



HAL
open science

Archaedyn - Atelier 1 - La dynamique des finages dans la longue durée

Murielle Georges-Leroy, Nicolas Poirier, Sophie David, Nicolas Meyer, François Favory, Elise Fovet, Pierre Machut, Pierre Nouvel

► **To cite this version:**

Murielle Georges-Leroy, Nicolas Poirier, Sophie David, Nicolas Meyer, François Favory, et al.. Archaedyn - Atelier 1 - La dynamique des finages dans la longue durée. 2019. hal-02015728

HAL Id: hal-02015728

<https://hal.science/hal-02015728>

Preprint submitted on 12 Feb 2019

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

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

Archaedyn - Atelier 1

La dynamique des finages dans la longue durée

Auteurs : Murielle Georges-Leroy¹, Nicolas Poirier²,

Avec la collaboration de : Sophie David³, Nicolas Meyer⁴, François Favory⁵, Élise Fovet⁶, Pierre Machut⁷, Pierre Nouvel⁸

Table des matières

1. Introduction.....	6
2. Approches statistiques et spatiales du mobilier hors-site de prospection.....	7
2.1. Présentation des zones d'étude (fig. 2.1-1).....	7
2.1.1. Touraine_Neuve-le-Roi.....	8
2.1.2. Berry_Sancergues.....	9
2.1.3. Touraine_Choisille.....	11
2.1.4. Languedoc_Vaunage (Van der Leeuw, Favory, Fiches 2003 : 172-174).....	12
2.1.5. Languedoc_Lunellois (Van der Leeuw, Favory, Fiches 2003 : 175-176 ; Raynaud 1989).....	13
2.1.6. Provence_Maures (Bertoncello, Gazenbeek 1997 ; Bertoncello 2005).....	13
2.2. Le protocole analytique.....	14
2.2.1. Un cadre chronologique commun.....	14
2.2.2. Une approche comparative et quantitative.....	15
2.2.2.1. Comparer l'évolution des superficies amendées.....	15
2.2.2.4. Mesurer les dynamiques spatiales : barycentres des finages amendés.....	20
2.2.3. Quel lien entre établissements et épandages ?.....	23
2.2.4. Confrontation aux paramètres socio-environnementaux.....	27
2.3. Quel apport à la connaissance des dynamiques d'occupation du sol ?.....	32
2.3.1. La place de la période romaine dans la trajectoire des espaces exploités.....	32

¹ Conservatrice générale du patrimoine, Ministère de la Culture, UMR 6249 Chrono-Environnement

² Chargé de Recherche CNRS, UMR 5608 TRACES

³ Archéologue à l'Office National des Forêts, UMR 7041 Arscan

⁴ INRAP

⁵ Professeur émérite, Université de Franche-Comté, UMR 6249 Chrono-Environnement

⁶ Ingénieure d'Etude CNRS, USR 3550 MSH Clermont-Ferrand

⁷ Doctorant, Université Bordeaux-Montaigne

⁸ Professeur d'archéologie classique et de la Gaule romaine, Université de Bourgogne, UMR 6298 ArteHiS

2.3.2. Une « déprise » de l'Antiquité tardive ?.....	32
2.3.3. Une croissance agricole au haut Moyen Âge ?.....	33
2.3.4. Dépasser les contraintes environnementales pour accroître l'espace amendé. .	33
3. Approches statistiques et spatiales des structures agraires et parcellaires.....	34
3.1. Présentation des zones d'étude et des données mobilisées.....	34
3.1.1. Les zones ateliers.....	36
Plateau de Haye.....	38
Saint-Quirin.....	40
Bourgogne.....	42
Sénart.....	43
3.1.2. Les données mobilisées.....	44
Donnés disponibles.....	44
Critères de fiabilité.....	45
3.2. Le protocole analytique.....	48
3.2.1. De nouveaux objets construits pour les analyses.....	49
3.2.2. Estimer l'intensité et la structuration de l'exploitation agricole.....	52
3.2.3. Comparaisons avec le milieu naturel.....	57
3.2.3.1. Topographie.....	57
Situation topographique.....	57
Pentes.....	57
Ensoleillement.....	57
Orientations.....	57
3.2.3.2. Sols.....	58
Géologie.....	58
Pédologie.....	58
Rochers.....	58
3.2.4. Comparaison avec le milieu anthropique.....	59
3.2.5. Mesurer les dynamiques spatiales.....	63
3.3. La caractérisation des systèmes : intensité et structuration.....	64
3.4. Les interactions avec le milieu environnant.....	74
3.4.1. Les terrains exploités.....	74
Topographie et ensoleillement.....	75

Sols.....	81
3.4.2. Les relations avec l'habitat et le système viaire.....	85
Habitat.....	85
Voies.....	89
3.5. Dynamiques spatiales : l'exemple du Massif forestier de Haye.....	92
3.5.1. L'évolution de l'intensité de l'exploitation.....	93
3.5.2. L'évolution dans le choix des terrains.....	96
3.5.3. Les dynamiques habitat – espaces agricoles.....	100
4. Conclusions et perspectives.....	101
Bibliographie.....	103

Table des illustrations

Fig. 2.1-1 - Localisation des zones d'études des épandages agraires.....	8
Fig. 2.2-1 - Évolution des superficies amendée.....	17
Fig. 2.2-2 - Évolution des densités de mobilier.....	18
Fig. 2.2-3 - Comparaisons micro-régionales des indices de durabilité.....	20
Fig. 2.2-4 - Exemple d'interpolation spatiale des barycentres (Touraine_Neuve-le-Roi).....	21
Fig. 2.2-5 - Variations micro-régionales des barycentres.....	22
Fig. 2.2-6 - Exemple d'interpolation avec buffer (Touraine_Neuve-le-Roi, phase 4).....	24
Fig. 2.2-7 - Polarisation des épandages par les habitats (Berry_Sancergues).....	25
Fig. 2.2-8 - Polarisation des épandages par les habitats (Touraine_Neuve-le-Roi).....	26
Fig. 2.2-9 - Polarisation des épandages par les habitats (Languedoc_Vaunage).....	26
Fig. 2.2-10 - Analyse factorielle.....	31
Fig. 2.2-11 - Classification Ascendante Hiérarchique des Unités de Collecte du mobilier hors site.....	32
Fig. 3.1-1 - Exemples de structures agraires et parcellaires conservées sous couvert forestier (clichés M. Georges-Leroy et N. Meyer).....	35
Fig. 3.1-2 - Localisation des zones d'études des parcellaires.....	36
Fig. 3.1-3 - Relevés des parcellaires fossiles étudiés.....	37
Fig. 3.1-4 - Image lidar (visualisation par ombrage : azimuth 45° et élévation 10°) d'un secteur au sud de la forêt de Haye (données DRAC Lorraine-INRA Nancy-ONF 2007) : a. établissement rural, b. voie principale, c. voie secondaire, d. talus, e. murée.....	40
Fig. 3.1-5 - Données mobilisées par zones ateliers.....	45
Fig. 3.1-6 - Fiabilité de l'information archéologique.....	46

Fig. 3.1-7 - Fiabilité des relevés.....	48
Fig. 3.2-1 - Schéma d'analyse pour les parcellaires et structures agraires.....	49
Fig. 3.2-2 - Modalité de création des ESL : exemples et limites.....	51
Fig. 3.2-3 - Indices de forme.....	54
Fig. 3.2-4 - Matrice de proximité des indices de forme (IF) testés (coefficient de corrélation de Pearson).....	56
Fig. 3.2-5 - Combinaison d'indicateurs (Efsup300 : indicateur de grande longueur de linéament ; DIpond : indicateur de densité de linéaments ; Cferm : indicateur de fermeture d'ESL ; CAH3forme : indicateur de forme d'ESL) : CAH retenue.....	56
Fig. 3.2-6 – Rochers à Saint-Quirin (cliché N. Meyer).....	59
Fig. 3.2-7 - Distances inter-bâtiments dans la zone atelier de la forêt de Haye.....	61
Fig. 3.2-8 - Caractéristiques de l'habitat et du réseau viaire retenues à l'échelle de la maille ou de l'ESL.....	61
Fig. 3.2-9 - Présence/absence d'une voie contiguë à une ESL.....	62
Fig. 3.2-10 - Comparaison « présence/absence » et « somme focale » pour l'habitat à l'échelle de la maille de 250 m.....	62
Fig. 3.2-11 - Carte des abandons d'espaces agricoles au profit de la forêt entre l'Antiquité et le XIX ^e s.....	64
Fig. 3.3-1 - Indicateur de densité de linéaments.....	66
Fig. 3.3-2 - Distribution des longueurs de linéaments par zones ateliers.....	67
Fig. 3.3-3 - Association tas/linéaments.....	68
Fig. 3.3-4 - Indicateur de fermeture d'ESL.....	69
Fig. 3.3-5 - Distribution des surfaces d'ESL par zones ateliers.....	70
Fig. 3.3-6 - Indicateur de surface des ESL.....	71
Fig. 3.3-7 - Indicateur de forme d'ESL : CAH retenue.....	72
Fig. 3.3-8 - Indicateur de forme d'ESL.....	73
Fig. 3.3-9 - Combinaison d'indicateurs.....	74
Fig. 3.4-1 - Rapport situation topographique/linéaments dans le sud de la forêt de Haye.....	76
Fig. 3.4-2 - Rapport situation topographique/ESL.....	76
Fig. 3.4-3 - Comparaison entre orientation des pentes et orientation des parcellaires (partie sud-ouest de la forêt de Haye).....	77
Fig. 3.4-4 - Rapport entre la pente et les indicateurs de densité de linéaments, de linéaments de grande longueur, les ESL et la combinaison d'indicateurs.....	79
Fig. 3.4-5 - Rapport entre la pente et l'indicateur de densité de linéaments par zone atelier.....	80

Fig. 3.4-6 - Linéaments de très grandes longueurs (en violet) et linéaments traversant un vallon encaissé (en vert) dans la forêt de Haye (équidistance des courbes de niveau : 5 m)	81
Fig. 3.4-7 - Sols présents sur la zone atelier de la forêt de Haye.....	82
Fig. 3.4-8 - Rapport indicateurs / pédologie.....	83
Fig. 3.4-9 - Rapport indicateurs / géologie.....	84
Fig. 3.4-10 - Rapport tas / rochers à Saint-Quirin.....	85
Fig. 3.4-11 - Rapport établissement rural (présence/absence) / indicateur de densité de linéaments pour l'Antiquité.....	86
Fig. 3.4-12 - Rapport établissement rural (somme focale) / densité de linéaments pour l'Antiquité.....	86
Fig. 3.4-13 - Rapport indicateur de forme d'ESL / distance à l'habitat.....	87
Fig. 3.4-14 - Rapport établissement rural / indicateur de densité de tas dans les ESL à Saint-Quirin.....	88
Fig. 3.4-15 - Rapport établissement rural / combinaison d'indicateurs.....	88
Fig. 3.4-16 - Rapport voies (présence/absence) / indicateur de densité de linéaments pour l'Antiquité.....	90
Fig. 3.4-17 - Rapport nombre de voies (somme focale) / indicateur de densité de linéaments pour l'Antiquité.....	90
Fig. 3.4-18 - Rapport voies / combinaison d'indicateur.....	92
Fig. 3.5-1 - Cartographie des parcellaires et structures agraires de la forêt de Haye réalisée à partir du levé lidar de 2007.....	93
Fig. 3.5-2 - Forêt de Haye : distribution des longueurs de linéaments par période chronologique.....	94
Fig. 3.5-3 - Forêt de Haye : indicateur de densité de linéaments par période chronologique	95
Fig. 3.5-4 - Évolution chronologique de l'indicateur de densité de linéaments.....	96
Fig. 3.5-5 - Variation de l'indicateur de densité de linéaments par rapport à la pente en fonction des périodes d'abandon définitif.....	97
Fig. 3.5-6 - Variation de l'indicateur de grande longueur de linéament par rapport à la pente en fonction des périodes d'abandon définitif.....	97
Fig. 3.5-7 - Variation de l'indicateur de densité de linéaments par rapport à l'ensoleillement en fonction des périodes d'abandon définitif.....	98
Fig. 3.5-8 - Rapport à la géologie des espaces cultivés en fonction de leur période d'abandon (risque relatif calculé sur la surface totale).....	99
Fig. 3.5-9 - Rapport à la pédologie des espaces cultivés en fonction de leur période d'abandon (risque relatif calculé sur la surface totale).....	99
Fig. 3.5-10 - Évolution de la distance habitat/champs entre l'Antiquité et le Moyen Âge.....	101

1. Introduction⁹

On assiste depuis une trentaine d'années à un élargissement constant des champs de l'archéologie, d'abord centrée sur l'exploration des points de peuplement jusqu'à l'intérêt aujourd'hui manifesté pour l'histoire de portions d'espace, qu'elles aient été porteuses de sites, de parcellaires, d'activités artisanales ou agraires. Cet élargissement a rencontré les préoccupations liées aux transformations du paysage sous l'action conjuguée du climat et des sociétés anciennes, à tel point que l'enjeu est aujourd'hui d'estimer l'emprise des activités humaines sur le milieu et leur impact sur l'environnement (Leveau 2000).

Cette estimation serait enrichie si l'on parvenait à mesurer, dans la longue durée, les variations enregistrées par les espaces effectivement cultivés et mis en valeur par les sociétés anciennes. En effet, de manière complémentaire à la connaissance fine des réseaux de peuplement et de leurs dynamiques, l'observation des phases d'emprise et de déprise des espaces cultivés fournirait des indications sur les besoins et les conditions de production des denrées agricoles. Cette information serait utile pour documenter la vitalité économique des espaces étudiés.

Les objectifs du projet étaient donc d'évaluer et de mesurer comment se constituent et évoluent les territoires en considérant les activités de production agro-pastorale. Il s'agissait de modéliser l'évolution de l'espace et son taux d'anthropisation : modalités de la conquête agraire de l'espace, croissance et décroissance, voire abandon de certains espaces.

À cette fin, deux types d'objets ont été mobilisés : les vestiges d'épandages agraires collectés en prospection pédestre et les structures agraires et parcellaires anciennes fossilisées sous les couverts forestiers actuels et en partie cartographiées grâce à des levés lidar^{10 11}.

Les parcellaires fossiles ont été étudiés selon une approche assez nouvelle, pas uniquement morphologique (Chouquer 1996a, 1996b, 1997 ; Favory 2012), mais comme les témoins d'une mise en culture des espaces, aujourd'hui forestiers, qu'ils occupent. L'approche a ainsi nécessité la reformalisation de l'information sur des portions de territoire (mailles, surfaces encloses).

Le programme avait également pour objectif de mettre aux points des indicateurs quantitatifs permettant, pour la première fois, de comparer les dynamiques agraires de zones d'étude situées aussi bien en France septentrionale que méridionale, à partir d'épandages agraires identifiés en prospection pédestre. Ces épandages, observés et enregistrés sur le terrain depuis les années 1980 (Wilkinson 1982 ; 1989 ; Bintliff, Snodgrass 1988 ; Bakels 1997), n'avaient été jusqu'à présent que peu mobilisés dans l'étude des dynamiques

⁹ Nous remercions les experts du comité de pilotage pour leurs nombreuses remarques et suggestions, et particulièrement Elisabeth Zadora-Rio qui a suivi plusieurs réunions d'ateliers. Merci aussi à Alexia Fontaine et Jean-Baptiste Litot qui ont réalisé une partie des traitements géomatiques.

¹⁰ Cette méthode de télédétection, de plus en plus utilisée en archéologie, sert à réaliser des levés topographiques en trois dimensions très précis sur de grandes surfaces (Georges-Leroy, Nuninger, Opitz 2014). Elle est particulièrement efficace sous couvert forestier pour détecter les micro-reliefs.

¹¹ Un des séminaire de travail a porté sur la modélisation et la formalisation des études de l'atelier 1.

territoriales (Poirier, Nuninger 2012 ; Raynaud 1989 ; Favory *et al.* 1994).

2. Approches statistiques et spatiales du mobilier hors-site de prospection

Nous proposons d'utiliser le mobilier hors site récolté en prospection pédestre pour estimer l'emprise des espaces exploités et l'intensité de cette mise en valeur. La présence de ces tessons généralement roulés, récoltés la plupart du temps de façon diffuse sous forme de halos autour des points de peuplement, sont interprétés comme les seuls témoins matériels de la pratique de l'épandage de fumures dans les parcelles cultivées selon le schéma interprétatif suivant : les déchets domestiques (dont les poteries cassées) auraient été jetés sur les tas de fumier généralement situés à proximité de l'habitat. Le fumier a été épandu dans certaines parcelles cultivées. Seuls les éléments solides contenus dans la fumure (dont les tessons de poterie) subsistent après que les matières organiques se sont décomposées. Cette interprétation est étayée par des sources écrites et iconographiques, des fouilles et des observations ethnographiques (Poirier, Nuninger 2012).

La localisation de ces épandages permet, avec quelques limites liées au besoin ou non d'amender les parcelles, à la quantité variable de céramique en usage au cours du temps ou à la gestion des déchets sur les sites ruraux, d'estimer une surface minimale mise en exploitation par les sociétés anciennes au cours du temps. Il est ainsi possible de mesurer des phases d'emprise et de déprise spatiale, d'intensification ou de relâche de la pression humaine sur le terroir, témoignant des conditions et des nécessités économiques des espaces et des périodes étudiées.

2.1. Présentation des zones d'étude (**fig. 2.1-1**)

Il n'a pas été question, dans le cadre du programme Archaedyn, de réaliser des opérations de terrain spécifiquement dédiées aux questionnements posés. Le collectif réuni a travaillé à la mise en commun de bases de données déjà acquises auparavant dans le cadre d'autres programmes ou de travaux doctoraux. L'essentiel des discussions a donc porté sur les aspects méthodologiques d'acquisition de ces données de manière à estimer la possibilité de les comparer entre elles, et les moyens de mise en œuvre de ces comparaisons.

Il est donc utile dans un premier temps de présenter le contexte géo-historique de chacune des microrégions investies, ainsi que les objectifs et les méthodes des programmes qui ont conduit à leur prospection et à la production des données mobilisées dans Archaedyn.

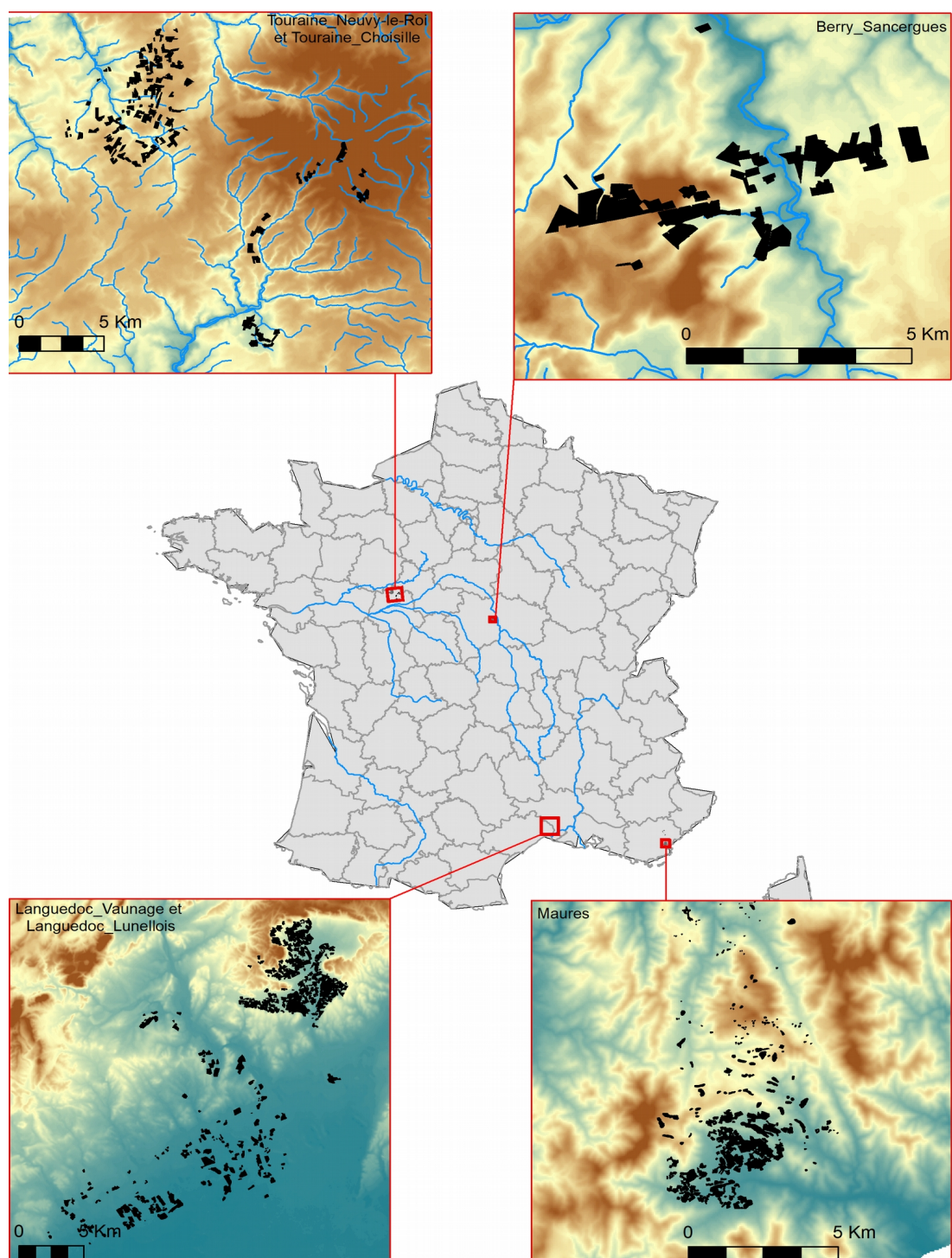


Fig. 2.1-1 - Localisation des zones d'études des épandages agraires

2.1.1. Touraine_Neuville-le-Roi

L'étude de la commune de Neuville-le-Roi a pris la forme de plusieurs campagnes de prospections archéologiques au sol entre 1992 et 1996 sous la direction d'Agatha Poirot,

dans le cadre d'une recherche doctorale qui n'a pas abouti. Les principaux résultats de cette étude ont toutefois été réunis dans un article de la *Revue Archéologique du Centre de la France* (Poirot 1998). Le choix de cette commune pour y développer un programme de recherche répondait à deux critères essentiels :

- Cette agglomération, située à 30 km au nord de Tours, a été identifiée au *Novus vicus* cité par Grégoire au VI^e siècle, pour laquelle l'évêque de Tours mentionne les reliques de saint André et de saint Vincent. Ces deux saints ont d'ailleurs laissé des traces dans le village dans la mesure où Saint-Vincent est l'actuelle église paroissiale et Saint-André une ancienne chapelle abandonnée au XVIII^e siècle.

- Cette zone du nord de la Touraine était également mal connue sur le plan archéologique. Il s'agissait donc de vérifier si la densité du peuplement y était la même que dans la partie sud du bassin versant de la Loire.

L'objectif était donc de restituer le contexte du peuplement et le parcellaire rural dans lequel s'est inscrite l'agglomération, comprendre la formation du terroir et identifier si la paroisse ou un éventuel *vicus* antérieur sont à l'origine de sa mise en place. Le haut Moyen Âge était donc une période particulièrement visée par ces travaux. Un autre objectif concernait l'étude de la répartition et l'évolution de l'habitat, et l'estimation de sa densité et de sa stabilité au cours du temps.

La prospection au sol, associée au dépouillement des sources écrites, des anciens cadastres et des photographies aériennes, a été le moyen privilégié de réalisation de cette étude. Ces campagnes de ramassage systématique ont permis de couvrir plus de 700 ha selon une procédure en deux passages, à une maille maximale de 5 m, et d'identifier 97 sites et 13 indices de sites.

La synthèse des résultats obtenus démontre une présence humaine à Neuvy-le-Roi depuis le Paléolithique. On constate toutefois un contraste entre le grand nombre de sites des périodes préhistorique et historique, et la faible représentation de la Protohistoire. L'auteur interprète ce hiatus comme la conséquence d'une mauvaise conservation du mobilier de cette période, dans la mesure où des vestiges protohistoriques ont été révélés par la prospection aérienne. La continuité de l'habitat est assurée au moins depuis la période gallo-romaine. Elle s'accompagne d'une relative stabilité puisqu'un léger déplacement s'opère au fil des époques. Cette étude a d'ailleurs révélé de remarquables exemples de continuité d'occupation sur de petites surfaces. Une même parcelle peut avoir livré un site Néolithique, un site protohistorique, une *villa* elle-même remplacée par un habitat du haut Moyen Âge qui se trouve à quelques dizaines de mètres de l'habitat actuel. L'image qui se dégage de la seule lecture de la dynamique du peuplement est celle d'une relative stabilité de l'occupation, qui n'exclut cependant pas l'existence de hiatus.

2.1.2. Berry_Sancergues

L'étude archéologique des trois communes de Charentonnay, Sancergues et Saint-Martin-des-Champs (Cher) a été réalisée dans le cadre d'une thèse (Poirier 2007 ; 2010). Ces trois communes, situées aux confins du Berry et du Nivernais, présentaient au début de l'étude de grandes lacunes documentaires dans la mesure où cette région est restée à

l'écart des grands programmes de prospection aérienne et au sol. L'objectif était de mesurer l'influence de cette situation de marge et de contact entre plusieurs unités paysagères sur la dynamique du peuplement et du paysage dans la très longue durée (de la Préhistoire au XIX^e siècle). À cette occasion, les données archéologiques acquises au cours des prospections au sol ont été confrontées à l'image du paysage et du peuplement livrée par les sources écrites médiévales et modernes, les données planimétriques modernes et contemporaines.

Le programme de prospection au sol développé dans le cadre de cette étude a été réalisé entre 2003 et 2006, permettant de couvrir près de 500 ha sur l'ensemble des trois communes de Charentonnay, Sancergues et Saint-Martin des Champs, soit environ 10 % de leur surface totale, selon la même procédure de terrain que celle utilisée à Neuvy-le-Roi (deux passages ; 5 m de résolution). Dans l'emprise de ces 500 ha, une quarantaine de concentrations de mobilier délimitable a été repérée et identifiée à des indices de sites archéologiques. Les 221 unités de collecte du mobilier hors site ont permis d'enregistrer plus de 50 000 artefacts de toutes périodes, dont plus de 7600 tessons de poterie datables de la Protohistoire au XX^e siècle.

Le croisement des différentes images issues des informations archéologiques, écrites et planimétriques, permet de discerner plusieurs phases dans la structuration du tissu de peuplement et du paysage environnant. Comparativement au cœur de la Champagne berrichonne, qui a révélé une grande densité de points de peuplement antique, et le développement d'un réseau d'habitat hiérarchisé (Gandini 2008), la zone étudiée paraît occupée de manière relativement modeste. Ce résultat amène à conclure que les marges de la Cité des Bituriges, sans être totalement déserte, étaient occupées de manière moins intensive que le cœur de son territoire. La période allant du IV^e au VII^e siècle apparaît comme une phase de déclin de l'occupation du sol, autant dans le tissu de peuplement que dans l'occupation agraire, qui se recentre autour de quelques pôles moins nombreux qu'auparavant. Les VIII^e-X^e siècles témoignent d'une reprise de grande ampleur. Cette phase est la mieux représentée dans les données issues de la prospection au sol, par le nombre d'établissements identifiés comme par la croissance des espaces cultivés et l'intensité de leur mise en valeur. La baisse du nombre d'établissements identifiés par l'archéologie associée aux premiers enregistrements par les sources écrites de points de peuplement encore occupés actuellement, incite à voir dans la seconde partie du Moyen Âge (XI^e-XV^e siècles) une phase de stabilisation du tissu de peuplement, qui se caractérise par l'abandon d'un grand nombre de sites implantés au cours de la mise en valeur de nouveaux espaces lors de la phase précédente. Le recentrage des amendements agraires autour de quelques pôles conduit à penser que les pratiques agraires se sont transformées, associant un amendement intensif par fumures au plus près des lieux habités, et la pratique de la pâture libre sur le reste du terroir exploité. À partir du XVI^e siècle, on discerne une nouvelle phase d'essor du tissu de peuplement et des espaces cultivés. Les sources archéologiques témoignent de l'importance de l'implantation de nouveaux habitats matérialisant la mise en valeur agraire d'espaces jusque là peu exploités, en particulier dans la moitié orientale de la zone étudiée pénalisée par des sols contraignants. Les mentions textuelles relevées pour cette période vont également dans ce sens par le nombre important de lieux habités mentionnés dans les documents des XVI^e-XVIII^e siècles qui n'ont laissé aucune trace dans le

réseau de peuplement enregistré par le cadastre de 1829. Les mêmes sources témoignent du gain des espaces cultivés sur les espaces boisés.

2.1.3. Touraine_Choisille

Le bassin versant de la Choisille, affluent de la Loire au nord de Tours, a été prospecté sous forme de fenêtres restreintes entre 2006 et 2008 dans le cadre du programme ECLIPSE II qui visait notamment à mesurer le lien entre occupation du sol et dynamiques érosives (Gandini 2008 ; Poirier *et al.* 2013).

L'apport attendu des données archéo-historiques à ce programme était double. Tout d'abord, elles devaient permettre la restitution des dynamiques de l'occupation du sol par la mise en œuvre de la prospection archéologique sur sol nu et le dépouillement des sources écrites médiévales et modernes. De plus, la spatialisation des activités humaines au cours du temps était envisagé comme l'un des apports informatifs majeurs des données archéologiques, en complément des données sédimentologiques et palynologiques qui raisonnent sur la base de sondages ponctuels au sein de l'espace étudié.

Si différents secteurs du bassin versant de la Choisille ont fait l'objet de travaux de fouilles archéologiques préventives, comme par exemple sur la commune de Chanceaux-sur-Choisille (Creusillet, Fournier, Arquille 2004), la majeure partie de l'espace étudié n'est pas renseignée par ces interventions, qui ne fournissent d'ailleurs qu'un éclairage ponctuel, limité à des emprises réduites, sur la chronologie des occupations humaines. La mise en œuvre de prospections au sol est apparue comme un moyen privilégié pour approcher le *continuum* spatial que constituent les points de peuplement et leurs espaces agraires associés, dans le but de localiser et de mesurer l'intensité de la pression humaine dans l'espace et dans le temps. Toutefois, la présence importante de secteurs boisés a limité l'accessibilité des terrains à la prospection de surface.

Au sein du bassin versant de la Choisille, 267 ha ont fait l'objet de trois campagnes hivernales de prospection systématique entre 2006 et 2008, deux réalisées dans le cadre des stages de formation de l'Université de Tours (Ferdrière 2006 ; 2007), la dernière dans le cadre d'un contrat de recherche (Poirier 2008). La fenêtre spatiale étudiée est située dans la partie nord-est du bassin versant de la Choisille.

La dispersion dans l'espace des unités de collecte du mobilier archéologique et une probable fixation précoce des points de peuplement à leur emplacement actuel n'ont pas conduit à la découverte d'un nombre important de sites pouvant être interprétés comme des établissements abandonnés : 22 seulement ont été repérés pour l'ensemble des trois secteurs et pour l'ensemble de la fourchette chronologique considérée, de la Protohistoire à la période moderne. Si les périodes anciennes (Protohistoire et période romaine) semblent bien représentées autour de Chanceaux-sur-Choisille, l'Antiquité tardive et le haut Moyen Âge (IV^e-XI^e siècles) n'ont livré aucun indice d'établissement. Le Moyen Âge central (XII^e-XV^e siècles) est uniquement représenté en amont autour du hameau de Chenusson. Les périodes moderne et contemporaine ne livrent que de deux à cinq sites. Il est donc délicat de décrire l'évolution de l'occupation du sol, et son éventuel impact sur l'évolution du paysage, sur la seule base de ces quelques données ponctuelles et lacunaires.

La restitution des dynamiques de l'occupation du sol repose donc plutôt sur des indicateurs d'intensité et d'emprise de l'exploitation agraire des trois secteurs d'investigation telle qu'elle est lisible grâce aux variations du mobilier hors site interprété comme vestige d'épandage agraire. On constate une présence faible à moyenne au cours de la Protohistoire, une forme de pic au cours des I^{er}-III^e siècles, puis une diminution au cours de l'Antiquité tardive et du haut Moyen Âge (IV^e-XI^e siècles). On observe une légère reprise au Moyen Âge central et final (XII^e-XV^e siècles), mais sans comparaison avec la période moderne et contemporaine qui est lisible comme une phase de reprise et de développement importants.

2.1.4. Languedoc_Vaunage (Van der Leeuw, Favory, Fiches 2003 : 172-174)

La Vaunage (Gard) est une entité géomorphologique correspondant à la combe drainée par le bassin versant supérieur du Rhône. Elle couvre un territoire d'environ 100 km² s'étendant sur neuf communes actuelles. Elle occupe les ultimes reliefs des garrigues calcaires sous-cévenoles, culminant entre 200 et 300 m.

La Vaunage occupe en Languedoc oriental une position privilégiée, entre le Vidourle à l'ouest, les garrigues au nord et à l'est et la plaine littorale au sud. Cette situation charnière et la proximité de la ville de Nîmes à l'est, qui favorise l'accès à des ressources variées, à des communications et des débouchés commerciaux, explique sans doute en partie la forte densité de son occupation. La région offre en outre aux établissements humains des sites naturels variés : sommets de collines propices aux installations, versants peu escarpés et sols profonds dans la plaine.

La Vaunage bénéficie d'un long historique de recherches qui trouve son origine au XIX^e siècle avec un intérêt très tôt développé pour les *oppida* protohistoriques, intérêt favorisé par de nombreux vestiges apparents et un vaste vignoble soigneusement et régulièrement labouré, propice aux découvertes fortuites.

À partir des années 1960 sont conduites des recherches programmées et régulières durant une vingtaine d'années, d'abord centrées sur la fouille des principaux *oppida* de l'âge du Fer. Les années 1970 ont vu se développer des travaux plus modestes sur la période gallo-romaine et la préhistoire. Il faut attendre les années 1980 pour que l'intérêt pour la période médiévale se développe (Parodi, Raynaud, Roger 1987).

C'est au cours des années 1990 que des prospections systématiques conduites par F. Favory et C. Raynaud ont permis de compléter l'inventaire des sites connus jusque là essentiellement par des découvertes fortuites. Ce programme visait à rétablir l'homogénéité spatiale des données, pour analyser les modes d'occupation et de mise en valeur du sol, dans le rapport qu'entretiennent les différentes formes de l'habitat sur le long terme. La procédure de terrain alors mise en œuvre (Raynaud 1989) a permis l'identification de sites d'habitats, abondamment mobilisés dans le cadre du programme *Archæomedes*, mais aussi de zones d'épandages agraires, étudiées en détail pour l'âge du Fer par L. Nuninger dans le cadre de sa thèse (Nuninger 2002).

L'unité d'enregistrement du mobilier hors site est constituée le plus souvent par un groupe de parcelles. La délimitation des zones d'enregistrement est fondée sur la qualité et

la quantité du mobilier hors site. Un changement dans la composition du bruit de fond ressenti par l'équipe de terrain engendre un changement de zone d'enregistrement. Les zones d'enregistrement ont une surface comprise entre 0,5 et 5 ha.

2.1.5. Languedoc_Lunellois (Van der Leeuw, Favory, Fiches 2003 : 175-176 ; Raynaud 1989)

La microrégion du Lunellois (Hérault) englobe un espace situé entre la vallée du Lez et celle du Vidourle, qui résume les grands traits du littoral du golfe du Lion : un littoral bas et sableux de formation récente, et une vaste lagune orientée parallèlement à la ligne du rivage et cloisonnée aujourd'hui entre plusieurs étangs, dont celui de l'Or ou de Mauguio. Les deux fleuves qui encadrent la région ont joué un rôle important dans la transformation du paysage par d'importants dépôts alluviaux ayant progressivement colmaté les dépressions et la lagune. La Costière lunelloise, formée de puissantes alluvions anciennes rhodano-duranciennes à formations de galets, marque les premiers reliefs collinaires. La région lunelloise présente ainsi des facettes contrastées par la juxtaposition de ces unités morphologiques, ce qui explique l'intérêt de cette zone qui rassemble sur environ 500 km² les différents éléments d'un géosystème littoral méditerranéen. L'enjeu des recherches archéologiques a donc consisté à étudier l'insertion des sociétés rurales dans un tel milieu.

Contrairement à la Vauvage, le Lunellois et la plaine littorale n'ont pas bénéficié de travaux systématiques avant les dernières décennies. La région fait l'objet depuis 1986 de recherches collectives sur l'histoire du peuplement, des sociétés agricoles et de leur environnement, du Néolithique au Moyen Âge, mobilisant des données historiques, archéologiques, géographiques et paléoenvironnementales (Raynaud 1989). Plus de 400 établissements ont pu être recensés par des prospections, des fouilles ou des dépouillements de sources historiques. Les questions de peuplement, de systèmes agraires et de transformation environnementales ont été traitées dans la longue durée, avec une focalisation particulière de la conquête romaine au Moyen Âge.

La procédure de terrain des prospections systématiques est la même que celle utilisée en Vauvage et a permis d'identifier des sites d'habitat et des zones d'épandages agraires.

2.1.6. Provence_Maures (Bertoncello, Gazenbeek 1997 ; Bertoncello 2005)

C'est en 1990, dans le cadre du projet « Fréjus-Argens », que fut mis en place un programme de prospection dans plusieurs communes de la vallée de l'Argens (Var). À la suite de l'incendie de 1990, le Massif des Maures fut intégré à l'étude, afin de profiter des conditions exceptionnelles de visibilité du sol. Les seuls sites connus dans le Massif des Maures avant ces prospections étaient des sites perchés, principalement des *oppida*, en raison de l'importance de leurs structures, souvent assez bien conservées et facilement repérables (Bertoncello, Gazenbeek 1997 : 602).

L'équipe a donc prospecté systématiquement crêtes et sommets, versants et épaulements, vallons et pieds de pente. Plus de 100 gisements archéologiques ont ainsi été repérés, toutes périodes confondues, parmi lesquels seuls 4 % correspondaient à des sites

perchés et fortifiés (Bertoncello, Gazenbeek 1997 : 603).

L'unité d'enregistrement du mobilier (hors site) est variable selon les milieux. En milieu cultivé, l'ensemble du secteur n'étant pas « prospectable » (visibilité), les zones d'épandage sont souvent discontinues dans l'espace. Le secteur a été divisé en zones de prospection englobant des zones d'épandages cohérentes. Chaque zone de prospection est dotée d'un numéro identifiant auquel se rapportent également toutes les unités d'épandages incluses dans la zone de prospection. En milieu de garrigue, les zones d'épandage ont été dessinées et dotée d'un numéro identifiant. Les secteurs prospectés sont soit représentés par des zones, soit par des flèches indiquant le cheminement des prospecteurs.

Les plus anciennes traces d'occupation humaine rencontrées dans le Massif des Maures remontent au Paléolithique moyen, alors que les vestiges lithiques sont très rares sur le Rocher de Roquebrune, où les premiers indices d'installation véritable sont attribuables au Néolithique moyen. Le peuplement du Massif des Maures et du Rocher de Roquebrune est caractérisé par une occupation dense au deuxième âge du Fer, suivie d'un hiatus pendant l'époque romaine, où l'habitat se concentre dans les zones basses. L'occupation des massifs ne reprend qu'à la fin de l'Antiquité, avec une vigueur qui surprend quand on connaît l'indigence des vestiges de cette époque en plaine (Bertoncello, Gazenbeek 1997).

L'examen de l'évolution du nombre d'établissements occupés entre le II^e siècle av. J.-C. et le VII^e siècle ap. J.-C. met en évidence deux cycles successifs, qui présentent un processus similaire de croissance du nombre d'établissements suivie d'une réduction de l'effectif, mais divergent par leur amplitude respective. Le premier cycle connaît une augmentation très progressive du nombre d'établissements entre le II^e siècle av. J.-C. et le I^{er} siècle ap. J.-C., pour atteindre au II^e siècle son maximum. La fin de ce cycle est, au contraire, caractérisée par une réduction très brutale de l'effectif entre les II^e siècle et III^e siècle. Le second cycle débute ensuite au IV^e siècle par une faible reprise, confirmée au V^e siècle. Il s'agit toutefois d'un phénomène de courte durée, puisque s'amorce, dès le siècle suivant, une diminution du nombre d'occupations jusqu'à seulement 3 au VII^e siècle (Bertoncello 2005 : 46).

2.2. Le protocole analytique

2.2.1. Un cadre chronologique commun

Le premier écueil rencontré a été celui de la définition d'un cadre chronologique commun aux différentes zones d'étude, alors même que les capacités de datation de la céramique sont très variables d'une région à l'autre, allant du demi-siècle en Languedoc pour la période romaine, à seulement trois ou quatre siècles en Berry ou en Touraine, pour ce type particulier de mobilier qu'est le mobilier de prospection récolté en dehors de tout contexte stratigraphique. Le parti a donc été pris d'utiliser le plus petit dénominateur commun, le cadre chronologique permettant d'intégrer un maximum de zones d'étude. Le temps d'observation (de la Protohistoire à la période moderne) a donc été divisé en six

phases chronologiques d'amplitudes variables :

- V^e siècle av. J.-C. – I^{er} siècle av. J.-C. pour la phase 1,
- I^{er} – III^e siècles pour la phase 2,
- IV^e – VII^e siècles pour la phase 3,
- VIII^e – XI^e siècles pour la phase 4,
- XII^e – XV^e siècles pour la phase 5,
- XVI^e – XVIII^e siècles pour la phase 6.

C'est à l'échelle de chacune de ces phases qu'ont été observées les valeurs de superficie amendée et de densité moyenne de mobilier hors site.

2.2.2. Une approche comparative et quantitative

Il est possible pour chaque zone d'étude de retracer l'évolution de la superficie amendée et de l'intensité de cet amendement. Il est également possible de mesurer les dynamiques spatiales qui affectent les espaces cultivés d'une période à l'autre au moyen des statistiques spatiales. L'approche comparative doit permettre d'identifier les particularismes locaux et les tendances communes à ces espaces très différents, de France du Centre comme du Sud.

2.2.2.1. Comparer l'évolution des superficies amendées

Le calcul, pour chaque zone atelier (ZA) et pour chaque période, de la somme des unités de collecte (UC) ayant livré au moins un témoignage d'amendement (un tesson au moins), permet de lire les pulsations des espaces amendés dans la longue durée en termes d'extension ou de rétraction (**fig. 2.2-1**). Cette approche sera complétée en dernier lieu par l'utilisation de statistiques spatiales dans le but de mesurer les effets de ces dilatations et contractions des espaces intensément cultivés (Poirier *et al.* 2012 : 39-59).

Les valeurs brutes de superficie ne sont pas comparables d'une ZA à l'autre, puisqu'elles sont déterminées par la taille de ces ZA, elle-même conditionnée par l'emprise des prospections au sol réalisées. On a donc fait le choix de normaliser les valeurs brutes obtenues par l'emprise totale des prospections réalisées. Ainsi les valeurs peuvent être comparées et mises au même niveau. Chaque période est représentée par un pourcentage de la superficie totale prospectée.

Il faut d'emblée signaler un démarrage variable au cours de la Protohistoire, avec des superficies amendées variant de moins de 5 % pour les Maures à plus de 90 % pour la Vaunage. Les deux ZA les plus méridionales ne montrent donc pas la même image au cours de cette première phase chronologique étudiée. Les trois zones les plus septentrionales apparaissent moins différentes les unes des autres avec des valeurs s'échelonnant de 14 % pour la vallée de la Choisille à près de 30 % pour la commune de Neuvy-le-Roi.

La période romaine (I^{er}-IV^e siècles) apparaît partout comme une phase d'extension des espaces amendés, mais pas nécessairement comme un pic d'occupation. La progression est assez spectaculaire dans la plupart des ZA, mise à part la Vaunage où la superficie

amendée ne progresse que de 2 % ; toutefois, la marge de progression n'y était pas très grande, l'image de campagnes pleines étant déjà bien lisible à la phase précédente. Partout ailleurs, la superficie amendée progresse nettement d'environ 40 ou 50 %, et jusqu'à 75 % d'augmentation pour le Massif des Maures qui passe de 4 % à la phase 1 à plus de 80 % de superficie amendée à la phase 2.

Si l'on observe partout une extension des espaces amendés au cours de la période romaine (phase 2), on enregistre également partout une certaine déprise au cours de l'Antiquité tardive (phase 3), mais là encore selon des modalités très différentes. Alors que la superficie amendée chute fortement dans la vallée de la Choisille (6,5 %) et dans les Maures (1,6 %), l'exploitation agraire se maintient à plus 20 % de la superficie prospectée dans la région de Sancergues, près de 60 % à Neuvy-le-Roi et la diminution concerne moins de 10 % de la superficie prospectée en Vauvage, dont l'emprise amendée se maintient à plus de 88 %.

Dans trois cas, la diminution des espaces amendés se poursuit au cours du haut Moyen Âge (phase 4). La part des terrains amendés se réduit à 4 % de la superficie prospectée dans la vallée de la Choisille, 13 % en Vauvage tandis qu'aucun témoignage d'amendement de cette période n'a été relevé dans le Massif des Maures. À l'inverse, dans la région de Sancergues et à Neuvy-le-Roi, les emprises mises en valeur progressent au haut Moyen Âge jusqu'à 67 % pour l'une et 82 % pour l'autre zone-atelier.

Les évolutions sont très diverses pour le Moyen Âge central (phase 5). Si trois zone-ateliers affichent approximativement le même score autour du tiers de superficie amendée (Berry_Sancergues, Touraine_Choisille et Vauvage), cette proximité masque de réelles disparités dans les tendances observées. Parmi les deux zone-ateliers qui avaient témoigné d'une progression sensible des espaces amendés au cours de la phase précédente, l'une (Touraine_Neuvi-le-Roi) voit cette emprise se confirmer par une nouvelle augmentation de la surface amendée, tandis que l'autre (Berry_Sancergues) montre un nouveau recul de cette superficie autour de 34 %. En revanche, les trois zone-ateliers qui avaient subi une déprise à la phase 4 montrent une reprise plus ou moins forte à la phase 5. Cette reprise est très nette en Touraine_Choisille et en Vauvage qui passent respectivement de 4 à 32 % et de 13 à 35 % de superficie amendée.

La période moderne enfin (phase 6) apparaît dans la majorité des cas observés comme la période d'extension maximale des espaces amendés qui s'étendent à l'ensemble des terrains prospectés (entre 95 et 99 % des espaces prospectés de Berry_Sancergues, Touraine_Choisille et Touraine_Neuvi-le-Roi). Le Massif des Maures n'appartient pas à ce modèle, la superficie amendée de la période moderne n'atteignant que 10 % de la superficie prospectée. Les données n'ont pas été calculées pour la Vauvage.

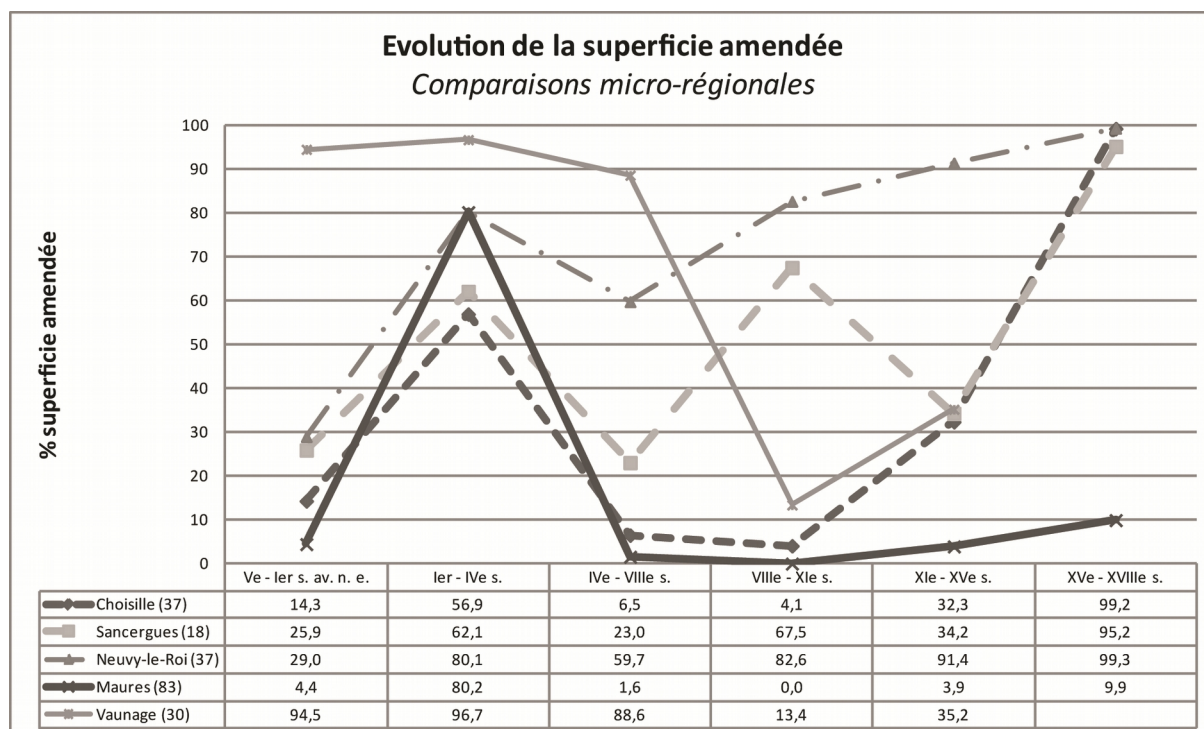


Fig. 2.2-1 - Évolution des superficies amendées

2.2.2.2. Estimer l'intensité de l'exploitation agricole (fig. 2.2-2)

L'indice d'intensité de l'exploitation agricole a pour but de mesurer, sur la longue durée, l'intensité de la mise en valeur du sol en étudiant les valeurs de densité de tessons récoltés hors-site dans les zones d'épandage. Cette densité est censée refléter la régularité et/ou l'intensité des amendements agricoles réalisés dans les parcelles concernées.

Cette valeur de densité étant variable d'une région à l'autre, mais aussi d'une période chronologique à l'autre (car intimement liée à la quantité de céramique en circulation, plus abondante par exemple, et en général, pour les périodes romaine ou moderne que pour le haut Moyen Âge), il avait été décidé de ne pas travailler sur les valeurs brutes de densité dans chaque unité de collecte (UC), mais plutôt de normaliser ces valeurs en travaillant sur des classes d'écart à la densité moyenne observée à chaque pas de temps.

On a donc calculé, pour chaque UC et à chaque pas de temps, l'écart entre la densité de mobilier observée dans l'UC et la densité moyenne de mobilier calculée pour la période sur l'ensemble des UC de la zone d'étude.

Pour obtenir un indice synthétique décrivant l'intensité de la mise en valeur de l'UC dans la longue durée, on a calculé la moyenne des écarts à la densité moyenne de chaque période. Pour faciliter la comparaison des zones d'étude entre elles, cet écart moyen a été normalisé par la valeur du plus grand écart observé (défini comme base 100). Chaque UC a ainsi été qualifiée par le pourcentage que représente son écart moyen à la densité moyenne par période par rapport à l'écart maximal observé.

Il apparaît que ce mode de calcul présente un biais : il repose sur le calcul de la moyenne des écarts bruts à la densité moyenne de mobilier de chaque période, c'est-à-dire sur des valeurs brutes difficilement comparables entre elles : ces valeurs brutes sont potentiellement plus élevées pour les périodes où la quantité de mobilier est plus importante et potentiellement plus faibles pour les périodes où cette quantité est moins importante.

Une nouvelle méthode de calcul de cet indice d'intensité a donc été mise au point dans le cadre d'Archaedyn. La normalisation des valeurs brutes y intervient plus tôt, au niveau de chaque période chronologique. Les écarts de densité des UC avec la densité moyenne sont normalisés par le plus grand écart observé pour chaque phase chronologique. Ce sont ces écarts normalisés dont on calcule ensuite la moyenne, donc sur la base de valeurs tout à fait comparables entre elles. Le résultat correspond au pourcentage moyen du plus grand écart observé à la densité moyenne par période.

Un test réalisé sur les données de la Vaunage montre que les deux méthodes de calcul aboutissent à des résultats similaires en termes de hiérarchisation des unités de collecte avec des différences minimales, mais intéressantes : cela conduit à faire remonter dans la hiérarchie des UC pour lesquelles les valeurs de densités étaient faibles à moyennes pour l'Antiquité et tout à fait correctes pour l'Antiquité tardive et le haut Moyen Âge, mais dont la mise en valeur significative avait été noyée dans la globalisation des valeurs brutes.

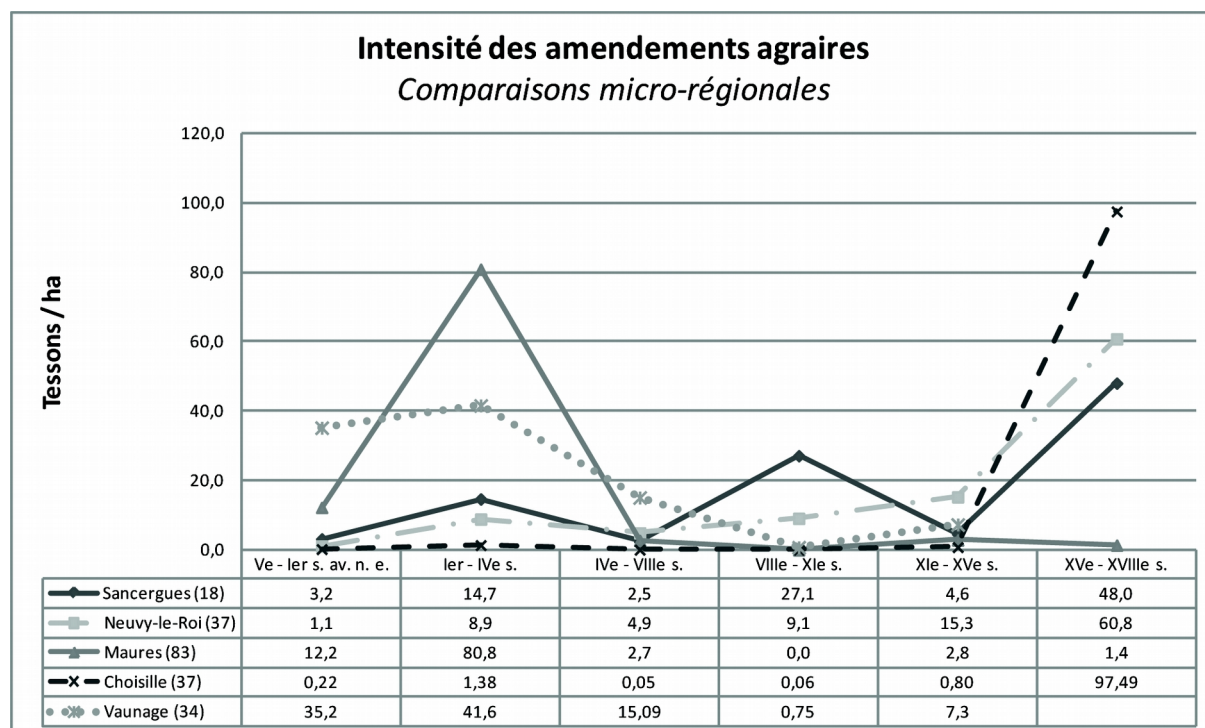


Fig. 2.2-2 - Évolution des densités de mobilier

2.2.2.3. Estimer la durabilité de la mise en valeur agricole (fig. 2.2-3)

Le calcul, pour chaque unité de collecte de chaque zone atelier, de son indice de durabilité ($\text{occ}/\text{total} \times 1 - \text{rupt}/\text{occ}$, où **occ** désigne le nombre de phases occupées, **rupt** le nombre de ruptures dans l'occupation et **total** désigne le nombre total de phases prises en compte), permet de mesurer un indice de durabilité moyen pour chacune d'elles (Poirier, Tolle 2008).

Le Massif des Maures et la vallée de la Choisille, en Touraine, apparaissent comme les deux zones atelier présentant l'indice de durabilité moyen le plus faible (0,25). On trouve ensuite les ZA Berry_Sancergues et la Vaunage avec des indices de durabilité moyens (respectivement 0,6 et 0,47) alors que la ZA Touraine_Neuvy-le-Roi se détache nettement avec un indice de durabilité moyen de 0,66.

La distribution précise des valeurs prises par l'indice de durabilité apporte des informations complémentaires. La ZA Berry_Sancergues est effectivement représentée par une majorité d'UC présentant un faible indice de durabilité, même si les autres classes ne sont pas absentes avec environ 10 % d'UC chacune. La vallée de la Choisille montre une distribution bien plus tranchée avec plus de 60 % d'UC présentant un indice inférieur à 0,2, moins de 1 % des UC présentant un indice compris entre 0,6 et 0,8, et aucune supérieure à 0,8. La répartition est très tranchée également dans le Massif des Maures dont les UC se répartissent sur les deux premières classes de durabilité. En revanche, la distribution est mieux partagée dans la ZA Touraine_Neuvy-le-Roi où une majorité d'UC présente les valeurs les plus fortes sans que les autres classes ne soient totalement délaissées, présentant jusqu'à 17 % des UC pour la classe 0,4-0,6. La Vaunage enfin montre un pic de représentation sur la classe 0,4-0,6 et, dans une moindre mesure, 0,6-0,8.

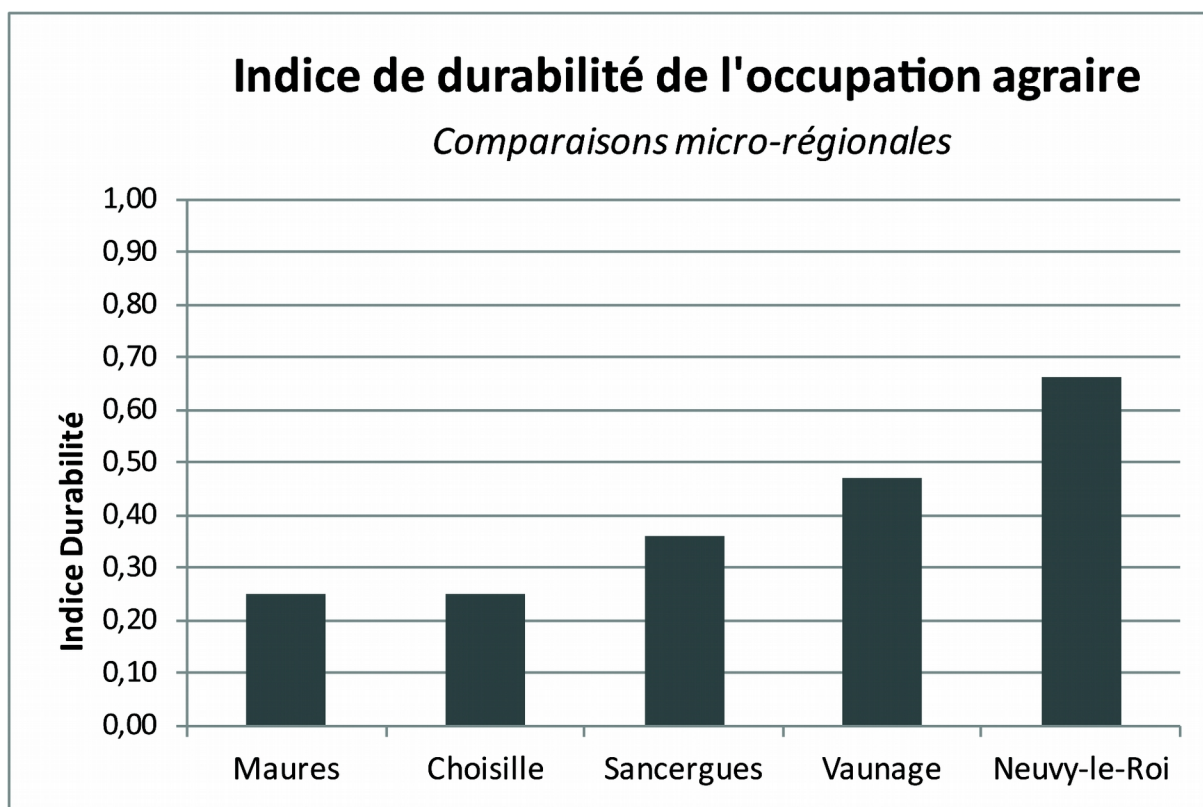


Fig. 2.2-3 - Comparaisons micro-régionales des indices de durabilité

2.2.2.4. Mesurer les dynamiques spatiales : barycentres des finages amendés

Il est également utile de mesurer les dynamiques spatiales qui animent les zones amendées dans la longue durée. Pour cela, on calcule pour chaque phase chronologique le centre de gravité des unités de collecte, pondéré à chaque pas de temps par la densité de mobilier hors site qui y a été collecté (**fig. 2.2-4**).

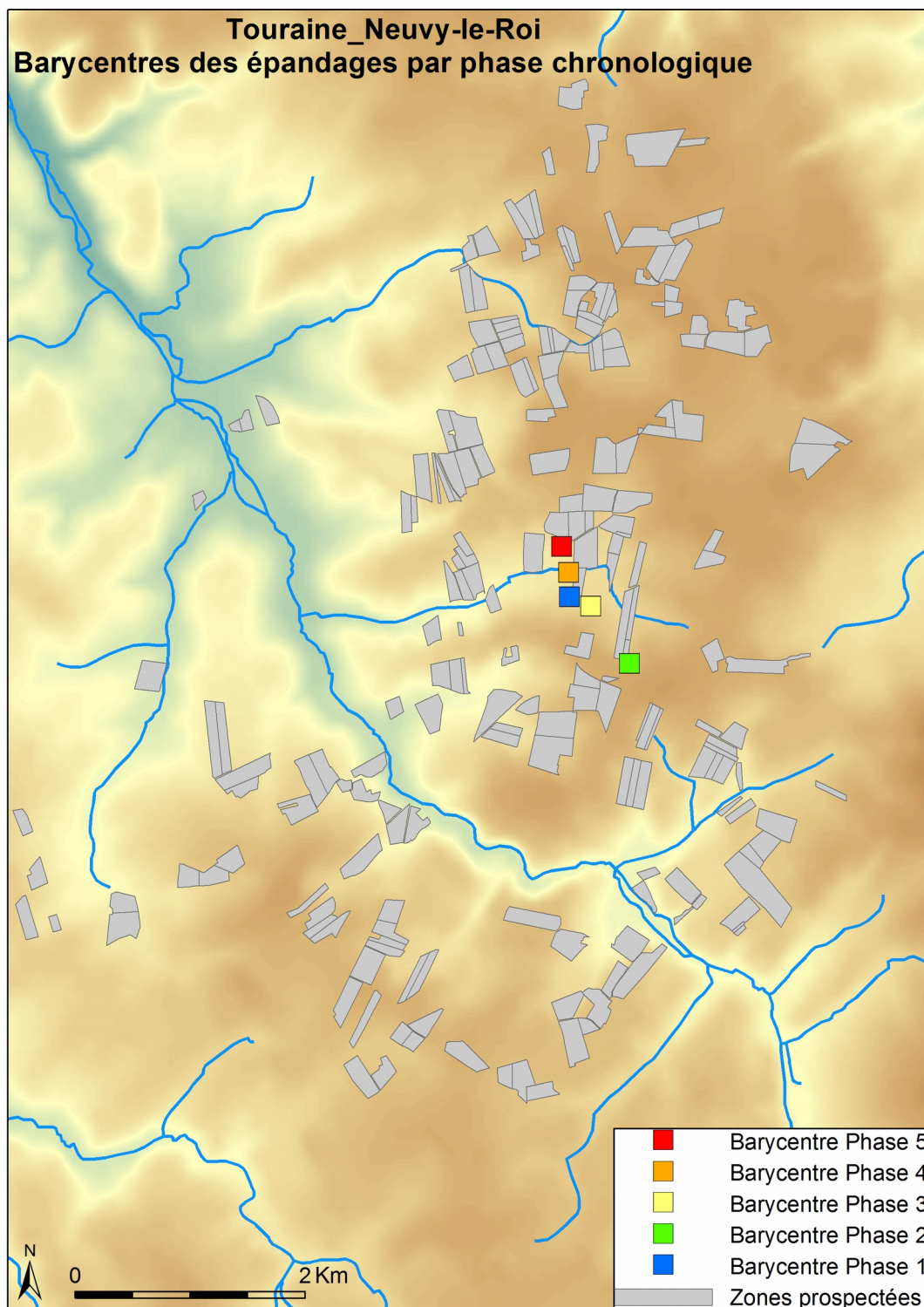


Fig. 2.2-4 - Exemple d'interpolation spatiale des barycentres (Touraine_Neuvy-le-Roi)

On calcule ensuite la distance en ligne droite séparant les barycentres de deux périodes consécutives. Pour comparer la mobilité des épandages d'une zone d'étude à l'autre, et pallier les différences de taille de celles-ci, ces distances sont normalisées par la plus grande distance possible au sein de la zone d'étude, à savoir la diagonale du rectangle permettant d'inclure toutes les unités de collecte. On obtient ainsi, pour chaque transition, une valeur en pourcentage comparable d'une zone à l'autre (**fig. 2.2-5**)

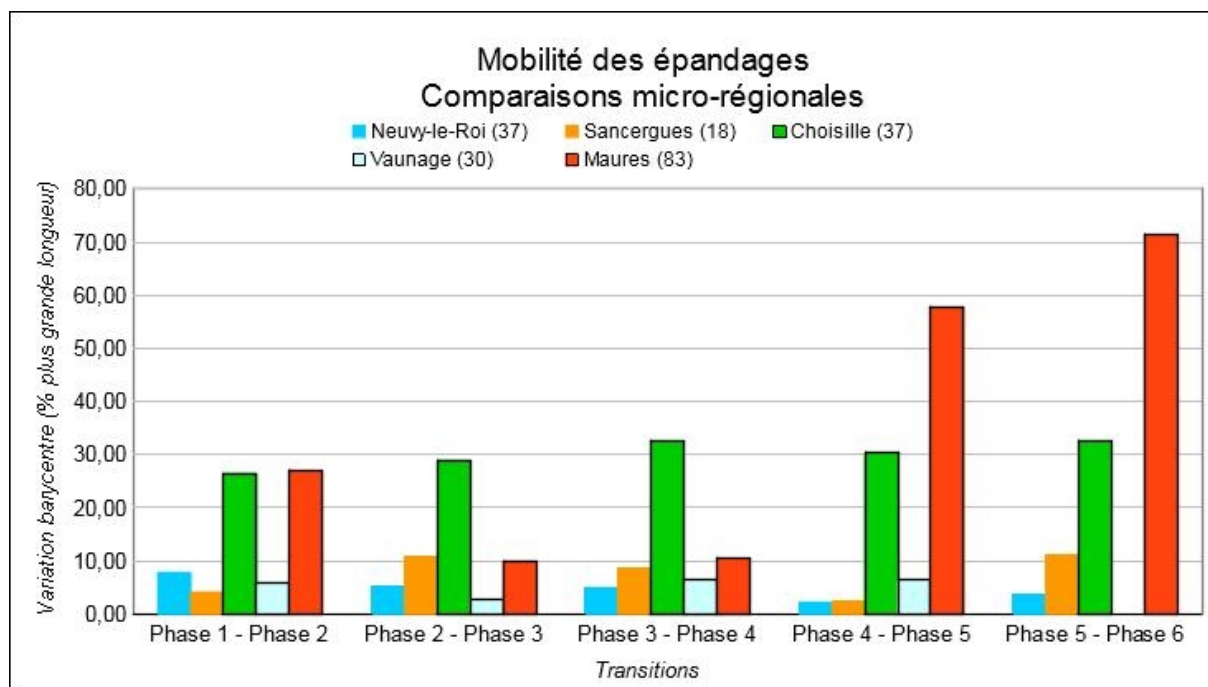


Fig. 2.2-5 - Variations micro-régionales des barycentres

La confrontation des dynamiques spatiales des espaces amendés des différentes zones d'étude sur le même graphique livre les résultats suivants.

On constate des déplacements moyens assez faibles sur l'ensemble de la chronologie envisagée à Neuvy-le-Roi, en Vaunage et à Sancergues (5 à 7 %), et des déplacements moyens beaucoup plus élevés dans la vallée de la Choisille ou dans les Maures. Toutefois, ces différences tiennent sans doute aussi à la morphologie de ces zones d'études et à la répartition des unités de collecte du mobilier hors site en leur sein. En effet, les Unités de collecte de la vallée de la Choisille sont réparties en 3 secteurs assez espacés les uns des autres, ce qui a pu conduire à augmenter artificiellement la valeur des déplacements du barycentre des épandages. Il en va de même dans le Massif des Maures, où la zone d'étude est très étendue selon un axe nord-sud.

Dans le détail, on constate à Neuvy-le-Roi une forme de stabilisation progressive des zones amendées, comme l'illustre la diminution régulière de la distance séparant les différents barycentres (de près de 8 % entre la Protohistoire et le Haut-Empire à environ 2 % entre haut et bas Moyen Âge). Au contraire, à Sancergues, les zones amendées montrent

une alternance de stabilité et de mouvement : stabilité entre la Protohistoire et la période romaine (4 %) ou entre haut et bas Moyen Âge (2 %), mais mouvements plus importants entre Haut- et Bas-Empire (10 %) ou entre bas Moyen Âge et période moderne (11 %).

2.2.3. Quel lien entre établissements et épandages ?

Un volet important de l'étude porte sur l'examen des relations spatiales entre établissements et épandages. Il s'agit concrètement de mesurer le degré de polarisation des épandages agraires par les établissements qui en sont potentiellement la source.

Pour cela, nous postulons une forme de continuité spatiale des épandages agraires (dont témoignent d'ailleurs les tests d'auto-corrélation spatiale effectués). Nous avons donc transformé le semis des points constitués par les centroïdes des unités de collecte de Mobilier Hors Site en couvertures raster par interpolation (Krigage simple), au sein du logiciel ArcGis.

Nous avons ensuite défini des *buffers* de 500 m de rayon autour de chacun des établissements et calculé la quantité moyenne de Mobilier Hors-site contemporain de l'occupation de l'établissement contenue dans ces disques de voisinage (calcul du pourcentage du stock céramique de la période ou calcul du pourcentage de l'écart maximal à la densité moyenne de mobilier pour la période) (**fig. 2.2-6**).

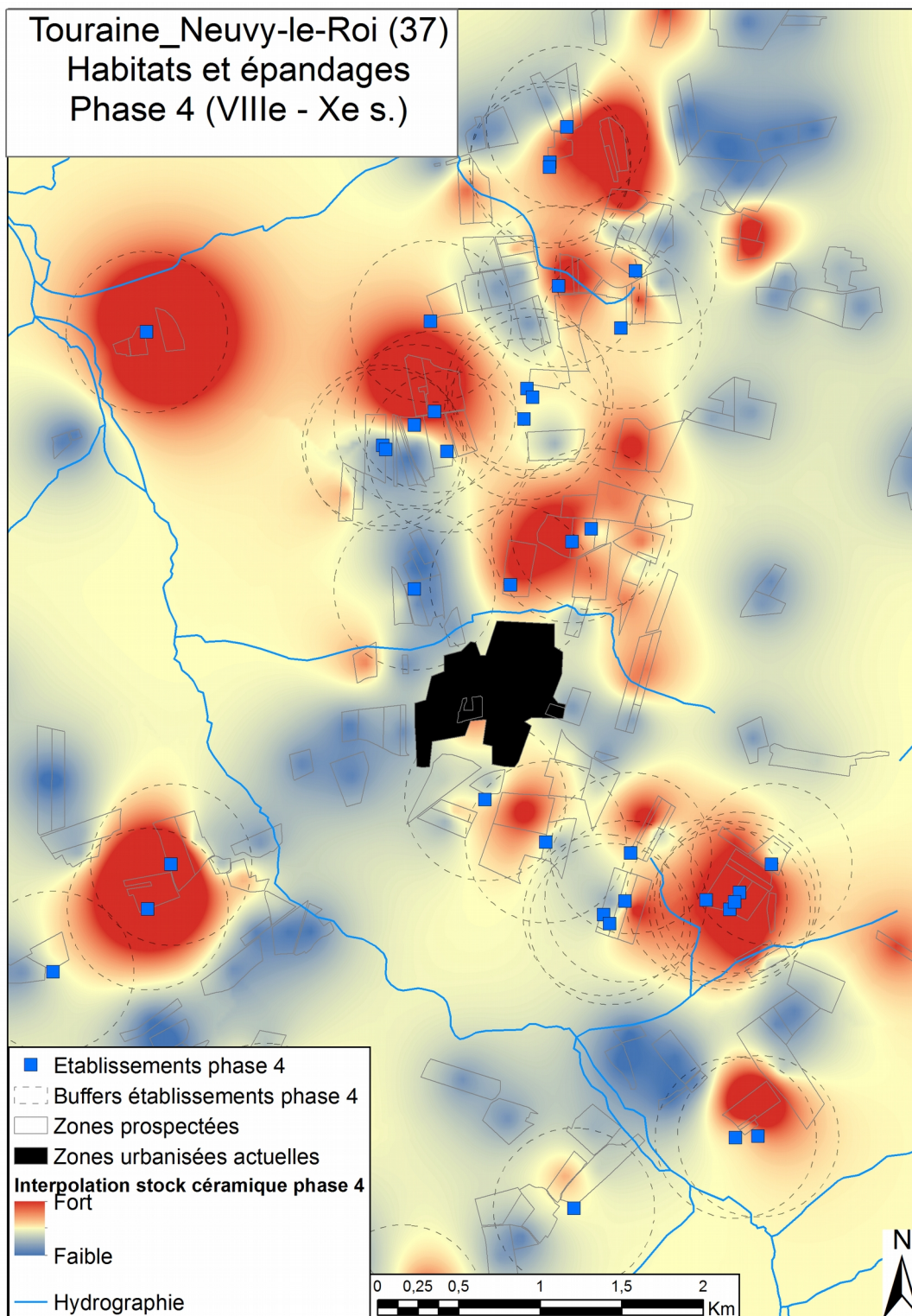


Fig. 2.2-6 - Exemple d'interpolation avec buffer (Touraine_Neuvy-le-Roi, phase 4)

Ces valeurs moyennes obtenues pour chaque période peuvent ensuite être confrontées sur un même graphique illustrant l'évolution de la polarisation des épandages par les établissements pour chaque zone d'étude. Cette information est utile pour estimer la place occupée par les établissements dans la gestion de l'espace agricole, et les possibilités de mises en culture éloignées des centres d'exploitation.

On interprétera donc l'augmentation de la polarisation comme une intensification des activités agricoles à proximité de l'habitat, et les diminutions de la polarisation comme de possibles phases d'extension des espaces cultivés sur des espaces éloignés des cœurs de finages habituels.

En Berry_Sancergues, la polarisation des épandages par les habitats augmente entre la Protohistoire et la période romaine, puis diminue au cours de l'Antiquité tardive. Elle remonte ensuite au haut Moyen Âge et au Moyen Âge central avant de se stabiliser à la période moderne (fig. 2.2-7).

En Touraine_Neuville-le-Roi, la polarisation augmente entre la Protohistoire et la période romaine, avant de diminuer durant l'Antiquité tardive et le haut Moyen Âge. Elle remonte ensuite au Moyen Âge central avant de diminuer à nouveau à la période moderne (fig. 2.2-8).

En Vaunage, la polarisation des épandages est plus forte à la Protohistoire que pendant le Haut-Empire. Elle augmente ensuite pendant l'Antiquité tardive avant de redescendre au haut Moyen Âge et se stabiliser au Moyen Âge central (fig. 2.2-9).

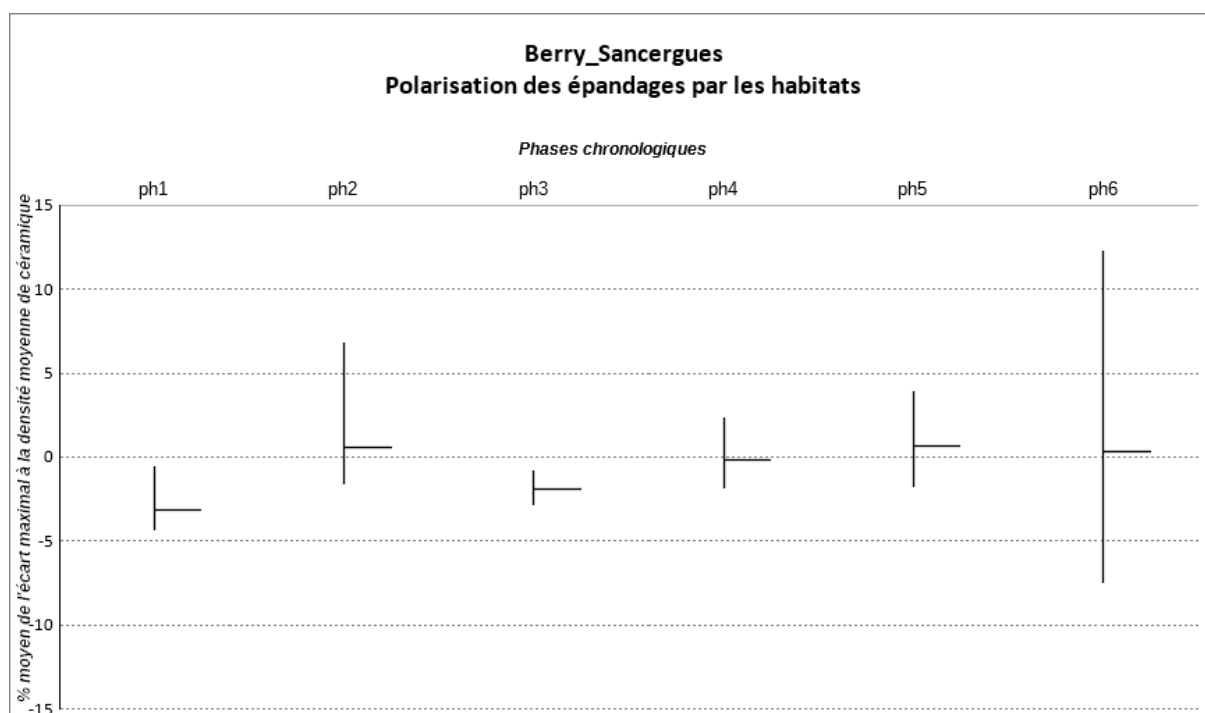


Fig. 2.2-7 - Polarisation des épandages par les habitats (Berry_Sancergues)

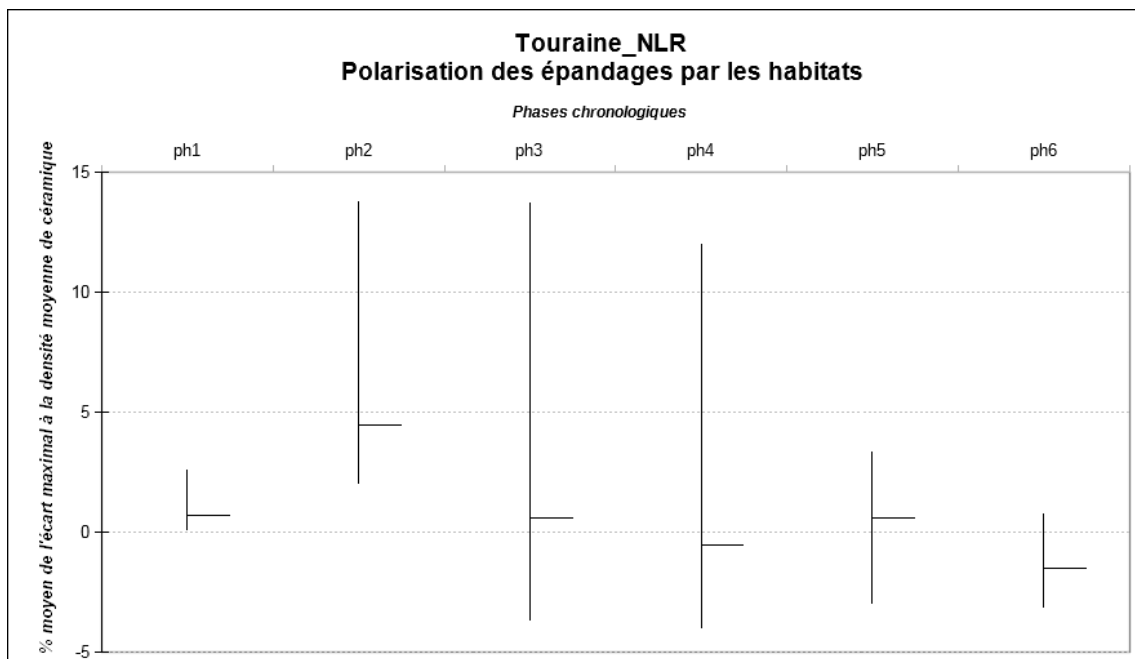


Fig. 2.2-8 - Polarisation des épandages par les habitats (Touraine_Neuve-le-Roi)

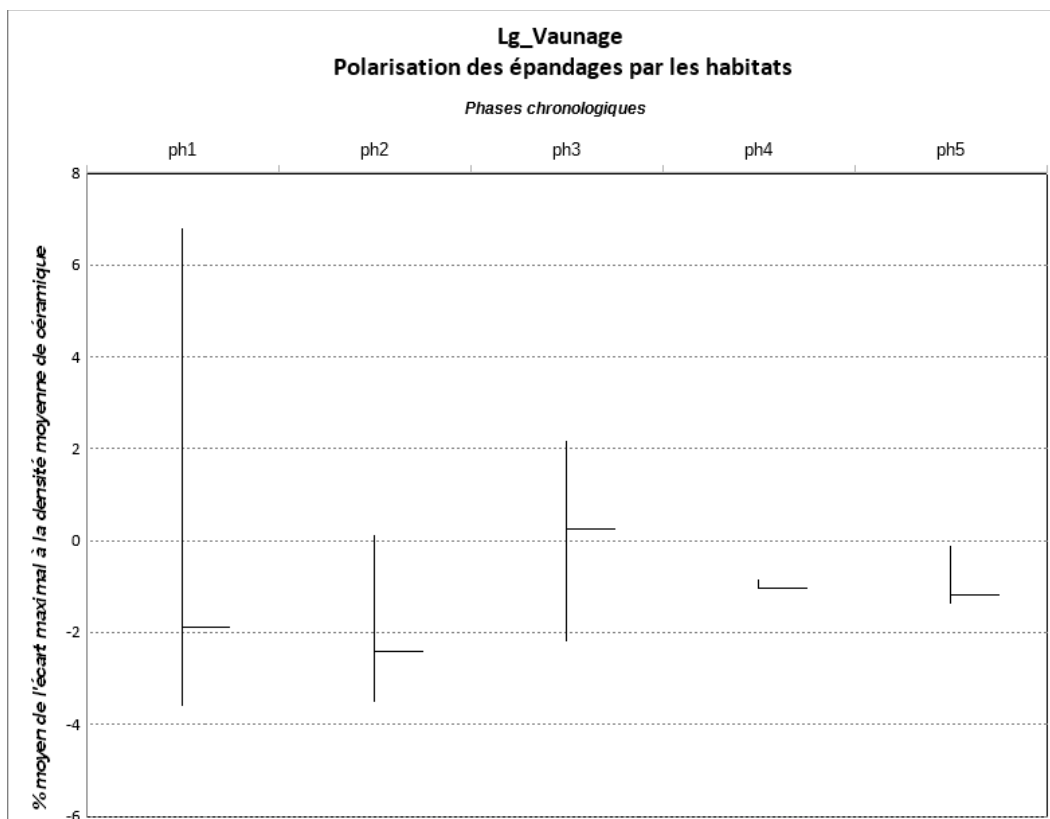


Fig. 2.2-9 - Polarisation des épandages par les habitats (Languedoc_Vaunage)

2.2.4. Confrontation aux paramètres socio-environnementaux

On a cherché enfin à déterminer les facteurs permettant d'expliquer la variabilité des valeurs prises par les indicateurs de durabilité et d'intensité de l'occupation du sol en comparant leur distribution à d'autres variables socio-environnementales au sein d'une analyse factorielle.

Il ne s'agissait pas d'expliquer à tout prix les variations observées par une forme de déterminisme environnemental, mais plutôt d'estimer le poids des contraintes éventuelles (en termes de pentes, de qualité des sols ou d'ensoleillement) de manière à mettre en lumière les adaptations locales développées par les sociétés anciennes.

Cette étude n'a pu être réalisée que sur trois zones ateliers (Touraine_Neuve-le-Roi, Touraine_Choisille et Berry_Sancergues) qui bénéficiaient de l'ensemble des données disponibles pour la réaliser, en particulier pour ce qui concerne la qualité des sols.

Chaque unité de collecte de mobilier hors site a donc été décrite selon plusieurs paramètres géographiques et archéologiques, grâce au SIG. La discrétisation des valeurs obtenues en différentes classes a été réalisée dans l'objectif d'obtenir des classes d'effectifs égaux, de manière à accorder un poids statistique similaire à chacune des modalités de chaque variable. En effet, le test d'une discrétisation selon des seuils naturels, qui permet la définition de classes homogènes en leur sein et très différenciées les unes des autres (méthode qui minimise la variance intra-classe et maximise la variance inter-classes) a conduit à la définition de modalités trop peu représentées en termes d'effectifs.

De même, tous les critères descriptifs initialement envisagés n'ont pas été retenus dans l'analyse finale. Les analyses intermédiaires réalisées ont montré qu'un certain nombre étaient redondants les uns avec les autres, ou inutiles. Le critère de distance des unités de collecte au cours d'eau le plus proche a par exemple été abandonné. Déjà mise en doute pour l'analyse de l'implantation des habitats (qui peuvent être équipés dès l'Antiquité de puits et/ou de citernes), l'étude de cette proximité ne semble pas non plus être justifiée pour les espaces cultivés. La prise en compte de cette variable supposerait l'existence d'ouvrages importants d'irrigation qui ne sont pas du tout attestés dans les régions analysées. De plus, cette variable est importante pour ce qu'elle implique dans les caractéristiques pédologiques, déjà envisagées par ailleurs (hydromorphie, texture). L'intégration de cette variable semble enfin biaiser la classification, du fait même de la configuration des zones d'étude : par exemple, la zone atelier Touraine_Choisille, dont le programme de prospection a été développé pour l'étude de l'occupation du sol et de ses conséquences sur l'érosion et l'accumulation de sédiments au sein d'un bassin versant, a délibérément été implantée au plus près du cours d'eau étudié, ce qui explique que, mécaniquement, la plupart des UC de cette zone se situent très près des cours d'eau, indépendamment de leurs autres caractéristiques socio-environnementales.

La prise en compte conjointe de l'exposition des versants et de l'ensoleillement, d'abord envisagée, est sans doute redondante. D'ailleurs, l'information recherchée dans l'étude de la répartition des UC par rapport à l'exposition des versants est bien celle que fournit l'ensoleillement moyen, en termes de confort, d'abri des vents dominants, et plus généralement de climat local.

Enfin, il a été constaté au fil des analyses réalisées que la prise en compte simultanée des trois estimateurs « archéologiques » (durée, stabilité et durabilité) est redondante. On ne retiendra donc que les critères synthétiques de « durabilité » et d'« intensité » dans l'analyse finalement réalisée.

L'intensité des pentes a d'abord été calculée, pour chaque Unité de Collecte (UC) de chaque zone atelier, sous la forme d'un pourcentage moyen de déclivité (en %). Ce critère peut être considéré comme influant sur l'attractivité ou la répulsivité de certains espaces dans le cadre d'une activité agricole dans la mesure où des pentes trop fortes nécessitent des efforts importants pour la conduite des cultures et favorisent le lessivage des sols. Ces déclivités moyennes ont ensuite été réparties, pour l'ensemble du corpus, en trois classes distinguant les déclivités faibles, moyennes et fortes :

- PENTE1 : [0 à 0,984 %] : 187 UC
- PENTE2 : [0,984 à 1,789 %] : 188 UC
- PENTE3 : [1,789 à 5,63 %] : 188 UC

L'ensoleillement moyen perçu sur une année par chaque unité de collecte a été calculé (en Watt-heure/m²). La quantité d'énergie solaire (lumineuse et calorique) reçue en divers points d'un espace peut être considérée comme jouant un rôle dans la croissance des plantes cultivées. C'est pourquoi il est utile de confronter le degré d'investissement des sociétés anciennes en matière agricole avec la variabilité de l'ensoleillement. Pour cela, nous avons utilisé le module d'ArcGis permettant de dériver une valeur de radiation solaire en différents points des surfaces étudiées en se fondant sur le modelé du terrain (MNT). En effet, à l'échelle du paysage, la topographie est un facteur important qui détermine la variabilité spatiale de l'ensoleillement. Les variations d'altitude, d'orientation, et les ombres portées par des éléments topographiques ont une incidence sur la quantité d'ensoleillement reçue à différents endroits. Cette variabilité change aussi avec l'heure du jour et le moment de l'année, et contribue à la variabilité du microclimat. Les valeurs observées sur l'ensemble des zones ateliers ont été réparties en trois classes :

- SOLAR1 : [1032430 à 1085260 Wh/m²] : 187 UC
- SOLAR2 : [1085270 à 1099280 Wh/m²] : 188 UC
- SOLAR3 : [1099290 à 1139730 Wh/m²] : 188 UC

La qualité des sols a été jugée plutôt favorable ou plutôt défavorable à l'agriculture ancienne non mécanisée en se fondant sur les typologies de sols élaborées dans les différentes régions étudiées. Pour chaque unité de collecte, le type de sol majoritaire présent dans son emprise a été calculé sous SIG.

En Touraine, on rencontre huit types de sols dans l'emprise des zones prospectées, d'après la typologie réalisée par la Chambre d'Agriculture d'Indre et Loire¹² :

- Classe 1 : La classe 1 correspond aux tourbes et nappes. Elle regroupe les marais,

¹²

tourbières et sols à nappe perchée, caractérisés par une saturation en eau, les sols alluviaux lourds à nappe permanente profonde, également caractérisés par une très forte hydromorphie. Leur vocation herbagère est très bien affirmée puisque les prairies sont toujours vertes en été.

- Classe 2 : La classe 2 présente des sols superficiels, calcaires ou non, avec présence de gros blocs de pierre. Leur potentiel agricole est faible ; ils constituent, au mieux, des terrains de parcours.

- Classe 3 : La classe 3 rassemble les sols hydromorphes, tous les sols argileux non calcimagnésiques, ou vertiques. Ces sols, que les savoir-faire d'aujourd'hui ont déjà beaucoup de difficulté à mettre en valeur, étaient sans doute impossibles à exploiter dans le cadre d'une agriculture traditionnelle.

- Classe 5 : La classe 5 correspond aux sols calcimagnésiques. Leur richesse agronomique, leur productivité, en font de très bons sols, résistants à l'érosion latérale et géochimique.

- Classe 6 : La classe 6 regroupe les sols calcaires lourds. Leur lourdeur les rend difficilement accessibles à l'exploitation. Une certaine hydromorphie peut s'y ajouter.

- Classe 8 : La classe 8 correspond aux sols limoneux classiques. Ces sols sont légers, assez faciles à travailler et assez productifs, avec de bonnes capacités agronomiques. Ils sont cependant hydromorphes et opposent quelques difficultés de mise en œuvre, dans la mesure où ils nécessitent des travaux d'assainissement.

- Classe 9 : La classe 9 désigne les argiles à silex et les sols de pente. Ce sont les profils les moins stables dans le temps. Les érosions successives, voire permanentes pour certains milieux, peuvent être rapides.

- Classe 12 : La classe 12 regroupe enfin les sols anthropisés actuellement, à savoir les surfaces trop perturbées (jardins), ou détournées de leur fonction première (carrières, remblais...) ou tout simplement construites.

En Berry, quatre types de sols différents sont représentés au sein des Unités de Collecte de la zone atelier Berry_Sancergues, d'après le classement réalisé dans le cadre du Projet Collectif de Recherche sur le Berry ancien (Batardy, Buchsenschutz, Dumasy 2001) :

- Le type 2 correspond aux sols alluviaux et colluviaux. On considère en effet que ces secteurs subissent de constantes modifications du fait d'apports sédimentaires récurrents et que, de ce fait, il n'est pas possible d'évaluer leurs potentialités agricoles. Il faut noter simplement que ces zones présentent habituellement des sols assez riches plutôt favorables à l'agriculture. La diversité est toutefois grande et l'on peut trouver dans l'emprise de ces zones des sols très favorables (limons d'inondation) comme des sols très défavorables (du fait de leur hydromorphie par exemple).

- Le type 9 correspond aux sols limoneux et sablo-limoneux. Ce sont des sols carbonatés, des sols bruns et des sols lessivés bénéficiant d'un drainage correct. Ils présentent une texture légère mais une structure fragile, avec une tendance à la compaction et à la battance. Ils peuvent également être acides, ce qui les rend peu favorables à

l'agriculture.

- Les sols de type 10 sont argileux. Ces sols sont sains, sans contrainte majeure, si ce n'est une texture un peu lourde qui rend le travail plus difficile. Ils peuvent être pénalisés sur le plateau calcaire de Champagne berrichonne par la présence d'importants fragments de calcaire et par la faible profondeur du profil qui peut entraîner un déficit hydrique en été. Ils sont plutôt favorables aux cultures mais peuvent aussi constituer d'excellents terrains de parcours.

- Le type 11 regroupe les sols limono-argileux et limono-argilo-sableux. Sans contrainte, ces sols sont décrits comme étant très favorables à l'agriculture. Ils pourront être préférés aux sols de la classe 10, un peu lourds à travailler sans moyens mécaniques.

Les différents types de sols des deux régions concernées ont finalement été reclassés en deux modalités :

- SOLA : plutôt défavorables, pénalisés par leur hydromorphie, pierrosité, structure lourde ou acidité (231 UC)

- SOLB : plutôt favorables (légers et/ou riches) (326 UC)

La densité du tissu de peuplement alentour a également été mesurée. Pour chaque unité de collecte, le nombre d'établissements présents dans un rayon de 500 m alentour, toutes périodes confondues, a été calculé sous SIG. Il s'agit ainsi de mesurer le rôle du tissu de peuplement dans la durabilité et l'intensité de la mise en valeur du sol :

- ETAB1 : aucun établissement alentour (191 UC)

- ETAB2 : 1 à 2 établissements (185 UC)

- ETAB3 : plus de 3 établissements (187 UC)

Tous ces critères, associés aux indicateurs de durabilité et d'intensité des épandages, ont été combinés dans une analyse factorielle (**fig. 2.2-10**) réalisée grâce au logiciel XLStats.

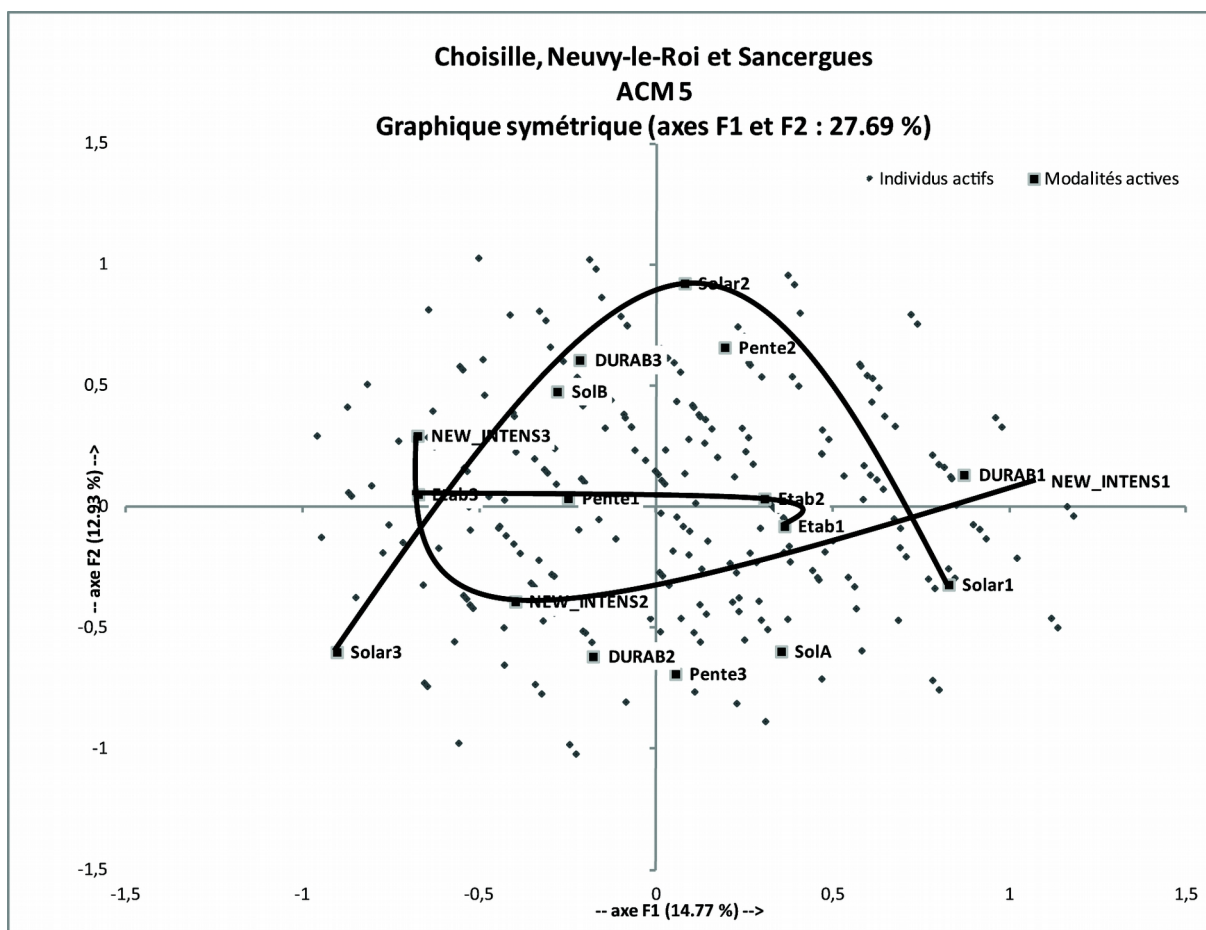


Fig. 2.2-10 - Analyse factorielle

L'axe 1 est clairement structuré par les variables d'intensité, d'ensoleillement, et dans une moindre mesure par l'indicateur de peuplement alentour. La partie droite du plan factoriel regroupe les modalités les plus faibles des variables Durabilité, Intensité, Ensoleillement et Peuplement alentour, tandis que la moitié gauche en regroupe les modalités les plus fortes, dont l'association est ainsi mise en évidence. Les qualités différentes de sols sont dans des cadrans opposés du plan factoriel.

La classification ascendante hiérarchique (CAH) opérée à la suite de cette analyse factorielle permet donc, dans les grandes lignes, de regrouper les unités de collecte présentant des valeurs d'intensité et durabilité faibles associées à des conditions socio-environnementales défavorables (pentes fortes, faible ensoleillement, sols défavorables et peuplement alentour peu développé) dans les classes 2 et 3. Les unités de collecte présentant les plus fortes valeurs d'intensité et de durabilité associées à des paramètres socio-environnementaux plutôt favorables sont regroupées dans la classe 5.

Mais on trouve également, en classe 4 par exemple, des zones où la durabilité est parfois forte, malgré des paramètres socio-environnementaux très moyens. À l'inverse, la classe 1 regroupe des zones d'épandage dont la durabilité et l'intensité de mise en valeur

sont moyennes malgré de bonnes conditions socio-environnementales. Ceci constitue donc une remise en cause du simple déterminisme géographique (**fig. 2.2-11**).

Classe	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Effectif	22,7 %	29,5 %	11,5 %	17,1 %	19,2 %
Description	Durabilité et intensité moyennes, sur des pentes et des qualités de sols indifférentes, bénéficiant d'un bon ensoleillement et d'un bon tissu de peuplement alentour	Durabilité moyenne et intensité faible, sur des pentes plutôt fortes et faiblement ensoleillées, présentant des sols plutôt défavorables et d'un faible réseau de peuplement alentour	Durabilité et intensité faibles, pentes faibles à moyennes, moyennement ensoleillées, bénéficiant de sols plutôt favorables et d'un tissu de peuplement indifférent	Durabilité moyenne à forte mais intensité indifférente, sur des pentes moyennes, moyennement ensoleillées, bénéficiant de sols favorables et d'un tissu de peuplement moyen	Intensité et durabilité maximales, sur des pentes indifférentes, un ensoleillement plutôt bon, des sols généralement favorables et un bon tissu de peuplement

Fig. 2.2-11 - Classification Ascendante Hiérarchique des Unités de Collecte du mobilier hors site

2.3. Quel apport à la connaissance des dynamiques d'occupation du sol ?

2.3.1. La place de la période romaine dans la trajectoire des espaces exploités

L'emprise spatiale de l'occupation du sol gallo-romaine apparaît nettement et partout, mais selon des modalités différentes : elle peut s'inscrire dans la continuité d'une occupation agraire déjà bien implantée à la Protohistoire (comme en Vaunage), constituer le démarrage d'une mise en valeur très discrète jusqu'alors (comme en Berry ou en Touraine), ou encore un unique événement sans grand lendemain (Massif des Maures).

2.3.2. Une « déprise » de l'Antiquité tardive ?

Le poncif de la déprise généralisée de l'Antiquité tardive, déjà fortement nuancé à la suite des travaux d'*Archæomedes* qui avaient mis en évidence une concentration de l'habitat (c'est-à-dire un probable regroupement de population sur des sites moins nombreux mais plus grands), peut à nouveau être discuté sur la base des observations de l'espace agraire (Van der Leeuw, Favory, Fiches 2003). Comme on l'a déjà noté, cette déprise est réelle partout, mais dans des proportions très variables : l'espace amendé reste globalement stable dans les régions méridionales (même si la densité de mobilier décroît fortement) et, s'il diminue plus nettement ailleurs, les finages ne sont pas désertés pour autant ; l'espace

amendé représente encore entre 20 et 60 % des surfaces prospectées (sauf dans le Massif des Maures ou dans la vallée de la Choisille).

2.3.3. Une croissance agricole au haut Moyen Âge ?

Cette étude permet également de documenter la question débattue de l'existence et des modalités d'une certaine forme de croissance agricole au haut Moyen Âge (Devroey 2008). Les différentes lectures et relectures des cartulaires et polyptiques carolingiens avaient cristallisé le débat dans les années 1980 (La croissance agricole du haut Moyen Âge 1990). Si les données de l'archéologie préventive fournissent aujourd'hui ponctuellement des informations sur cette question – en mettant au jour des aires d'ensilage de denrées agricoles (Carme, Henry 2010), des parcelles organisées et des établissements agricoles nombreux (Faure-Boucharlat 2001 ; Gentili, Lefèvre, Mahé 2003 ; Peytremann 2003 ; Carré 2011) –, l'estimation de la surface occupée par les espaces cultivés constitue une information de choix pour évaluer cette croissance. Elle est très nette en Touraine et en Berry, où la progression des surfaces amendées est spectaculaire ; elle est beaucoup plus difficile à mettre en évidence dans les contextes méridionaux.

2.3.4. Dépasser les contraintes environnementales pour accroître l'espace amendé

Cette étude démontre enfin la capacité des sociétés anciennes à dépasser certaines contraintes géographiques. Si l'accroissement des espaces cultivés est fait d'emprises et de déprises successives, il est évident sur la longue durée. Les besoins de production des denrées agricoles ont conduit les sociétés successives à intégrer dans leurs espaces cultivés des contextes géographiques *a priori* défavorables : des pentes fortes ou peu ensoleillées, des sols lourds ou acides, des espaces de marges éloignés des lieux habités. Cette intégration a dû s'accompagner de progrès technologiques et d'efforts supplémentaires en termes d'amendement des sols, dont témoigne l'augmentation des densités de mobilier d'épandage à la période moderne par exemple.

Cette approche permet donc de restituer les « trajectoires » de mise en valeur de l'espace rural, dans la longue durée, par les sociétés anciennes. L'interprétation doit bien sûr en rester prudente, compte tenu des limites liées à la présence ou non de mobilier hors site. L'absence de ce mobilier ne signifie pas forcément absence d'exploitation, et les résultats obtenus ne constituent qu'une estimation minimale des espaces mis en culture, les seuls amendés et fumés, probablement ceux les plus intensément cultivés. Toutefois, le suivi de ces espaces privilégiés a permis de lire les pulsations de cet espace agraire intensif en termes d'emprises, déprises et reprises et ainsi d'aborder les rythmes économiques qui ont animé ces espaces au cours du temps. L'approche comparative permet, non pas de remettre en cause en bloc les modèles macro-économiques existants, mais d'en observer les modulations locales en descendant à l'échelle microrégionale et en variant les contextes d'observation.

3. Approches statistiques et spatiales des structures agraires et parcellaires

Les vestiges agraires et parcellaires mobilisés dans le cadre de l'atelier 1 sont des ensembles conservés sous forme de micro-reliefs en milieu forestier. Ce milieu se prête en effet particulièrement bien à la préservation de ce type de vestiges qui y sont en général beaucoup moins érodés ou perturbés que dans les environnements agricole ou urbanisé actuels.

Les systèmes parcellaires prenant d'autres formes, limites fossoyées observées en fouilles ou systèmes parcellaires perceptibles par les formes de leur résilience dans la morphologie agraire contemporaine et repérés en télédétection, n'ont pas été retenus dans le cadre de cette étude. Les emprises trop petites et discontinues sur lesquelles des vestiges fossoyés sont mis au jour rendent en effet délicates les comparaisons, selon les modalités retenues dans le cadre de ce programme, avec les parcellaires fossiles conservés sur de vastes surfaces en forêt. L'évaluation de la fiabilité de l'information s'avérait quant à elle difficile pour les ensembles parcellaires aux formes résilientes.

3.1. Présentation des zones d'étude et des données mobilisées

Les structures mobilisées se présentent soit comme des tas de pierres circulaires, soit comme de longs pierriers (murées), talus ou levées terreuses, s'étendant parfois sur plusieurs centaines de mètres de long et conservés sur des hauteurs variant de quelques dizaines de centimètres à 1,50 m (**fig. 3.1-1**). Nombre de ces vestiges résultent de l'épierrement de champs voire de prés (tas de pierres, murées liées ou non à un talus) et témoignent d'une exploitation agricole antérieure à la forêt. Mais il s'agit également de structures parcellaires puisqu'ils délimitent des parcelles de forme plus ou moins régulière ou des enclos et soulignent le tracé de voies. D'autres talus ou levées terreuses correspondent à des formes agraires de type rideaux de culture, crêtes de labour ou champs bombés, dont seulement certaines délimitent des parcelles (Georges-Leroy 2015). Enfin quelques structures ont une origine indéterminée, comme celles de la forêt de Sénart, même si elles correspondent probablement à des limites parcellaires.

Une grande partie des vestiges agraires et parcellaires conservés dans les forêts étudiées appartient à l'époque antique. Ceux-ci témoignent donc pour le moins de l'extension de terroirs agraires à cette époque, même si leur datation relative et l'évolution de leur organisation s'avèrent encore mal connues. Dans une des zones ateliers, celle de la forêt de Haye, certains vestiges agraires ont toutefois été datés des époques médiévales et modernes, voire pour quelques-uns du XIX^e siècle.

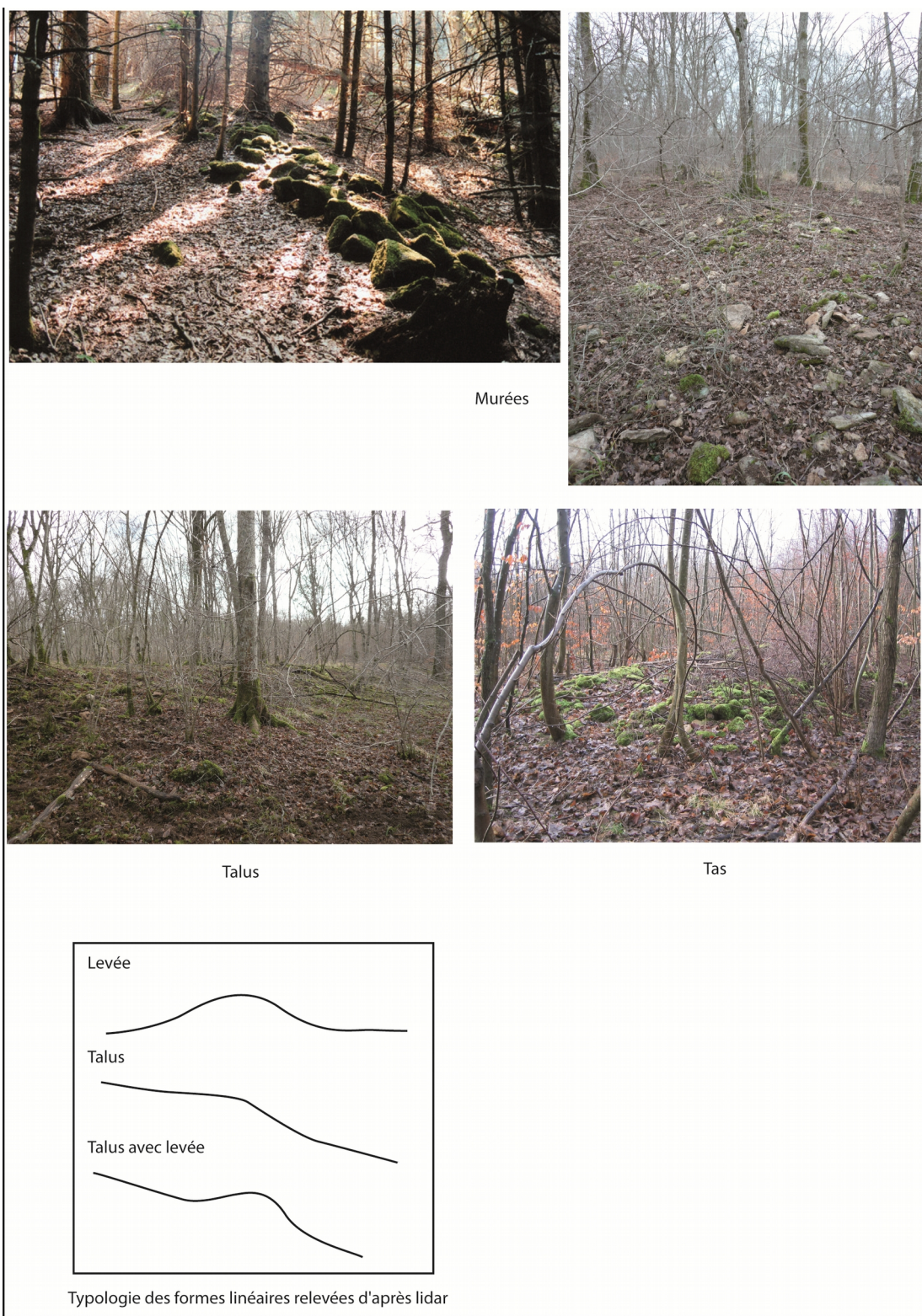
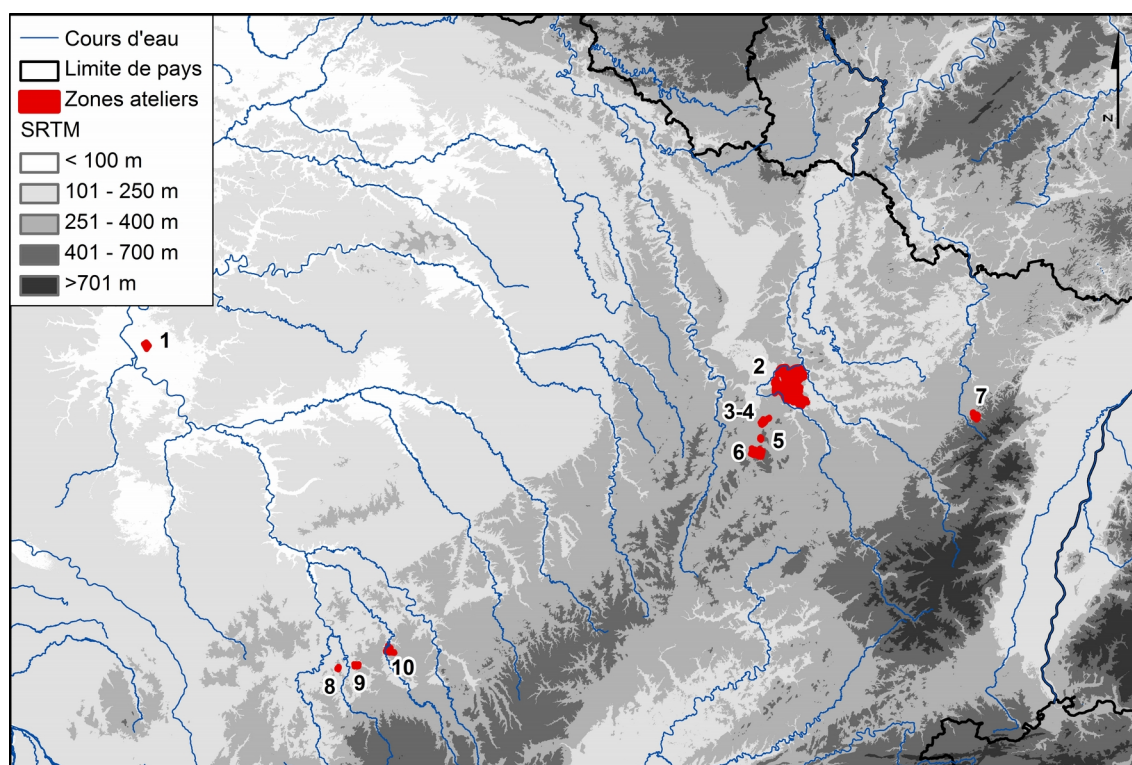


Fig. 3.1-1 - Exemples de structures agraires et parcellaires conservées sous couvert forestier (clichés M. Georges-Leroy et N. Meyer)

3.1.1. Les zones ateliers

Dix secteurs de parcelles fossiles, conservés sous couvert forestier, ont été retenus pour cette recherche. Ils se situent dans un grand quart nord-est de la France : en Île-de-France dans la forêt de Sénart (1 zone), en Bourgogne dans l'Yonne (3 zones) et en Lorraine, sur le plateau de Haye (5 zones) et dans le piémont vosgien (1 zone) (fig. 3.1-2 et 3.1-3). Ils totalisent une surface de près de 13 500 ha. Par rapport au programme ArchaeDyn de l'ACI « Espaces et territoires », deux nouvelles zones ont été ajoutées, les forêts de Sénart et de Saint-Quirin, dans le piémont vosgien, qui ont permis d'explorer des contextes topographiques et géologiques différents. Il faut toutefois noter un très fort déséquilibre dans les surfaces de ces zones, puisque la plus grande, la forêt de Haye, d'une surface de près de 10 800 ha, représente 80 % de la surface totale mobilisée : les autres zones mesurent de 40 à 1100 ha.



Ile de France : 1. Forêt de Sénart
Plateau de Haye : 2. Forêt de Haye ; 3. Forêt d'Allain ; 4. Forêt de Thuilley-aux-Groseilles ; 5. Forêt de Selaincourt ;
6. Forêt de Saint-Amond
Piémont vosgien : 7. Forêt de Saint-Quirin
Yonne : 8. Forêt de Girolles ; 9. Forêt de Champlive/Massangis ; 10. Forêt d'Arcy-sur-Cure

Fig. 3.1-2 - Localisation des zones d'études des parcelles



Programme "Blanc" 2008, contrat ANR-08-BLAN-0157-01, 2009-2011
Sources archéologiques : Ph. Bruant, S. David, M. Georges-Leroy - INRA Nancy, N. Meyer - ARAPS, P. Nouvel
SIG : M. Georges-Leroy, DRAC Lorraine-UMR 6249

Fig. 3.1-3 - Relevés des parcellaires fossiles étudiés

Plateau de Haye

En Lorraine, cinq des zones ateliers sont localisées sur le plateau de Haye, entre Nancy et Neufchâteau (départements de la Meurthe-et-Moselle et des Vosges), sur une bande de 40 km de long sur 10 à 20 km de large. Ces zones sont implantées sur des plateaux culminant entre 350 et 450 m et limités à l'est par les Côtes de Moselle et leurs buttes témoins. Géologiquement, ces terrains calcaires ou marno-calcaires appartiennent à différentes couches du Bajocien. Localement ils peuvent être recouverts de formations superficielles limono-argileuses. Les sols en général peu épais et assez pierreux sont majoritairement des sols bruns calciques ou des rendzines brunifiées de plateau. De grands massifs forestiers, principalement des hêtraies, couvrent presque entièrement ces plateaux. Connus depuis le XIX^e siècle pour certains, ces secteurs font l'objet de travaux depuis 1998 par une équipe pluridisciplinaire, composée d'archéologues du Service Régional de l'Archéologie de Lorraine (Ministère de la Culture) et de l'Institut National de Recherches Archéologiques Préventives (M. Georges-Leroy et J.-D. Laffite), de chercheurs de l'Institut National de Recherches Agronomiques de Nancy (É. Dambrine et J.-L. Dupouey) et d'agents de l'Office National des Forêts (Georges-Leroy *et al.* 2003 ; 2007 ; 2014).

Le plus grand secteur est celui de la forêt de Haye avec près de 10 800 ha étudiés. Ces travaux ont été le fait, à la fin des années 1970, d'archéologues bénévoles (Étienne Louis et Michel Loiseau) puis, à partir de 1995, d'un agent de l'ONF (Philippe Loué), avant d'être repris par l'équipe DRAC-SRA-INRA en 2000 (Georges-Leroy *et al.* 2012b). Il a de plus bénéficié d'une télédétection lidar réalisée en 2007 qui a permis d'augmenter significativement le nombre de structures agraires et parcellaires cartographiées, mais aussi d'habitats associés (Georges-Leroy *et al.* 2012a) (**fig. 3.1-4**). La majorité des parcellaires sont datés de l'époque antique, principalement grâce à la connexion qu'ils ont avec les habitats de cette époque (cf. *infra*). De vastes secteurs ont toutefois été cultivés (ou recultivés) durant l'époque médiévale ou le XVI^e siècle comme le prouvent, d'une part, leur forme plutôt typique de l'utilisation de la charrue ou de modes de culture apparaissant au Moyen Âge (champs laniérés, billons ou rideaux de culture curvilignes, associés à des crêtes de labour) et, d'autre part, l'étude des cartes anciennes attestant la présence de la forêt au moins à partir du XVII^e siècle (Georges-Leroy, Zeller-Belville 2018). Enfin, certains secteurs de champs bombés en périphérie de la forêt sont datés du XIX^e siècle grâce aux cartes récentes (minutes de la carte d'état-major de 1832-33 notamment).

Les parcellaires des forêts de Thuilley-aux-Groseilles (40 ha étudiés), Selaincourt (80 ha étudiés) et Saint-Amond (560 ha étudiés) ont été cartographiés par l'INRA au GPS différentiel, pour les deux premières, et au topofil et à la boussole pour la dernière. À noter qu'un vol lidar exécuté en 2009 par l'IGN juste à l'est du secteur de parcellaires de Saint-Amond a permis d'étendre la zone atelier sur environ 525 ha dans un secteur sans parcellaire alors que la couverture forestière semble tout aussi ancienne que plus à l'ouest. Des sondages sur plusieurs habitats y ont été menés en 1998 (Laffite 2002). Enfin la forêt

d'Allain (330 ha) – Bois Anciotta – a été étudiée par Philippe Bruant dans le cadre d'une thèse dans les années 1980 (Bruant 1987 ; Peltre, Bruant 1991). La cartographie y a également été réalisée au topofil et à la boussole et plusieurs sondages dirigés par É. Louis ont porté sur des habitats.

L'ensemble de ces parcelles sont datés de l'époque antique par les habitats associés, même si un doute subsiste pour la forêt de Selaincourt où aucun établissement n'a été repéré.

Environ 110 établissements ruraux ont été dénombrés dans les cinq zones étudiées. Il faut rappeler en préambule que seuls six d'entre eux ont fait l'objet de sondages très ponctuels et que l'habitat est donc connu principalement par prospection au sol. Toutefois, en forêt de Haye, la fouille systématique des nombreux chablis a permis d'y recueillir du mobilier.

Ces établissements se présentent sous plusieurs formes. Les plus nombreux sont composés de bâtiments entourés d'un ou plusieurs enclos aux formes diverses, mais en général quadrangulaires. Leur surface totale varie de 800 à 10 000 m². Ces établissements à enclos sont interprétés comme des fermes, voire pour quelques-uns d'entre eux comme des villas de petite taille du fait de la surface plus importante du bâtiment principal ou de leur plan (Georges-Leroy, Laffite, Feller 2013).

Les autres établissements se matérialisent sous la forme d'édifices isolés de petite ou moyenne taille interprétables comme des petites fermes ou des bâtiments annexes et, dans quelques cas seulement, d'un groupement de bâtiments. Dans la forêt de Haye, le plus important de ces groupements est implanté le long d'une grande voie sur une surface d'environ 1,3 ha. Enfin, pour quelques secteurs, il a parfois été difficile de distinguer un groupe de fermes assez proches d'un hameau lâche. Par exemple dans la forêt de Saint-Amond, un ensemble d'une dizaine d'enclos distants entre eux de 10 à 100 m, s'étire sur environ 450 m le long d'une crête, mais l'on manque de données pour interpréter tous les enclos. Ce cas montre, au-delà des questions de vocabulaire, la difficulté que l'on a parfois à caractériser cet habitat.

En forêt de Haye, les établissements à enclos représentent 70 % des établissements pour 26 % de bâtiments isolés et 4 % d'habitats groupés.

Le mobilier archéologique découvert sur une cinquantaine d'établissements, grâce aux sondages et à la fouille de chablis, permet de dater l'occupation de ces sites de l'époque augustéenne à la fin du IV^e ou au début du V^e siècle. L'occupation principale semble toutefois être comprise entre le milieu du I^{er} siècle et le III^e siècle.

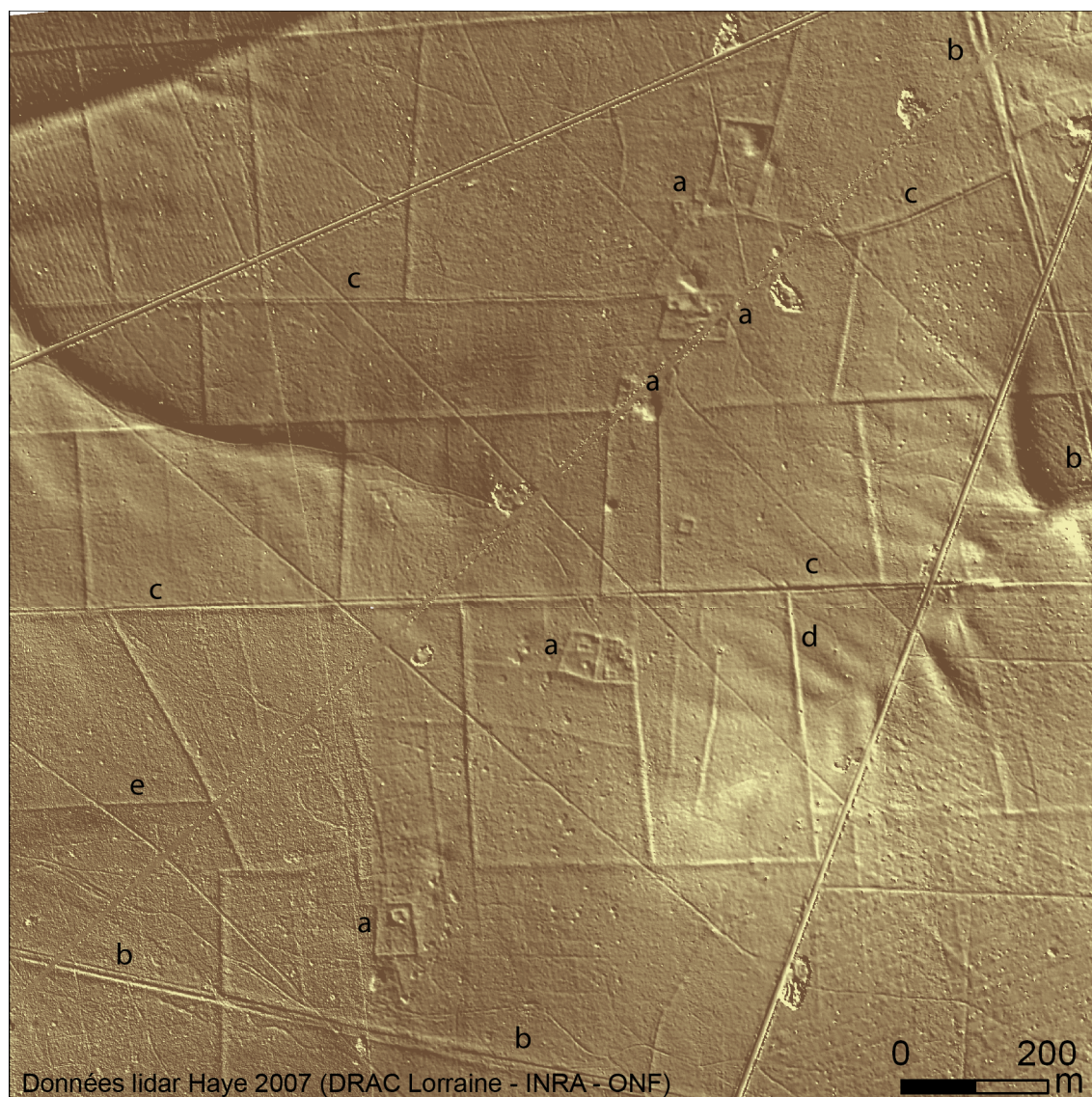


Fig. 3.1-4 - Image lidar (visualisation par ombrage : azimuth 45° et élévation 10°) d'un secteur au sud de la forêt de Haye (données DRAC Lorraine-INRA Nancy-ONF 2007) : a. établissement rural, b. voie principale, c. voie secondaire, d. talus, e. murée.

Saint-Quirin

Toujours en Lorraine, la zone d'étude de Saint-Quirin en Moselle fait partie d'un groupe d'une cinquantaine de points hauts ou d'ensemble de croupes de plusieurs milliers d'hectares actuellement en milieu forestier, sur lesquels se trouvent fossilisés les aménagements anthropiques anciens.

Les vestiges les mieux connus, longtemps assimilés à une occupation gallo-romaine particulière dénommée improprement « la culture des sommets vosgiens », ont été repérés sur une bande orientée SO-NE d'une dizaine de kilomètres de large et 30 km de long, sur le piémont ouest du Massif montagneux des Vosges et à proximité du col de Saverne, à des

altitudes comprises entre 300 et 550 m (Pétry 1977 ; 1979 ; 1980 ; Heckenbenner, Meyer 2004 ; Meyer, Nüsslein 2014 ; Goubet *et al.* 2015). Des vestiges comparables sont signalés plus au sud (Trapp 2007), toujours sur le piémont vosgien lorrain mais aussi dans les Vosges du Nord (secteur mosellan de Lemberg – Boulangé 1853 : 610-611 – ou bas-rhinois de Niederbronn-lès-Bains – Matthis 1921 ; Fischer 2005 : 103). En l'absence de prospections archéologiques étendues sur ces dernières zones, leur importance n'est pas correctement évaluée.

Géologiquement, tous ces gisements archéologiques se trouvent sur les grès du Trias inférieur dans un paysage de croupes étroites successives relativement planes séparées par de nombreuses vallées et vallons encaissés dans lesquels serpentent les cours d'eau : les principaux étant la Sarre et la Zorn.

Les vestiges en partie préservés par le couvert forestier appartiennent à des systèmes parcellaires liés à leurs habitats mais aussi à des lieux de culte et des zones funéraires. Ce sont souvent ceux-ci qui permettent d'attribuer les aménagements fossiles à l'Antiquité. La datation généralement proposée (20-10 av. J.-C – troisième quart du III^e siècle ap. J.-C.) repose sur les découvertes fortuites de mobilier et l'étude de deux sites, à Haegen (Bas-Rhin), le Wasserwald, par l'équipe de François Pétry de 1971 à 1986 (Pétry 1994) et à Saint-Quirin, La Croix-Guillaume, par Dominique Heckenbenner et Nicolas Meyer de 1994 à 1999 (Heckenbenner, Meyer 2002). Dans le détail, c'est l'état final de ces systèmes d'habitats et de parcellaires qui est le mieux renseigné par les découvertes de mobilier et les tombes. L'abondance du mobilier de l'horizon céramique de la fin II^e-première moitié III^e siècle, l'absence de monnaies des Empereurs gaulois et de leurs imitations permet de placer l'abandon d'une grande partie des habitats dans le troisième quart du III^e siècle. Des indices de poursuite d'occupation existent toutefois sur quelques sites autour de l'important passage que constitue le col de Saverne. Dans ce même secteur clef, des sites mérovingiens et carolingiens puis des villages médiévaux disparus sont repérés (Meyer 2017). Indépendamment du secteur du col de Saverne, une présence humaine plus marquée se fait sentir à partir des X^e-XII^e siècles grâce aux vestiges et au mobilier recueilli, mais le secteur reste principalement forestier selon les textes médiévaux. Certains parcellaires antiques semblent être réoccupés et en partie transformés lors de l'installation de villages ou de fermes.

À l'opposé une occupation de la zone antérieurement à la période gallo-romaine existe. La datation de 20-10 av. J.-C. proposée repose sur l'étude des tombes mises au jour dans les zones funéraires contemporaines des habitats gallo-romains et fouillées exhaustivement (Croix-Guillaume) ou en grande partie (Wasserwald, Limersberg) (Meyer 2009).

La genèse des habitats et parcellaires, les rythmes de développement et l'évolution de détail pendant le Haut-Empire ne sont pas établis. L'idée souvent avancée d'une colonisation gallo-romaine soudaine de cet espace géographique est à considérer avec prudence. Une origine laténienne d'une partie des aménagements ne peut être exclue.

Autour du site de La Croix-Guillaume à Saint-Quirin, deux kilomètres carrés de parcellaires et d'habitats fossiles ont été relevés au tachéomètre et au GPS centimétrique entre 2005 et 2010 dans le cadre d'une prospection thématique. Il s'agit d'un peu plus de la

moitié d'un ensemble plus vaste occupant les croupes entre la Sarre Rouge au nord et le ruisseau de Saint-Quirin au sud. Les vestiges repérés inventoriés indépendamment à partir des noms des lieux-dits depuis la fin du XIX^e siècle appartiennent tous au Haut-Empire. À l'exception d'un château (en dehors de la zone relevée), le secteur ne semble pas avoir été occupé plus récemment. Il est néanmoins fréquenté et exploité pour ses ressources minérales et forestières aux périodes médiévales et modernes (petites carrières de pierres, verreries volantes, charbonnières).

Bourgogne

En Bourgogne, le potentiel de conservation des parcellaires antiques semble assez fort mais véritablement sous-exploité. Ils n'ont fait l'objet que d'études disparates. Les ensembles les mieux connus restent ceux du Châtillonnais, étudiés par D. Goguey et son équipe (Goguey *et al.* 2010). Dans cette zone, des opérations de relevés en sous-bois, associées à des prospections lidar et à des prospections systématiques à vue au détecteur à métaux ont permis de documenter plusieurs réseaux de parcellaires antiques (généralement datés de La Tène moyenne au IV^e siècle ap. J.-C.) ainsi que les nécropoles et les habitats associés. C'est le seul qui ait fait l'objet d'une véritable opération programmée et d'une exploitation collective débouchant sur une publication. D'autres zones, au fort potentiel, ont également été parcourues et partiellement publiées dans le même département de la Côte-d'Or, où l'équipe menée par M. Mangin a mis en évidence et publié une série de linéaments, associés à de l'habitat antique de Blessey et Salmaise à proximité du sanctuaire des Sources de la Seine (Mangin *et al.* 2000). Plus récemment, des acquisitions lidar, réalisées sur les plateaux de part et d'autre du Suzon et sur les plateaux dominant la Côte dijonnaise ont confirmé que la plupart des massifs boisés anciens des plateaux de l'ouest de la Côte-d'Or conservaient ce genre de vestiges. Ils sont encore en cours d'étude et totalement inédits. S'ils ne semblent pas présents (tout du moins visibles) dans le massif granitique du Morvan, ils ont aussi été repérés en grand nombre sur les plateaux calcaires du département de l'Yonne. Les travaux de prospections menés dans le cadre de deux opérations de prospection-inventaire entre 1997 et 2002 (Cl. Mordant puis B. Poitout dir. : Kasprzyk, Nouvel 2002 ; Nouvel 2005 ; 2006) ont démontré qu'ici aussi, les massifs forestiers anciens de Basse-Bourgogne (sud de l'Auxerrois, Tonnerrois) recélaient ce genre de structures. Elles ont même fait l'objet d'une opération de fouille préventive (S. Chevrier, commune de Perrigny-sur-Armançon), malheureusement peu concluante en termes de datation (Chevrier 2010).

Trois secteurs implantés dans ce département, au nord d'Avallon, ont été mobilisés dans cette présente étude : les forêts d'Arcy-sur-Cure (75 ha), de Champlive (1000 ha) et de Girolles (280 ha) (Kasprzyk, Nouvel 2002 ; Nouvel 2005 ; 2006). Contrairement au Dijonnais, les massifs forestiers de cette région n'ont malheureusement fait l'objet d'aucune acquisition lidar et il faut s'y contenter de relevés empiriques. Quoique de très faible superficie, ils livrent tous des systèmes en rapport avec des établissements ruraux. Le premier (Arcy-sur-Cure, Bois de Montapot, sur une butte boisée de l'interfluve Yonne – Cure) a fait l'objet d'un relevé en 1993 (J.-Cl. Liger) complétant un plan remontant au début du siècle. On y observe une forte densité de talus empierrés et de tas d'épierrement. Parmi ces derniers, un seul a livré des restes humains et un torque, alors qu'ils ont systématiquement été sondés par A. Parat en 1904/1905 (Parat 1907). Un petit établissement rural antique associé fournit du mobilier

de la fin de la période laténienne et des trois premiers siècles de notre ère. Le second (Massangis, Forêt de Champlive), qui a fait l'objet d'un relevé au topofil en 1999, se situe dans la même zone, sur les plateaux dominant à l'est la vallée du Serein. Il révèle un réseau de murées et de talus associés à des tas d'épierrement, deux groupes de *tumuli* et deux établissements ruraux antiques, occupés de La Tène finale au III^e siècle pour l'un, de l'époque tibérienne au milieu du III^e siècle pour le second. Le dernier ensemble (Girolles, Bois du Champ du Feu) est positionné sur les plateaux boisés dominant la Cure en rive droite, au sommet de la cuesta dominant la Terre-Plaine. Seuls moins de 300 ha, sur un potentiel de plusieurs milliers, ont fait l'objet de relevés en 2001 (GPS différentiel). Comme précédemment, le réseau, assez dense, apparaît sous la forme de linéaments empierrés ponctués de tas d'épierrement. Quatre établissements ruraux ont été identifiés, fournissant tous du matériel archéologique confirmant leur fréquentation au Haut-Empire au moins.

Au cours de l'année 2002, un sondage a été mené sur l'un des trois établissements ruraux (Girolles, L'épaule Gauche) repérés en sous-bois au cours des années précédentes. Il avait pour objectif de mesurer précisément la durée de fréquentation de ce genre d'établissement antique fossilisé en forêt et d'observer les liens d'antériorité ou de postériorité avec le parcellaire environnant. Il a été mis en évidence que l'établissement s'était développé au cours du deuxième tiers du I^{er} siècle ap. J.-C. pour être abandonné à la fin du III^e siècle. Cependant, ce site est clairement postérieur à la mise en place du parcellaire alentour qui pourrait être, d'après d'autres éléments, d'époque protohistorique. En effet, plus au nord, ces mêmes réseaux parcellaires délimitent une parcelle occupée par un tumulus daté de l'époque hallstattienne par quelques découvertes remontant à la fin du XIX^e siècle. Enfin, des traces de paléosols ont été observés, qui confirment que cette zone a été, au cours de l'Antiquité, largement mise en valeur.

Sénart

En Île-de-France, la forêt domaniale de Sénart se trouve sur le plateau entre la Seine et l'Yerres à 25 km au sud de Paris (Essonne et Seine-et-Marne). Cette forêt périurbaine de 3200 ha est située au cœur d'une zone très densément peuplée et fortement urbanisée. Géologiquement, la forêt repose sur un sol d'argile à meulière avec des nappes phréatiques peu profondes.

Dans ce massif, une cinquantaine de sites archéologiques, majoritairement datés de l'Antiquité et du Moyen Âge mais dont la fonction n'est pas connue, sont recensés depuis les années 1980. Cette forêt est aussi caractérisée par la présence d'un très grand nombre de mares. Dans ce secteur, la nappe phréatique est peu profonde, ce qui cause des inondations fréquentes lors des intempéries. Ainsi ces mares sont a priori toutes anthropiques et ont une fonction de drainage de l'eau (David 2010 ; 2011).

En 2007, des tranchées du Camp Retranché de Paris de la première Guerre mondiale sont identifiées dans la partie sud-est du massif (Gauvry 2008). En 2008 un vol lidar est réalisé sur cette partie de la forêt, soit environ 360 ha. Ce vol a permis de localiser précisément les vestiges de la Grande Guerre et de les comparer aux cartes de l'époque. Deux sites gallo-romains déjà connus ont pu être identifiés sur les images lidar, ainsi qu'un réseau de parcellaire fossile jusqu'alors inconnu car quasiment invisible à l'œil nu sur le

terrain. Ce parcellaire a été étudié dans le cadre d'un mémoire de Master en archéologie à l'université Paris 1. Dans ce cadre, un sondage a été réalisé et a révélé la présence d'un chemin légèrement empierré. Une partie de ce parcellaire est très probablement datée de l'époque romaine. Le parcellaire ancien découvert sous la forêt a pu être comparé aux réseaux étudiés par Sandrine Robert dans la plaine de Sénart (Robert 1996), dans les terrains cultivés découverts contigus à la forêt.

Deux voies antiques traversent ou longent la forêt de Sénart. La première, qui est devenue l'actuelle Route Nationale 6, reliait Paris à Sens (Lutèce à *Agendicum*) et traverse la forêt du nord-est au sud-ouest. La seconde voie est un axe secondaire reliant Brie-Comte-Robert (*Bradeia*) à Corbeil-Essonnes (*Corbolium*). Elles se rencontrent au niveau de l'actuelle lisière sud de la forêt.

3.1.2. Les données mobilisées

Donnés disponibles

Les données mobilisables sont variables d'une zone à l'autre (**fig. 3.1-5**), à l'exception du socle principal, constitué des structures agraires et parcellaires (**fig. 3.1-3**). Celles-ci se présentent sous la forme de murées et de talus sur toutes les zones ateliers, sauf à Sénart où il s'agit de levées de terre. Ces trois types de structures ont été réunies en un même ensemble, les linéaments car, quelle que soit leur forme, elles matérialisent pour la plupart des limites, même si ces limites n'ont pas été volontairement créées en tant que telles, comme par exemple, les structures agraires de type rideaux de culture. La cartographie de ces linéaments a été harmonisée sur la base du protocole utilisé en forêt de Haye pour la digitalisation des données lidar (Georges-Leroy *et al.* 2012a). Ainsi une nouvelle entité est créée chaque fois qu'un linéament présente un angle supérieur à 45°, en combinant les différentes formes de structures.

Les données sur les tas d'épierrement, autre type de structures agraires, ne sont disponibles que sur cinq zones, car ils n'ont pas été cartographiés partout. Ils sont en revanche absents de la forêt de Sénart. Ces éléments n'ont donc été que partiellement mobilisés.

D'autres informations archéologiques ont été utilisées pour les analyses. Celles sur l'habitat antique sont disponibles presque partout, sauf à Selaincourt. Elles sont toutefois partielles à Saint-Amond et aucun habitat n'a été repéré dans les forêts de Girolles et Arcy-sur-Cure. L'habitat médiéval et moderne (jusqu'au XVII^e siècle) localisé en périphérie de la zone atelier de la forêt de Haye a aussi été mobilisé. Les voies antiques ont, quant à elles, été cartographiées partout mais elles sont absentes dans les forêts de Champlive et Arcy-sur-Cure.

Les données géographiques disponibles au moment de l'étude étaient également incomplètes. Seules les données topographiques (modèle numérique de terrain) étaient disponibles sur l'ensemble des zones. Les données géologiques étaient uniquement utilisables sur le plateau de Haye et les données pédologiques pour la forêt de Haye. Enfin, les rochers ont été étudiés à Saint-Quirin.

Zone atelier		Surface en ha (% du total)	Données archéologiques disponibles					Données géographiques disponibles		
			murées-levées-talus	tas de pierres	Voies (antiques)	Habitat (antique)	autres	MNT IGN (BdAlti)	Géologie (BdCharm)	Pédologie
Plateau de Haye (Lorraine)	Forêt de Haye	10 779 (80 %)	X	/	X	X	habitat médiéval-moderne	X	X	X
	Forêt de Thuilley-aux-Groseilles	40 (0,3 %)	X	/	X	X		X	X	
	Forêt d'Allain	317 (2,4 %)	X	X	X	X		X	X	
	Forêt de Selaincourt	79 (0,6 %)	X	/	X	/		X	X	
	Forêt de Saint-Amond	1084 (8 %)	X	/	X	(X)		X	X	
Piémont vosgien (Lorraine)	Forêt de Saint-Quirin	196 (1,5 %)	X	X	X	X	rochers	X		
Yonne (Bourgogne)	Forêt de Giroilles	173 (1,3 %)	X	X	X	Abst		X		
	Forêt de Champlive/Massangis	410 (3 %)	X	X	Abst	X		X		
	Forêt d'Arcy-sur-Cure	60 (0,5 %)	X	X	Abst	Abst		X		
Ile-de-France	Forêt de Sénart	343 (2,5 %)	X	Abst	X	X		X		

X = disponible ; (X) = disponible mais partiel ; / = indisponible ; Abst = structure non présente sur le site

Fig. 3.1-5 - Données mobilisées par zones ateliers

Critères de fiabilité

Les prospections ont été diverses selon les secteurs, de même que les modes de relevés des structures agraires et parcellaires. Deux niveaux de fiabilité de l'information, nécessaires à l'interprétation des données, ont donc été caractérisés : celui de l'information archéologique elle-même et celui de la qualité du relevé de cette information.

Pour la fiabilité de l'information archéologique, c'est-à-dire de la qualité de la prospection, trois niveaux ont été retenus (**fig. 3.1-6**). Cette fiabilité combine plusieurs éléments : les conditions de visibilité et les méthodes de prospection. La visibilité varie fortement en fonction du couvert forestier : elle peut être très bonne sous des futaies régulières ou des résineux jusqu'à mauvaise à nulle sous des couverts végétaux denses (régénérations par exemple) ou dans des zones détruites par la tempête Lothar de 1999. Par ailleurs, la télédétection lidar menée sur la forêt de Haye a montré que l'on pouvait détecter

jusqu'à une fois et demie de parcelles anciens supplémentaires par rapport aux méthodes classiques de prospection au sol et jusqu'à quatre fois plus dans le cas des vestiges les moins perceptibles au sol (Georges-Leroy *et al.* 2012a). Enfin les prospections au sol elles-mêmes peuvent avoir été menées de manière plus ou moins systématique. Les trois niveaux ont donc été hiérarchisés ainsi :

- niveau 1 : secteur ayant fait l'objet d'un levé lidar et présentant de bonnes conditions de visibilité (77 % des surfaces) ;
- niveau 2 : secteur ayant fait l'objet de prospections assez systématiques et présentant des conditions de visibilité satisfaisantes (12 %) ;
- niveau 3 : secteur ayant fait l'objet d'une couverture partielle (à cause de prospections ponctuelles par exemple) ou présentant de mauvaises conditions de visibilité (dues en général à un couvert végétal dense, à des zones de forêts détruites par la tempête de 1999 ou à la présence d'un camp ou de vestiges militaires) (11 %).

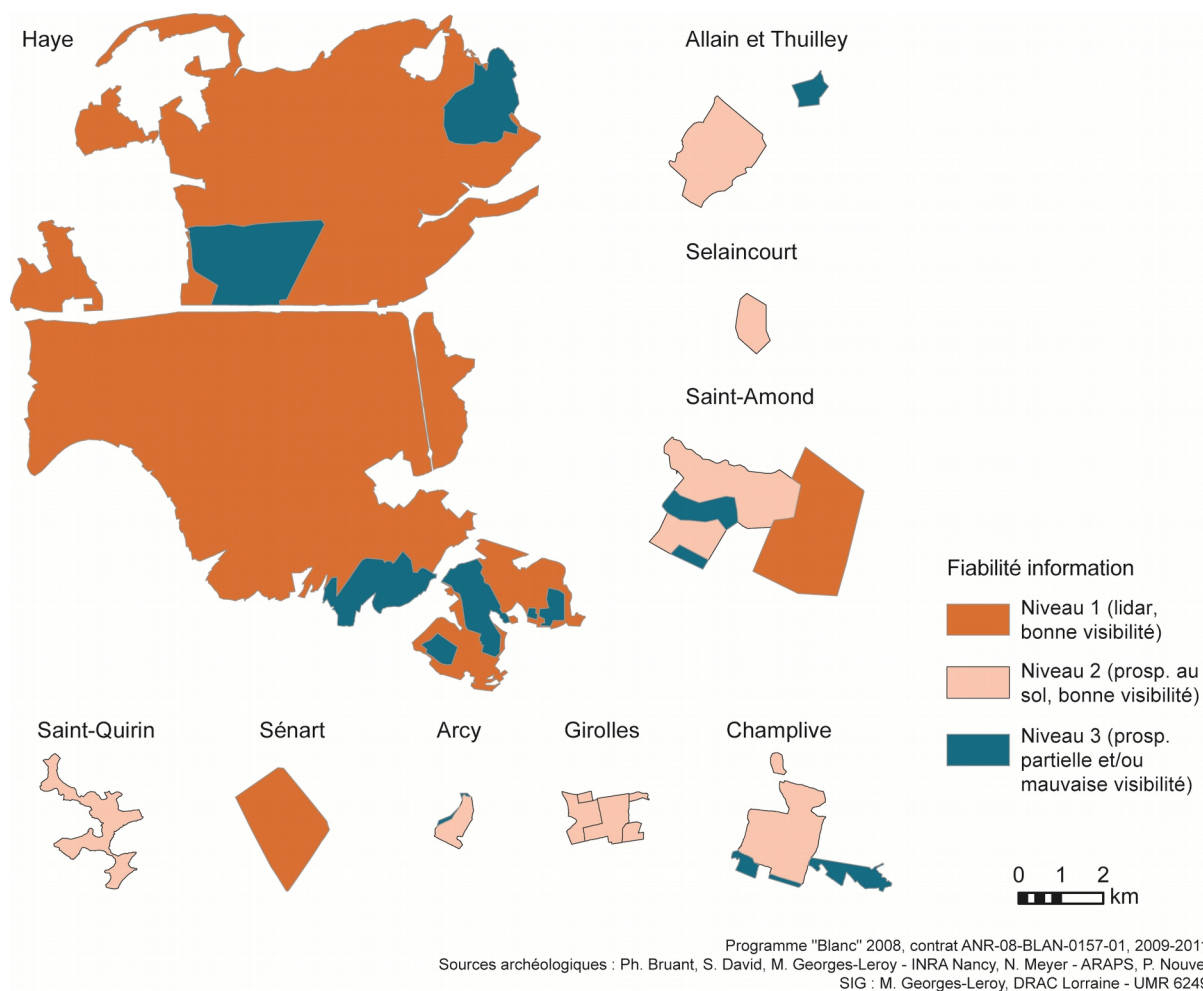


Fig. 3.1-6 - Fiabilité de l'information archéologique

La fiabilité du relevé a également été caractérisée en 3 niveaux (**fig. 3.1-7**). Les structures ont été cartographiées à partir de levés lidar ou au sol (au tachéomètre, avec des GPS à correction différentielle, au décamètre et à la boussole et enfin au topofil et à la boussole). Ces modes d'acquisition des données ont entraîné des précisions très inégales, variant du submétrique jusqu'à des erreurs que l'on peut estimer à plusieurs dizaines de mètres dans certaines zones. Les critères retenus pour la fiabilité du relevé sont donc les suivants :

- niveau 1 : les relevés ont une précision submétrique, il s'agit de relevés réalisés à partir d'une prospection lidar ou au tachéomètre (88 % des surfaces) ;
- niveau 2 : les relevés ont une précision estimée entre 1 et 10 m, il s'agit en général de relevés avec des GPS à correction différentielle (1 %) ;
- niveau 3 : les relevés présentent des erreurs estimées comprises entre 10 et 70 m, ils ont été réalisés avec d'autres méthodes (11 %).

Les surfaces de niveau 2, plus importantes au début du programme, ont été presque toutes basculées en niveau 1 suite aux télédétections lidar. Ce niveau de précision, même s'il ne concerne plus que 1 % des surfaces a tout de même été maintenu.

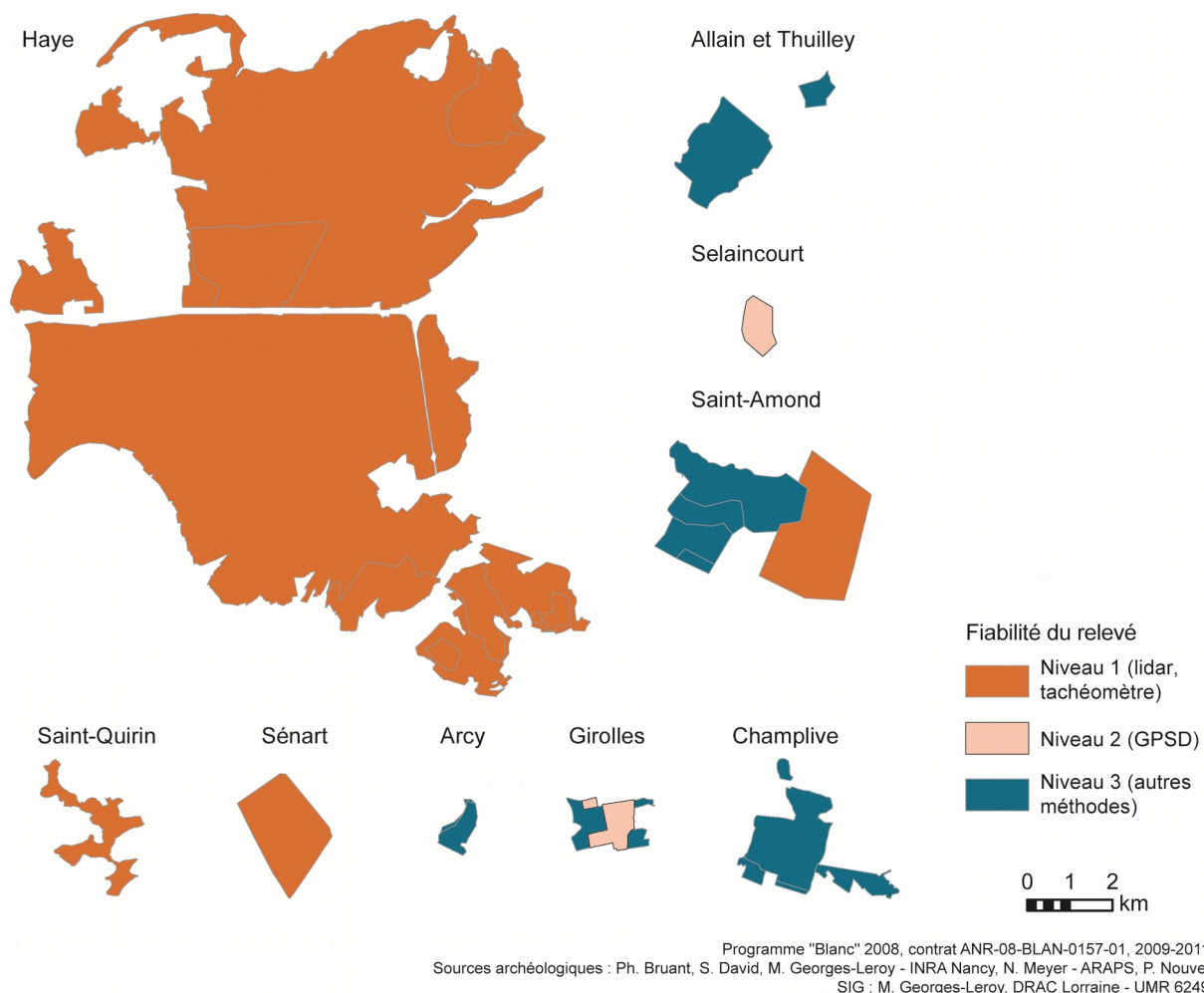


Fig. 3.1-7 - Fiabilité des relevés

3.2. Le protocole analytique

Les parcelles fossiles ont été étudiés selon une approche morphologique, mais aussi comme les témoins d'une mise en culture des espaces qu'ils occupent. Le schéma d'analyse retenu (**fig. 3.2-1**) est basé sur l'élaboration d'indicateurs destinés à caractériser les espaces matérialisés par ces structures, ce qui a nécessité la reformalisation de l'information sur des portions de territoire. Ainsi, dans une première étape, trois indicateurs ont été calculés, à l'échelle d'une maille de 250 m de côtés, pour mesurer l'intensité de l'exploitation agraire (densité des linéaments et des tas d'épierrement, longueur des linéaments). Pour mesurer la structuration de cette exploitation, un nouvel objet a été créé, l'entité surfacique limitée (ESL), à partir de laquelle trois indicateurs ont été élaborés (surface, degré de fermeture et forme de ces ESL). La seconde étape a consisté à combiner par analyse factorielle, à l'échelle de la maille, quatre de ces indicateurs d'intensité et de structuration pour déterminer des zones homogènes. Ces indicateurs ont alors été comparés, individuellement ou combinés, avec le milieu naturel (topographie, ensoleillement, sols) et le milieu anthropique (habitat et réseau viaire). Enfin, l'évolution de ces indicateurs et

de leur rapport au milieu environnant a pu être observée sur la zone atelier de la forêt de Haye, seule zone où des parcellaires de plusieurs périodes ont été identifiés.

Plusieurs limites à ces travaux doivent être posées en préambule. Tout d’abord, la surreprésentation en surface (80 %) de la forêt de Haye rend délicate la comparaison entre zones ateliers, d’autant que l’on se trouve en présence, d’un côté, d’une zone de surface très importante et, de l’autre, de zones de surfaces inférieures à 1100 ha. Ensuite, la chronologie n’est pas aussi homogène qu’envisagée au départ (parcellaires globalement antiques). Les études menées sur la forêt de Haye, suite à la télédétection lidar effectuée durant le programme ANR ArchaeDyn ont mis en évidence la présence de parcellaires et structures agraires médiévales et/ou modernes et du XIX^e siècle. Les questions de dynamiques spatiales au cours du temps ont ainsi pu être mieux abordées, mais ces datations hétérogènes et aux fourchettes longues et imprécises ont nécessité quelques aménagements dans les analyses, notamment dans les comparaisons indicateurs/milieu anthropique (cf. *infra*).

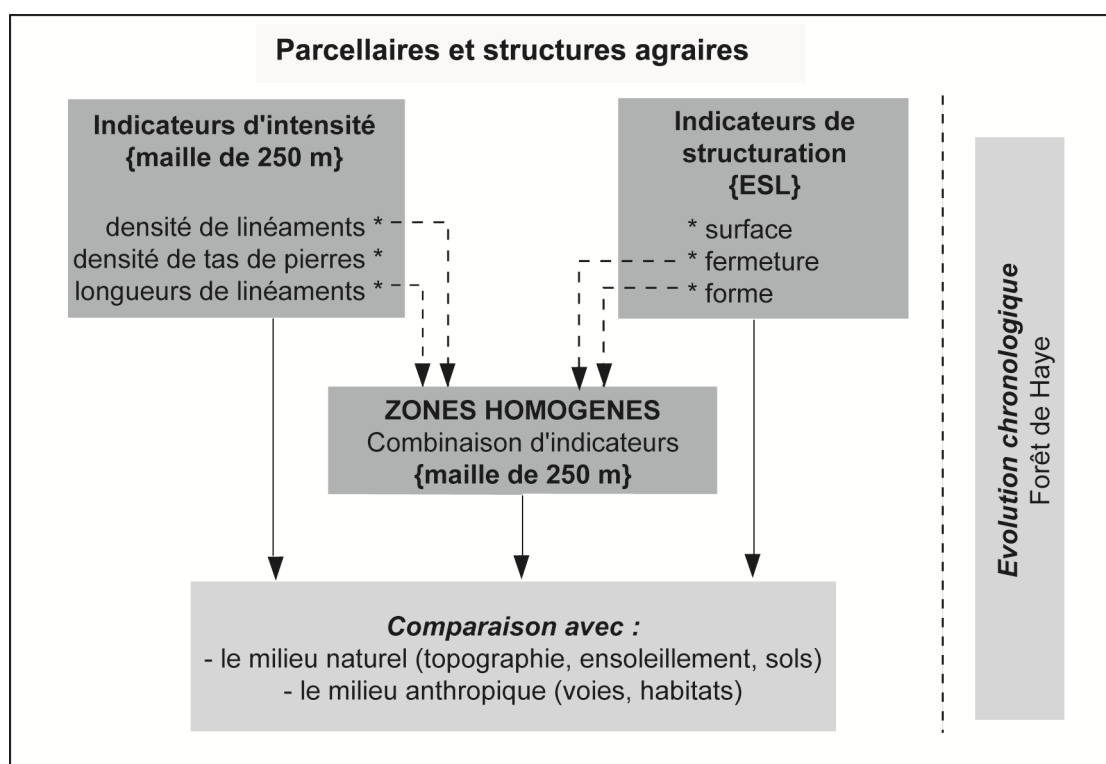


Fig. 3.2-1 - Schéma d'analyse pour les parcellaires et structures agraires

3.2.1. De nouveaux objets construits pour les analyses

Deux nouveaux objets, la maille et l’ESL, ont dû être créés pour transformer les informations ponctuelles ou linéaires en données surfaciques répondant mieux aux

questions posées.

L'ensemble des informations archéologiques ou géographiques ont été reformalisées à l'échelle d'une maille de 250 m de côtés couvrant la totalité des espaces étudiés, soit 2556 mailles dont 946 incomplètement couvertes par les zones d'étude. La taille de cette maille a été choisie de manière empirique, principalement en fonction de la surface des zones ateliers. Plusieurs tailles ont été testées parmi les mailles proposées par l'atelier 4* pour l'ensemble des ateliers (100, 250 et 500 m – cf. partie atelier 4). La maille de 500 m n'offrait pas assez de résolution et était surtout trop grossière pour les plus petites des zones ateliers (seulement 7 mailles, à cette échelle, pour la zone de Thuilley-aux-Groseilles). À l'opposée la maille de 100 m était d'une résolution trop fine par endroits pour rendre compte des espaces exploités et pas seulement des limites parcellaires. C'est donc la maille de 250 m qui a été retenue pour l'ensemble des zones afin de permettre des comparaisons, même si cette taille est tout juste adaptée pour les forêts de Thuilley-aux-Groseilles (13 mailles dont seulement une complète) et Selaincourt (21 mailles dont deux complètes). De plus, du fait d'un fort découpage, la zone de Saint-Quirin pourtant couverte par 63 mailles n'en comporte que deux complètes.

Le second objet construit pour les analyses est l'entité surfacique limitée (ESL). Le terme d'ESL a été préféré à celui de « parcelle » utilisé au début des travaux, mais trop ambigu. En effet, les ESL correspondent probablement soit à un seul champ ou une seule pâture, soit à un groupe de champs ou pâtures qui n'étaient pas distinguables du fait de l'insuffisance ou de l'absence de structures de délimitation.

L'ESL est créée par analyse visuelle à partir de l'organisation des linéaments ou des ruptures de pentes très nettes : dès que l'on peut individualiser un espace, délimité par au moins trois côtés, un polygone est dessiné et des caractéristiques lui sont attribuées (**fig. 3.2-2**). Les enclos d'habitats n'ont pas été individualisés comme des ESL, ils ont été intégrés aux ESL les entourant. Si ce mode de construction se prête bien à la caractérisation des secteurs antiques, il ne convient pas pour les périodes médiévales et modernes, car les structures agraires de ces époques ne sont qu'exceptionnellement délimitées par une levée ou un talus et jamais sur au moins trois côtés (**fig. 3.2-2**).



Fig. 3.2-2 - Modalité de création des ESL : exemples et limites

Des essais de création automatique d'ESL ont été tentés, mais ils se sont révélés très insatisfaisants¹³. Une certaine part de subjectivité dans le dessin des parcelles doit donc être assumée, notamment pour celles qui sont incomplètement délimitées. Dans ce cas, il est en effet plus facile de compléter des ESL de forme quadrangulaire que de forme plus complexe. Toutefois, ce travail a été réalisé par les producteurs de données eux-mêmes, qui connaissent bien leur terrain et leurs données et quelques discussions ont eu lieu pour homogénéiser ce travail.

Ces ESL couvrent environ un cinquième de la surface totale des zones ateliers.

¹³

Ces essais ont été menés par Alexia Fontaine que nous remercions chaleureusement.

3.2.2. Estimer l'intensité et la structuration de l'exploitation agraire

Deux types d'objets archéologiques ont été mobilisés pour le calcul des indicateurs d'intensité : les linéaments et les tas de pierres. Les indicateurs d'intensité sont calculés par mailles de 250 m, voire par ESL.

Densité de linéaments = longueur totale en mètres des linéaments contenus à l'intérieur d'une maille de 250 m ; pour les mailles incomplètes, en limite de zone d'étude, cette longueur est pondérée par la surface de la maille

Densité des tas d'épierrement (uniquement pour les zones d'Allain, Saint-Quirin, Girolles, Champlive et Arcy-sur-Cure) = nombre de tas contenus dans une maille de 250 m ; pour les mailles incomplètes, en limite de zone d'étude, ce nombre est pondéré par la surface de la maille

Densité des tas d'épierrement (variante ESL) (uniquement pour les zones d'Allain, Saint-Quirin, Girolles, Champlive et Arcy-sur-Cure) = nombre de tas contenus dans une ESL rapporté au nombre de tas par hectare, afin de pouvoir comparer des ESL de surfaces différentes

Indicateur de grande longueur de linéament = effectif de linéaments de plus de 300 m traversant une maille

Cette longueur de 300 m a été retenue après un examen de la répartition des linéaments par classes de longueur et des tests visuels. Les linéaments de plus de 300 m représentent 7,5 % des effectifs. Au vu du faible nombre de linéaments de grande longueur traversant une maille, c'est le nombre de linéaments qui a été retenu dans le calcul de l'indicateur et non la proportion de grands linéaments par rapport au nombre total de linéaments.

Afin de réduire les biais dans les comparaisons avec le milieu anthropique pour l'Antiquité, un calcul spécifique des indicateurs de densité de linéaments et de grande longueur de linéaments a été réalisé en ne retenant, pour la zone atelier de la forêt de Haye, que les linéaments datés de cette période. Les tas n'ayant pas été utilisés pour cette zone, il n'a pas été nécessaire de refaire ces calculs pour les indicateurs basés sur les tas.

Trois indicateurs de structuration sont élaborés à partir de la couche d'ESL : la surface, la fermeture et la forme.

Indicateur de surface = surface en hectare de l'ESL

Indicateur de fermeture = degré de fermeture de l'ESL renseigné manuellement : 1 = fermé ; 2 = ouvert ; 3 = ouvert, mais en limite de relevé

Une parcelle est considérée comme fermée lorsque l'ensemble des côtés existent au moins sur une moitié de leur longueur, sinon elle est renseignée comme ouverte. Cette notion de fermeture reflète plus un degré de structuration que la présence ou non d'une ouverture dans ces espaces enclos. De tels passages pour pénétrer au sein des ESL devaient exister mais ne sont plus ou pas toujours visibles.

Indicateur de forme = classe de forme obtenue par la combinaison statistique de six indices de forme (indice d'élongation, de compacité, d'étirement, de concavité surfacique et périmétrique, de différence au rectangle) :

- classes 1 et 3 : ESL de formes irrégulières
- classe 2 : ESL allongées
- classe 4 : ESL de forme compacte

Cette classification, issue de nombreux tests, s'est basée sur le calcul d'indices de forme (IF) déjà mobilisés en archéologie, sur les paroisses de Touraine par exemple (Chareille, Rodier, Zadora-Rio 2004), par les géographes (Cauvin, Rimbert 1976) ou dans la biologie médicale (Thibault, Mari, Sequeira 2007). Douze indices ont ainsi été calculés afin de caractériser la forme des ESL : des indices d'élongation (IF1), d'étalement (IF2), de compacité (IF3, IF4, IF5), de circularité (IF6), d'étirement (IF7), de concavité surfacique (IF8), de concavité périmétrique (IF9) et de différence au rectangle (IF10) (**fig. 3.2-3**). Les calculs ont tous été réalisés sur le logiciel ArcGIS avec des outils implémentés dans le logiciel lui-même ou disponibles dans des boîtes à outil libres (*Bounding Containers*, *MBR*, *Hull Rectangles*¹⁴, scripts *Thickness* et *ConvexPolygon* de Easy calculate¹⁵). Un script a toutefois dû être développé par l'atelier 4* pour le calcul de la grande longueur des polygones.

¹⁴ *Bounding containers* (auteur Dan Patterson, 24/01/2010), *Minimum bounding rectangles* (auteur Charlie Frye, 12/08/2008), *Create hull rectangles* (auteur David Wynne, 07/05/2009).

¹⁵ ET Spatial Techniques (www.ian-ko.com)

N°	Catégorie	Référence		Formule
IF1	Élongation (Schum)	Indice I6 de <u>Cauvin, Rimbert</u> 1976	Compare la surface réelle à la longueur du plus grand axe du polygone. Compris dans l'intervalle [0 ; 0,5] ce qui a pour effet de «tasser» les valeurs de référence et rend les comparaisons plus difficiles. 0,5 dans le cas d'un cercle ; 0 dans le cas d'une ligne droite.	$\frac{\sqrt{\frac{S}{\pi}}}{L} = \frac{\sqrt{S}}{L\sqrt{\pi}}$
IF2	Étalement (Morton)	Indice I5 de <u>Cauvin, Rimbert</u> 1976 ; <u>Thibault, Mari, Sequeira</u> 2007	Rapporte la surface réelle à la surface d'un cercle qui aurait pour diamètre le plus grand axe. Compris dans l'intervalle [0 ; 1]. 1 lorsque la forme est un cercle ; 0 lorsque la cellule est réduite à une ligne droite.	$\frac{S}{(\frac{1}{2}L)^2 \pi} = \frac{S * 1,27}{L^2}$
IF3	Compacité	<u>Thibault, Mari, Sequeira</u> 2007		$\frac{P^2}{S}$
IF4	Compacité	Indice I2 de <u>Cauvin, Rimbert</u> 1976	Varie dans l'intervalle [0 ; 1]. 1 si la cellule est un cercle ; 0,5 pour l'ellipse ; 0 si la surface tend vers la ligne droite.	$\frac{S}{S_{circ.}} = \frac{S}{\pi R_{circ.}^2}$
IF5	Compacité (Gravelius)	Indice I3 de <u>Cauvin, Rimbert</u> 1976 ; <u>Thibault, Mari, Sequeira</u> 2007	Utilisé par les hydrologues pour représenter l'allongement d'un bassin-versant. Compare le périmètre d'un polygone à celui d'un cercle qui aurait la même surface. Compris dans l'intervalle [1 ; ...]. 1 si la cellule est un cercle ; > 1 si la surface est plus ou moins allongée. Cet intervalle de variation est un inconvénient majeur pour une comparaison des valeurs.	$\frac{P}{2\sqrt{\pi S}} = \frac{0,28 P}{\sqrt{S}}$
IF6	Circularité (Miller)	Indice I4 de <u>Cauvin, Rimbert</u> 1976	L'indice est donné par le rapport entre la surface réelle S d'un polygone et la surface d'un cercle ayant le même périmètre que le polygone. Compris dans l'intervalle [0 ; 1]. 1 pour un polygone parfaitement circulaire ; 0 pour un polygone linéaire.	$\frac{S}{\pi (\frac{P}{2\pi})^2} = \frac{12,56 S}{P^2}$
IF7	Étirement	<u>Chareille, Rodier, Zadora-Rio</u> 2004	Compris dans l'intervalle [0 ; 1]. Indique l'étirement du polygone par rapport au rectangle circonscrit.	$\frac{\text{largeur}_{rect.}}{\text{Longueur}_{rect.}}$
IF8	Concavité surfacique (Défaut de convexité)	<u>Thibault, Mari, Sequeira</u> 2007	Renseigne sur la convexité de la forme, en comparant la surface de l'enveloppe convexe d'un polygone à sa surface réelle. Compris dans l'intervalle [0 ; 1].	$\frac{S}{S_{com.}}$
IF9	Concavité périmétrique	<u>Thibault, Mari, Sequeira</u> 2007	Renseigne sur la convexité de la forme, en comparant le périmètre de l'enveloppe convexe d'un polygone à son périmètre réel.	$\frac{P_{com.}}{P}$
IF10	Différence au rectangle (Indice de rectangularité)		Compris dans l'intervalle [0 ; 1]. Calculé avec le script <u>MBR</u> ou <u>Hull</u> rectangle (version a) ou le script <u>Bounding Containers</u> (version b)	$\frac{S}{S_{rect.}}$

Fig. 3.2-3 - Indices de forme

Les résultats obtenus permettent de ranger ces indices en trois grands groupes (**fig. 3.2-4**) :

- le groupe 1 avec les indices d'élongation, d'étalement, de circularité et d'étirement,
- le groupe 2 avec les indices de concavité surfacique et périmétrique,
- le groupe 3 avec l'indice de rectangularité.

Plusieurs essais de combinaison de ces indices ont ensuite été réalisés par ACP-CAH, avec plus ou moins d'indices. L'ensemble des combinaisons permet globalement de distinguer des parcelles compactes, des parcelles allongées et des parcelles de forme irrégulière. La combinaison regroupant les indices IF1, IF3, IF7, IF8, IF9, IF10 (cf. **fig. 3.3-8 infra**) a finalement été retenue après analyse visuelle.

La combinaison des indicateurs d'intensité et de structuration, en vue de caractériser les espaces exploités et de définir des zones homogènes, est réalisée au niveau de la maille de 250 m. Pour cela, l'ensemble des indicateurs de structuration sont ramenés à l'échelle de

la maille, en retenant l'attribut d'ESL majoritaire dans la maille.

Après plusieurs tests, seuls les indicateurs de densité de linéaments, de grande longueur, de fermeture d'ESL et de forme d'ESL ont finalement été retenus pour cette combinaison. L'indicateur de densité de tas d'épierrement, partiellement renseigné, et l'indicateur de surface d'ESL, qui brouillait la classification, ont été écartés.

La combinaison retenue a été réalisée directement sur le tableau disjonctif complet individus/variables ; elle livre la classification suivante (**fig. 3.2-5**) :

- classe 1 : secteurs avec une forte densité de linéaments, comprenant beaucoup de grands linéaments et des ESL compactes ;

- classe 2 : secteurs avec une densité de linéaments forte ou moyenne, comprenant beaucoup de grands linéaments et des ESL de formes irrégulières ou étirées ;

- classe 3 : secteurs avec une densité moyenne de linéaments, comprenant peu de grands linéaments et aucune ESL ;

- classe 4 : secteurs de densité faible ou nulle avec peu de grands linéaments et une absence totale d'ESL.

Cette classification, qui rend compte à la fois de la densité et de la structuration de ces espaces, permet aussi leur différenciation aux diverses périodes.

	IF1	IF2	IF4	IF6	IF3	IF5	IF7	IF8	IF9	IF10a	IF10b
IF1	1	0,996	0,993	0,939	-0,882	-0,908	0,884	0,432	0,141	0,354	0,408
IF2	0,996	1	0,996	0,928	-0,848	-0,880	0,893	0,420	0,144	0,360	0,412
IF4	0,993	0,996	1	0,937	-0,857	-0,889	0,892	0,430	0,151	0,386	0,441
IF6	0,939	0,928	0,937	1	-0,949	-0,974	0,808	0,608	0,360	0,398	0,458
IF3	-0,882	-0,848	-0,857	-0,949	1	0,995	-0,709	-0,634	-0,349	-0,377	-0,431
IF5	-0,908	-0,880	-0,889	-0,974	0,995	1	-0,744	-0,634	-0,356	-0,387	-0,443
IF7	0,884	0,893	0,892	0,808	-0,709	-0,744	1	0,215	-0,001	0,070	0,135
IF8	0,432	0,420	0,430	0,608	-0,634	-0,634	0,215	1	0,706	0,596	0,633
IF9	0,141	0,144	0,151	0,360	-0,349	-0,356	-0,001	0,706	1	0,425	0,443
IF10a	0,354	0,360	0,386	0,398	-0,377	-0,387	0,070	0,596	0,425	1	0,982
IF10b	0,408	0,412	0,441	0,458	-0,431	-0,443	0,135	0,633	0,443	0,982	1

Fig. 3.2-4 - Matrice de proximité des indices de forme (IF) testés (coefficient de corrélation de Pearson)

profil ligne	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Effectif	580	370	815	790
Efsup300_1 (0 à 0,5)	32,1%	23,5%	69,9%	100,0%
Efsup300_2 (0,5 à 1,5)	33,8%	34,3%	22,6%	0,0%
Efsup300_3 (1,5 à 7)	41,0%	42,2%	7,5%	0,0%
Dlpond1 (0 à 40,11)	3,3%	4,3%	3,2%	100,0%
Dlpond2 (40,11 à 388,545)	35,9%	42,2%	59,9%	0,0%
Dlpond3 (388,45 à 2473,63)	60,9%	53,5%	36,9%	0,0%
Cferm0 (pas d'ESL)	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%
Cferm1 (ouvert)	50,7%	57,8%	0,0%	0,0%
Cferm2 (fermé)	49,3%	42,2%	0,0%	0,0%
CAH3forme0 (pas d'ESL)	1,4%	0,0%	99,9%	100,0%
CAH3forme1_3 (1 et 3)	0,0%	54,6%	0,0%	0,0%
CAH3forme2 (2)	0,0%	45,4%	0,0%	0,0%
CAH3forme4 (4)	98,6%	0,0%	0,1%	0,0

Fig. 3.2-5 - Combinaison d'indicateurs (Efsup300 : indicateur de grande longueur de linéament ; Dlpond : indicateur de densité de linéaments ; Cferm : indicateur de fermeture d'ESL ; CAH3forme : indicateur de forme d'ESL) : CAH retenue

3.2.3. Comparaisons avec le milieu naturel

L'analyse de l'impact du milieu naturel sur l'implantation et l'organisation de ces structures agraires et parcellaires s'est faite à partir de la topographie, d'une part, et des données disponibles sur les sols, d'autre part.

3.2.3.1. Topographie

Les travaux sur la topographie ont été réalisés à partir du modèle numérique de terrain (MNT) de l'IGN (BdAlti), disponible alors au pas de 50 m sur l'ensemble des zones ateliers. Les MNT issus des télédétections lidar, d'une résolution nettement supérieure, n'ont pas été mobilisés car ils n'étaient disponibles que sur trois zones ateliers (forêts de Haye et de Sénart et, pour partie, forêt de Saint-Amond). Quatre axes ont été testés : la situation topographique, la pente, l'ensoleillement et l'orientation.

Situation topographique

Une classification en six catégories de la situation topographique (dépression, canal/vallon, col, crête, sommet, zone plane) a été réalisée avec le logiciel Landserf¹⁶, avec un paramètre de taille de fenêtre de 9 pixels (des tests ont aussi été réalisés avec un paramètre de 5 et un de 15 pixels).

Cette classification permet notamment de mesurer de manière visuelle l'influence de la topographie en la comparant avec les linéaments de grande longueur et l'implantation des ESL.

Pentes

La pente moyenne a été calculée pour chaque maille de 250 m. Puis elle a été comparée aux autres données disponibles sous forme de mailles (indicateurs d'intensité et combinaison d'indicateurs). Pour la forêt de Haye, le rapport aux pentes a été calculé par périodes chronologiques (cf. *infra*).

La pente moyenne des ESL a été, quant à elle, calculée par zones ateliers et a été ensuite comparée à la pente moyenne générale des zones ateliers.

Ensoleillement

Comme pour la pente, l'ensoleillement moyen a été calculé pour chaque maille de 250 m. Pour cela, on a utilisé l'outil « rayonnement global » d'ArcGIS, puis on a calculé la moyenne du rayonnement global dans la maille, le résultat étant exprimé en Wh/m². Puis cet ensoleillement a été comparé aux autres données disponibles sous forme de mailles (indicateurs d'intensité et combinaison d'indicateurs).

Orientations

L'impact de la topographie sur l'orientation des parcellaires a été testé à partir de la méthode suivante.

Étape 1. Les expositions des pentes sont classées en plusieurs catégories de

¹⁶ Le logiciel Landserf est un logiciel de visualisation 3D et de traitement de surfaces : visualisation, analyse géomorphologique, modélisation de surface, etc. (auteur : Jo Wood, City University London, www.landserf.org).

directions (quatre directions : N, S, E, O ou huit directions : N, NE, E, SE, S, SO, O, NO), auxquelles on ajoute une classe sans pente ; puis on calcule l'orientation majoritaire des pentes classées par mailles.

Étape 2. Les orientations de linéaments parcellaires sont calculées et regroupées dans les mêmes classes que celles de la pente ; puis on calcule l'orientation majoritaire des linéaments au sein d'une maille.

Étape 3. On calcule la différence entre les orientations des pentes et celles des linéaments, en regroupant les orientations opposées (N avec S, NO avec SE, etc.), car pour un linéament parcellaire la différence d'orientation entre le nord et le sud dépend uniquement du sens dans lequel on a digitalisé le linéament. Un second calcul a été réalisé en combinant les directions perpendiculaires entre elles, du fait de l'organisation des parcellaires selon des trames polygonales.

D'abord testée sur une maille de 250 m avec 4 classes d'orientation et 1 classe sans pente, cette méthode a ensuite été calculée sur une maille de 50 m avec 8 classes d'orientation et 1 classe sans pente, pour permettre une approche plus fine.

3.2.3.2. Sols

Les données disponibles sur les caractéristiques des sols étant partielles (cf. *supra*), les tests n'ont été réalisés que sur quelques zones ateliers.

Géologie

Les comparaisons avec la géologie ont porté sur l'ensemble du plateau de Haye, soit sur cinq zones ateliers.

Les données géologiques issues de la BdCharm du BRGM ont été synthétisées dans deux fichiers, l'un basé sur les mailles de 250 m et l'autre sur les ESL (couche géologique majoritaire dans la maille ou l'ESL). Puis elles ont été comparées aux indicateurs d'intensité, aux indicateurs de forme et aux combinaisons d'indicateurs.

Pédologie

Les comparaisons avec la pédologie ont été réalisées sur pratiquement la totalité de la zone atelier de la forêt de Haye, soit 10 630 ha.

Les données pédologiques (Gury 1972) ont été synthétisées dans deux fichiers, l'un basé sur les mailles de 250 m et l'autre sur les ESL (couche pédologique majoritaire dans la maille ou l'ESL). Puis elles ont été comparées aux indicateurs d'intensité, aux indicateurs de forme et aux combinaisons d'indicateurs.

Rochers

La zone de Saint-Quirin se caractérise par la présence de nombreux rochers (**fig. 3.2-6**). Des falaises ou des reliquats de falaises constituent souvent les limites avales des parcellaires. Topographiquement des tables rocheuses plus ou moins importantes et leurs éboulis parsèment les sommets des croupes. Des analyses sur l'impact de ces rochers ont

donc été menées.

Deux fichiers basés sur la maille de 250 m et sur les ESL et récapitulant la surface et le nombre de rochers ont été créés, puis ils ont été comparés avec les indicateurs d'intensité et de structuration et leur combinaison.



Fig. 3.2-6 – Rochers à Saint-Quirin (cliché N. Meyer)

3.2.4. Comparaison avec le milieu anthropique

L'influence du milieu anthropique sur l'implantation et l'organisation de ces structures agraires et parcellaires a été analysée à partir de deux éléments disponibles sur l'ensemble des zones ateliers, l'habitat et le réseau viaire antiques.

À cette fin, il a été nécessaire d'uniformiser en premier lieu les données sur l'habitat. En effet, les établissements ruraux conservés dans les zones étudiées s'identifient par la présence de bâtiments, souvent entourés d'enclos, interprétés comme des fermes, des villas de petite taille ou des petits habitats groupés.

Il est parfois difficile de distinguer les limites entre certains établissements, par exemple entre plusieurs fermes proches et un hameau lâche, notamment à Saint-Quirin où

l'habitat se compose la plupart du temps de bâtiments sans enclos identifiable. Le cas de Saint-Quirin et du piémont vosgien nécessite en effet discussion. Depuis les travaux de François Pétry, ces sites sont considérés comme des habitats ruraux groupés de type hameau ou village. Il s'agit « d'un assemblage de fermes espacées, d'un lieu de culte et de zones funéraires agglomérés autour d'un ou deux chemins bordés de murs » (Pétry 1986 : 6933). « La taille des agglomérations est commandée par la topographie, sur un éperon, il n'y aura que quelques unités d'habitation et d'exploitation, sur une croupe plus ample, on dénombrera jusqu'à quelques dizaines d'exploitations groupées » (Pétry 1982). Les ensembles les plus importants avoisinent les 80 à 100 ha.

À Saint-Quirin, à partir des données relevées, quatre hameaux-villages (Sauvageon, Streitwald, Belle-Roche et Saveux) s'isolent facilement grâce aux cols qui les séparent. Le cas de l'espace occupé par les Deux-Croix et la Croix-Guillaume est plus difficile à interpréter. En effet, une voie secondaire, bordée de deux murs constitue l'axe principal du parcellaire sur 2 km de long. Des habitats, deux petits sanctuaires, une zone funéraire et un autre chemin bordé de murs se répartissent régulièrement le long de cet axe. Ces vestiges pourraient tout aussi bien appartenir à deux hameaux-villages (Deux-Croix, Croix-Guillaume) ou à un habitat aggloméré beaucoup plus grand ou n'être que des fermes égrainées le long d'une voie secondaire.

Pour pouvoir comparer Saint-Quirin avec les autres zones, une analyse des distances inter-bâtiments (distance au bâtiment le plus proche) a été réalisée sur la forêt de Haye où l'on dispose de nombreux bâtiments et où les limites entre établissements sont plus faciles à distinguer du fait de la présence fréquente d'enclos les entourant. Deux ruptures s'observent dans la distribution de ces distances, une première à 55 m et une seconde à 100 m (**fig. 3.2-7**). Celle à 100 m est très nette et tous les bâtiments distants de plus de 100 m avaient été classés préalablement dans deux établissements distincts. À l'opposé tous les bâtiments distants de moins de 55 m ont été classés dans le même établissement. Entre les deux, les bâtiments ont plutôt été classés dans le même établissement, à trois exceptions près qui avaient d'ailleurs posé problème lors de leur délimitation préalable.

Si l'on utilise les distances inter-bâtiments proposées pour la forêt de Haye à Saint-Quirin (sanctuaire inclus), les mêmes ruptures s'observent à 60 m et à 100 m, mais 10 habitats que l'on peut considérer comme distincts à partir des données de terrains ne sont séparés que de 80 m. Au Wasserwald, à Haegen, le seuil interdistance de 100 m fonctionne entre la plupart des fermes étudiées. Au centre du hameau, les fermes L1 et L2 de plans comparables fouillées par F. Pétry ne sont distantes que de 60 m. Les bâtiments annexes de la ferme L1 sont également à 60 m de distance du bâtiment principal, comme des bâtiments annexes « ferme M » de l'autre côté du chemin principal. Le seuil de 60 m ne semble donc pas pouvoir être utilisé pour différencier deux établissements distincts. Le seuil interdistance de 100 m paraît mieux adapté mais il ne reflète pas l'ensemble des situations.

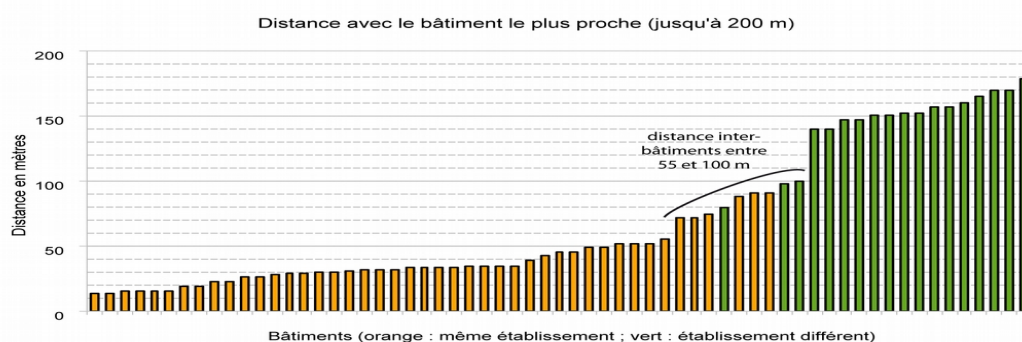


Fig. 3.2-7 - Distances inter-bâtiments dans la zone atelier de la forêt de Haye

Comme pour les comparaisons avec le milieu naturel, celles sur l'environnement anthropique ont également nécessité la création de fichiers basés sur la maille de 250 m et sur les ESL et récapitulant un certain nombre de caractéristiques sur l'habitat et les voies (fig. 3.2-8). En plus des éléments de type présence/absence ou effectifs, la notion de distance a également été retenue, ainsi que celle de somme focale (cf. partie atelier 4) qui permet de combiner à la fois distance et nombre d'établissements ruraux ou de voies en calculant pour chaque maille le nombre de sites présents dans cette maille et dans les mailles qui l'entourent (fig. 3.2-9 et 10). Ces informations ont ensuite été comparées aux indicateurs d'intensité et de structuration et à leur combinaison.

Unité	Habitat	Réseau viaire
Maille de 250 m	<ul style="list-style-type: none"> - présence/absence d'un établissement rural dans une maille - nombre d'établissements dans une maille - calcul de la somme focale 	<ul style="list-style-type: none"> - présence/absence d'une voie, d'une voie de catégorie 1 ou d'une voie de catégorie 2 dans une maille - nombre de voies dans la maille - calcul de la somme focale
ESL	<ul style="list-style-type: none"> - présence/absence d'un établissement dans une ESL - présence/absence d'un établissement à 50, 150, 300 ou 500 m - distance de l'établissement le plus proche 	<ul style="list-style-type: none"> - ESL située en bordure d'une voie, d'une voie de rang 1 ou d'une voie de rang 2 - distance de la voie la plus proche

Fig. 3.2-8 - Caractéristiques de l'habitat et du réseau viaire retenues à l'échelle de la maille ou de l'ESL

Les données sur l'habitat et le réseau viaire connues à l'intérieur des zones ateliers sont uniquement antiques, alors que les parcellaires de la forêt de Haye appartiennent à plusieurs périodes. Les comparaisons ont donc nécessité quelques ajustements pour cette zone. Ainsi, la comparaison avec les indicateurs d'intensité porte sur les variantes de l'indicateur de densité et de grande longueur ne prenant en compte que les linéaments antiques ou présumés antiques. Celle avec les indicateurs de structuration ne pose pas de problème puisque les ESL ne se rapportent qu'à l'Antiquité. En revanche, il convient de tenir compte de ce biais pour les comparaisons avec la combinaison d'indicateurs, celle-ci ayant mobilisé l'ensemble des parcellaires quelle que soit leur datation.

Enfin, une dernière analyse a été réalisée en calculant la proportion de voies appartenant à une limite d'ESL. Pour cela, le fichier des voies a été découpé en tronçons de manière manuelle, en fonction de leur appartenance ou non à une limite d'ESL.

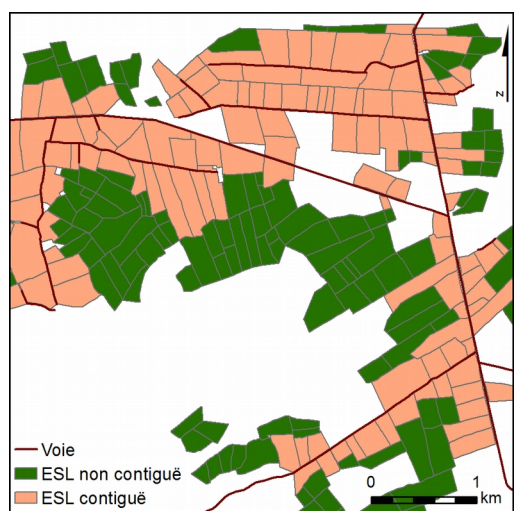


Fig. 3.2-9 - Présence/absence d'une voie contiguë à une ESL

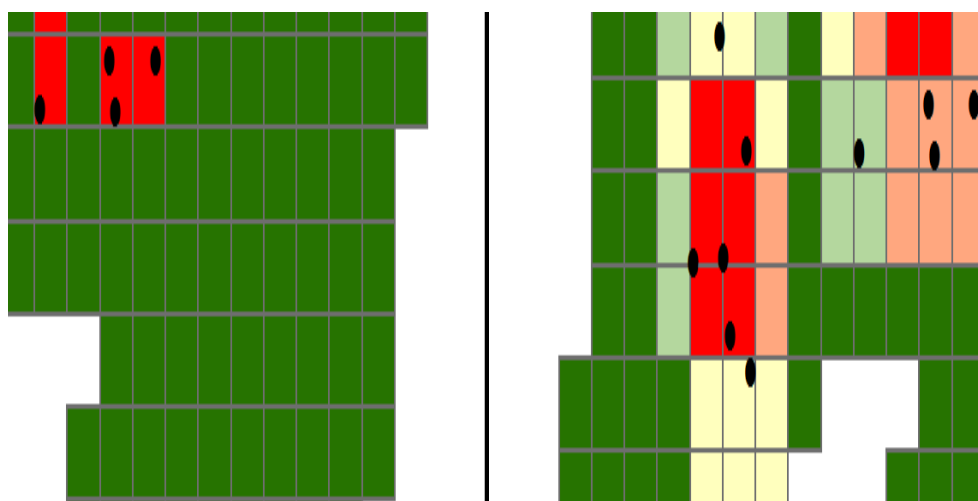


Fig. 3.2-10 - Comparaison « présence/absence » et « somme focale » pour l'habitat à l'échelle de la maille de 250 m

3.2.5. Mesurer les dynamiques spatiales

À l'exception de ceux de la forêt de Haye, les parcellaires étudiés, sans être précisément datés, ont fonctionné uniquement durant l'Antiquité. Si leur simple présence témoigne d'une profonde mutation dans l'occupation du sol (zones agricoles évoluant en zones forestières), ces parcellaires antiques n'ont pas pu être mobilisés en eux-mêmes dans des analyses de dynamiques spatiales. Ces analyses ont donc uniquement porté sur les parcellaires de la forêt de Haye, datés de l'Antiquité aux XIX^e-XX^e siècles. Elles ont été menées dans plusieurs directions : l'évolution chronologique des différents indicateurs, l'analyse des caractéristiques topographiques et de sols des zones abandonnées et l'étude de la distance espace agricole/habitat.

Pour ce faire, trois fichiers chronologiques ont été créés à partir du fichier de linéaments : période 1 = Antiquité ; période 2 = Moyen Âge/XVII^e siècle ; période 3 = XIX^e siècle (cf. *infra*). Les linéaments non datés en ont été exclus. Les indicateurs d'intensité (densité de linéaments et grandes longueurs) ont ensuite été calculés pour ces trois fichiers, ce qui a permis de mesurer leur évolution chronologique. Les ESL n'ayant pu être construites qu'à partir des parcellaires antiques, les indicateurs de structuration n'ont pas été mobilisés à ce stade et, en conséquence, la combinaison d'indicateurs n'a pas non plus été utilisée.

Nous avons choisi de ne pas comparer directement ces évolutions d'indicateurs avec le milieu naturel, car ces observations pourraient être un peu biaisées. En effet, si l'on connaît les zones exploitées durant l'Antiquité et retournées à la forêt depuis, on ne peut exclure que des structures agraires et parcellaires de l'Antiquité aient disparu dans certains secteurs cultivés postérieurement. En revanche, les zones cultivées aux XIX^e voire XX^e siècle sont bien localisées, tout comme probablement celles du Moyen Âge au XVII^e siècle. Ces comparaisons ont donc été réalisées à partir d'une carte des abandons définitifs (jusqu'à nos jours) des espaces cultivés au profit de la forêt (**fig. 3.2-11**). Cette carte a été réalisée sur la base des mailles, en indiquant pour chacune si elle ne contenait pas de linéaments, si elle contenait uniquement des linéaments de la période 1 (abandon à la fin de l'Antiquité), si elle contenait des linéaments de la période 2 et éventuellement de la période 1 (abandon avant le XVII^e siècle) et si elle contenait des linéaments de la période 3 et, éventuellement, des deux autres (abandon fin XIX^e-début XX^e siècle).

Seul l'habitat a été utilisé pour les comparaisons avec le milieu anthropique car, au moment de l'étude, les données sur les voies n'étaient alors documentées que pour la période antique. Cette comparaison a été menée uniquement en mesurant la distance habitat – espace cultivé. Dans ce but, le jeu de données sur l'habitat a dû être élargi aux communes limitrophes de la zone atelier – dans une zone jamais inférieure à 2 km –, car aucun habitat postérieur à l'Antiquité n'a été repéré dans la zone atelier elle-même. Seules les périodes 1 et 2 ont été prises en compte, les espaces occupés par les parcellaires de la période contemporaine étant trop limités pour que leur analyse soit pertinente. L'habitat antique et l'habitat médiéval et du début de l'époque moderne ont été inventoriés à partir des données de la carte archéologique de la DRAC de Lorraine et des données historiques

(Lepage 1843 ; 1853). Puis deux fichiers basés sur la maille de 250 m ont été créés, récapitulant la distance à l'habitat le plus proche de la maille.

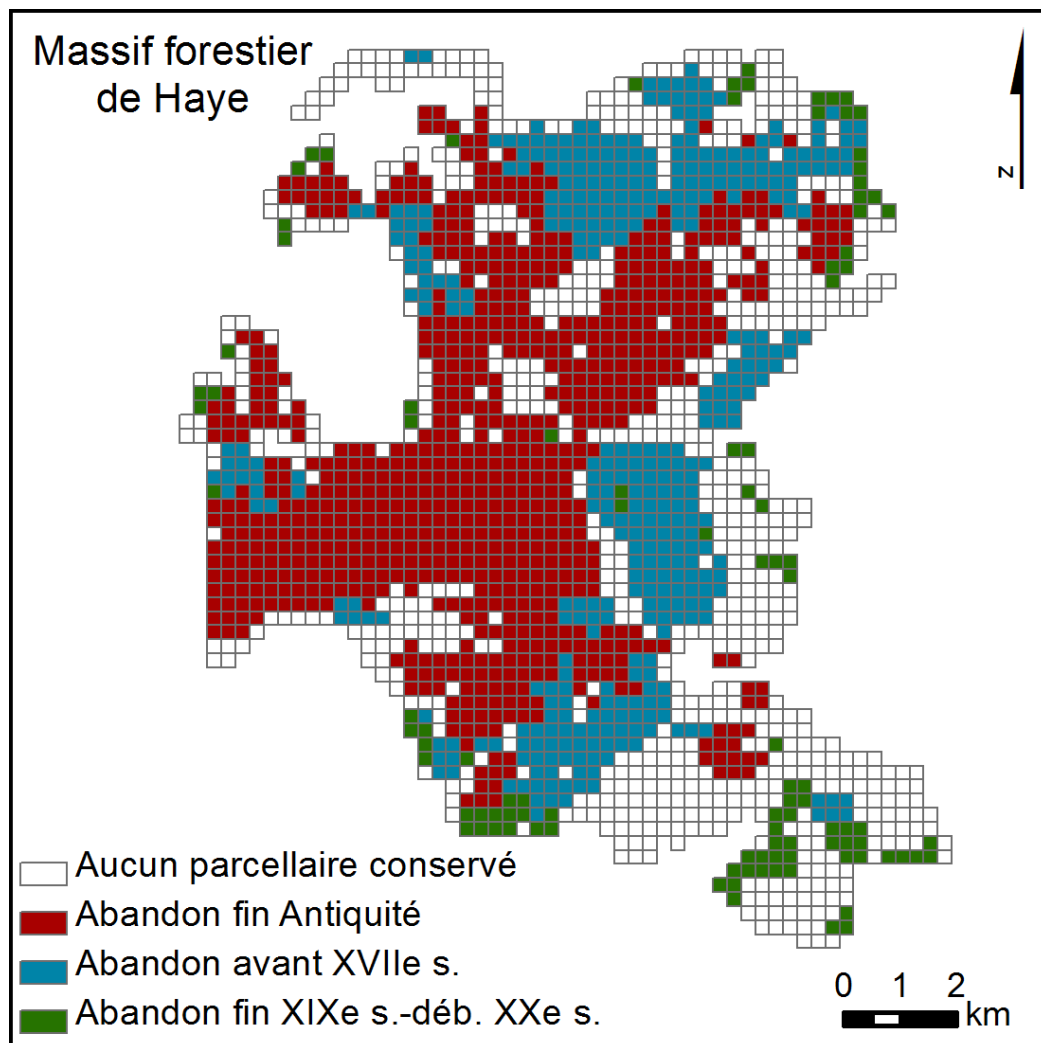


Fig. 3.2-11 - Carte des abandons d'espaces agricoles au profit de la forêt entre l'Antiquité et le XIX^e s.

3.3. La caractérisation des systèmes : intensité et structuration

Pour l'Antiquité, l'ensemble des parcellaires mobilisés dans ce programme échappe à la morphologie des limitations romaines (centuriations, strigations ou scamnations). Ces parcellaires qui n'obéissent ni à la ligne droite, ni au quadrillage, ni à une inclinaison constante ont jusqu'à présent été caractérisés en deux types par G. Chouquer (Chouquer 2009 : 249) : ceux à trames polygonales, lorsque les limites des parcelles, de forme plus ou moins régulière, présentent une grande diversité d'orientations et des lignes de force divergentes ; ceux à trames en bandes coaxiales, c'est-à-dire dotées d'une même orientation axiale, que leur morphologie soit rectiligne ou curviligne. À l'exception du parcellaire d'Allain et d'un secteur de celui de la forêt de Saint-Amond, qui s'organisent en bandes coaxiales

(Chouquer 2006 ; Favory 2011), les autres parcellaires étudiés sont à trame polygonale.

Les parcellaires médiévaux et modernes de la forêt de Haye s'organisent quant à eux selon deux grands types : des parcellaires laniérés parfois croisés, constitués de talus parallèles assez rapprochés, rectilignes ou courbes, organisés en quartiers et rarement délimités et des parcellaires « vermiformes » constitués de talus et de levées terreuses, aux longueurs et orientations variées, fréquemment courbes voire sinueux (Georges-Leroy, Zeller-Belville 2018).

La mise au point des différents indicateurs a permis une approche différente sur l'analyse de ces parcellaires et aidé à la caractérisation de ces espaces actuellement forestiers occupés, ou non, par des parcellaires ou structures agraires anciens.

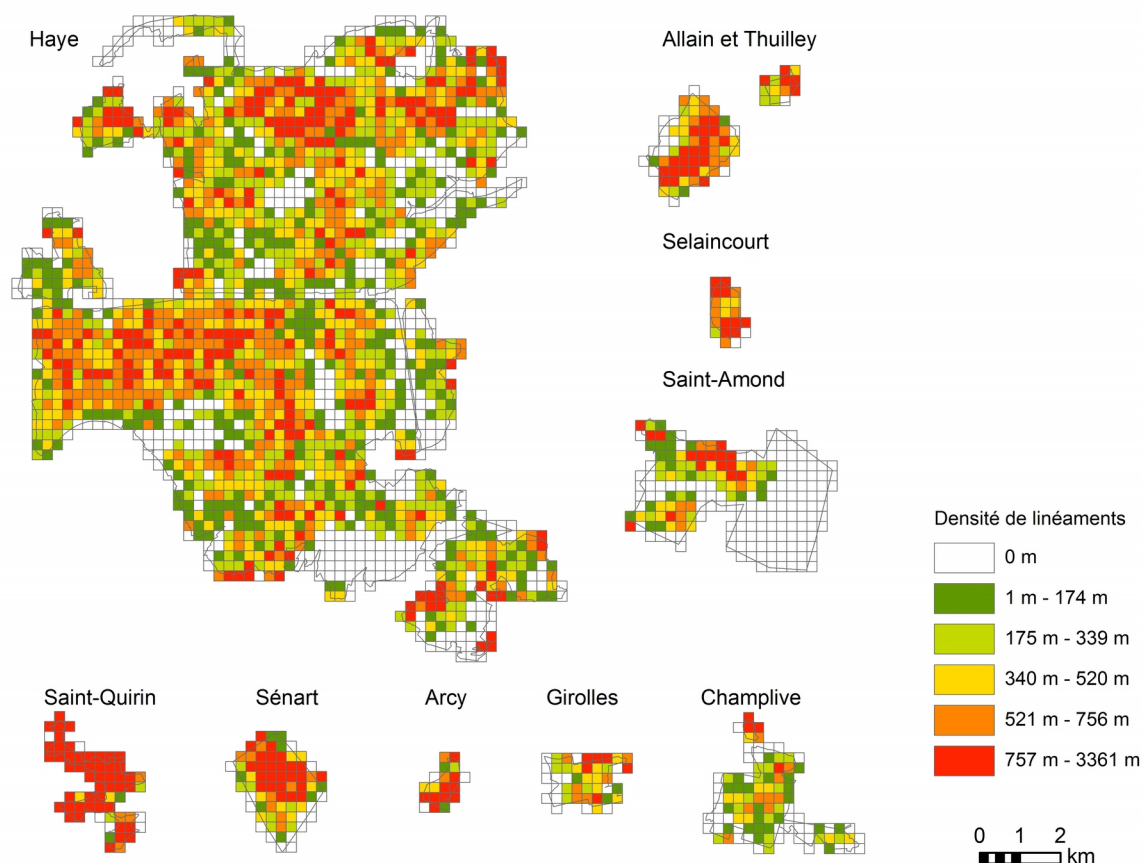
En premier lieu, on a mesuré l'intensité de cette exploitation agraire ancienne. Les espaces étudiés correspondent principalement à des zones où des parcellaires ont été identifiés et cartographiés. Certains espaces sans parcellaires ont toutefois pu être intégrés à l'étude, grâce aux levés lidar. Sous réserve que l'absence de linéaments ne soit pas due à des questions taphonomiques, ces zones vides, même limitées, permettent des comparaisons par rapport aux zones exploitées. Si l'on excepte les espaces périphériques des zones d'études, les espaces vides sont localisés dans plusieurs secteurs des forêts de Haye et de Saint-Amond (**fig. 3.3-1**). Au total, un quart des mailles, soit 21 % de la surface (2875 ha) du fait des mailles incomplètes, sont vides de linéaments. Les mailles vides représentent plus de 60 % de la surface de la forêt de Saint-Amond, mais sont quasiment absentes à Selaincourt et Saint-Quirin. À Saint-Quirin, le relevé au tachéomètre a porté sur les zones de plus forte concentration de linéaments, les vides (fortes pentes, fonds de vallons) n'ayant pas été cartographiés.

Dans l'Yonne, des zones totalement vierges de structures se remarquent, séparant les divers blocs de parcellaire. Cet état sous-entendrait une moindre mise en valeur, tout du moins sans structuration de l'espace. Il s'agit peut-être de bosquet voire de forêt car l'un des sites antiques mitoyens de la zone de Champlive (Massangis, La Côme Lothereau à 1000 m à l'est) a livré, lors d'une fouille de sauvetage, un lot de boucherie du III^e siècle comportant environ 15 % de gibier (chevreuil et cerf, étude Th. Poulain, *in* Nouvel 2006). Il s'agit pourtant d'un établissement assez modeste et en tout point comparable à ceux de Champlive.

Les densités les plus fortes de linéaments se rencontrent à Saint-Quirin, où la valeur moyenne de l'indicateur de densité est de 1169 m si l'on exclut les mailles vides, et les plus faibles en forêt de Haye, de Saint-Amond et dans l'Yonne, où la moyenne est comprise entre 425 à 464 m. Les moyennes des autres secteurs varient entre 698 et 791 m. Outre le fait que les relevés se sont surtout concentrés sur les zones les plus riches en vestiges, cette densité de linéaments à Saint-Quirin s'explique vraisemblablement par la pierrosité du sol et les fortes pentes ayant entraîné l'aménagement de nombreuses structures agraires.

Il faut aussi noter que la variation de densité des linéaments ne semble pas directement liée à la fiabilité de l'information archéologique telle que définie au chapitre 3.1.2. La densité de linéaments dans les mailles de fiabilité 2 (couverture moyenne) est de 541 m contre 195 m pour celle de fiabilité 1 (couverture lidar) ; elle est toutefois seulement

de 120 m pour celle de fiabilité 3 (couverture partielle). Certains secteurs de fiabilité 3 sont en effet vides de linéaments (sud-est de la forêt de Haye, secteur central de celle de Saint-Amond) sans que l'on sache si cela est uniquement dû à de mauvaises conditions de visibilité.



Programme "Blanc" 2008, contrat ANR-08-BLAN-0157-01, 2009-2011
Sources archéologiques : Ph. Bruant, S. David, M. Georges-Leroy - INRA Nancy, N. Meyer - ARAPS, P. Nouvel
SIG : M. Georges-Leroy, DRAC Lorraine-UMR 6249

Fig. 3.3-1 - Indicateur de densité de linéaments

Sur les dix zones mobilisées, 807 km de linéaments, longs de quelques mètres à plus de 1,7 km, ont été cartographiés. Si l'on examine leur longueur, on observe également de fortes disparités entre zones. La longueur moyenne des tronçons cartographiés oscille entre 50 m à Saint-Quirin et 203 m à Sénart (**fig. 3.3-2**). Un intérêt particulier a été porté sur les linéaments les plus longs, c'est-à-dire ceux de plus de 300 m. Ils représentent 16,2 % des linéaments à Sénart, entre 6 et 9 % dans l'Yonne, dans la forêt de Haye et sur le sud du plateau de Haye et seulement 1,5 % à Saint-Quirin. La topographie explique très probablement la quasi-absence de linéaments de plus de 300 m et la fragmentation importante des linéaments à Saint-Quirin. Les plus longues des croupes sont occupées par les axes de circulation délimités par des linéaments ; perpendiculairement les parties planes ne se développent que rarement sur plus de 100 m avant les falaises.

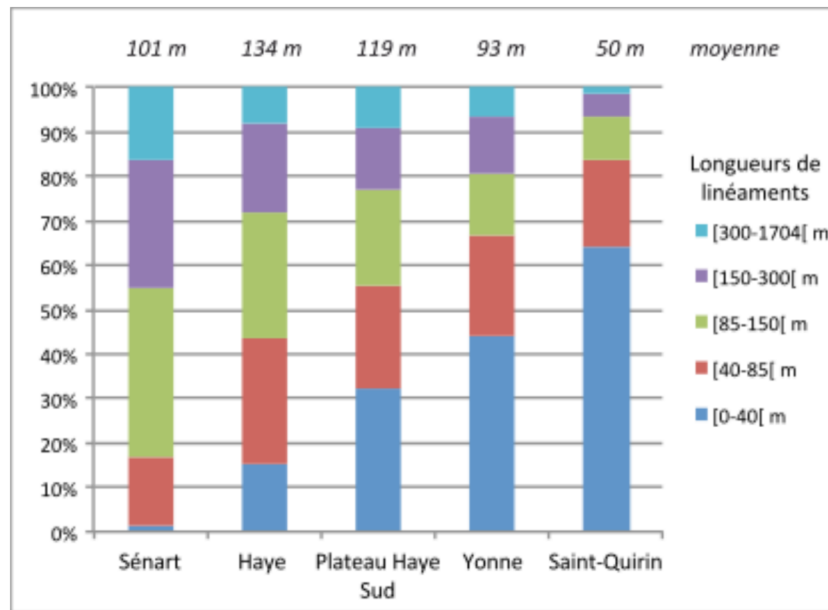
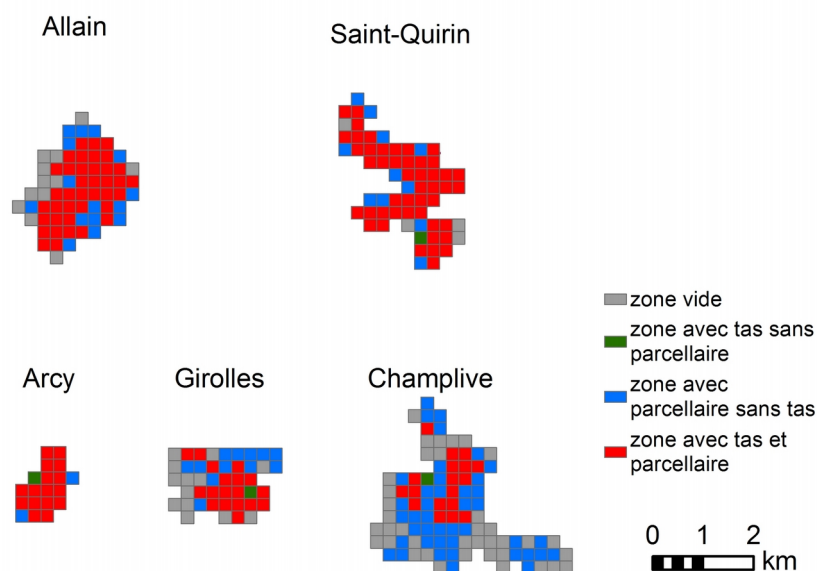


Fig. 3.3-2 - Distribution des longueurs de linéaments par zones ateliers

Si la topographie joue un rôle dans l'existence de linéaments de grande longueur, d'autres facteurs interviennent aussi, témoignant probablement d'une certaine intensité de l'exploitation, voire de structuration de l'espace.

Des tas d'épierrement sont présents sur l'ensemble des zones ateliers à l'exception logique de Sénart où les terrains ne sont pas pierreux. Dans les trois zones où leur cartographie a été réalisée intégralement (Allain, Saint-Quirin, Yonne), les tas sont uniquement présents dans les mailles où l'on trouve des linéaments, mais leur répartition diffère puisqu'ils ne sont présents que dans les deux tiers de ces mailles (**fig. 3.3-3**). Ces répartitions témoignent probablement de modalités différentes dans l'exploitation du sol. En revanche, à Thuilley, où l'on dispose seulement d'une cartographie des tas par zones, il semble qu'il existe une dichotomie entre les zones avec linéaments et les zones avec tas d'épierrement. Cette dichotomie est probablement due à une datation différente des linéaments (antiques) et des tas (qui semblent plus récents d'après le peu de terre colmatant les pierres). À Saint-Quirin et dans la forêt d'Arcy-sur-Cure, la densité des tas est très forte avec une densité moyenne de 10 à 20 tas par maille contre seulement moins de 2 pour les autres zones. En forêt de Haye et de Saint-Amond la présence de tas, non cartographiés, semble beaucoup plus rare.

Ces premiers éléments permettent donc de distinguer des zones plus ou moins intensément exploitées, voire exploitées selon des modalités différentes.

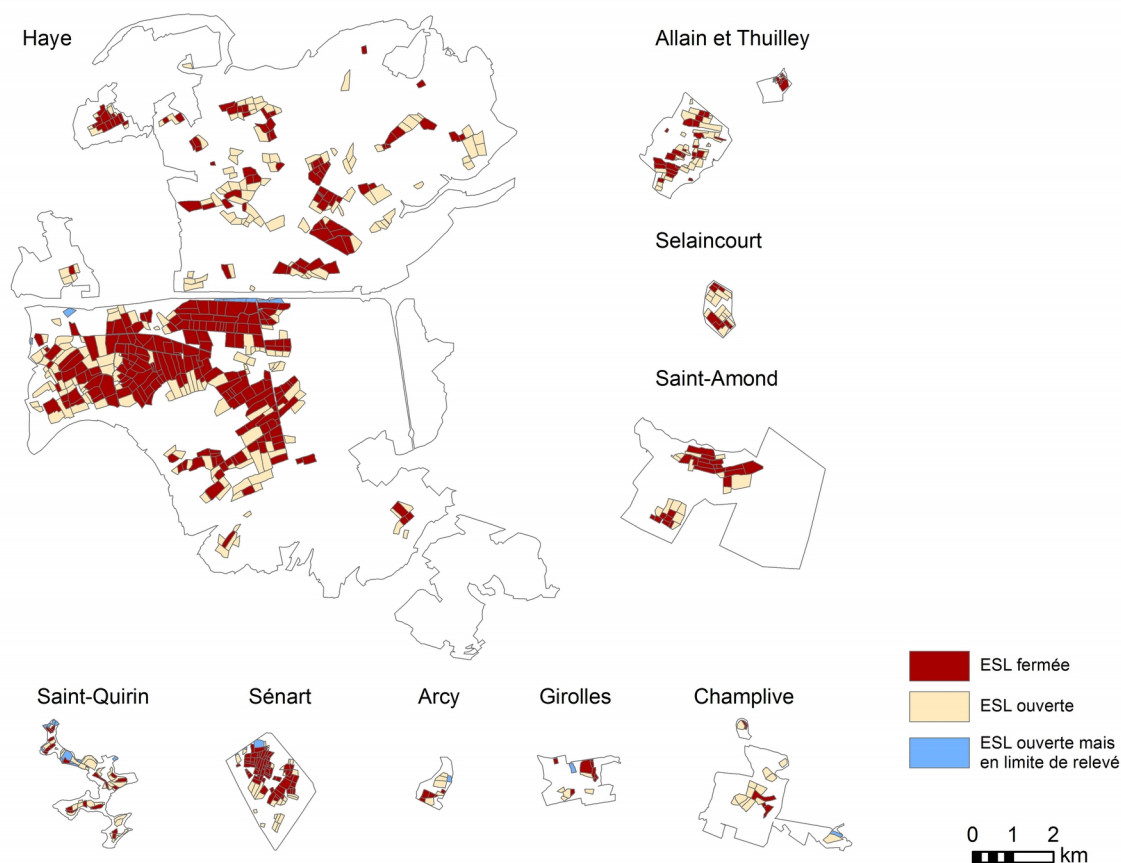


Programme "Blanc" 2008, contrat ANR-08-BLAN-0157-01, 2009-2011
Sources archéologiques : Ph. Bruant, N. Meyer - ARAPS, P. Nouvel
SIG : M. Georges-Leroy, DRAC Lorraine-UMR 6249

Fig. 3.3-3 - Association tas/linéaments

L'analyse morphologique de ces parcellaires a été abordée par l'intermédiaire des Entités surfaciques limitées (ESL). Leur mode de construction se prête bien à la caractérisation des secteurs antiques, mais pas à celle des secteurs exploités à partir du Moyen Âge, dans lesquels les structures agraires ne sont qu'exceptionnellement délimitées par une levée ou un talus et jamais sur au moins trois côtés.

Au total, 849 ESL ont été distinguées, dont 500 sur la seule forêt de Haye et 108 à Sénart (**fig. 3.3-4**). Elles couvrent une surface totale d'environ 2890 ha soit 21 % de la surface des zones ateliers. Ces zones peuvent être considérées comme les plus structurées pour l'Antiquité. C'est d'ailleurs dans ces zones que l'on observe les trois quarts des linéaments les plus longs. Plus de la moitié des ESL sont considérées comme fermées, c'est-à-dire qu'elles sont entourées, même de manière discontinue, par un talus ou une levée sur l'ensemble des côtés. Ces ESL fermées matérialisent probablement les espaces les plus structurés. À Sénart, où l'on observe le plus d'ESL fermées (72 %), celles-ci sont regroupées en plusieurs blocs homogènes. Dans le sud de la forêt de Haye, on peut également observer des espaces constitués uniquement d'ESL fermées. Ailleurs, la répartition est plus hétérogène et la proportion d'ESL ouvertes est plus importante.



Programme "Blanc" 2008, contrat ANR-08-BLAN-0157-01, 2009-2011
 Sources archéologiques : Ph. Bruant, S. David, M. Georges-Leroy - INRA Nancy, N. Meyer - ARAPS, P. Nouvel
 SIG : M. Georges-Leroy, DRAC Lorraine-UMR 6249

Fig. 3.3-4 - Indicateur de fermeture d'ESL

La surface moyenne des ESL est de 3,4 ha (3,6 ha pour les ESL fermées), mais l'amplitude est très forte puisqu'elle varie de 0,08 ha à 16,65 ha. Elle est également très variable d'une zone à l'autre (fig. 3.3-5 et 3.3-6). À Thuilley, zone la plus atypique, les ESL, d'une surface moyenne de 0,6 ha, sont pratiquement toutes inférieures à 1 ha, mais cette observation repose sur un faible nombre d'ESL (15). Avec une moyenne un peu plus élevée (1,2 ha), les zones de Sénart et Saint-Quirin sont assez comparables entre elles : environ 85 % des ESL ont une surface inférieure à 2 ha et la surface maximum est d'environ 5 ha. À l'opposé, en forêt de Haye et de Saint-Amond, où les ESL ont une surface moyenne de 4 à 4,5 ha, les petites ESL, inférieures à 1 ha sont rares et 47 à 36 % d'entre elles font plus de 4 ha. Les ESL supérieures à 6 ha représentent 11 % à Saint-Amond et jusqu'à 26 % en forêt de Haye. Entre ces deux groupes, on trouve les ESL de la forêt d'Allain, avec une surface moyenne de 1,9 ha et celles de l'Yonne et de Selaincourt avec des moyennes de 2,6 ha. À titre de comparaison, les travaux réalisés par Michel Mangin sur Blessey, en Bourgogne (Côte-d'Or), lui ont permis d'identifier une centaine de parcelles, d'une surface de 0,2 à 7,8 ha, autour du village antique. Ces surfaces se répartissent de manière comparable à celles de Sénart et Saint-Quirin, avec 82 % de parcelles inférieures à 2 ha, dont 64 % inférieures à 1 ha (Mangin *et al.* 2000).

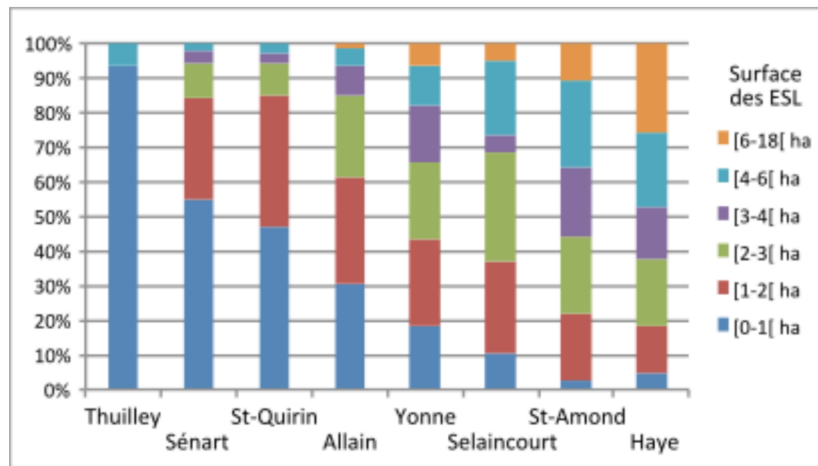
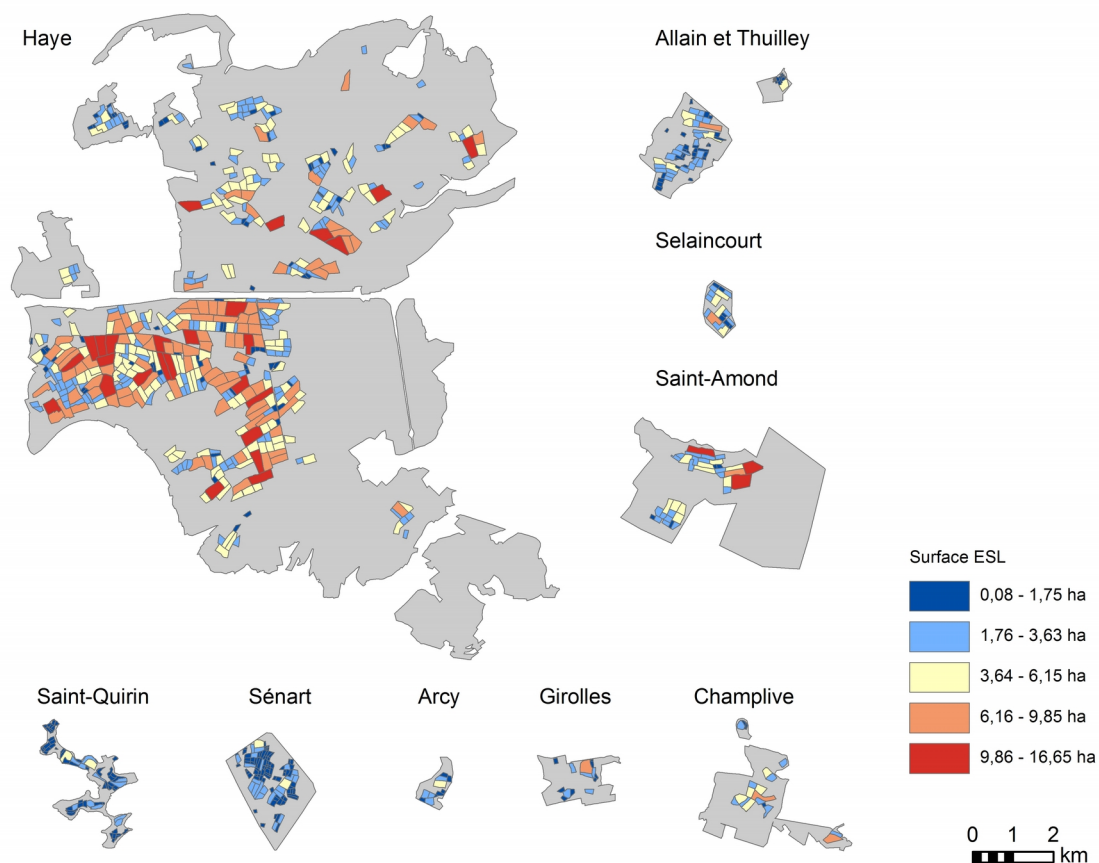


Fig. 3.3-5 - Distribution des surfaces d'ESL par zones ateliers

Si certains de ces grands espaces montrent des traces ou des amorces de cloisonnements intérieurs, de nombreuses ESL de grande surface n'en présentent strictement aucune. Même si l'on ne peut totalement écarter la disparition de certains cloisonnements internes matérialisés sous une autre forme, l'existence de ces très grands espaces pose la question de leur fonction. Matérialisent-ils des groupes de champs, de vastes zones de prairies ou prés, des espaces boisés ? La formation de certains talus étudiés en forêt de Haye indique clairement qu'ils délimitaient des espaces un temps cultivés (Georges-Leroy *et al.* 2012b ; 2014). Leur répartition spatiale n'apporte que peu d'éléments. Les ESL les plus grandes se répartissent sur l'ensemble des secteurs, même si on peut observer quelques regroupements avec des ensembles de grandes ESL ou à l'opposé d'ESL plus petites (fig. 3.3-6).



Programme "Blanc" 2008, contrat ANR-08-BLAN-0157-01, 2009-2011
Sources archéologiques : Ph. Bruant, S. David, M. Georges-Leroy - INRA Nancy, N. Meyer - ARAPS, P. Nouvel
SIG : M. Georges-Leroy, DRAC Lorraine-UMR 6249

Fig. 3.3-6 - Indicateur de surface des ESL

Les formes assez variées de ces ESL ont été classées de manière automatique par la combinaison statistique de 6 indices de forme (cf. *supra* partie 3.2.2). Quatre classes ont été distinguées (**fig. 3.3-7**). La classe 1, qui compte seulement 13 individus, comprend les ESL les plus irrégulières. Elle a été regroupée avec la classe 3 qui comprend également des ESL irrégulières, mais plus compactes. Les ESL irrégulières constituent 27 % des effectifs. La classe 2 regroupe les ESL allongées, qui représentent 15 % des effectifs, et la classe 4, la plus nombreuse (58 %), celles qui sont les plus compactes et concaves.

Le profil de distribution de forme des ESL est très comparable pour le plateau de Haye et l'Yonne : les ESL compactes représentent 55 à 61 % des effectifs, les ESL allongées 14-15 % et les ESL irrégulières 23 à 32 %. En revanche les autres zones se distinguent. À Saint-Quirin les parcelles irrégulières sont les plus nombreuses (40 %), les compactes ne représentant que 27 %. À Sénart, ce sont les ESL compactes qui sont les plus nombreuses (76 %).

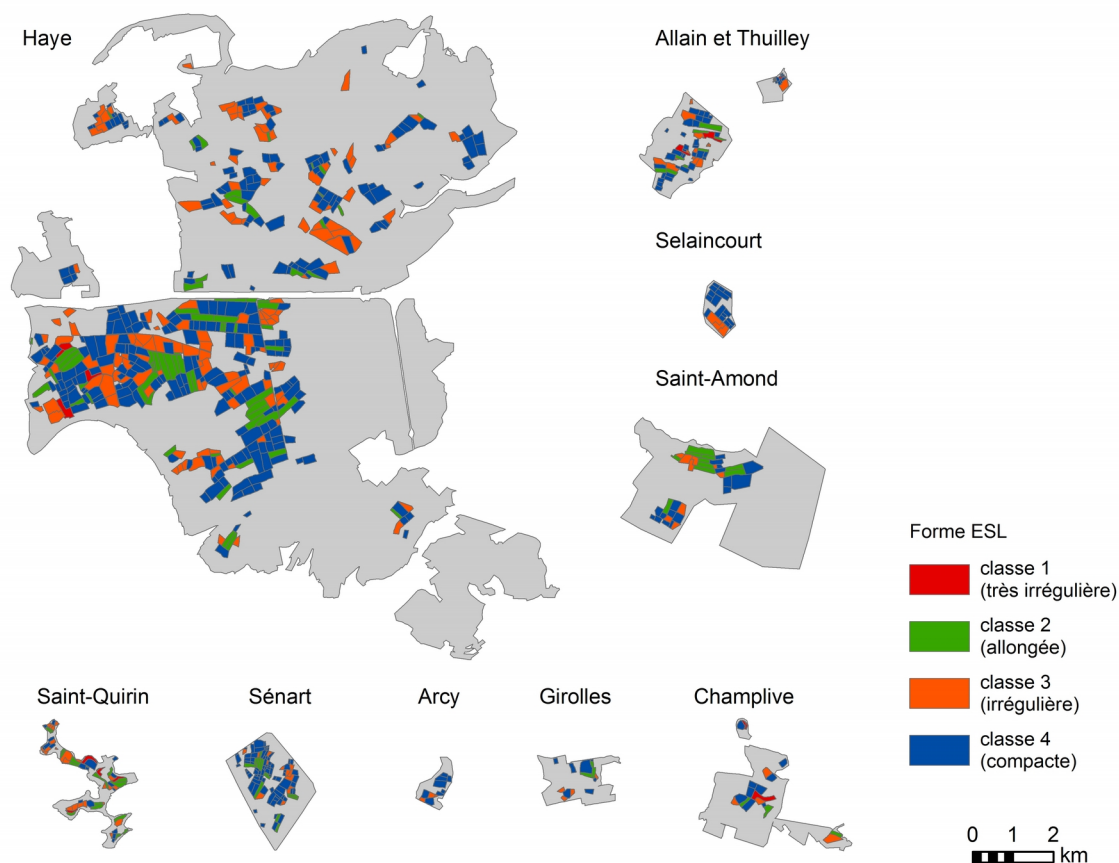
Classe	Effectif	IF3 (compacité)	IF8 (concavité surfactive)	IF9 (concavité périmétrique)	IF10 (différence au rectangle)	IF7 (étirement)	IF1 (élongation)	Interprétation
1	13	36,963	0,647	0,919	0,464	0,431	0,245	ESL très convexes (très irrégulières)
2	131	27,165	0,918	0,992	0,767	0,294	0,259	ESL allongées
3	210	19,798	0,937	0,983	0,661	0,601	0,329	ESL convexes (formes irrégulières)
4	495	17,551	0,981	0,999	0,835	0,629	0,356	ESL compactes

Fig. 3.3-7 - Indicateur de forme d'ESL : CAH retenue

Aucun lien n'a pu être établi entre la forme et la surface de ces espaces, même si les ESL allongées sont globalement un peu plus petites, ni entre forme et fermeture. À l'intérieur même des zones ateliers on observe une distribution spatiale qui s'organise en blocs. Ainsi, par exemple, dans la forêt de Haye, on peut distinguer des blocs d'ESL irrégulières, d'autres d'ESL allongées ou encore des groupes combinant des ESL allongées et compactes (fig. 3.3-8).

On n'observe pas non plus une répartition privilégiée des parcelles les plus allongées dans les parcellaires en bandes coaxiales.

Enfin, il convient de noter une sur-représentation globale des tas d'épierrement à l'intérieur des ESL dans l'Yonne, même si elle est hétérogène. Ainsi, à Girolles, certaines sont constellées de tas d'épierrement qui s'alignent parfois, formant des subdivisions. D'autres, à l'inverse, n'ont jamais été épierrees. L'exploitation du sol associe donc probablement des zones de cultures à des zones de pâture dégagées ou en sous-bois.



Programme "Blanc" 2008, contrat ANR-08-BLAN-0157-01, 2009-2011
 Sources archéologiques : Ph. Bruant, S. David, M. Georges-Leroy - INRA Nancy, N. Meyer - ARAPS, P. Nouvel
 SIG : M. Georges-Leroy, DRAC Lorraine-UMR 6249

Fig. 3.3-8 - Indicateur de forme d'ESL

La combinaison d'une partie de ces indicateurs (densité de linéaments, linéaments de grande longueur, forme et fermeture des ESL) a permis de synthétiser ces observations au niveau d'une maille et de distinguer 4 classes (**fig. 3.2-5** et **3.3-9**) : les classes 1 et 2 concernent les zones les plus denses en linéaments, y compris en grands linéaments, avec des ESL soit plutôt compactes (classe 1), soit plutôt irrégulières ou allongées (classe 2) ; la classe 3 correspond à des zones moins denses et sans ESL et la classe 4 correspond aux mailles vides ou quasiment vides. Les deux premières classes regroupent 37 % des effectifs, tandis que la classe 3 en regroupe 31,9 % et la classe 4 30,9 %. Des disparités existent entre les zones ateliers. Ainsi à Saint-Quirin et Sénart on note une forte proportion des classes 1 et 2 (69 et 64 %), alors qu'elles ne représentent que 35 à 40 % ailleurs. La distribution des classes 3 et 4 est variable. Celle de la classe 4 dépend bien sûr des zones où aucun linéament n'a été enregistré. Elle est très importante sur le plateau de Haye sud, du fait de la présence d'une grande zone vide à Saint-Amond, et dans l'Yonne. La répartition de la classe 3 est assez intéressante, elle correspond à deux types d'espaces : des zones tampon en bordure des ESL, mais aussi des zones de parcelles médiévales et modernes de la forêt de Haye, ce qui explique que c'est dans cet espace que la proportion de mailles

de la classe 3 est la plus élevée. Cette classification est donc surtout intéressante pour la forêt de Haye, d'autant que la répartition spatiale entre les classes 1 et 2 n'apparaît pas significative.

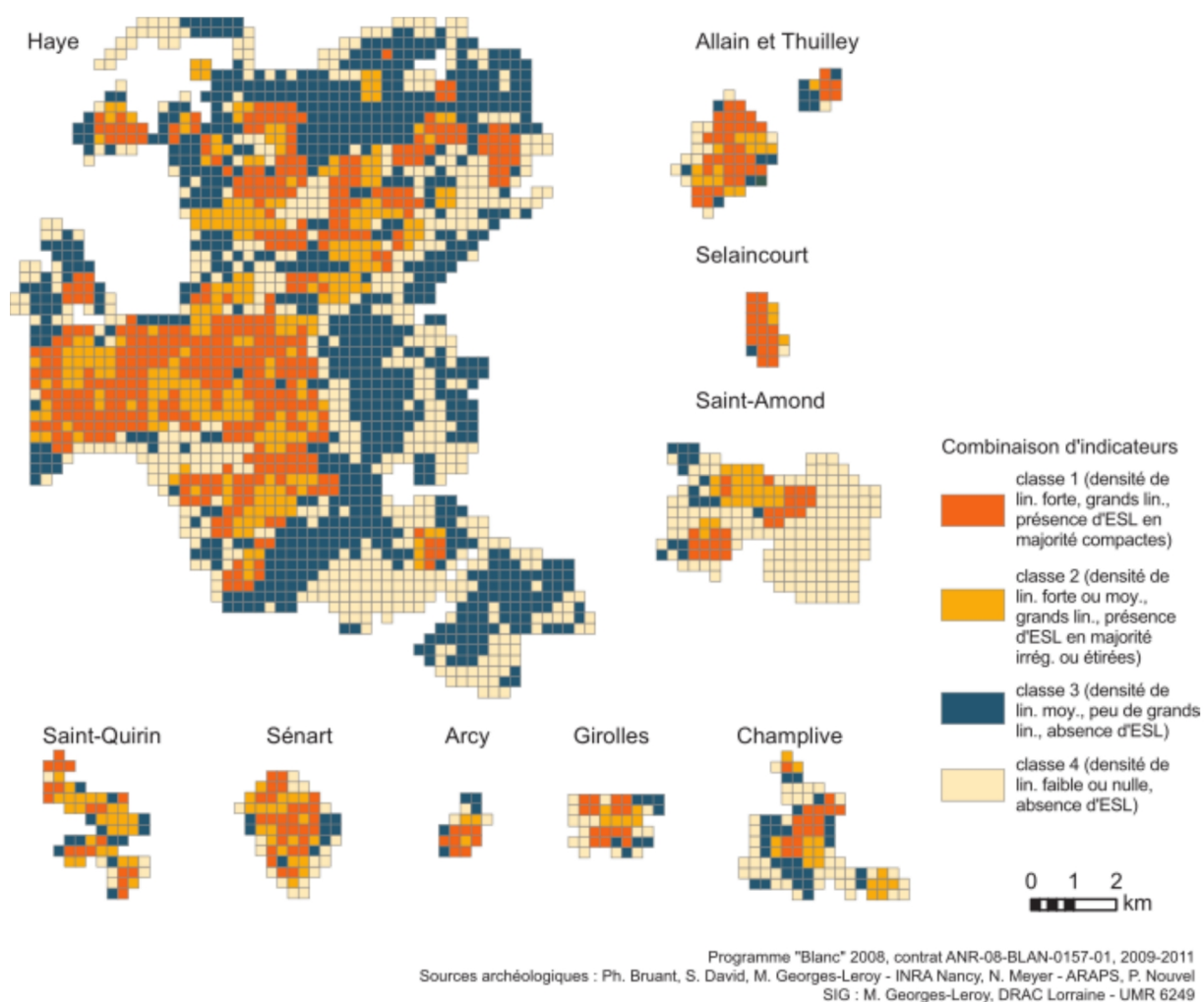


Fig. 3.3-9 - Combinaison d'indicateurs

3.4. Les interactions avec le milieu environnant

L'influence du milieu environnant sur l'implantation et l'organisation des parcelles et structures agraires anciens, ainsi que leurs interactions, ont été mesurés, en fonction des données disponibles, selon plusieurs axes : la topographie et les caractéristiques de sols pour le milieu naturel et l'habitat et les voies antiques pour l'environnement anthropique.

3.4.1. Les terrains exploités

Topographie et ensoleillement

La première approche sur le milieu naturel a porté sur l'analyse du rôle de la topographie sur l'implantation et l'organisation des parcelles. Cette question se pose en effet immédiatement compte tenu du caractère non orthonormé de ces parcelles à trame polygonale ou en bandes coaxiales. La zone de Sénart, implantée sur un secteur très plat, n'a pas été mobilisée pour cette analyse car elle n'est pas significative. Réalisés à partir d'un modèle numérique de terrain d'une résolution de 50 m, plusieurs traitements ont été explorés.

En premier lieu, la superposition des linéaments sur la carte de classification de la situation topographique (Landserf) montre que la topographie a joué un rôle dans l'implantation des linéaments, mais de manière partielle (**fig. 3.4-1**). Ainsi, on peut observer que quelques grands linéaments s'appuient sur des lignes de crêtes ou sont orientés dans le même sens que certaines crêtes ou vallons. En forêt de Haye, la grande voie qui traverse l'ensemble du site du nord au sud évite le franchissement des vallons les plus marqués. A contrario, certains linéaments sont installés en travers de vallons. Globalement les ESL évitent les zones les plus mouvementées dans la forêt de Haye, mais ce n'est pas le cas dans la forêt de Saint-Amond. Sur l'ensemble du plateau de Haye, l'implantation des ESL privilégie les zones planes (risque relatif (RR) = 1,20¹⁷) (**fig. 3.4-2**). À Saint-Quirin, zone à la topographie la plus mouvementée, ce sont les crêtes qui ont été privilégiées (RR = 1,46), comme dans l'Yonne où les reliefs sont pourtant moins contrastés. Sur l'ensemble des zones ateliers, on note une nette sous-représentation des ESL dans les vallons (RR = 0,41).

¹⁷Le risque relatif a été calculé ainsi : [(surface des ESL pour une classe topographique/surface totale des ESL)]/[(surface hors ESL pour une classe topographique/surface totale hors ESL)]. Cette méthode statistique, couramment utilisée dans le domaine médical ou en écologie par exemple, nous a semblé une méthode pertinente pour mesurer les interactions avec le milieu environnant.

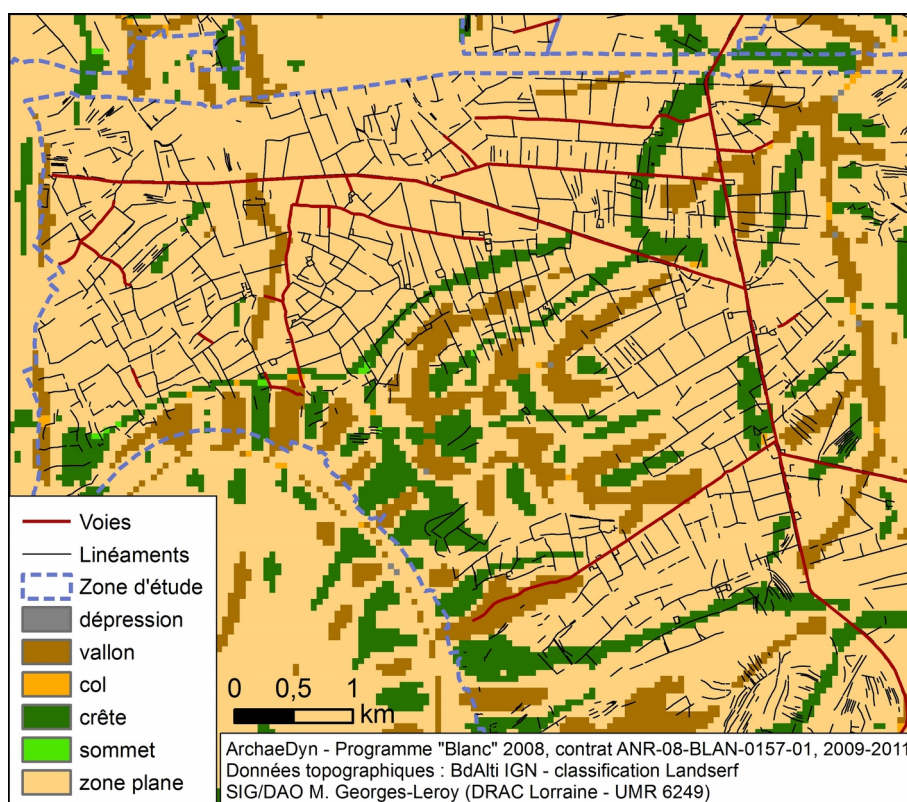


Fig. 3.4-1 - Rapport situation topographique/linéaments dans le sud de la forêt de Haye

		Dépression	Canal/Vallon	Col	Crête	Sommet	Zone plane
Plateau de Haye	Surface ESL (ha)	0,5	159,75	4,75	304,50	3,25	2078,25
	Surface hors ESL (ha)	11,5	473,25	45,00	565,00	14,75	639,50
	Risque relatif	0,17	0,41	0,40	0,74	0,84	1,20
Saint-Quirin	Surface ESL (ha)	0	7,25	0	59,50	0,75	16,50
	Surface hors ESL (ha)	0	30,50	0,50	55,00	0	27,50
	Risque relatif	/	0,32	/	1,46	/	0,81
Yonne	Surface ESL (ha)	0	7,25	1,75	32,75	1,50	72,25
	Surface hors ESL (ha)	0	74,50	1,25	105,50	1,25	343,50
	Risque relatif	/	0,44	6,38	1,41	5,46	0,96

Fig. 3.4-2 - Rapport situation topographique/ESL

Lorsque l'on compare ensuite l'orientation des pentes avec celle des linéaments, on constate une nette divergence (83 %) due à l'organisation en trame polygonale. En revanche, si l'on combine les directions perpendiculaires entre elles, on obtient une répartition à peu près égale entre mailles avec orientation divergente et mailles avec orientation convergente (48 et 52 %). Les linéaments de grandes longueurs sont également divergents dans leur majorité (78 %) (**fig. 3.4-3**).

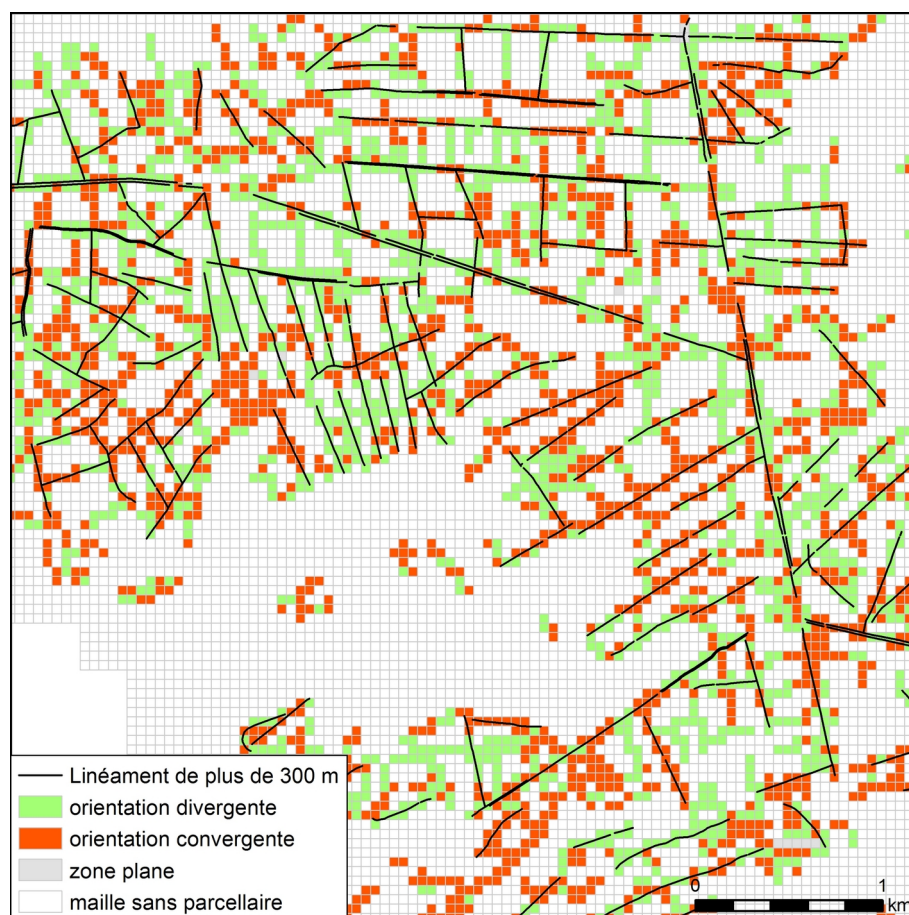


Fig. 3.4-3 - Comparaison entre orientation des pentes et orientation des parcelles (partie sud-ouest de la forêt de Haye)

Enfin, concernant le rapport des linéaments avec l'amplitude de la pente, on observe que les parcelles antiques évitent globalement les zones les plus pentues de chaque zone atelier (**fig. 3.4-4** et **5**). Ainsi, globalement sur l'ensemble des zones, la densité moyenne de linéaments décroît légèrement en fonction de l'augmentation de la pente. C'est très net dans la forêt de Haye, beaucoup moins dans les zones au sud du plateau de Haye, mais en revanche on n'observe pas d'implantation privilégiée dans l'Yonne. À Saint-Quirin, les zones les plus pentues ont été nettement évitées. En revanche les parcelles plus récentes (XIX^e siècle) de la forêt de Haye sont localisés de préférence sur les zones pentues (cf. partie 3.5).

Cette implantation préférentielle dans les zones les moins pentues durant l'Antiquité est beaucoup plus marquée pour les zones les plus structurées. Ainsi les linéaments de plus de 300 m et les ESL évitent les zones les plus pentues. Encore une fois c'est sur le plateau de Haye que c'est le plus net (la pente moyenne est de $2,6^\circ$ pour les ESL contre $4,5^\circ$ pour la totalité de la zone). Ces observations sont confirmées par la classification combinée, puisque les classes 1 et 2, qui rassemblent les zones de fortes et moyennes densités de linéaments ainsi que les ESL, ont une pente moyenne inférieure (respectivement $3,4$ et $3,9^\circ$) à celle des classes 3 et 4 aux densités moyennes à nulle et sans ESL ($4,9$ et 6°).

La forme des ESL est également conditionnée par la topographie. À Saint-Quirin, la proportion d'ESL irrégulières plus nombreuses qu'ailleurs s'explique par le relief mouvementé. Les ESL de forme régulière sont localisées sur les croupes les plus larges et planes (Deux-Croix, Sauvageon). À Sénart, en revanche, la forte représentation des ESL compactes peut aussi s'expliquer par le relief plat.

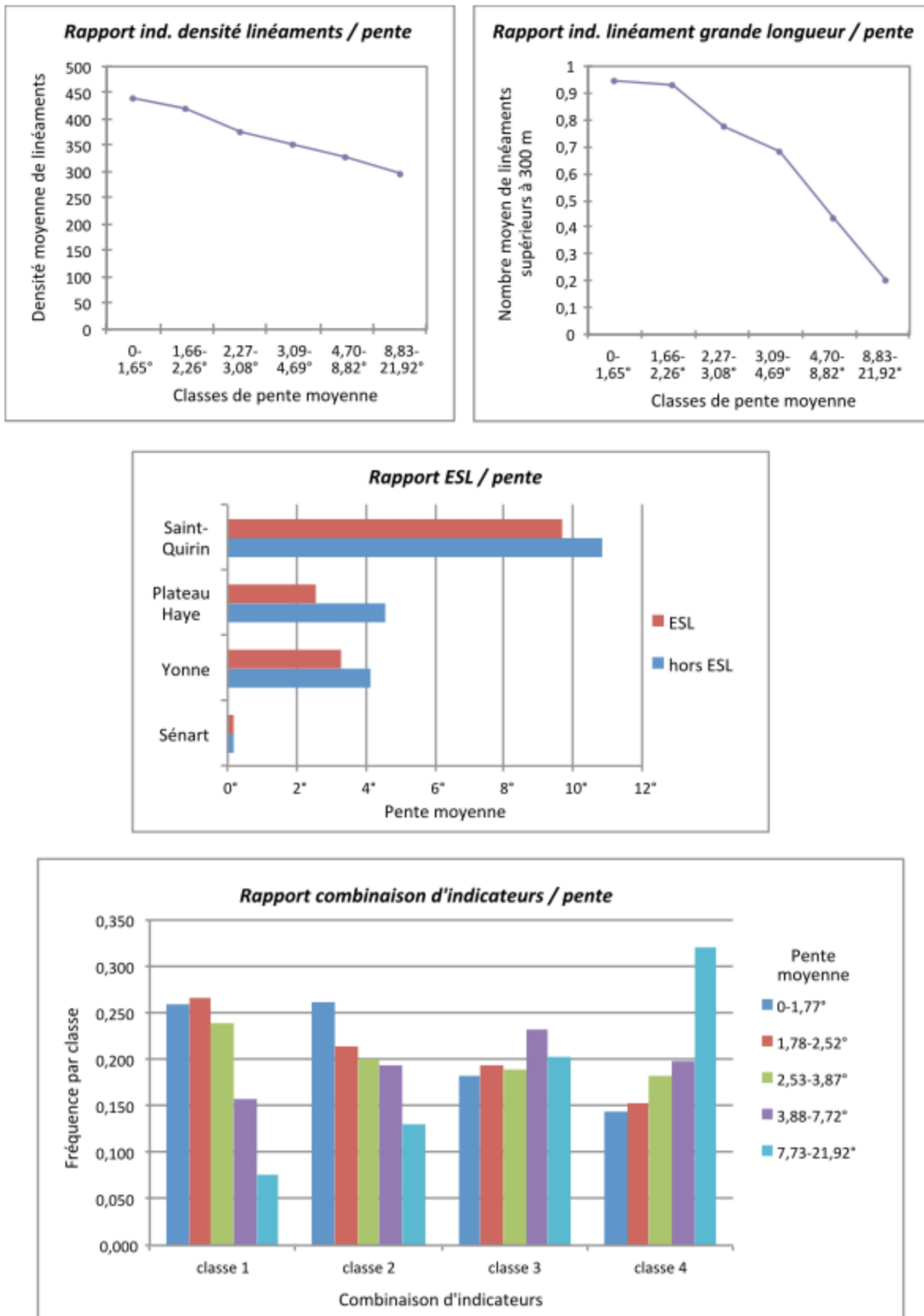


Fig. 3.4-4 - Rapport entre la pente et les indicateurs de densité de linéaments, de linéaments de grande longueur, les ESL et la combinaison d'indicateurs

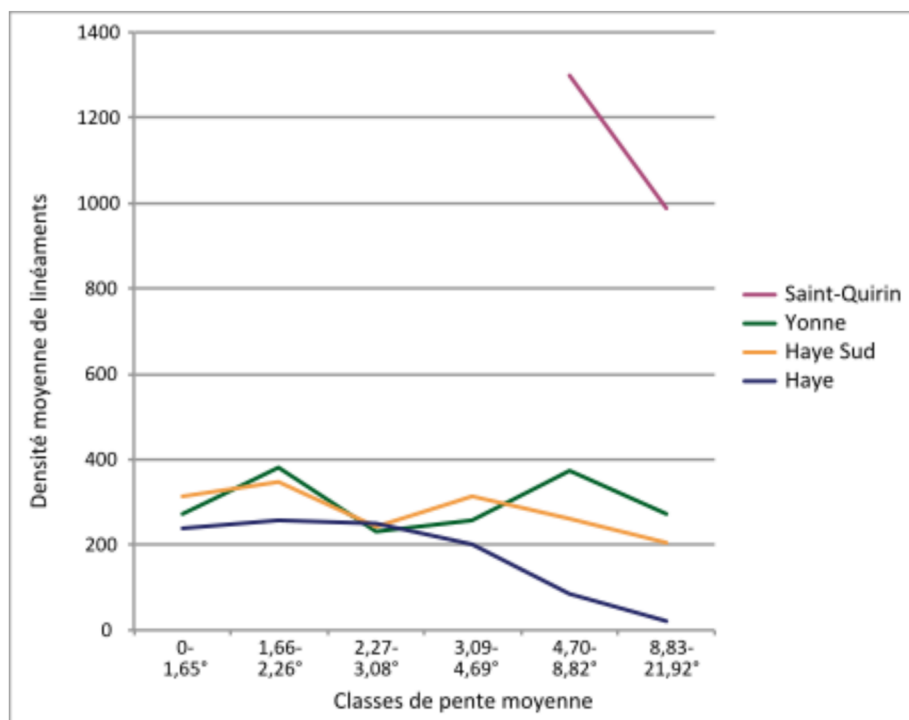


Fig. 3.4-5 - Rapport entre la pente et l'indicateur de densité de linéaments par zone atelier

Dernier critère, l'ensoleillement des zones mises en valeur a également été étudié à partir du MNT. Globalement, l'intensité de l'occupation, qu'on la mesure en fonction de la densité des linéaments ou des linéaments les plus longs, croît avec l'augmentation de l'ensoleillement moyen. De même on observe une implantation légèrement privilégiée des ESL par rapport aux zones ensoleillées. La combinaison d'indicateurs confirme ces observations et montre que les classes 1 et 2 (mailles à densités fortes de linéaments, à grands linéaments, à ESL) sont celles qui ont le plus fort taux d'ensoleillement (respectivement 1078511 et 1076661 Wh/m²), tandis que la classe 4 (mailles vides) est celle qui présente le taux le plus faible (1064147 Wh/m²).

L'ensemble de ces observations montre que la topographie a joué un rôle dans l'implantation globale de ces parcellaires. Les zones les plus pentues et les vallons ont été évités, les zones les plus ensoleillées étant légèrement privilégiées. La topographie a aussi conditionné l'implantation de certains linéaments, mais d'autres critères ont aussi dû intervenir. Ainsi certains secteurs semblent s'organiser de manière très régulière en s'affranchissant un peu de la topographie. Par exemple, le secteur du « Champ la chèvre », au sud de la forêt de Haye, présente des pierriers et talus parfaitement rectilignes et parallèles sur des longueurs de 2 à 2,5 km (fig. 3.4-6). Cette organisation suggère un arpentage au moins de certains secteurs. Ce fait est d'ailleurs renforcé par l'implantation de quelques linéaments en travers de vallons dans ce même secteur ou à Saint-Amond par exemple. L'arpentage de certains secteurs est donc probablement un des autres critères

explicatifs de l'implantation de ces parcellaires.

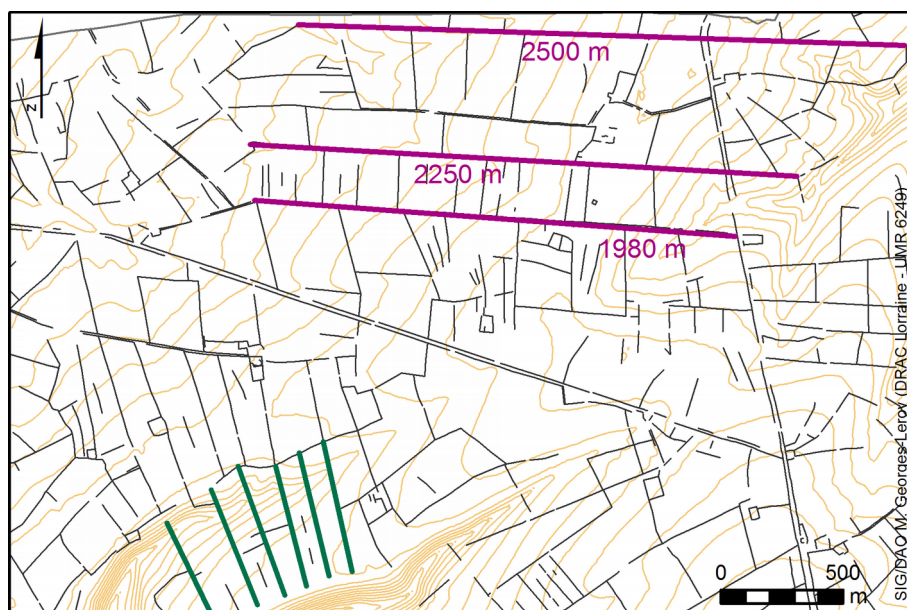


Fig. 3.4-6 - Linéaments de très grandes longueurs (en violet) et linéaments traversant un vallon encaissé (en vert) dans la forêt de Haye (équidistance des courbes de niveau : 5 m)

Sols

L'évaluation de la qualité agronomique des sols exploités n'a pu être menée que sur le plateau de Haye du fait de la disponibilité partielle des données. Rappelons en préambule que ces terrains actuellement localisés en forêt ne sont probablement pas les plus représentatifs des choix globaux opérés par les sociétés anciennes. Des études ont en effet montré que si les sols forestiers français diffèrent peu sur le plan pédogénétique de l'ensemble des sols cartographiés sur le territoire, des différences majeures existent en ce qui concerne les propriétés chimiques des sols forestiers et agricoles actuels (Badeau, Dambrine, Walter 1999). De plus, une grande partie des sols des zones ateliers sont pierreux, à l'exception de ceux de la forêt de Sénart. Il est cependant fondamental de comprendre pourquoi (et comment) ces espaces ont été mis en valeur puis abandonnés définitivement jusqu'à nos jours.

Le rôle de la géologie a été étudié sur l'ensemble du plateau de Haye et celui de la pédologie uniquement sur la forêt de Haye. Le rôle du substrat géologique est moins pertinent à analyser que celui des sols, qui conditionnent beaucoup plus l'exploitation agricole. Toutefois, devant le peu de données pédologiques, une analyse de celui-ci a tout de même été tentée et ses résultats comparés avec ceux obtenus sur les sols.

Les principales couches pédologiques présentes sur la forêt de Haye sont par ordre de fréquence (**fig. 3.4-7**) : des rendzines brunifiées associées à des sols bruns calciques (Cb-Bc), des sols bruns calciques (Bc), des rendzines brunifiées de plateaux (Cb), des sols bruns mésotrophes ou faiblement lessivés (Bm), des sols bruns lessivés (Bl) et des sols bruns

eutrophes (Be). Les sols bruns calciques et bruns mésotrophes sont les plus intensément exploités (forte densité de linéaments et nombreux linéaments de plus de 300 m), suivis par les sols bruns lessivés et bruns eutrophes (**fig. 3.4-8**). Les ESL sont nettement surreprésentées sur les sols bruns calciques (45,5 % de la surface totale des ESL contre 23 % de la surface hors ESL - RR = 1,96) et dans une moindre mesure sur les sols bruns mésotrophes (10,7 % contre 8 % - RR = 1,26). À l'opposé, les rendzines brunifiées ont été très peu exploitées et les ESL y sont rares (1,8 contre 18 % - RR = 0,10). Ce sont les sols les plus pierreux, avec la présence d'éléments grossiers très abondants en surface, et avec les plus faibles réserves en eaux, ce qui peut expliquer leur évitement. Toutefois les rendzines brunifiées sont pratiquement uniquement localisées dans les vallons et leur faible exploitation est donc peut-être plus liée à la difficulté d'exploiter les pentes. Les vestiges ont également pu être masqués dans les pentes par des colluvionnements. À l'inverse, les sols les plus exploités sont soit peu pierreux, soit pierreux seulement à partir d'une certaine profondeur, mais il est difficile d'apprécier l'impact de l'épierrement antique sur le degré actuel de pierrosité. Ils ont des réserves en eau variables, moyennes à bonnes pour les sols bruns mésotrophes et bruns lessivés, mais assez faibles pour les sols bruns calciques. Ces derniers présentent toutefois l'avantage d'avoir un ph basique, alors que les deux autres sont acides.

Couche		Caractéristiques
Bc (28%)	Sols bruns calciques	Sols peu épais (30-40 cm), très pierreux sauf dans les niveaux de surface (25-30 cm), faibles réserves en eaux, ph 6,2 à 7,8
Be (7,7%)	Sols bruns eutrophes	Sols très peu épais (20-25 cm), peu pierreux mais avec un substrat difficile à pénétrer pour les racines, faibles réserves en eau, ph 5,8 à 6,5
Bm (8,9%)	Sols bruns mésotrophes et faiblement lessivés	Sols moyennement épais (40-80 cm), réserves en eau ?, peu pierreux, ph 5,5 à 6 en surface
Bl (8,3%)	Sols bruns lessivés	Sols épais (80 cm), non pierreux, bonnes réserves en eau, ph 5,4 à 6,4
Cb (14,5%)	Rendzines brunifiées	Sols d'épaisseur moyenne (45 -50 cm), très pierreux dès la surface, réserve en eau faible sauf en bas de pente, ph 7,1 à 8,1
Cb-Bc (28,4%)	Rendzines brunifiées associées à des sols bruns calciques	Mosaïque des deux sols due à une surface du calcaire irrégulière Sols peu à moyennement épais, en général pierreux (en surface ou à faible profondeur)

Fig. 3.4-7 - Sols présents sur la zone atelier de la forêt de Haye

Couche (pourcentage couche / surface totale)	Densité de linéaments (moy.)	Linéaments de grande longueur (moy.)	Présence d'ESL (pourcentage surface / couche)	Surface moyenne d'ESL	Combinaison d'indicateurs
Bc (28%)	++ (443)	++ (1,090)	++ (34,30 %)	+ (4,8 ha)	Cl. 1 surreprésentée; cl. 3 et 4 sous-représentées (cl.1: 35,4% ; cl; 2: 18,4% ; cl.3: 29,9%; cl.4: 16,3%)
Bm (8,9%)	++ (492)	++ (1,075)	+ (25,21 %)	= (4,4 ha)	Cl. 3 surreprésentée; cl.4 sous-représentée (cl.1: 22,6% ; cl; 2: 20,5% ; cl.3: 47,3%; cl.4: 9,6%)
Bl (8,3%)	+ (372)	+ (0,855)	+ (22,58 %)	++ (5,4 ha)	/ (cl.1: 17,1% ; cl; 2: 15,1% ; cl.3: 40,8%; cl.4: 27%)
Be (7,7%)	+ (415)	- 0,652)	- (15,42 %)	-- (3,5 ha)	Cl. 3 surreprésentée (cl.1: 19,1% ; cl; 2: 8,5% ; cl.3: 48,2%; cl.4: 24,1%)
Cb-Bc (28,4%)	- (327)	- (0,548)	= (20,14 %)	- (4,1 ha)	/ (cl.1: 22,9% ; cl; 2: 14,3% ; cl.3: 35,8%; cl.4: 27%)
Cb (14,5%)	-- (179)	--- (0,321)	--- (2,64 %)	-- (3,4 ha)	Cl.1 sous-représentée; cl. 4 surreprésentée (cl.1: 9,2% ; cl; 2: 8,3% ; cl.3: 37,6%; cl.4: 45%)
Total (100%)	367	0,742	21,06 %	4,5 ha	(cl.1: 23,3% ; cl; 2: 14,5% ; cl.3: 37,1%; cl.4: 25,2%)

Fig. 3.4-8 - Rapport indicateurs / pédologie

Les principales couches géologiques présentes sur le plateau de Haye sont des calcaires oolithiques divers associés à des marnes et des calcaires coquilliers (j2b2), l'oolithe miliaire associée à des marnes et des calcaires siliceux (j2b1), un niveau de calcaire récifal - calcaires à polypiers, à entroques ou sableux et marnes - (j2a-b) et des limons de plateaux (LP). La concordance entre le substrat et les sols en forêt de Haye est assez moyenne, à l'exception de celle des limons de plateau (LP) avec les sols bruns lessivés. Les calcaires oolithiques du j2b2 sont surmontés principalement de sols bruns calciques et de rendzines brunifiées associées à des sols bruns calciques. L'oolithe miliaire (j2b1) et, dans une moindre mesure, les calcaires récifaux du j2a-b, correspondent à des rendzines brunifiées associées à des sols bruns calciques, ainsi qu'à des rendzines brunifiées.

Les calcaires oolithiques du j2b2 ont été les plus exploités (forte densité de linéaments, linéaments supérieurs à 300 m nombreux, surreprésentation d'ESL, classes 1 et 2 de la combinaison d'indicateurs surreprésentées), puis viennent les limons de plateau (**fig. 3.4-9**).

À l’opposé les calcaires récifaux ont été les moins investis par les communautés agropastorales (densité de linéaments moyenne, peu de grands linéaments, ESL rares, classe 3 et surtout classe 4 de la combinaison d’indicateurs surreprésentée). Ces observations, à l’échelle du plateau de Haye, sont donc assez conformes avec les observations réalisées sur la seule forêt de Haye.

Couche	Densité de linéaments (moy.)	Linéaments de grande longueur (moy.)	Présence d’ESL (ratio dans couche)	Surface moyenne d’ESL	Combinaison d’indicateurs
J2b2 (41%)	++ (473)	++ (1,08)	++ (36,65 %)	+ (4,47 ha)	Classes 1 et 2 surreprésentées (cl.1: 35,4% ; cl. 2: 22,8% ; cl.3: 27,4% ; cl.4: 14,5%)
LP (26 %)	- (316)	+ (0,82)	+ (28,52 %)	+ (4,89 ha)	/ (cl.1: 19% ; cl. 2: 17,1% ; cl.3: 31,4% ; cl.4: 32,4%)
J2b1 (21%)	- (307)	- (0,62)	- (14,33 %)	-- (2,71 ha)	/ (cl.1: 24,9% ; cl. 2: 11,5% ; cl.3: 34,2% ; cl.4: 29,4%)
J2a-b (21%)	-- (208)	--- (0,13)	--- (1,72 %)	= (4,15 ha)	Classes 3 et 4 surreprésentées (cl.1: 4,7% ; cl. 2: 2,9% ; cl.3: 42,2% ; cl.4: 50,2%)
Total (100%)	348	0,66	20,75 %	4,06 ha	cl.1: 22% ; cl. 2: 13,2% ; cl.3: 33,4% ; cl.4: 31,4%

Fig. 3.4-9 - Rapport indicateurs / géologie

Si les zones les plus pierreuses ont semble-t-il été moins intensément exploitées, à Saint-Quirin, on observe que les ESL ont également évité les rochers. Ainsi, la surface que ces derniers occupent est moins importante à l’intérieur des ESL qu’à l’extérieur (1,99 % contre 3,56 % - RR = 0,56). Il est également intéressant d’y observer la relation entre la présence de tas d’épierrement et celle de rochers dans les ESL. Quand la densité de tas est faible (jusqu’à 75/80 tas par ha), le nombre de rochers et la surface qu’ils occupent sont faibles ; à l’inverse quand la densité de tas est importante, les rochers sont également nombreux (**fig. 3.4-10**).

Une partie des ESL (celles ne comportant aucun ou peu de tas) correspond bien à des implantations agricoles sur les terrains les moins pierreux des croupes mises en valeur. Les rochers sont absents de ces ESL car ils devaient être rares ou de petites tailles sur ces secteurs et ont été, vraisemblablement, systématiquement débités et épierrés. Les terrains de ces ESL se prêtent donc au labour en totalité.

De la même manière, la forte corrélation entre densité élevée de tas et rochers dans

des mêmes ESL montre que celles-ci ont été gagnées sur des zones très pierreuses. La présence des reliquats de rochers semble indiquer que ces ESL n'ont pas été installées pour être en totalité labourées. Selon les répartitions des pierriers et des roches affleurantes, seules de petites bandes ont pu éventuellement être mises en culture.

Ces calculs permettent donc d'effectuer une différenciation de la fonction des ESL.

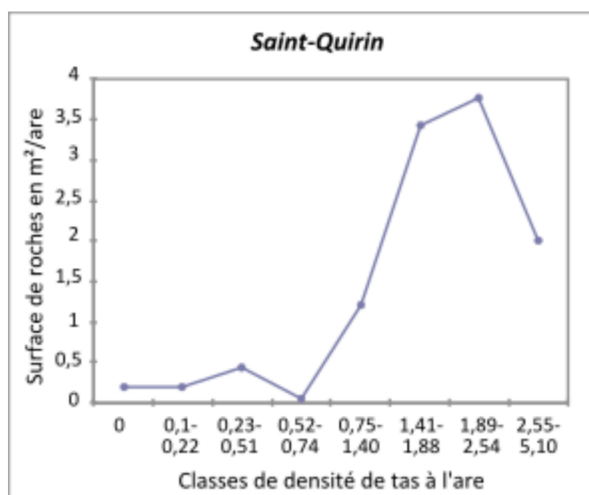


Fig. 3.4-10 - Rapport tas / rochers à Saint-Quirin

3.4.2. Les relations avec l'habitat et le système viaire

Habitat

Rappelons que l'habitat antique présent dans les zones ateliers se compose de fermes plus ou moins isolées, de petits habitats groupés et de petites villas ; aucun habitat groupé important n'a été identifié dans ces secteurs. Les analyses réalisées montrent un lien net entre la densité de linéaments antiques et les établissements ruraux. Ainsi les établissements sont sur-représentés dans les mailles avec les densités de linéaments les plus élevées et nettement sous-représentés dans celles avec la plus faible densité (**fig. 3.4-11**). Cette densité augmente en fonction du nombre d'établissements par maille, mais aussi de la somme focale (**fig. 3.4-12**). La présence d'enclos autour de certains établissements peut expliquer partiellement cette augmentation, mais elle ne suffit pas. Il apparaît également que le nombre de linéaments antiques de plus de 300 m est supérieur dans les mailles avec établissements (en moyenne 1,32 contre 0,51 pour les mailles sans établissement). En revanche, on n'observe pas d'augmentation nette selon le nombre d'établissements ou la variation de la somme focale.

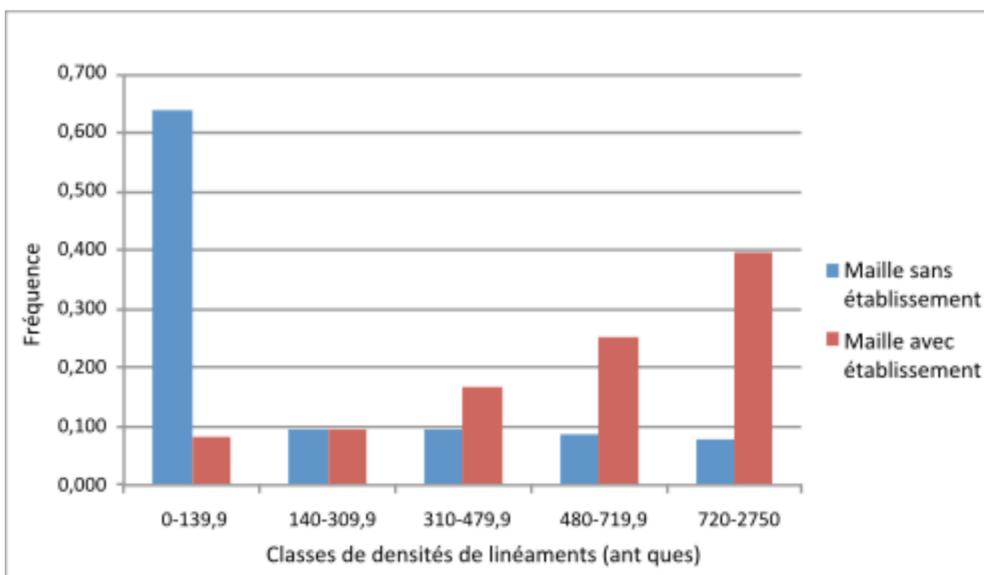


Fig. 3.4-11 - Rapport établissement rural (présence/absence) / indicateur de densité de linéaments pour l'Antiquité

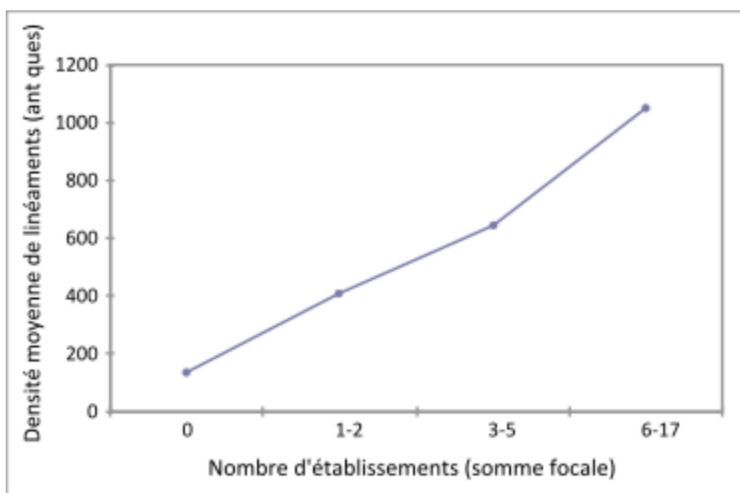


Fig. 3.4-12 - Rapport établissement rural (somme focale) / densité de linéaments pour l'Antiquité

Le lien est également net entre établissements ruraux et ESL, puisque 66 % d'entre eux sont localisés à l'intérieur d'une ESL et 84 % sont localisés dans ou à moins de 100 m d'une ESL. À Girolles et à Champlive par exemple, à mesure que l'on s'éloigne des établissements agricoles, la structuration des parcellaires diminue pour ne plus offrir, en périphérie, que des alignements de tas d'épierrement ou des murées au maillage lâche. Par ailleurs, la surface moyenne des ESL avec établissement rural est supérieure à celle des ESL dépourvues d'établissement rural (4,05 ha contre 3,24 ha) et les ESL avec habitat sont majoritairement fermées, sans que cette caractéristique soit très différente des ESL sans habitat (60,5 % des ESL avec habitat, contre 53,7 % des ESL sans habitat – RR = 1,13). On note aussi une sur-représentation des formes irrégulières (39 % contre 23 % - RR = 1,70) et

une sous-représentation des formes compactes (43 % contre 62 % - RR = 0,69) dans les ESL contenant un établissement. La distance à l'habitat ne semble pas jouer un rôle dans la surface et la fermeture des ESL. En revanche, dans un environnement proche (jusqu'à 500 m de distance), les formes irrégulières décroissent en fonction de l'éloignement à l'habitat, tandis que les formes compactes augmentent (**fig. 3.4-13**). Cela s'explique probablement par la légère perturbation que crée l'insertion des petits enclos d'habitat au sein du parcellaire.

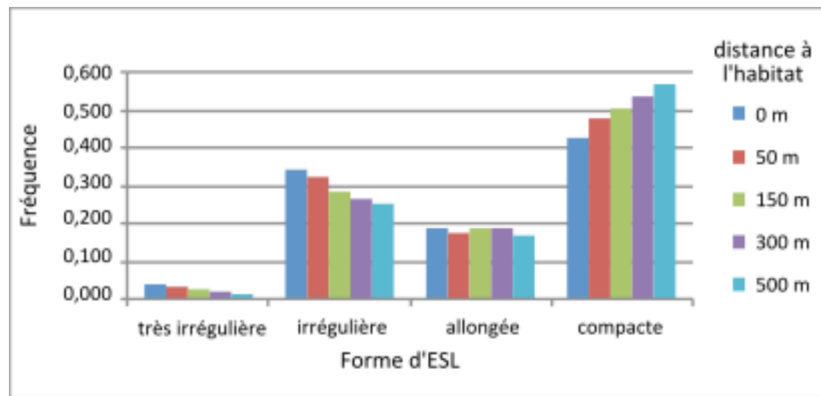


Fig. 3.4-13 - Rapport indicateur de forme d'ESL / distance à l'habitat

Enfin, il y a un net lien entre la densité de tas de pierres et la présence d'établissements à Saint-Quirin ; ce qui n'est pas le cas pour les autres zones ateliers. Ainsi on observe que la proportion d'ESL avec un établissement croît avec l'augmentation de la densité des tas dans ces ESL (**fig. 3.4-14**). Cette particularité peut avoir deux origines, l'une taphonomique, l'autre anthropique. La densité des tas indique que ces ESL correspondent à des zones initialement très pierreuses en surface. Sur ces pentes pierreuses, les emplacements des bâtiments sont plus faciles à repérer en prospection et sont donc sur-représentés. La présence de nombreuses pierres entraîne également que les Gallo-Romains ont vraisemblablement préféré asseoir, ici, leur construction en bois sur des soubassements en pierres sèches plutôt que planter les poteaux dans le sol ou les faire reposer sur des dés de pierres, technique mise en œuvre dans les zones moins pierreuses. Ces bâtiments sur muret en pierre sont également plus faciles à détecter que les bâtiments sur poteaux ou dés. La présence des bâtiments implique que l'on aménage mieux le terrain et qu'on l'épierre.

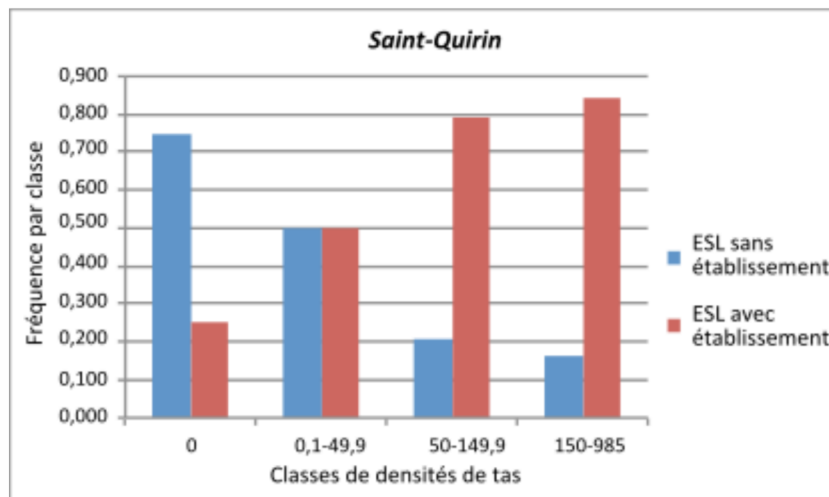


Fig. 3.4-14 - Rapport établissement rural / indicateur de densité de tas dans les ESL à Saint-Quirin

Enfin, les établissements ruraux antiques sont très majoritairement localisés dans les mailles de classes 1 (51 %) et 2 (31 %) de la combinaison d'indicateurs (mailles à forte densité de linéaments, à grands linéaments et à ESL). Les mailles avec établissement sont sur-représentées dans ces deux classes par rapport aux mailles sans établissement et sous-représentées dans la classe 3 (mailles à densités moyennes de linéaments) et surtout la classe 4 (mailles vides) (**fig. 3.4-15**).

L'ensemble de ces observations témoigne d'un lien étroit entre parcellaires et habitat. Les établissements ruraux sont implantés dans les zones les plus denses (en linéaments, mais aussi en tas d'épierrement à Saint-Quirin) et les plus structurées (en grande majorité liés aux ESL). Ils conditionnent également l'organisation du parcellaire à leur contact (forme et surface des ESL).

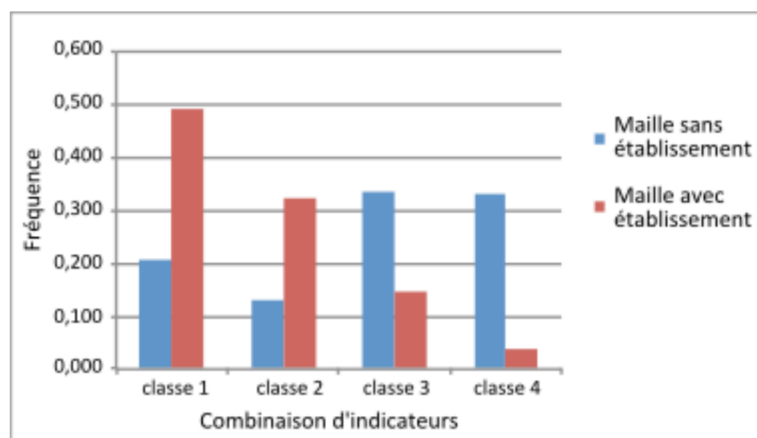


Fig. 3.4-15 - Rapport établissement rural / combinaison d'indicateurs

Voies

Deux niveaux de voies ont pu être mis en évidence dans les zones étudiées : un réseau principal (rang 1) traversant ces espaces et les reliant aux agglomérations du secteur et un réseau local (rang 2) assurant la desserte des établissements ruraux et des espaces agricoles. Les voies de rang 1 n'ont été mises en évidence que sur le plateau de Haye (forêts de Haye et de Thuilley-aux-Groseilles) et en forêt de Sénart. Elles appartiennent au réseau secondaire régional (Laffite 2010), voire au réseau principal de la Gaule comme la grande voie Paris-Sens qui traverse la forêt de Sénart.

Comme pour l'habitat, les analyses montrent un fort lien entre les linéaments antiques et les voies. Les voies sont sur-représentées dans les mailles avec les densités de linéaments les plus élevées et nettement sous-représentées dans celles avec la plus faible densité (**fig. 3.4-16**). C'est particulièrement marqué pour les voies locales. Cette densité augmente en fonction de la somme focale, mais de manière moins marquée que pour l'habitat (**fig. 3.4-17**). Ce lien s'explique par le fait que les voies locales sont matérialisées par des doubles lignes de linéaments et que les voies principales peuvent également être limitées par endroits par des talus et des murées. Mais ce lien témoigne aussi du fait que les voies sont imbriquées dans le parcellaire qu'elles desservent. Le nombre de linéaments de plus de 300 m est également supérieur dans les mailles traversées par une voie que dans celles sans voie (en moyenne 1,73 contre 0,39), et particulièrement dans celles traversées par une voie locale (2,11 contre 0,44). Ce nombre augmente en fonction de la somme focale (= Sf) (Sf 0 : 0,28 ; Sf1-3 : 0,88 ; Sf4-6 : 1,23 ; Sf7-14 : 2,09). Ce lien est aussi dû à la matérialisation des voies par des murées et des talus, voies dont 60 % ont une longueur supérieure à 300 m.

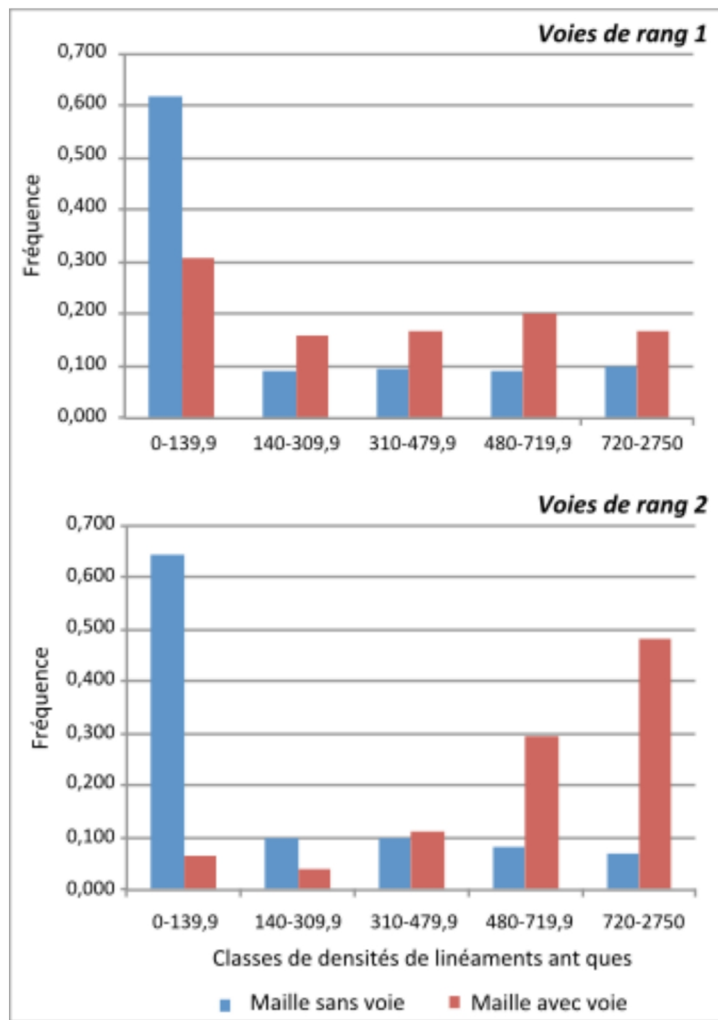


Fig. 3.4-16 - Rapport voies (présence/absence) / indicateur de densité de linéaments pour l'Antiquité

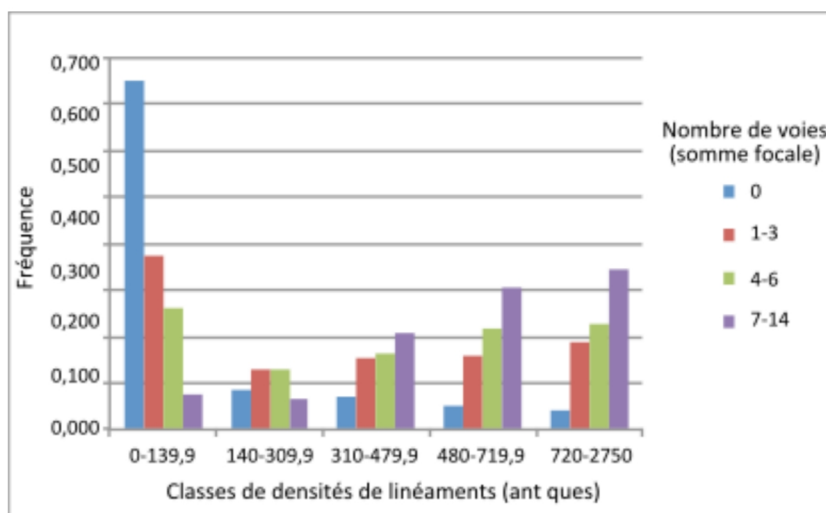


Fig. 3.4-17 - Rapport nombre de voies (somme focale) / indicateur de densité de linéaments pour l'Antiquité

Il existe aussi un fort lien entre les voies et les ESL, puisque près de 70 % des voies limitent une ESL. Comme pour l'habitat, les caractéristiques des ESL contiguës aux voies se distinguent des autres. Ainsi la surface moyenne des ESL bordant une voie est supérieure (4,36 ha contre 2,92 ha). Les ESL contiguës à une voie sont un peu plus fermées que les autres, sans que cela soit vraiment représentatif sauf peut-être pour les voies principales (67,5 % contre 53,6 % - RR = 1,26). Les ESL fermées sont à une distance moyenne de 533 m tandis que celles qui sont ouvertes sont à 919 m. Les ESL bordées par une voie sont un peu plus allongées et un peu moins compactes que les autres (20,5 % contre 13,0 % - RR = 1,58 et 51,1 % contre 61,8 % - RR = 0,83).

Au final, dans la combinaison d'indicateurs, les mailles avec voies sont sur-représentées dans les classes 1 (RR = 2,67) et 2 (RR = 1,71) – mailles à fortes densités de linéaments, grands linéaments, ESL – et sous-représentées voire absentes dans les classes 3 et 4 – mailles à densité moyenne ou nulle de linéaments – (**fig. 3.4-18**). Ce phénomène est surtout dû aux voies locales quasiment absentes des classes 3 et 4 (RR = 0,39 et 0,06), les voies principales étant quant à elles surtout représentées dans la classe 1 (RR = 1,92) et sous-représentées dans la classe 4 (RR = 0,44). Les zones les plus structurées et les plus intensément exploitées sont donc celles où les voies sont les plus nombreuses. Ces chiffres témoignent aussi du rôle de desserte des zones cultivées ou pâturées pour les voies locales, tandis que les voies principales qui relient ces secteurs à des zones plus lointaines, et qui sont donc amenées à traverser des espaces éventuellement non exploités, sont moins sous-représentées dans la classe 4 et normalement représentées dans la classe 3.

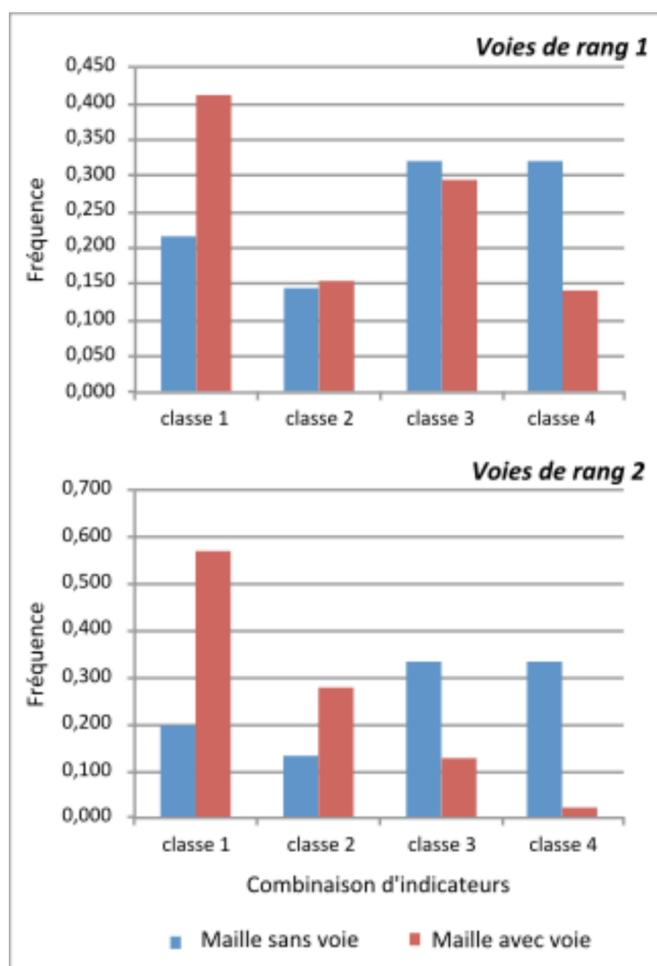


Fig. 3.4-18 - Rapport voies / combinaison d'indicateur

3.5. Dynamiques spatiales : l'exemple du Massif forestier de Haye

Trois grandes phases chronologiques ont pu être mises en évidence dans les parcellaires de la forêt de Haye (**fig. 3.5-1**). La première, la mieux calée, correspond à l'Antiquité. Elle a pu être datée principalement grâce aux connexions du parcellaire avec les établissements ruraux de cette époque, mais aussi grâce à quelques datations de voies, talus ou tas d'épierrement. Ces parcellaires antiques couvrent une surface d'environ 6000 ha. La deuxième phase, qui pourrait correspondre à plusieurs phases distinctes dans le temps, mais que l'on est incapable de préciser, est située entre le Moyen Âge et le début du XVII^e siècle notamment par analyse « stratigraphique » et par la morphologie de certains vestiges agraires témoignant de l'utilisation de la charrue (Georges-Leroy, Zeller-Belville 2018). Enfin la troisième phase est datée des XIX^e-XX^e siècles d'après l'analyse des cartes d'état-major de 1832-33 et de cartes et photographies aériennes des XIX^e et XX^e siècles. Les zones occupées par des parcellaires médiévaux-modernes couvrent une surface d'environ 2500 ha et ceux des XIX^e et XX^e siècles seulement quelques centaines d'hectares.

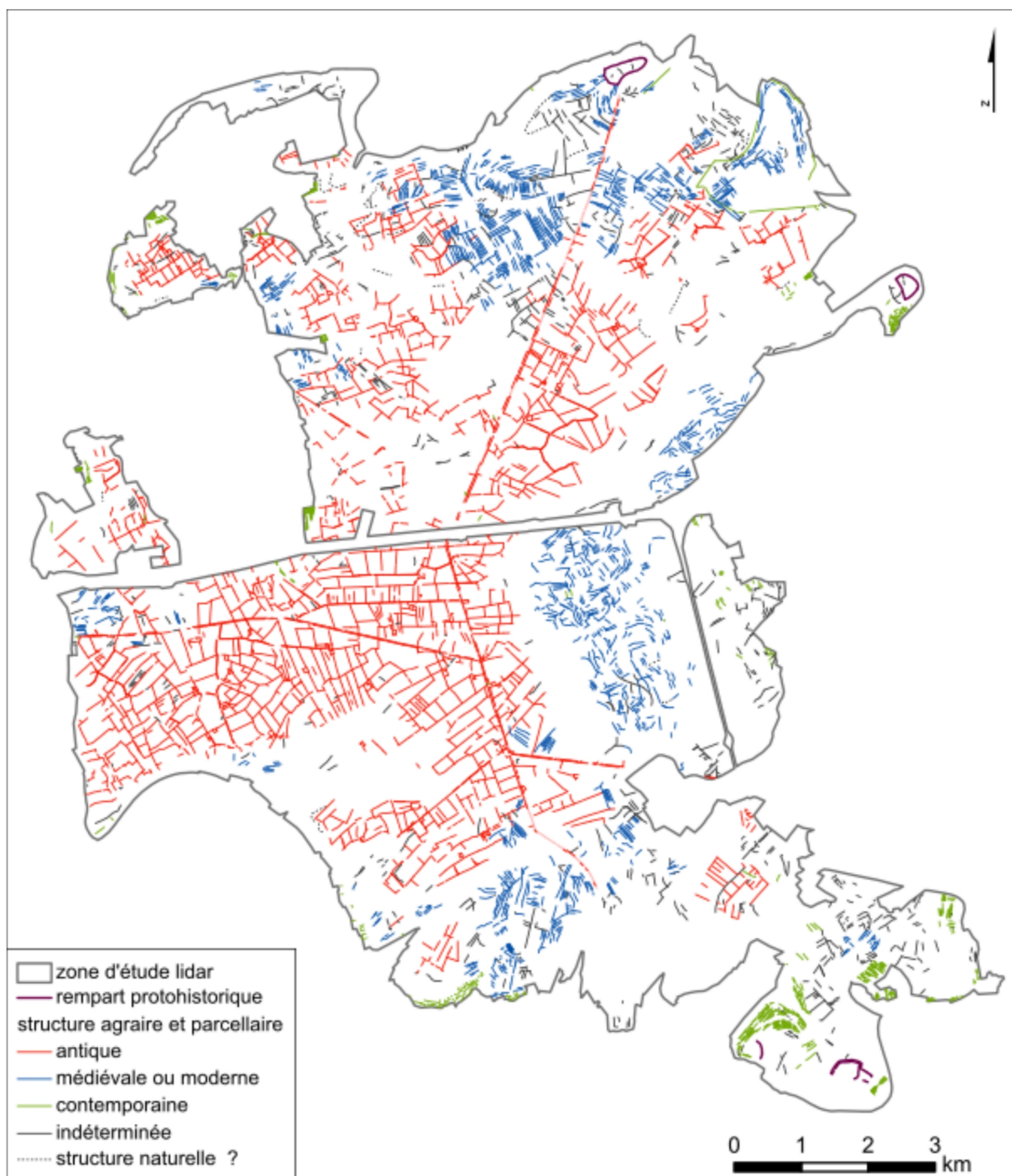


Fig. 3.5-1 - Cartographie des parcelles et structures agraires de la forêt de Haye réalisée à partir du levé lidar de 2007

3.5.1. L'évolution de l'intensité de l'exploitation

Le premier axe exploré pour mettre en évidence les évolutions dans l'occupation du sol

qu'a connu l'espace aujourd'hui occupé par la forêt de Haye a consisté à observer l'évolution des indicateurs d'intensité. Il faut noter en préambule que les trois périodes se distinguent par un spectre de longueurs de linéaments différent (**fig. 3.5-2**). Ainsi la période romaine se caractérise par un pourcentage important de grands linéaments (plus de 60 % de linéaments supérieurs ou égaux à 85 m ; longueur moyenne : 172 m) et la période contemporaine par des linéaments plus petits (65 % de linéaments inférieurs à 85 m ; longueur moyenne : 74 m) ; la période médiévale-moderne occupant une place intermédiaire (longueur moyenne : 115 m).

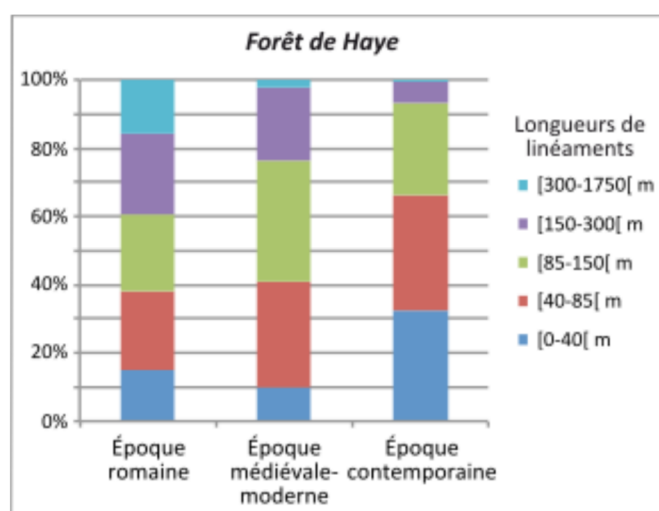


Fig. 3.5-2 - Forêt de Haye : distribution des longueurs de linéaments par période chronologique

La période romaine se caractérise par la densité moyenne de linéaments la plus forte par maille (176 m, contre 85 m pour la période médiévale-moderne et 34 m pour la période contemporaine). Cette densité résulte en grande partie de la surface occupée par les vestiges pour chaque période (**fig. 3.5-3**). Ainsi, les mailles vides sont beaucoup plus nombreuses pour la période contemporaine que pour la période romaine. En revanche, si l'on ne prend en compte que les mailles occupées par des linéaments, on obtient deux groupes distincts : les périodes romaine et médiévale-moderne avec des densités moyennes et médianes proches (respectivement des moyennes de 390 et 397 m et des médianes de 367 et 326 m) et la période contemporaine avec une densité moyenne plus forte (526 m), mais une valeur médiane plus faible (192 m). Ces valeurs s'expliquent par une répartition différente des classes de densités de linéaments entre les trois périodes (**fig. 3.5-4**) : à la période contemporaine, les mailles avec des faibles densités (0 à 170 m) sont sur-représentées, mais celles avec des fortes densités (supérieures à 580 m) sont équivalentes aux autres périodes.

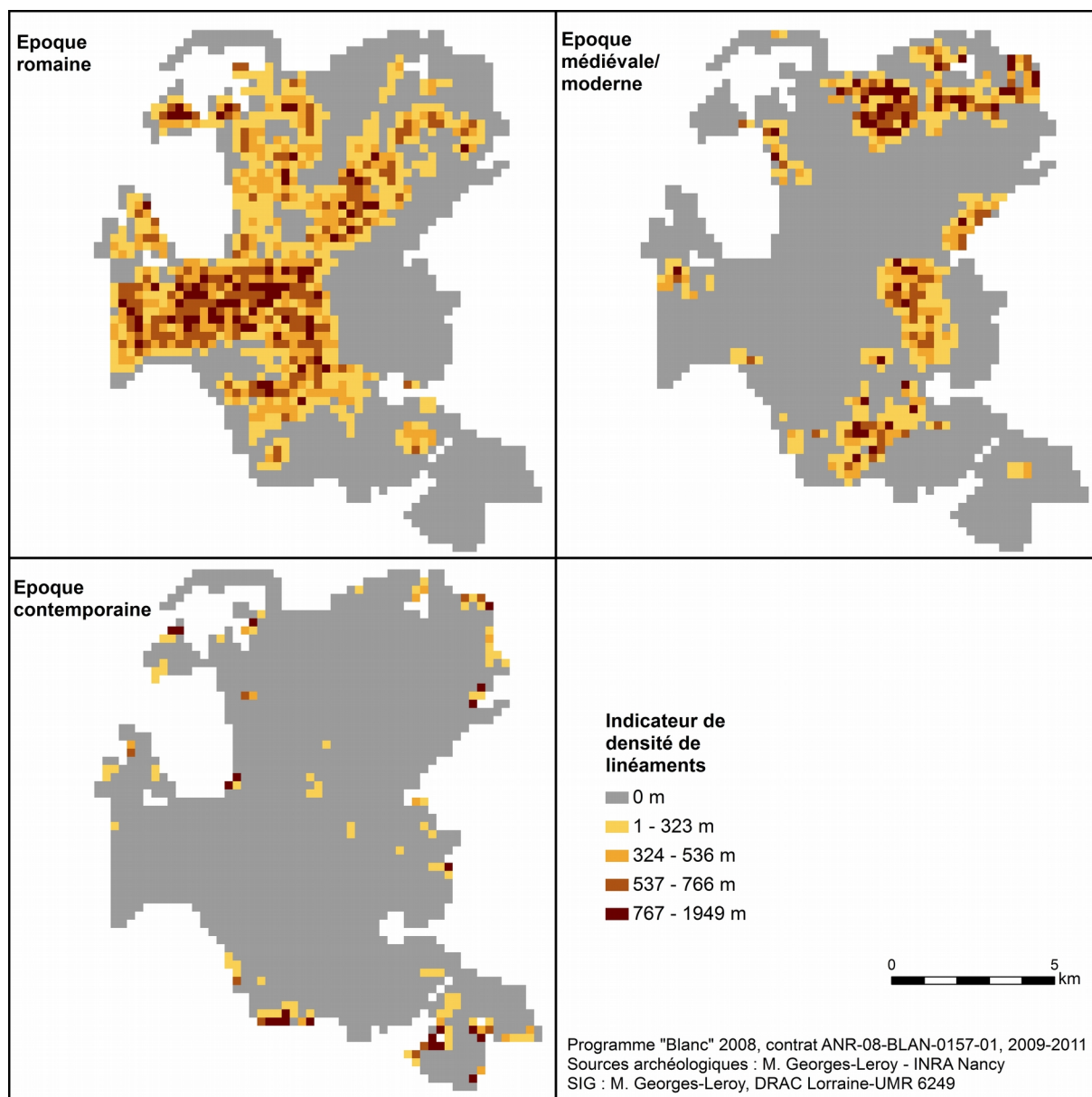


Fig. 3.5-3 - Forêt de Haye : indicateur de densité de linéaments par période chronologique

Enfin, on note une sur-représentation de linéaments de grande longueur pour la période romaine (67 % des mailles avec linéaments contiennent des linéaments supérieurs à 300 m contre respectivement 17 % et 11 % pour les périodes médiévale-moderne et contemporaine).

Ces données chiffrées traduisent une typologie des parcellaires et structures agraires assez différente : pour l'Antiquité, on recense des parcellaires à trames polygonales ou à bandes coaxiales, s'étendant sur de grandes surfaces, tandis que pour les périodes médiévale à contemporaine on recense des parcellaires laniérés, constitués de talus rapprochés, associés pour la période médiévale-moderne à des parcellaires moins structurés. De plus, pour la période contemporaine, les espaces cultivés occupent des

surfaces nettement plus petites ce qui entraîne de fait des longueurs de linéaments plus petites.

Enfin, il faut rappeler que les modes de construction définis pour les ESL sont bien adaptés aux formes parcellaires de la période antique, mais pas à celles des périodes postérieures. Ainsi comme les parcellaires laniérés ne sont jamais délimités par des linéaments sur au moins trois côtés, aucune ESL n'a été créée pour les périodes médiévale à contemporaine, même si certains quartiers de culture sont nettement identifiables (cf. *supra* partie 3.2.1. et **fig. 3.2-2**). En conséquence, hormis la présence/absence d'ESL aucune évolution n'a pu être observée sur les indicateurs de structuration.

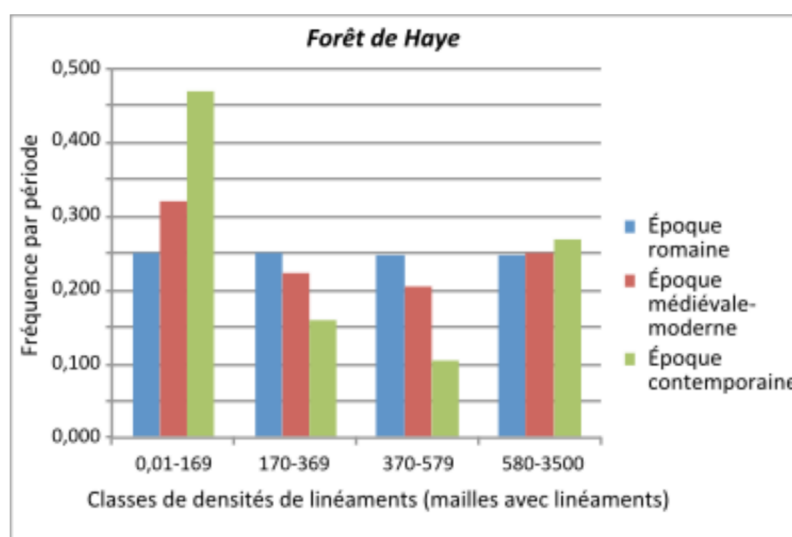


Fig. 3.5-4 - Évolution chronologique de l'indicateur de densité de linéaments

3.5.2. L'évolution dans le choix des terrains

L'influence du milieu naturel aux diverses périodes a été principalement mesurée à partir de la carte des abandons définitifs d'espaces agricoles au profit de la forêt (cf. partie 3.2.5 et **fig. 3.2-11**). Il faut toutefois noter que les zones abandonnées à la fin du XIX^e ou au début du XX^e siècles sont en faible effectif (70 mailles) et que les résultats des analyses doivent donc être pris avec précaution quant à leur représentativité.

Au niveau de la topographie, on constate que les zones définitivement abandonnées à la fin de l'époque romaine (phase d'abandon 1) et avant le XVII^e siècle (phase d'abandon 2) sont localisées sur les pentes les moins fortes, au contraire de celles abandonnées aux XIX^e-XX^e siècles (phase d'abandon 3). Ainsi, les pentes médianes sont de 2,44° pour la phase d'abandon 1, 2,76° pour la 2 et 7,98° pour la 3, pour une médiane générale de 2,98°, tandis que les mailles sans linéaments ont une pente médiane de 4,70°. Les variations de l'indicateur de densité de linéaments permettent d'affiner ces observations (**fig. 3.5-5**). Les courbes de densités de linéaments par rapport aux classes de pentes montrent un profil identique pour les phases d'abandon 1 et 2 : une densité globalement identique pour les

classes de pentes 1 à 4 (0,21 à 4,75°), puis une baisse pour les deux autres classes. Celle de la phase d'abandon 3 montre la densité la plus faible de linéaments pour la classe 1 (inférieure à 1,66°) et la plus forte pour la classe 6 (supérieure à 9,3°). On observe une tendance semblable pour les courbes de l'indicateur de linéaments de grande longueur. Pour la phase d'abandon 1, et dans une moindre mesure pour la phase 2, le nombre de linéaments supérieurs à 300 m décroît en fonction de la pente, tandis que pour la phase d'abandon 3 le nombre de grands linéaments augmente avec la pente (**fig. 3.5-6**). Cette localisation préférentielle des parcelles abandonnées aux XIX^e-XX^e siècles peut s'expliquer par le fait que les marges du massif forestier qui ont été reconquises par la forêt depuis la fin du XIX^e siècle se localisent majoritairement sur les zones pentues en bordure du plateau. Certaines d'entre elles, localisées au-dessus des villages, correspondent à des parcelles cloisonnées viticoles, composés en majorité de petits linéaments.

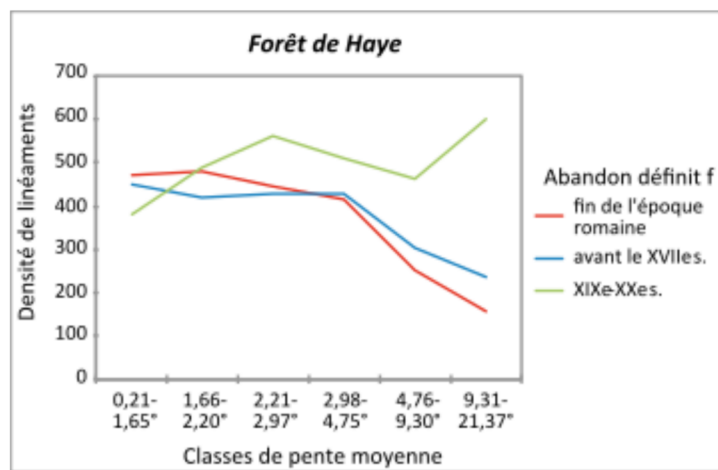


Fig. 3.5-5 - Variation de l'indicateur de densité de linéaments par rapport à la pente en fonction des périodes d'abandon définitif

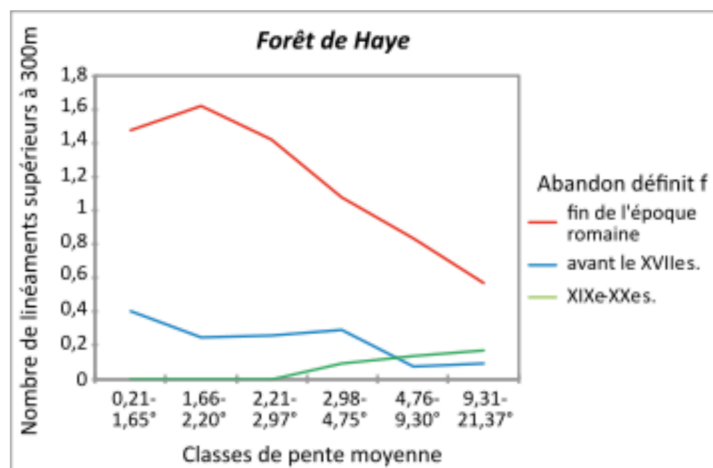


Fig. 3.5-6 - Variation de l'indicateur de grande longueur de linéament par rapport à la pente en fonction des périodes d'abandon définitif

Concernant l'ensoleillement, on constate que les zones abandonnées à la fin de l'époque romaine sont localisées dans des zones légèrement plus ensoleillées et à l'inverse celles abandonnées aux XIX^e-XX^e siècles et les mailles sans linéaments sont un peu moins ensoleillées. Les variations sont faibles, mais on observe toutefois un lien entre classes de densité de linéaments et ensoleillement : pour les abandons de la fin de l'époque romaine et ceux antérieurs au XVII^e siècle l'ensoleillement augmente avec la densité de linéaments ; en revanche, pour les abandons des XIX^e-XX^e siècle, les secteurs les plus denses en linéaments sont les moins ensoleillés (**fig. 3.5-7**).

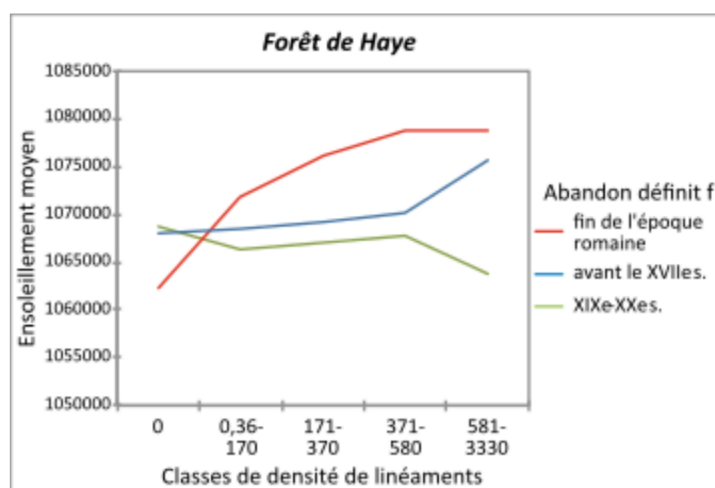


Fig. 3.5-7 - Variation de l'indicateur de densité de linéaments par rapport à l'ensoleillement en fonction des périodes d'abandon définitif

Concernant les caractéristiques des sols, on constate de notables différences selon les périodes d'abandon (**fig. 3.5-8 et 9**). Dans les espaces délaissés à la fin de la période romaine on note, au niveau géologique, une sur-représentation des calcaires oolithiques du j2b2 et une sous-représentation des calcaires du J2a-b et, au niveau pédologique, une sur-représentation des sols bruns calciques et une sous-représentation des sols bruns eutrophes et des rendzines brunifiées. Sur ces espaces cultivés durant l'Antiquité, les sols les plus pierreux (rendzines) ont donc été évités, ainsi que les sols acides, à l'exception des sols bruns mésotrophes. La pierrosité en profondeur des sols bruns calciques et leur faible réserve en eau n'a pas constitué un frein à leur exploitation durant l'Antiquité, mais ils ont ensuite été abandonnés.

Les oolithiques miliaires et les sols bruns mésotrophes et bruns eutrophes sont sur-représentés dans les espaces abandonnés avant le XVII^e siècle, tandis que les limons de plateau et les calcaires récifaux du j2a-b sont sous-représentés. Sur les espaces cultivés au Moyen Âge, un choix semble donc s'être opéré vers les sols les moins pierreux, plus épais et avec de meilleures réserves en eau pour certains, mais surtout plus acides. Le changement technique dans le matériel de labour utilisé (emploi de la charrue) a peut-être permis ces

choix.

Enfin, les zones exploitées et abandonnées le plus récemment sont au contraire sur-représentées en calcaires récifaux du J2a-b, en rendzines brunifiées, mélangées ou non aux sols bruns calciques, et en sols bruns lessivés et sous-représentées en sols bruns mésotrophes. Ces zones sont assez comparables à celles sur lesquelles aucun linéament n'a été détecté (sur-représentation des calcaires récifaux et des rendzines brunifiées et sous-représentation des calcaires oolithiques du j2b2 et des sols bruns mésotrophes et sols bruns calciques). La localisation topographique de certaines de ces zones abandonnées aux XIX^e-XX^e siècles, sur les zones les plus pentues, explique probablement en partie cette répartition.

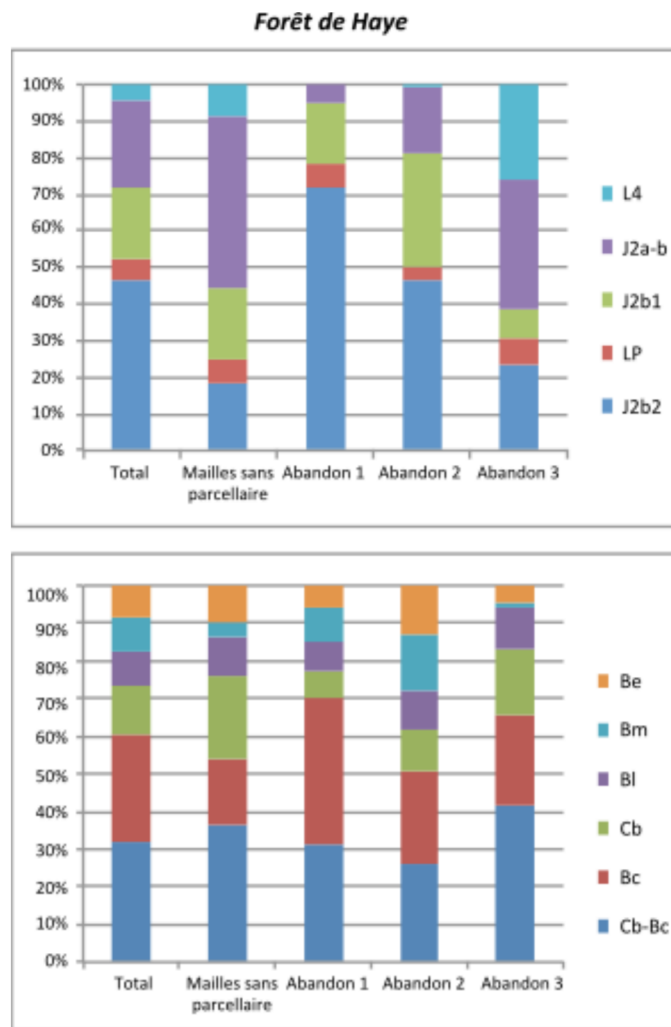


Fig. 3.5-8 - Rapport à la géologie des espaces cultivés en fonction de leur période d'abandon (risque relatif calculé sur la surface totale)

Fig. 3.5-9 - Rapport à la pédologie des espaces cultivés en fonction de leur période d'abandon (risque relatif calculé sur la surface totale)

3.5.3. Les dynamiques habitat – espaces agricoles

Le dernier axe exploré pour comprendre ces dynamiques spatiales a porté sur l'anthropisation. Seuls les habitats ont pu être mobilisés, car les données sur les voies n'étaient bien renseignées que pour la période antique. De plus, seules les périodes romaine et médiévale-moderne ont été prises en compte, les espaces occupés par les parcellaires de la période contemporaine étant trop limités pour que leur analyse soit pertinente. À cette fin le jeu de données sur l'habitat a été élargi aux communes limitrophes de la zone atelier, à partir des données de la carte archéologique et des données historiques pour la période médiévale-moderne. Cet inventaire est donc forcément incomplet. Concernant l'habitat à l'intérieur de la zone atelier, si l'on peut penser que les données lidar sont assez exhaustives pour la période antique ou les époques médiévales et modernes, on ne peut pas exclure en revanche que des habitats du premier Moyen Âge n'aient laissé aucune trace en surface du fait de leur mode de construction et ne soient donc pas détectables sur le levé lidar.

Ces réserves émises, ces données ont permis d'étudier l'évolution de la distance habitat/espace agricole (**fig. 3.5-10**). On observe ainsi que durant l'Antiquité les établissements ruraux sont implantés au cœur de l'espace agricole parcellisé. Les champs ou pâtures sont localisés à moins de 500 m (mailles rouges) de ces établissements, très exceptionnellement à plus de 1 km (mailles roses foncées), pour une distance moyenne d'environ 400 m. À l'époque médiévale/moderne, si l'on exclut le premier Moyen Âge pour lequel on manque de données, les villages et fermes sont beaucoup plus distants des espaces cultivés de la zone atelier. Ils sont localisés sur le pourtour de la forêt actuelle, à 1,8 km en moyenne. Seul l'un d'entre eux, le hameau Saint-Barthélémy (avant 1130 - début XVII^e siècle), mais aussi le château de Frouard (XIII^e - XVII^e siècles) et l'abbaye de Clairlieu (milieu XII^e - fin XVIII^e siècles), sont situés dans le massif forestier, en limite de la zone étudiée (Lepage 1853).

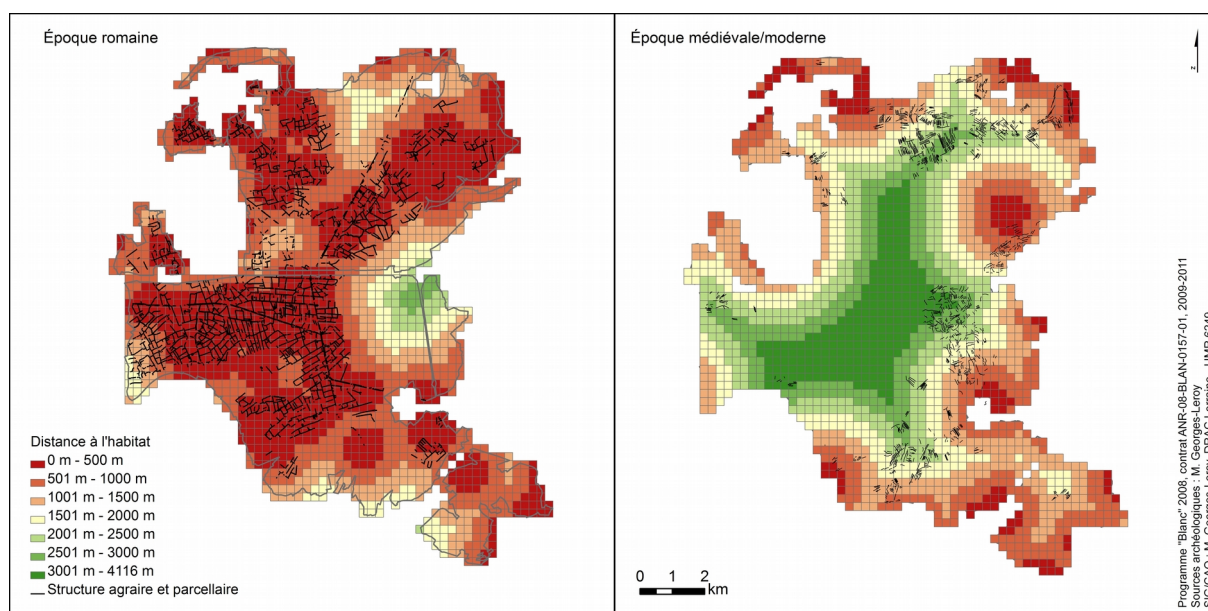


Fig. 3.5-10 - Évolution de la distance habitat/champs entre l'Antiquité et le Moyen Âge

4. Conclusions et perspectives

Les deux types d'objets mobilisés dans ce programme de recherche ont montré tout l'apport qu'ils peuvent fournir à l'étude des finages et de leur dynamique dans la longue durée, alors même qu'ils ont été jusqu'alors peu utilisés ou exploités différemment dans de telles études. Si la démarche a été largement exploratoire, elle a pu être testée dans sa globalité, de la création d'indicateurs à leur combinaison et à leur confrontation aux paramètres socio-environnementaux. Ces indicateurs, véritables outils comparatifs, constituent la base de ce protocole analytique aboutissant à la caractérisation des espaces agro-pastoraux à travers le temps. Ainsi, l'analyse de l'espace lui-même a nécessité la reformalisation des données sur des portions d'espaces artificielles (mailles, unités de collectes) ou d'origine anthropique (entités surfaciques limitées).

Ces études relativisent le poids des contraintes socio-environnementales en montrant la capacité des sociétés anciennes à les surmonter pour élargir leur espace agraire en dépit, par exemple, des limites agrologiques des sols, des conditions topographiques ou de l'éloignement de centres de peuplement. Les variations de l'emprise des espaces amendés et de l'intensité des amendements dans la longue durée définissent la trajectoire de mise en valeur des espaces ruraux, qui est complémentaire de celle du système de peuplement. Cet examen conduit à revisiter certains *topoi* historiographiques tels que l'impact massif et généralisé de la colonisation romaine en termes d'aménagement des campagnes, la « déprise » de l'Antiquité tardive ou l'atonie économique du haut Moyen Âge. La confrontation de zones d'études, tant septentrionales que méridionales, illustre la diversité des situations et compense la vision très locale de l'analyse du terroir.

Les indicateurs caractérisant les parcellaires ont permis de relativiser l'influence de la

topographie sur leur implantation et sur leur morphologie, même si dans chaque zone les secteurs les plus pentus sont évités. Dans des contextes globalement riches en pierres, les sols les plus pierreux sont également évités, mais la question de l'impact des épierrements anciens sur la pierrosité actuelle se pose. Toutefois, pour la forêt de Haye, on observe une évolution dans le choix des sols entre l'Antiquité et le Moyen Âge, avec, pour ce dernier, une préférence qui se porte sur des sols plus épais et plus acides, dans un contexte également de profonde mutation dans l'occupation du sol. En effet, si, durant l'Antiquité, les établissements ruraux sont au cœur de l'espace cultivé (champs en général à moins de 500 m d'un établissement), les villages ou fermes médiévaux et modernes sont localisés jusqu'à 4 km de l'espace cultivé. Enfin, l'examen de ces indicateurs soulève aussi des questions sur les modalités d'exploitation de ces espaces. Si certains sont voués, un temps au moins, à la culture comme le montre la fouille de certaines structures, mais aussi l'intensité de l'épierrement ou ses modalités (absence de tas dans certaines parcelles, tas disposés en lignes), d'autres sont probablement destinés au pacage des bêtes, comme certaines ESL de Saint-Quirin où abondent tas d'épierrement et rochers. De même la présence de « vides » de parcellaires ou d'ESL de très grandes surfaces invite à s'interroger sur la localisation de petits bois.

Des limites persistent toutefois. Ainsi, pour les parcellaires, les surfaces des zones étudiées, qui varient de 40 à près de 11 000 ha, rendent les comparaisons délicates. Seule l'analyse selon les mêmes protocoles d'autres vastes zones permettra de valider ce protocole d'étude. Les télédétections lidar menées ces dernières années en France montrent que de nombreux massifs forestiers recèlent des structures agraires fossiles, sur des surfaces parfois considérables (par exemple dans le Châtillonnais en Bourgogne, dans les forêts des boucles de la Seine en Normandie, dans celles autour de Chambord, en forêt de Compiègne ou encore dans les Charentes). Il faut également noter que la comparaison entre les parcellaires fossiles conservés sous forêt et les parcellaires fossoyés mis au jour dans le cadre d'opérations d'archéologie préventive n'a pu être menée du fait de surfaces trop petites et surtout discontinues. Cette comparaison reste toutefois un enjeu méthodologique pour l'avenir.

Bibliographie

Badeau, Dambrine, Walter 1999 : BADEAU (V.), DAMBRINE (É.), WALTER (C.). — « Propriétés des sols forestiers français : résultats du premier inventaire systématique », *Étude et gestion des sols*, 6, n° 3, 1999, p. 165-180.

Bakels 1997 : BAKELS (C.). — « The beginnings of manuring in western Europe », *Antiquity*, 71, 1997, p. 442-445.

Batardy, Buchsenschutz, Dumasy 2001 : BATARDY (C.), BUCHSENSCHUTZ (O.), DUMASY (F.). — *Le Berry Antique. Atlas 2000*. Tours : FERACF/ARCHEA, Supplément à la *Revue archéologique du centre de la France* n° 21, 2001, 192 p.

Bertoncello 2005 : BERTONCELLO (F.). — « L'occupation d'un milieu de moyenne montagne en Provence orientale : le Massif des Maures (Var) du II^e s. a. C. au VII^e s. ». In : BOUET (A.), VERDIN (F.) dir. — *Territoires et paysages de l'âge du fer au Moyen Âge. Mélanges offerts à Philippe Leveau*. Bordeaux : Ausonius éditions, 2005, p. 45-61.

Bertoncello, Gazenbeek 1997 : BERTONCELLO (F.), GAZENBEEK (M.). — « Dynamique du peuplement en moyenne montagne : le Massif des Maures (Var) entre le deuxième Âge du fer et la fin de l'Antiquité ». In : BURNOUF (J.), BRAVARD (J.-P.), CHOUQUER (G.) dir. — *La dynamique des paysages protohistoriques, antiques, médiévaux et modernes : XVIII^e Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, actes des rencontres, 19-20-21 octobre 1996*. Sophia Antipolis : APDCA, 1997, p. 601-620.

Bintliff, Snodgrass 1988 : BINTLIFF (J.), SNODGRASS (A.). — « Off-site pottery distributions: A regional and interregional perspective », *Current Anthropology*, 29, n° 3, 1988, p. 506-513.

Boulangé 1853 : BOULANGÉ (G.). — « Antiquités celtiques et gallo-romaines du département de la Moselle », *L'austrasie*, 1, p. 605-620.

Bruant 1987 : BRUANT (P.). — *Recherches sur des désertions rurales en milieu forestier. Bois d'Anciotta. Commune d'Allain - Meurthe-et-Moselle*. Doctorat de troisième cycle, Université de Nancy II. Nancy, 1987, 294 p.

Carme, Henry 2010 : CARME (R.), HENRY (Y.). — « L'ensilage groupé et les campagnes du premier Moyen Âge dans le Toulousain : quelques réflexions à l'aune de deux fouilles récentes (L'oustalou à Préserville et Clos-Montplaisir à Vieille-Toulouse) », *Archéologie du Midi médiéval*, 28, n° 1, 2010, p. 33-101.

Carré 2011 : CARRÉ (F.) dir. — *L'archéologie en Haute-Normandie. Bilan des connaissances. Tome 1: Le Haut Moyen Âge*. Mont-Saint-Aignan : Publications des universités de Rouen et du Havre, 2011, 207 p.

Cauvin, Rimbert 1976 : CAUVIN (C.), RIMBERT (S.). — *Les méthodes de la cartographie thématique. Fascicule 1: La lecture numérique des cartes thématiques*. Fribourg : Éditions universitaires de Fribourg, 1976, 172 p.

Centre culturel de l'abbaye de Flaran 1990 : CENTRE CULTUREL DE L'ABBAYE DE FLARAN. — *La croissance agricole du Haut Moyen Âge : chronologie, modalités, géographie* : Centre Culturel de l'Abbaye de Flaran, *Dixièmes Journées Internationales d'Histoire*, 9, 10, 11 septembre 1988. Auch : CDT du Gers, Flaran n° 10, 1990, 207 p.

Chareille, Rodier, Zadora-Rio 2004 : CHAREILLE (P.), RODIER (X.), ZADORA-RIO (É.). — « Analyse des transformations du maillage paroissial et communal en Touraine à l'aide d'un SIG », *Histoire et mesures*, XIX, n° 3/4, 2004, p. 317-344.

Chouquer 1996a : CHOUQUER (G.) dir. — *Les formes des paysages. Tome 1 : Étude sur les parcellaires*. Paris : Éditions Errance, Archéologie aujourd'hui, 1996, 240 p.

Chouquer 1996b : CHOUQUER (G.) dir. — *Les formes des paysages. Tome 2 : Archéologie des parcellaires*. Paris : Éditions Errance, Archéologie aujourd'hui, 1996.

Chouquer 1997 : CHOUQUER (G.) dir. — *Les formes des paysages. Tome 3 : L'analyse des systèmes spatiaux*. Paris : Éditions Errance, Archéologie aujourd'hui, 1997.

Chouquer 2006 : CHOUQUER (G.). — « La question de l'émergence et de la mobilité de la planimétrie rurale à l'Âge du Fer », *Les nouvelles de l'archéologie*, 104-105, 2006, p. 72-79.

Chouquer 2009 : CHOUQUER (G.). — « Archéogéographie des trames planimétriques en Côte-d'Or ». In : PROVOST (M.). — *La Côte-d'Or. Alésia (d'Agencourt à Alise-Sainte-Reine)*. Paris, Carte archéologique de la Gaule n° 21/1, 2009, p. 183-264.

David 2010 : DAVID (S.). — *L'occupation antique et le parcellaire fossile de la forêt de Sénart (77 et 91)*. Mémoire de Master 1, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. Paris, 2010, 250 p.

David 2011 : DAVID (S.). — *Étude de l'occupation du sol durant l'Antiquité et analyse des mares dans la forêt domaniale de Sénart et la forêt régionale de Rougeau*. Mémoire de Master 2, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. Paris, 2011, 149 p.

Devroey 2008 : DEVROEY (J.-P.). — « Une société en expansion ? Entre Seine et Rhin à la lumière des polyptiques carolingiens (780-920) ». In : *Movimientos migratorios, asentamientos y expansion (siglos VIII-XI) - En el centenario del professor José Maria Lacarra (1907-2007), XXXIV Semana de Estudios Medievales Estella, 16 a 20 de julio de 2007*. Pampolona, 2008, p. 231-261.

Faure-Boucharlat 2001 : FAURE-BOUCHARLAT (É.) dir. — *Vivre à la campagne au Moyen Âge : l'habitat rural du V^e au XII^e s. (Bresse, Lyonnais, Dauphiné) d'après les données archéologiques*. Lyon : Association Lyonnaise pour la Promotion de l'Archéologie en Rhône-Alpes, DARA n° 21, 2001, 432 p.

Favory et al. 1994 : FAVORY (F.), PARODI (A.), POUPET (P.), RAYNAUD (Cl.). — « Lunel Viel et son territoire ». In : FAVORY (F.), FICHES (J.-L.) dir. — *Habitat et occupation des sols en France méditerranéenne, dans l'Antiquité et le Moyen Âge. Approches régionales*. Paris, DAF n° 42, 1994, p. 163-245.

Favory 2011 : FAVORY (F.). — « Les parcellaires antiques de l'Est de la Gaule ». In : REDDÉ (M.) dir. — *Aspects de la romanisation dans l'Est de la Gaule*. Glux-en-Glenne :

Bibracte, Bibracte n° 21, vol. 1, 2011, p. 385-416.

Favory 2012 : FAVORY (F.). — « Les parcelles antiques de Gaule médiane et septentrionale ». In : CARPENTIER (V.), MARCIGNY (C.) dir. — *Des hommes aux champs. Pour une archéologie des espaces ruraux du néolithique au Moyen Âge*. Rennes : Presses universitaires de Rennes, Archéologie et Culture, 2012, p. 111-130.

Fischer 2005 : FISCHER (R.). — *Rocher des Vosges du Nord et du Sud Palatinat*. Drulingen : Scheuer, vol. 4, 2005.

Gandini 2008 : GANDINI (C.). — *Des campagnes gauloises aux campagnes de l'Antiquité tardive : la dynamique de l'habitat rural dans la cité des Bituriges Cubi (II^e s. av. J.-C. - VII^e s. ap. J.-C.)*. Tours : FERACF, Supplément à la *Revue archéologique du centre de la France* n° 33, 2008, 511 p.

Gauvry 2008 : GAUVRY (Y.) dir. — *Sénart, forêt retranchée : mémoires et traces de la Grande Guerre*. Paris : Office national des forêts, 2008, 54 p.

Gentili, Lefèvre, Mahé 2003 : GENTILI (F.), LEFÈVRE (A.), MAHÉ (N.). — *L'habitat rural du haut Moyen Âge en Île-de-France, Programme Collectif de Recherche. Bilan 2002/2003*. Guiry-en-Vexin : CRAVF, Supplément n° 1 du *Bulletin archéologique du Vexin français et du Val d'Oise*, 2003, 96 p.

Georges-Leroy et al. 2003 : GEORGES-LEROY (M.), DAMBRINE (É.), DUPOUEY (J.-L.), LAFFITE (J.-D.). — « Habitats gallo-romains et structures agraires fossiles du plateau de la Côte bajocienne (Meurthe-et-Moselle et Vosges). État de la question ». In : *Actualité de la recherche en histoire et archéologie agraire. Actes du colloque international AGER V, septembre 2000*. Besançon : Presses Universitaires Franc-Comtoises, ALUB n° 764, 2003, p. 173-180.

Georges-Leroy et al. 2007 : GEORGES-LEROY (M.), HECKENBENNER (D.), LAFFITE (J.-D.), MEYER (N.). — « Les parcelles anciens fossilisés dans les forêts lorraines ». In : *La mémoire des forêts. Actes du colloque « Forêt, archéologie et environnement » 14-16 décembre 2004*. Office national des forêts, Institut national de la recherche agronomique, Direction régionale des affaires culturelles de Lorraine, 2007, p. 121-131.

Georges-Leroy et al. 2012a : GEORGES-LEROY (M.), BOCK (J.), DAMBRINE (É.), DUPOUEY (J.-L.). — « Apport du lidar à la connaissance de l'histoire de l'occupation du sol en forêt de Haye », *Archéosciences*, 35-2011, 2012, p. 117-129.

Georges-Leroy et al. 2012b : GEORGES-LEROY (M.), BOCK (J.), DAMBRINE (É.), DUPOUEY (J.-L.), GEBHARDT (A.), LAFFITE (J.-D.). — « Les vestiges gallo-romains conservés dans le Massif forestier de Haye (Meurthe-et-Moselle). Leur apport à l'étude de l'espace agraire ». In : CARPENTIER (V.), MARCIGNY (C.) dir. — *Des hommes aux champs. Pour une archéologie des espaces ruraux du néolithique au Moyen Âge*. Rennes : Presses universitaires de Rennes, Archéologie et Culture, 2012, p. 157-180.

Georges-Leroy et al. 2014 : GEORGES-LEROY (M.), BOCK (J.), DAMBRINE (É.), DUPOUEY (J.-L.), LAFFITE (J.-D.). — « Parcelles et habitat antiques des forêts du plateau de Haye en Lorraine : bilan et perspectives ». In : *Dossiers du programme européen « Rural Landscape in north-eastern Roman Gaul »* [en ligne], 2014, URL : <http://hal.archives->

ouvertes.fr/hal-01067845.

Georges-Leroy, Feller, Laffite 2013 : GEORGES-LEROY (M.), FELLER (M.), LAFFITE (J.-D.). — « Des paysages ruraux antiques contrastés dans les cités des Leuques et des Médiomatriques : effet de source ou répartitions typologique et spatiale différentielles des établissements ? ». In : *Paysages ruraux et territoires dans les cités de l'Occident romain. Gallia et Hispania. Paisajes rurales y territorios en las ciudades del Occidente romano. Gallia e Hispania, Actes du colloque international AGER IX, Barcelone, 25-27 mars 2010*. Montpellier : PULM, Mondes anciens, 2013, p. 181-194.

Georges-Leroy, Nuninger, Opitz 2014 : GEORGES-LEROY (M.), NUNINGER (L.), OPITZ (R.). — Lidar : technique de détection au service de l'archéologie. In : *Techniques de l'ingénieur. La science au service de l'art et du patrimoine*, Dossier IN 215 [en ligne], 2014, URL : <http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/materiaux-th11/la-science-au-service-de-l-art-et-du-patrimoine-42579210/lidar-technique-de-detection-au-service-de-l-archeologie-in215/>

Georges-Leroy 2015 : GEORGES-LEROY (M.). — « Typologie des structures agraires et parcellaires fossilisées sous couvert forestier en Lorraine ». In : *Séminaire Lidar et façons culturales (ODIT - MSHE Ledoux et EPHE - ERC Rurland)* [en ligne], 2015, URL : <https://odit.hypotheses.org/telechargements-5/cycle-de-seminaires-lidar-pratiques>.

Georges-Leroy, Zeller-Belville 2018 : GEORGES-LEROY (M.), ZELLER-BELVILLE (C.). — « Des talus et du laser au service de l'histoire du paysage : les structures agraires médiévales et modernes révélées par le lidar dans le Massif forestier de Haye (Meurthe-et-Moselle) ». In : JOURNOT (F.) dir. — *Pour une archéologie indisciplinée. Réflexions croisées autour de Joëlle Burnouf*, Éditions Monique Mergoïl, Europe médiévale n° 12, 2018, p. 155-163.

Goguet et al. 2010 : GOGUET (D.), PAUTRAT (Y.), GUILLAUMET (J.-P.), THEVENOT (J.-P.), POPOVITCH (L.). — « Dix ans d'archéologie forestière dans le Châtillonnais (Côte-d'Or) : enclos, habitats, parcellaires », *Revue archéologique de l'est*, 59, n° 1, 2010, p. 99-209.

Goubet et al. 2015 : GOUBET (F.), JODRY (F.), MEYER (N.), WEISS (N.). — *Au « grès » du temps. Collections lapidaires celtiques et gallo-romaines du musée archéologique de Saverne*. Drulingen : Société d'histoire et d'archéologie de Saverne et environs, 2015, 372 p.

Gury 1972 : GURY (M.). — *Carte pédologique du plateau de Haye*. Nancy : CNRS, Université de Nancy I, 1972.

Heckenbenner, Meyer 2002 : HECKENBENNER (D.), MEYER (N.). — « Les carrières de grès de la Croix-Guillaume à Saint-Quirin (Moselle) », *Gallia*, 59, 2002, p. 145-154.

Heckenbenner, Meyer 2004 : HECKENBENNER (D.), MEYER (N.). — « Les habitats et les parcellaires du piémont vosgien ». In : FLOTTE (P.), FUCHS (M.) dir. — *La Moselle*, Paris : Académie des inscriptions et belles-lettres, Carte archéologique de la Gaule n° 57/1, 2004, p. 177-179.

Kasprzyk, Nouvel 2002 : KASPRZYK (M.), NOUVEL (P.). — « Les campagnes de Noyers-sur-Serein durant l'Antiquité, premier bilan des recherches en cours », *Bulletin de la société*

d'études d'Avallon, 79, 143^e année (2001), 2002, p. 43-55.

Laffite 2002 : LAFFITE (J.-D.). — « Le parcellaire gallo-romain de la forêt domaniale de Saint-Amond à Favières (Meurthe-et-Moselle). Relevé et étude du parcellaire du "Grand Rincharde" », *Revue archéologique de l'est*, 51-2001/2002, 2002, p. 465-476.

Laffite 2010 : LAFFITE (J.-D.). — « Hiérarchisation des réseaux de voies romaines. L'exemple lorrain », *Archéopages*, 27, n° octobre 2009, 2010, p. 16-23.

Lepage 1843 : LEPAGE (H.). — *Le département de la Meurthe. Statistique historique et administrative. Deuxième partie*. Nancy : Peiffer, 1843, 725 p.

Lepage 1853 : LEPAGE (H.). — *Les communes de la Meurthe. Journal historique des villes, bourgs, villages, hameaux et censes de ce département*. 2 vol., Nancy : A. Lepage, 1853, 741 et 799 p.

Leveau 2000 : LEVEAU (P.). — « Le paysage aux époques historiques : un document archéologique », *Annales. Histoire, sciences sociales*, 55, n° 3, 2000, p. 555-582.

Mangin et al. 2000 : MANGIN (M.), COURTADON (J.-L.), FLUZIN (P.), DE LACLOS (E.). — *Village, forges et parcellaire aux Sources de la Seine : l'agglomération antique de Blessey - Salmaise (Côte d'Or)*. Besançon : Presses Universitaires de Franche-Comté, Annales littéraires de l'Université de Franche-Comté n° 700 (série Environnement, sociétés, archéologie n° 2), 2000, 518 p.

Matthis 1921 : MATTHIS (C.). — « Établissements gallo-romains entre Reisacker, Taegelsbusch et Hochscheid près de Niederbronn », *Cahiers d'archéologie et d'histoire d'Alsace*, 45-48, 1921, p. 1246-1248.

Meyer 2009 : MEYER (N.). — « Le Massif vosgien au nord du Donon. 300 ans de recherches archéologiques. Si les pratiques funéraires gallo-romaines locales m'étaient contées ! ». In : HECKENBENNER D. dir. — *D(is) M(anibus). Pratiques funéraires gallo-romaines. Catalogue d'exposition, Musée du Pays de Sarrebourg, 27 juin 2009 au 3 janvier 2010*. Sarrebourg, 2009, p. 72-79.

Meyer 2017 : MEYER (N.). — « Première approche de l'occupation du Massif des Vosges au nord du Donon de la fin de l'Antiquité à la fin du premier millénaire ». In : *Actes du colloque « Vivre dans la montagne vosgienne au Moyen Âge. Anthropisation de la montagne vosgienne au Moyen Âge : conquête des espaces et culture matérielle »*, Gérardmer – Munster, 30-31 août – 1er septembre 2012. Nancy : Presses universitaires de Nancy, 2017, p. 119-128.

Meyer, Nüsslein 2014 : MEYER (N.), NÜSSLEIN (A.). — « Une partie de la campagne gallo-romaine du Haut-Empire des cités des Médiomatrices et des Triboques préservée par la forêt : les habitats et parcellaires des Vosges du Nord (Moselle et Bas-Rhin) de part et d'autre du seuil de Saverne ». In : *Dossiers du programme européen « Rural Landscape in north-eastern Roman Gaul »* [en ligne], 2014, URL : <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01007619>.

Nouvel 2005 : NOUVEL (P.). — « Chronique archéologique des travaux menés dans la région de Noyers-sur-Serein », *Bulletin de la société archéologique et historique du*

Tonnerrois, 54 (2003-2004), 2005, p. 3-9.

Nouvel 2006 : NOUVEL (P.). — « Les campagnes de l'Avallonnais à la période gallo-romaine, apport des études récentes », *Bulletin de la société d'études de l'Avallonnais*, 81, 145^e année (2005), 2006, p. 5-32.

Nuningger 2002 : NUNINGER (L.). — *Peuplement et territoires protohistoriques du 8^e au 1^{er} s. av. J.-C. en Languedoc oriental (Gard, Hérault)*. Thèse, Université de Franche-Comté. Besançon, 2002, URL : <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00002981/fr/>.

Parat 1907 : PARAT (A.). — « Les aggeres du Montapot, tumulus et murets », *Bulletin de la société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne*, 61, 1907, p. 209-219.

Parodi, Raynaud, Roger 1987 : PARODI (A.), RAYNAUD (C.), ROGER (J. M.). — « La Vaunage du III^e siècle au milieu du XII^e siècle. Habitat et occupation des sols », *Archéologie du Midi médiéval*, 5, n° 1, 1987, p. 3-59.

Peltre, Bruant 1991 : PELTRE (J.), BRUANT (P.). — « Terroirs fossiles méconnus en Lorraine », *Pays Lorrain*, 1991, p. 51-55.

Pétry 1977 : PÉTRY (F.). — « Structures agraires archaïques en milieu gallo-romain », *Bulletin des antiquités luxembourgeoises*, 8, 1977, p. 117-158.

Pétry 1979 : PÉTRY (F.). — « Les limites de l'acculturation à l'époque gallo-romaine, Wasserwald, localité de la culture des sommets vosgiens », *Annuaire de la société d'histoire et d'archéologie lorraine*, 79, 1979, p. 35-42.

Pétry 1980 : PÉTRY (F.). — « Une population marginale face à la civilisation romaine dans l'Est de la Gaule aux I^{er} et II^e s. », *Bulletin des antiquités luxembourgeoises*, 10, 1980, p. 95-142.

Pétry 1982 : PÉTRY (F.). — « Vici, villas et villages : relations triangulaires à la limite des territoires médiomatrique et triboque », *Caesarodunum*, 1982, p. 211-227.

Pétry 1986 : PÉTRY (F.). — « Sommets vosgiens ». In : *Encyclopédie d'Alsace*, vol. 12. Strasbourg, 1986, p. 6932-6933.

Pétry 1994 : PÉTRY (F.). — « 156 Haegen-Wasserwald (Bas-Rhin) ». In : MANGIN (M.), PETIT (J.-P.) dir. — *Atlas des agglomérations secondaires de la Gaule Belgique et des Germanies*. Paris : Éditions Errance, 1994, p. 151-152.

Peytremann 2003 : PEYTREMANN (É.). — *Archéologie de l'habitat rural dans le nord de la France du IV^e au XII^e siècle*. 2 vol., Saint-Germain-en-Laye : Association française d'Archéologie mérovingienne, Mémoires de l'AFAM n° 13, 2003, 453 et 442 p.

Poirier 2007 : POIRIER (N.). — *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, Université François Rabelais. Tours, 2007, URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00212332>.

Poirier 2010 : POIRIER (N.). — *Un espace rural à la loupe : Paysage, peuplement et*

territoires en Berry de la préhistoire à nos jours. Tours : Presses universitaires François-Rabelais, Perspectives Historiques, 2010, 232 p.

Poirier et al. 2012 : POIRIER (N.), GEORGES-LEROY (M.), TOLLE (F.), FOVET (É.). — « Chapter 2. The time-space dynamics of agricultural areas from Antiquity to modern times ». In : GANDINI (C.), FAVORY (F.), NUNINGER (L.) dir. — *Settlement Patterns, Production and Trades from the Neolithic to the Middle Ages. ARCHAEDYN Seven Millennia of Territorial Dynamics. Final Conference. University of Burgundy, Dijon, 23-25 June 2008*. Archaeopress, BAR International Series n° 2370, 2012, p. 39-50.

Poirier et al. 2013 : POIRIER (N.), MORIN (E.), JOLY (C.), LETURCQ (S.), VISET (L.). — « Occupation du sol et impact érosif dans la vallée de la Choisille (France, Indre-et-Loire). Approches croisées pour la restitution des paysages anciens. », *Archeosciences*, 37, 2013, p. 67-88.

Poirier, Nuninger 2012 : POIRIER (N.), NUNINGER (L.). — « Techniques d'amendement agraire et témoins matériels. Pour une approche archéologique des espaces agraires anciens », *Histoire & Sociétés rurales*, 38, n° 2, 2012, p. 11-50.

Poirier, Tolle 2008 : POIRIER (N.), TOLLE (F.). — « Measurements of diachronic stability of agrarian exploitation ». In : POSLUSCHNY (A.), KARSTEN (L.), HERZOG (I.) dir. — *Layers of Perception. Proceedings of the 35th Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference, Berlin, Germany, April 2-6 2007*. Bonn : Habelt, Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte n° 10, 2008.

Poirot 1998 : POIROT (A.). — « Neuvy-le-Roi (Indre-et-Loire), depuis ses origines jusqu'au XIX^e siècle », *Revue archéologique du Centre de la France*, 37, n° 1, 1998, p. 139-178.

Raynaud 1989 : RAYNAUD (C.). — « Archéologie du paysage autour de l'Etang de l'Or (Hérault). Choix, contraintes et méthodes de prospection », *Archéologie en Languedoc*, 2-3, 1989, p. 59-83.

Robert 1996 : ROBERT (S.). — « Le parcellaire du plateau de Sénart (Seine-et-Marne) ». In : CHOUQUER (G.) dir. — *Les formes du paysage, tome 1 : études sur les parcellaires*. Éditions Errance, 1996, p. 11-26.

Thibault, Mari, Sequeira 2007 : THIBAUT (G.), MARI (J.-L.), SEQUEIRA (J.). — « Indices de formes : de la 2D à la 3D ». In : *Journées du laboratoire des sciences de l'information et des systèmes, Giens, 2007* [en ligne], 2007, URL : http://www.dil.univ-mrs.fr/~mari/Recherche/Articles/assets/thibault_mari_jdl6_2007.pdf.

Trapp 2007 : TRAPP (J.). — « Les ruines de la prétendue commanderie templière de Brouvelieures », *Bulletin ArcheoVosges*, 1, 2007, p. 51-62.

Van der Leeuw, Favory, Fiches 2003 : VAN DER LEEUW (S.), FAVORY (F.), FICHES (J.-L.) dir. — *Archéologie et systèmes socio-environnementaux. Études multiscalaires sur la vallée du Rhône dans le programme ARCHAEOMEDES*. Paris : CNRS Éditions, Monographie du CRA n° 27, 2003 403 p.

Wilkinson 1982 : WILKINSON (T. J.). — « The definition of ancient manured zones by means of extensive sherd-sampling techniques », *Journal of field archaeology*, 9, 1982,

p. 323-333.

Wilkinson 1989 : WILKINSON (T. J.). — « Extensive Sherd Scatters and Land-Use Intensity: Some Recent Results », *Journal of field archaeology*, 16, n° 1, 1989, p. 31-46.

Documents

Chevrier 2010 : CHEVRIER (S.). — *Perrigny-sur-Armançon, Yonne, Bourgogne, systèmes de parcellaire et agglomération antique, Carrière Lafarge*. Rapport de diagnostic archéologique, Dijon : Inrap, 2010.

Creusillet, Fournier, Arquille 2004 : CREUSILLET (M.-F.), FOURNIER (L.), ARQUILLE (J.). — *Chanceaux-sur-Choisille, ZAC de la Grande Pièce, zones 1 et 3. Rapport final d'opérations*. 2004

Ferdière 2006 : FERDIÈRE (A.) dir. — *Rapport de prospection 2006 - Chanceaux-sur-Choisille (37)*. Tours : ARCHEA, LAT, 2006.

Ferdière 2007 : FERDIÈRE (A.) dir. — *Rapport de prospection dans la vallée de la Choisille - communes de Nouzilly et Saint-Laurent-en-Gâtines (37)*. Tours : ARCHEA, LAT, 2007.

Poirier 2008 : POIRIER (N.). — *Évolution de l'occupation du sol dans la vallée de la Choisille (37). Rapport de synthèse des données archéologiques, écrites et planimétriques*. Tours : ECLIPSE - LAT/GEEAC, 2008.