiaux en archéologie. Actes des XXV^e Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*, édité par Jean-François Berger, Frédérique Bertoncello, Frank Braemer, Gourguen Davtian et Michiel Gazenbeek, 67-80. Antibes : APDCA.
- Brunel, Ghislain, Olivier Guyotjeannin et Jean-Marc Moriceau, éd. 2002. *Terriers et plans-terriers du XIII^e au XVIII^e siècle. Actes du colloque de Paris, 23-25 septembre 1998*. Rennes – Paris : Association d'histoire des sociétés rurales – École nationale des chartes.
- Buchsenschutz, Olivier, Cristina Gandini et Anne Maussion. 2004. « L'archéologie à la conquête de l'espace : les “cartes à pois” et le poids des cartes, de la carte archéologique au système d'information géographique ». *ArchéoSciences. Revue d'archéométrie* 28 (1) : 5-13. <https://doi.org/10.3406/arsci.2004.1057>.
- Calleja, Javier F., Otilia Requejo Pagés, Nelson Díaz-Álvarez, Juanjo Peón, Natalia Gutiérrez, Esperanza Martín-Hernández, Alejandro Cebada Relea, David Rubio Melendi et Paulino Fernández Álvarez. 2018. « Detection of Buried Archaeological Remains with the Combined Use of Satellite Multispectral Data and UAV Data ». *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 73 (décembre) : 555-573. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.07.023>.
- Chaillou, Anne et José Thomas. 2007. « L'application Patriarche. Inventaire informatique de la carte archéologique nationale ». *Les Nouvelles de l'archéologie* 107 (mars) : 52-57. <https://doi.org/10.4000/nda.498>.
- Chouquer, Gérard. 2000. *L'Étude des paysages. Essais sur leurs formes et leur histoire*. Paris : Errance.
- Clavel, Benoît et Jean-Hervé Yvinec. 2010. « L'archéozoologie du Moyen Âge au début de la période moderne dans la moitié nord de la France ». Dans *Trente ans d'archéologie médiévale en France. Un bilan pour un avenir*, édité par Jean Chapelot, 71-89. Caen : Publications du CRAHM.
- Clergeot, Pierre, éd. 2007. *Cent millions de parcelles en France : 1807, un cadastre pour l'Empire*. Paris : Édition Publi-Topex.
- Compatangelou-Soussignan, Rita et Florent Hautefeuille. 2002. « Des plans-terriers pour la reconstitution des paysages antiques et médiévaux. Italie et France méridionales ». Dans *Terriers et plans-terriers du XIII^e au XVIII^e siècle. Actes du colloque de Paris, 23-25 septembre 1998*, édité par Ghislain Brunel, Olivier Guyotjeannin et Jean-Marc Moriceau, 325-342. Rennes et Paris : Association d'histoire des sociétés rurales et École nationale des chartes.
- Conesa, Marc et Nicolas Poirier, éd. 2019. *Fumiers ! Ordures ! Gestion et usage des déchets dans les campagnes de l'Occident médiéval et moderne*. Toulouse : Presses universitaires du Midi.
- Cox, Chris. 1992. « Satellite Imagery, Aerial Photography and Wetland Archaeology ». *World Archaeology* 24 (2) : 249-267. <https://doi.org/10.1080/00438243.1992.9980206>.
- Daubigny, Alain et Hervé Richard. 1986. « Palynologie et données historiques, archéologiques et microtoponymiques : essai de corrélation ». *Hommes et Terres du Nord* 2/3 (Actes du colloque « Du pollen au cadastre ») : 98-101. <https://doi.org/10.3406/htn.1986.2045>.
- David, Mélodie. 2016. « Dynamique fluviale de la Garonne à l'anthropocène : trajectoire d'évolution du tronçon fluvial compris entre les confluences de l'Ariège et du Tarn (Garonne toulousaine, 90 km) ». Thèse de doctorat, université Toulouse–Le-Mirail. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01358114/document>.

Delétang, Henri. 1999. *L'Archéologie aérienne en France : le passé vu du ciel*. Paris : Errance.

Demade, Julien. 2004. « De nouvelles sources pour l'histoire de la seigneurie rurale médiévale : remarques sur les méthodes actuelles d'édition et d'analyse des censiers ». *Bulletin de la MHFA* 40 : 119-132.

Demaille, Emmanuelle. 2000. « Le compoix de Lodève de 1401 à l'épreuve de la cartographie (représentation spatiale des activités économiques et de la propriété foncière) ». *Archéologie du Midi Médiéval* 18 : 161-189. <https://doi.org/10.3406/amime.2000.954>.

Dumasy-Rabineau, Juliette. 2013. « La vue, la preuve et le droit : les vues figurées de la fin du Moyen Âge ». *Revue historique* 668 (4) : 805-831. <https://doi.org/10.3917/rhis.134.0805>.

Dupouey, Jean-Luc, Étienne Dambrine, Cécile Dardignac et Murielle Georges-Leroy, éd. 2007. *La Mémoire des forêts. Actes du colloque « Forêt, archéologie et environnement » 14-16 décembre 2004*. Paris : Office national des forêts.

Ferdière, Alain et Anne-Marie Fourteau. 1979. « Gestion des archives du sol en milieu rural. Expérience de prospection systématique à Lion-en-Beauce (Loiret) ». *ArchéoSciences. Revue d'archéométrie* 3 : 67-96. <https://doi.org/10.3406/arsci.1979.1101>.

Ferdière, Alain et Elisabeth Zadora-Rio, éd. 1986. *La Prospection archéologique. Paysage et peuplement. Actes de la table ronde des 14 et 15 mai 1982, Paris*. Paris : Éditions de la Maison des sciences de l'homme. <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k33253043>.

Fourteau, Anne-Marie et Alain Tabbagh. 1979. « Parcelle fossile et prospection thermique. Résultats des recherches à Lion-en-Beauce (Loiret) ». *ArchéoSciences. Revue d'archéométrie* 3 : 115-123. <https://doi.org/10.3406/arsci.1979.1103>.

Fowler, Martin J. F. 2002. « Satellite Remote Sensing and Archaeology : A Comparative Study of Satellite Imagery of the Environs of Figsbury Ring, Wiltshire ». *Archaeological Prospection* 9 (2) : 55-69. <https://doi.org/10.1002/arp.181>.

Gauthier, Estelle 2004. « L'évolution de la consommation du métal à l'âge du bronze, en France orientale et en Transdanubie. The Development of Metal Consumption in eastern France and the Transdanube during the Bronze Age ». *Histoire et Mesure* 19 (3/4) : 345-376. <https://doi.org/10.4000/histoiremesure.775>.

Gauthiez, Bernard. 2008. « Lyon en 1824-32 : un plan de la ville sous forme vecteur d'après le cadastre ancien ». *Géocarrefour* 83 (1). <https://doi.org/10.4000/geocarrefour.4542>.

Gragson, Ted L., Florent Hautefeuille, Victor D. Thompson et David S. Leigh. 2016. « Discovery and Appraisal of the Early Christian Church of Notre Dame de Baudes near Labastide-du-Temple, France ». *Journal of Archaeological Science : Reports* 6 (avril) : 584-593. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.03.038>.

Hautefeuille, Florent. 2015. « Archéologie des peuplements du premier Moyen Âge dans le Sud-Ouest de la France : analyse d'une anomalie ». Dans *L'Habitat rural du haut Moyen Âge en France (V^e-XI^e siècle) : dynamiques du peuplement, formes, fonctions et statuts des établissements. Actes des 36^e journées internationales d'archéologie mérovingienne de l'AFAM (Montpellier, 1-3 octobre 2015)*, édité par Jérôme Hernandez, Laurent Schneider et Jean Soulat, 227-250, Carcassonne : Centre d'archéologie médiévale du Languedoc.

Higounet, Charles. 1953. « L'occupation du sol du pays entre Tarn et Garonne au Moyen Âge ». *Annales du Midi : revue archéologique, historique et philologique de la France méridionale* 65 (23) : 301-330. <https://doi.org/10.3406/anami.1953.5923>.

Holmgren, Jean et Alain Leday. 1981. « Esquisse d'une typologie des villas gallo-romaines du Berry d'après les prospections aériennes ». *Gallia* 39 (1) : 103-122. <https://doi.org/10.3406/galia.1981.1823>.

Jaudon, Bruno et Sylvain Olivier. 2011. « Compoix et aménagement du territoire en Languedoc (XVI^e-XVIII^e siècle) ». *Annales du Midi* 122 (272) : 515-533. <https://doi.org/10.3406/anami.2010.7340>.

Lambert, Georges. 1996. « Recherches de signaux anthropiques dans les séries dendrochronologiques du Moyen Âge. Exemple des séquences de Charavines-Colletière ». Dans *L'Homme et la nature au Moyen Âge. Actes du V^e congrès international d'archéologie médiévale (Grenoble)*, édité par Michel Colardelle, 143-152. Paris : Errance.

Le Couédic, Mélanie, Samuel Leturcq, Xavier Rodier, Florent Hautefeuille, Étienne Fieux et Bertrand Jouve. 2012. « Du cadastre ancien au graphe. Les dynamiques spatiales dans les sources fiscales médiévales et modernes ». *ArchéoSciences. Revue d'archéométrie* 36 (décembre) : 71-84. <https://doi.org/10.4000/archeosciences.3758>.

Mazier, Florence, Didier Galop, Cécile Brun et Alexandre Buttler. 2006. « Modern Pollen Assemblages from Grazed Vegetation in the Western Pyrenees, France : a Numerical Tool for More Precise Reconstruction of Past Cultural Landscapes ». *The Holocene* 16 (1) : 91-103, <https://doi.org/10.1191/0959683606hl908rp>.

Mazier, Florence, Didier Galop, Marie-José Gaillard, Christine Rendu, Carole Cugny, Amaïa Legaz, Odile Peyron et Alexandre Buttler. 2009. « Multidisciplinary Approach to Reconstructing Local Pastoral Activities : An Example from the Pyrenean Mountains (Pays Basque) ». *The Holocene* 19 (2) : 171-188. <https://doi.org/10.1177/0959683608098956>.

Mousnier, Mireille. 1986. « À propos d'un plan figuré de 1521 : paysages agraires et passages sur la Garonne ». *Annales du Midi : revue archéologique, historique et philologique de la France méridionale* 98 (176) : 517-528. <https://doi.org/10.3406/anami.1986.2122>.

Oštir, Kristof, Žiga Kokalj, Laure Saligny, Florian Tolle et Laure Nuninger. 2008. « Confidence Maps : a Tool to Evaluate Archaeological Data's Relevance in Spatial Analysis ». Dans *Layers of Perception. Proceedings of the 35th Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference, Berlin, Germany, April 2-6, 2007 (Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte, vol. 10)*, édité par Axel Posluschny, Karsten Lambers et Irmela Herzog. Bonn : Habelt. https://proceedings.caaconference.org/paper/82_ostir_et_al_caa2007/.

Poirier, Nicolas. 2006. « Des plans terriers au cadastre ancien : mesurer l'évolution de l'occupation du sol grâce au SIG ». *Le Médiéviste et l'Ordinateur* 44. <http://lemo.irht.cnrs.fr/44/plans-terriers.htm>.

Poirier, Nicolas. 2007. « Un espace rural en Berry dans la longue durée : expérience de micro-analyse des dynamiques spatio-temporelles du paysage et du peuplement dans la région de Sancergues (Cher) ». Thèse de doctorat, Tours : université François-Rabelais. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00212332/fr>.

Poirier, Nicolas. 2010. *Un Espace rural à la loupe. Paysage, peuplement et territoires en Berry de la préhistoire à nos jours*. Tours : Presses universitaires François-Rabelais. <http://books.openedition.org/pufr/2707>.

Poirier, Nicolas. 2018. « From Archaeological Evidence for Agricultural Manuring to an Understanding of Settlement and Landscape Dynamics ». Dans *Funde in der Landschaft. Neue Perspektiven und Ergebnisse archäologischer Prospektionen*, édité par Christoph Keller et Christine Wohlfarth, 26 : 41-54. Bonn : LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02017629>.

Poirier, Nicolas, François Baleux et Carine Calastrenc. 2020. « The Mapping of Forested Archaeological Sites Using UAV LiDaR. A Feedback from a South-West France Experiment in Settlement and Landscape Archaeology. » *Digital Archaeology* 4 (2). <https://doi.org/10.21494/ISTE.OP.2020.0556>.

Poirier, Nicolas, Murielle Georges-Leroy, Florian Tolle et Élise Fovet. 2012. « The Time-Space Dynamics of Agricultural Areas from Antiquity to Modern Times ». Dans *Settlement Patterns, Production and Trades from the Neolithic to the Middle Ages*, édité par Cristina Gandini, François Favory et Laure Nuninger, 39-59. Oxford : Archaeopress.

Poirier, Nicolas et Florent Hautefeuille. 2018. « Beyond the Snapshots : Modeling Landscape Dynamics from Spatial Statistics to Geovisualization Techniques. A Case Study from South-West France. » Communication présentée à *Reflecting Futures. 24th Annual Meeting of the European Association of Archaeologists*, Barcelone, 5-8 septembre.

Poirier, Nicolas, Florent Hautefeuille et Carine Calastrenc. 2013. « Low Altitude Thermal Survey by Means of an Automated Unmanned Aerial Vehicle for the Detection of Archaeological Buried Structures ». *Archaeological Prospection* 20 (4) : 303-307. <https://doi.org/10.1002/arp.1454>.

Poirier, Nicolas, Florent Hautefeuille, Anna Luiza Rezende Ladeia et Émile Hautefeuille. 2019. « Archeotracker. La prospection pédestre géolocalisée à haute résolution spatiale ». *Les Nouvelles de l'archéologie* 155 (juillet) : 5-11. <https://doi.org/10.4000/nda.5565>.

Poirier, Nicolas et Laure Nuninger. 2012. « Techniques d'amendement agraire et témoins matériels : pour une approche archéologique des espaces agraires anciens ». *Histoire et Sociétés rurales* 38 (2) : 11. <https://doi.org/10.3917/hsr.038.0011>.

Revel, Jacques. 1989. « L'histoire au ras du sol ». Dans *Le Pouvoir au village*, édité par Giovanni Levi. Paris : Gallimard.

Revel, Jacques. 1996. *Jeux d'échelles : la micro-analyse à l'expérience*. Paris : Gallimard et Le Seuil.

Rezende Ladeia, Anna Luiza. 2017. « L'étude des dynamiques agraires préindustrielles en marge de la forêt d'Agre ». Mémoire de master 2, université Toulouse–Jean-Jaurès.

Risbøl, Ole et Lars Gustavsen. 2018. « LiDAR from Drones Employed for Mapping Archaeology – Potential, Benefits and Challenges ». *Archaeological Prospection* 25 (4) : 329-338. <https://doi.org/10.1002/arp.1712>.

Rivals, Cécile. 2013. « Une application de la théorie des graphes pour l'étude du bourg médiéval ». *Archéologie du Midi Médiéval* 31 (1) : 190-96. <https://doi.org/10/ghnd28>.

Robert, Sandrine. 2003. « Comment les formes du passé se transmettent-elles ? ». *Études rurales* 167-168 (janvier) : 115-131. <https://doi.org/10.4000/etudesrurales.8022>.

Robert, Sandrine et Laurent Costa. 2009. *Guide de lecture des cartes anciennes*. Paris : Errance.

Rodier, Xavier, Olivier Barge, Laure Saligny, Laure Nuninger et Frédérique Bertencello. 2011. *Information spatiale et archéologie*. Paris : Errance.

Rodier, Xavier, Mélanie Le Couédic, Bertrand Jouve, Florent Hautefeuille, Samuel Leturcq et Étienne Fieux. 2013. « De l'espace aux graphes : Mesurer les dynamiques spatiales des terroirs villageois » Dans *Mesure et histoire médiévale. XLIII^e congrès de la SHMESP (Tours, 31 mai-2 juin 2012)*, édité par Société des historiens médiévistes de l'enseignement supérieur public. Paris : Éditions de la Sorbonne. <https://doi.org/10.4000/books.psrbonne.28550>.

Ruas, Marie-Pierre. 2010. « Des grains, des fruits et des pratiques : la carpologie historique en France ». Dans *Trente ans d'archéologie médiévale en France. Un bilan pour un avenir*, édité par Jean Chapelot, 55-70. Caen : Publications du CRAHM.

Saligny, Laure, Laure Nuninger, Kristof Oštir, Nicolas Poirier, Žiga Kokalj, Florian Tolle, Élise Fovet, Estelle Gauthier, Frédérique Bertencello et Cristina Gandini. 2012. « Models and Tools for Territorial Dynamics Studies ». Dans *Settlement Patterns, Production and Trades from the Neolithic to the Middle Ages*, édité par Cristina Gandini, François Favory et Laure Nuninger, 23-37. Oxford : Archaeopress.

Zadora-Rio, Elisabeth. 2001. « Archéologie et toponymie : le divorce ». *Les Petits Cahiers d'Anatole* 8. http://citeres.univ-tours.fr/doc/lat/pecada/F2_8.pdf.

Notes

1 « Recherches sur les espaces, le peuplement, et les réseaux anciens de la Garonne ». Programme de prospection thématique soutenu par le service régional de l'archéologie de la direction régionale des affaires culturelles d'Occitanie (<https://sites.google.com/view/reperage/>).

2 Nous tenons à remercier le service régional de l'archéologie de la direction régionale des affaires culturelles d'Occitanie pour nous avoir permis d'accéder à la base Patriarche.

3 <https://sites.google.com/view/reperage/>.

Auteur

Nicolas Poirier

UMR 5608 TRACES, CNRS, Toulouse, France

Nicolas Poirier est docteur en archéologie ; ses recherches portent sur la dynamique des habitats, des paysages et des territoires.

ORCID 0000-0002-4118-346X

nicolas.poirier1@univ-tlse2.fr

Droits d'auteur



Les contenus de la revue *Humanités numériques* sont mis à disposition selon les termes de la [Licence Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).