

Choisir son habitat au Néolithique et à la Protohistoire

Tentative d'approche des sites d'implantation préférentiels en Hesbaye liégeoise
par une régression logistique

Mémoire réalisé par
Pierre Verstegen

Promoteur
Laurent Verslype

Année académique 2018-2019
Master [120] en histoire de l'art et archéologie, orientation générale, à finalité spécialisée : théories,
gestion et sciences de l'archéologie.

Remerciements

*Je remercie tous mes proches pour leur soutien au long de la rédaction de ce mémoire,
ainsi que mon promoteur L. Verslype et le personnel du GRAAL pour leur aide.*

Table des matières

Introduction.....	7
Structure générale de l'étude	8
Objet d'étude	9
Chapitre 1 : Comment comprendre l'espace ?	11
Comment aborder l'espace ?	11
Des questions de recherche, une histoire de la recherche et « l'analyse à l'instinct »	13
Les cartes de distribution	13
« L'analyse par estimation » et la New Archaeology	14
Quelques exemples de méthodes	15
L'analyse « statique » du peuplement du territoire (première catégorie de Djindjian)	16
Le modèle gravitaire et la Physique sociale	17
La Théorie Spatiale économique	18
Le modèle du « Site Catchment Analysis »	20
Les deux dernières théories spatiales de Clarke : la Théorie Spatiale anthropologique et la Théorie de la Mécanique Statistique.....	21
L'analyse spatiale dynamique (deuxième catégorie de Djindjian)	22
Les théories récentes et le Predictive Modelling	22
La notion de « modèle »	23
L'intérêt d'utiliser des SIG	23
Les modèles prédictifs.....	25
L'approche prédictive et l'approche explicative	26
Les différentes applications des modèles prédictifs	27
Les limites du modèle prédictif	27
Les modèles prédictifs : deux méthodes.....	33
L'Analyse Factorielle des Correspondances	35
La régression logistique	39
Conclusion du premier chapitre	44
Évaluer notre hypothèse de départ	45
Les théories sous-tendant notre recherche : l'approche déductive	46
Chapitre 2 : Description des vestiges étudiés	47
Premières études spatiales dans notre région.....	47
L'article de F. Gosselin.....	49
Les travaux de Destexhe.....	51
Les limites de la matière, de la méthode	54

Résumé des études déjà établies	55
Catalogue descriptif.....	55
Le Néolithique	55
Âges des Métaux	88
Conclusion du second chapitre	112
Vérifier notre hypothèse	112
Le « seuil de signifiante »	115
Chapitre 3 : Méthodologie, calculs et résultats	116
Méthodologie	116
La récolte de données	116
Le géoréférencement des sites archéologiques.....	116
Critique des données.....	118
Variables sélectionnées.....	118
Acquisition des variables	120
Calibrage des données	121
Diagnostiquer la colinéarité	124
VIF	126
Tester les corrélations	130
Régressions logistiques univariées	133
Sélection du modèle	137
Méthodes de sélection	137
Les différents jeux de données.....	138
Modèles finaux.....	142
Interprétation des modèles.....	145
Conclusion	149
Tables et illustrations	151
Bibliographie	152

Introduction

De nos jours, lorsqu'il s'agit de choisir un logement, toute une série de facteurs entre en ligne de compte. Quiconque s'est retrouvé dans cette situation sait qu'on cherche à optimiser ces facteurs en fonction de nos centres d'intérêt, impératifs professionnels, besoins personnels spécifiques, etc. Par exemple, dans une grande ville comme Bruxelles, un jeune travailleur non motorisé cherchera à louer un appartement qui soit à la fois dans ses moyens (ici on essayera de minimiser les coûts), proche de structures de transport public pour se rendre à son lieu de travail, qui se trouvera idéalement dans les parages immédiats de son habitation. Il voudra vivre non loin d'un commerce pour s'approvisionner ; peut-être essayer de disposer d'un jardin pour planter quelques légumes, etc.

Bien entendu, le logement parfait est difficile à trouver, et notre jeune travailleur devra revoir certaines de ses exigences à la baisse ; soit s'accommoder des contraintes inhérentes à son lieu de vie, soit trouver des stratégies alternatives pour s'y adapter. Par exemple, envisager l'achat d'un vélo pour ses déplacements si son quartier est mal desservi par les transports en commun, faire des réserves de nourriture et autres denrées à plus long terme si les commerces sont trop éloignés, emménager dans un quartier moins tranquille, mais plus proche de son lieu de travail ... Les exemples sont nombreux et sont le reflet de la situation socio-économique de chaque individu ; le choix d'un habitat peut se résumer pour beaucoup à un compromis entre plusieurs facteurs et contraintes, un compromis pouvant mener à diverses stratégies d'adaptation à l'environnement social, topographique et écologique.

Nous pensons que cette logique de compromis a toujours été valable au cours de l'histoire de l'humanité, dès les premières occupations sédentaires ou semi-sédentaires. Évidemment, les facteurs entrant en ligne de compte sont différents, mais il ne nous paraît pas absurde de penser que les populations anciennes aient fait le choix de s'installer à un endroit précis en suivant toute une série de raisons qui leur sont propres. L'idée qui se trouve derrière ce mémoire est d'essayer de comprendre ces raisons, ou du moins de s'en approcher ; en quelque sorte, tenter de se mettre à la place de nos ancêtres.

Bien entendu, il faut pour cela se détacher de nos propres conceptions et schémas de pensée pour adapter notre recherche aux réalités de l'époque. Premièrement, même si la logique est la même, les impératifs sont complètement différents. Notre société est extrêmement complexe, hiérarchisée, organisée et très connectée au monde extérieur. Les destins des hommes et des femmes modernes dépendent d'un réseau dense d'interactions sociales ; nos vies professionnelles, familiales, religieuses, etc. font état d'une très grande variété.

Inversement, nous proposons l'idée que nos ancêtres avaient des destins moins « variés », c'est-à-dire plus semblables, inscrits dans une société moins complexe¹, une conséquence pour nous de leur mode de vie : celui-ci est marqué par des groupes sociaux plus restreints, une flexibilité professionnelle plus importante, impliquant moins de spécialisation ; des moyens technologiques bien plus rudimentaires, réduisant par exemple la capacité à se déplacer et induisant des logiques d'occupation de l'espace différentes des nôtres ; un modèle économique reposant au moins en partie sur l'élevage et l'agriculture ; enfin, un ordre social différent, impliquant des comportements codifiés par une série de valeurs partagées par un même groupe d'individus, à l'opposé de la pluralité de confessions et d'opinions qu'on peut observer de nos jours. Tous ces éléments contribueraient au fait

¹ Nous n'impliquons pas ici que ces sociétés étaient dénuées de complexité, mais que celle-ci était très probablement moindre que celle de nos sociétés modernes. Cette assertion n'a que vocation à étayer notre hypothèse.

que nos ancêtres aient des destins assez similaires, plus uniformes, réduisant ainsi le nombre de « contraintes » à prendre en compte lors du choix d'un lieu d'habitat. Ainsi, le nombre de facteurs sociaux serait plus réduit, et proportionnellement parlant, les conditions environnementales auraient eu un rôle plus important que ces facteurs sociaux.

En outre, si l'on part du principe que ces populations ne disposaient que de moyens primitifs d'adaptation à leur environnement, il serait logique de penser qu'ils aient préféré s'installer dans un milieu qui leur soit favorable (par exemple, une terre cultivable, ou riche en ressources naturelles, etc.), plutôt qu'un qui leur demande des efforts adaptatifs importants.

Notons que les différentes contraintes technologiques tendent à s'effacer avec le temps, ce fait étant la conséquence de l'adaptation progressive de l'homme à son environnement. L'environnement n'étant pas un fait statique, il faut tenir compte de son évolution à travers le temps ; ainsi, nous supposons qu'une forêt dense rend le terrain moins praticable qu'une plaine, que les écosystèmes qui s'y développent sont différents et conditionnent autrement l'occupation humaine qui s'y implante. On peut également relever le fait que les sociétés humaines sont constamment en évolution, et par conséquent, les contraintes sociales, professionnelles qui les définissent sont soumises à une variation. Il sera donc intéressant d'essayer d'avoir un regard diachronique sur les stratégies d'installation et d'occupation de l'espace.

Décrite de cette manière, l'entreprise semble ardue, tant les facteurs à prendre en compte sont variés. En outre, il faut nous rappeler que nous travaillons sur une information qui est intrinsèquement incomplète ; non seulement la qualité de l'étude archéologique rentre en ligne de compte, mais en outre, pour les populations préhistoriques, les sources écrites sont inexistantes. Par conséquent, tout le domaine « social » définissant la vie de ces populations ne peut être que supposé sur base matérielle. Pour les populations plus récentes, de la protohistoire par exemple, le peu de sources écrites dont nous disposons ne pourra jamais nous retranscrire précisément les systèmes d'organisation sociale ; nous sommes contraints de nous limiter à des interprétations de matériel, et de restreindre notre champ d'étude aux facteurs environnementaux. Dans cette optique, il sera intéressant d'évaluer à quel point nous pouvons approcher les logiques d'implantation dans le territoire uniquement sur base environnementale.

Pour résumer les deux bases de notre hypothèse, nous proposons que 1) étudier les variables environnementales comme un moyen de saisir les stratégies d'établissement des populations anciennes est un choix méthodologique valable, et 2) celles-ci ont cherché à s'établir dans des milieux qui leur étaient favorables.

Structure générale de l'étude

Ces premières lignes introductives et les hypothèses de travail qui y sont développées ne sont pas sourcées, et c'est pourquoi un des buts de cette étude est également de donner un cadre méthodologique solide à notre analyse. Dans un premier temps, nous reviendrons sur les différentes applications de méthodes d'analyse géographiques appliquées à des questions archéologiques. Cette partie sera principalement à vocation historiographique ; un accent particulier sera mis sur les limites des différentes approches, ainsi que les problématiques auxquelles elles répondent. Ensuite, il nous faudra définir le cadre spatio-temporel de notre étude, afin de préciser les contraintes et limites que notre question soulève ; une deuxième partie sera donc consacrée à la description des vestiges qui seront notre objet d'étude, agrémentée d'une revue de la recherche pour ces périodes et cette région, afin de préciser le type de questions auxquelles nous tenterons de répondre.

La troisième partie détaillera la mise en place de l'analyse, en suivant les différentes étapes et en détaillant les résultats. De plus, nous produirons dans cette partie une revue des différentes études déjà effectuées en Belgique, dans le but de nous servir des résultats déjà obtenus pour affiner notre approche. Finalement, nous concluons cette étude par une évaluation de la performance ceux-ci, pour enfin proposer une critique de la méthode utilisée.

Objet d'étude

Avant toute chose, il est nécessaire de définir la zone étudiée et la période considérée ; nous ne souhaitons pas seulement étudier l'intérêt des méthodes d'analyse spatiale, mais également apporter une (modeste) pierre à l'édifice scientifique de notre pays.

Comme nous l'avons déjà évoqué, une de nos hypothèses de travail repose sur le fait que les premières populations agricoles, ayant un niveau technologique « primitif » (sans jugement de valeur, mais plutôt en comparaison avec la totalité de l'histoire agricole), vont voir leur rapport au paysage être plus influencé par des paramètres environnementaux que les populations postérieures, qui auront développé des stratégies d'adaptation efficaces en réponse aux variations environnementales. Notre parti est donc de considérer les premiers agriculteurs comme plus tributaires d'un environnement favorable que leurs successeurs, qui ont pu bénéficier de l'évolution des techniques agricoles pour vivre dans des territoires aux conditions moins favorables. Bien entendu, cette hypothèse mérite une critique basée sur les connaissances dont nous disposons sur ces populations. Ce point sera développé dans la partie consacrée à la description des vestiges découverts dans notre zone d'étude.

Par conséquent, la période du Néolithique ancien nous semble être la plus propice à ce type d'analyse ; elle est marquée à la fois par les premières traces d'agriculture dans nos régions, et une documentation particulièrement riche pour une période si reculée. En particulier, l'habitat des Rubanés de Hesbaye a fait l'objet de nombreuses fouilles. Quelques études portant sur l'habitat, désormais datées, ont déjà été effectuées et il sera intéressant de revisiter les conclusions en jetant un nouveau regard sur la question, en se servant des dernières méthodes d'analyse.

Étant donné que notre hypothèse repose sur une idée du niveau technologique des peuples néolithiques, il sera intéressant d'utiliser des périodes plus récentes comme base comparative ; les périodes suivantes les mieux documentées en Hesbaye liégeoise sont les deux Âges des Métaux, et en particulier les Âges du Fer (périodes de Hallstatt et de La Tène).

L'objet d'étude qui a été retenu est donc le suivant : la rive hesbignonne de la Meuse en région liégeoise, pour les périodes du Néolithique à la période préromaine. Cette région a fait l'objet de nombreuses publications de la part d'un archéologue amateur local : Guy Destexhe, qui a prospecté cette zone (notamment) entre aujourd'hui et les années 60, d'abord en suivant son père, lui aussi archéologue, puis de son propre chef. Destexhe est donc à l'origine de nombreux rapports de fouilles qui ont déjà fait l'objet d'un dépouillage pour les périodes romaines et mérovingiennes (et après), mais dont la partie antérieure n'a pas fait l'objet d'une synthèse autre que celles de l'auteur (*Archéologie Hesbignonne* 7 et 21), qui seront d'ailleurs reprises dans le présent travail.

Il apparaît que les rapports en question sont, après un premier sondage, centrés sur le matériel principalement. Destexhe a accordé beaucoup d'attention à documenter la céramique des différents sites, en s'attachant à la catégoriser suivant le premier travail de classification réalisé par son père. Les éventuelles structures sont également décrites et dessinées en plan et parfois en profil ; tout matériel non céramique est recensé et décrit si besoin est. Pour les périodes précéramiques, les études d'outils lithiques remplacent les études de la poterie du site. Généralement, le cadre géographique est bien documenté, les sites sont situés sur schémas et cartes. Nous disposons des rares structures retrouvées

en Hesbaye pour la période protohistorique, des assemblages matériels, et les localisations de chaque site. Bien qu'étudier le matériel et sa répartition serait une idée pertinente, réalisons tout de même que les sites considérés couvrent des périodes larges, et par conséquent, une analyse poussée de la répartition de tel ou tel type de matériel ne concernerait qu'une petite partie de notre corpus de sites. En revanche, nous connaissons la localisation de tous nos sites, une variable commune qui sera plus intéressante à étudier. Nous partons du principe que les localisations ne sont pas des choix entièrement fortuits, et essayer de comprendre ce choix peut se révéler intéressant. Cette approche nous est suggérée par Destexhe lui-même, qui dans le numéro 7 du périodique *Archéologie Hesbignonne* s'interrogeait déjà sur les stratégies d'habitat en Hesbaye.

Le corpus sera ensuite complété par d'autres publications, qui ne sont pas le fait de G. Destexhe, mais d'autres archéologues ayant exploré la région. En effet, le nombre de sites publiés par Destexhe est relativement limité, nous avons donc choisi d'intégrer le plus de sites bien documentés possible (avec au moins leur position géographique connue, et une datation pas trop vague, ainsi qu'au minimum une structure archéologique documentée). Les *Chroniques de l'Archéologie wallonne* et les *Notae Praehistoricae* ont notamment été une source importante d'information ; d'autres publications ont également pu être utilisées.

Le but de cette étude sera donc de chercher à comprendre les logiques d'implantation dans le paysage considéré. Notons qu'il se peut très bien qu'il n'y ait pas de « logique » ou de structure discernable dans le peuplement de notre région. Il faudra alors essayer de savoir si notre échec à mettre ces structures en avant serait dû à la manière dont on s'y serait pris, ou simplement au fait qu'une telle structure n'existe pas. Encore une fois, nous insistons sur la nécessité d'une autocritique argumentée.



Fig. 1 : Zone d'étude, la Hesbaye liégeoise. Carte construite sur base des données du CRAN (UCL)

Chapitre 1 : Comment comprendre l'espace ?

Cette première partie revient sur les différentes méthodes d'analyse du paysage, en prenant un parti historiographique et méthodologique. Le but sera de donner un cadre global à la question qui nous occupe : « comment évaluer l'influence des facteurs environnementaux dans les choix d'implantation d'habitat en Hesbaye liégeoise, au Néolithique et les Âges des Métaux ? », mais aussi justifier l'hypothèse de base selon laquelle le choix méthodologique de considérer les facteurs environnementaux uniquement est valable.

Nous allons introduire le sujet en partant d'une vue d'ensemble de la question pour ensuite aller plus dans le détail.

Comment aborder l'espace ?

Un livre édité par Gérard Chouquer et Magali Watteaux propose une réponse à cette question sous la forme d'une épistémologie des disciplines archéogéographiques. En effet, les manières de concevoir et d'étudier l'espace sont très variées et ont connu plusieurs formes au cours du temps, en suivant les différents développements théoriques et technologiques qui jalonnent l'Histoire des sciences humaines. L'histoire, la géographie et l'archéologie en particulier ont donné naissance par leur rencontre à de nombreuses disciplines et sous-disciplines dont la base méthodologique et les aspirations théoriques varient en fonction des écoles linguistiques qui les ont vues naître. Du fait même que ces développements sont apparus dans des contextes linguistiques différents, y voir clair parmi la quantité de littérature produite demande un effort important. La volonté des auteurs est donc de mettre de l'ordre dans ces différentes traditions en les classifiant selon leur base théorique dont elles sont inspirées, avec au sein de celles-ci les différentes écoles linguistiques dans lesquelles elles furent développées, ainsi que les méthodes employées².

Quatre grandes catégories sont considérées par Chouquer et Watteaux : la première est celle des disciplines nées de la géographie et de la topographie historiques, avec un fondement morphologique. La deuxième se concentre sur les idées issues de l'histoire et l'archéologie ; la troisième de celles venant de la géographie et la dernière catégorie regroupe les théories fondées sur des disciplines naturalistes « où à bases naturalistes »³.

La morphologie et son étude représentent un jalon important dans l'évolution des conceptions : on se met à considérer les formes du village, en conjonction avec son terroir, c'est-à-dire un espace considéré sous l'angle des ressources qui y sont exploitables.⁴ L'histoire ne considèrerait alors l'espace que comme le théâtre des événements historiques, sans s'intéresser au cadre de ceux-ci.

Plus tard, alors qu'on ne parlait pas encore **d'évolution** dans les formes d'implantation, la création de la « morphogénétique » vint changer cet état de fait⁵. Effectivement, la morphologie n'étudiait que des états du paysage « figés » dans le temps, comme si chaque niveau d'occupation était le premier. La théorisation de la « génético-causalité » dans les écrits en langue allemande a introduit une conception nouvelle de l'espace, celui-ci étant considéré comme un palimpseste, le paysage portant des traces des occupations successives, d'où le terme « génético » (lié au processus de création du paysage) et de « causalité » (lié à une notion explicative). Cet apport théorique nous permet de formuler des questions relatives à l'évolution de l'occupation d'un territoire, de ne plus le

² CHOUQUER & WATTEAUX 2013, p. 26

³ CHOUQUER & WATTEAUX 2013, p. 26

⁴ CHOUQUER & WATTEAUX 2013, p. 34

⁵ CHOUQUER & WATTEAUX 2013, p. 36

considérer comme un espace « statique », mais bien évolutif. Pour résumer cette partie, retenons que les scientifiques cherchaient à comprendre les origines des sites et des formes dans une perspective historique.

Certaines initiatives visent à reconstruire les communautés selon les textes légaux, les actes de propriétés et à étudier les récurrences dans ces reconstructions, pour en comprendre le fonctionnement. D'autres s'intéressent aux systèmes agraires, ou plus généralement l'occupation des sols à travers l'histoire. Généralement, les idées reprises sous cette catégorie ont trait à l'histoire : Histoire locale, Géographie historique, etc. Par exemple, la géographie historique repose sur l'étude de la dimension historique de la géographie, ou comment l'espace fut modelé par les sociétés anciennes.

Dans la deuxième catégorie, regroupant les « intitulés » (mot utilisé par Chouquer) issus de l'archéologie et l'histoire, on retrouve des auteurs s'étant intéressés à la prospection et au peuplement du territoire, des auteurs anglo-saxons principalement. La prospection est prise ici au sens large comme toutes les démarches visant à cartographier l'information archéologique sous forme géographique⁶. Selon les mots de Chouquer et Watteaux, il s'agit de faire de la géographie historique sur base de matériel archéologique. Cette notion est importante pour comprendre la classification du livre, car des méthodes comme celle de **l'analyse spatiale** (dont un des représentants fut Clarke par exemple) ou du *Site Catchment Analysis* (défini par Vita-Finzi) sont inspirées par la géographie, mais s'appliquent ici à l'archéologie et sont à considérer sous leur aspect cartographique. Nous aurons l'occasion de décrire ces techniques de manière plus détaillée plus loin dans la discussion.

Parmi ces éléments, on retrouve aussi toutes sortes de principes à appliquer à la prospection (par exemple, la prospection pédestre). En outre, l'archéologie préventive, l'archéologie agraire et l'archéologie aérienne se retrouvent dans cette catégorie.

La troisième catégorie est celle dont la base théorique est tirée de la géographie. Dans cette catégorie, on retrouve donc des « intitulés » issus de la géographie, dont sont tirées certaines des méthodes qui seront présentées plus loin dans la discussion. Nous ne développerons pas la dernière de la liste, car elle ne nous intéresse pas tant que cela : son implication dans le domaine archéologique est moins importante.

Comme annoncé dans l'introduction, nous cherchons principalement à comprendre les liens qu'il pourrait y avoir entre choix d'implantation et variables environnementales ; par conséquent, nous développerons uniquement les concepts qui ont pour but de répondre à ce type de question. On peut par conséquent déjà écarter la première catégorie, étant donné qu'on ne cherche pas à étudier notre problème sous l'angle de la morphologie ni de l'histoire ; notre question réside plus dans le domaine de l'organisation et du peuplement du territoire. C'est donc dans les deuxième et troisième catégories que se situent les idées qui nous intéressent le plus. Dans les paragraphes qui suivent, nous les développerons plus précisément, mais sans suivre les grandes catégories détaillées par Chouquer et Watteaux. En effet, celles-ci sont parfois peu claires et séparent parfois des méthodes aux objectifs similaires sur des bases très théoriques (il faut reconnaître que dans quelques cas, les différences qu'elles sont censées mettre en évidence sont des différences dans la nomenclature des concepts utilisés). Cette monographie a cependant le mérite de retracer l'ensemble de la généalogie des disciplines issues de la rencontre entre méthodes et problématiques archéologiques et géographiques. Celles-ci couvrent des domaines très larges, comme nous avons pu le voir.

⁶ CHOUQUER & WATTEAUX 2013, p. 75

Nous avons plutôt choisi un point de vue chronologique dans la présentation des théories issues de ces deux grandes familles d'« intitulés » ; cela nous permettra de saisir quels furent les apports progressifs à la recherche et comment certaines idées innovantes favorisèrent le développement d'autres théories spatiales.

Des questions de recherche, une histoire de la recherche et « l'analyse à l'instinct »

À la base de notre travail se trouvait la volonté d'étudier des cartes interprétatives afin de construire un discours à une échelle plus large que celle du site seul, c'est-à-dire sur toute une région. En effet, initialement, ce projet de mémoire est né de notre volonté de comprendre les rapports entre archéologie et géographie, à travers l'analyse de l'usage des cartes, et les informations que les archéologues peuvent en tirer. Cette idée n'est pas nouvelle, et est déjà venue aux chercheurs qui nous ont précédés, tant la rencontre entre données géographiques et questions archéologiques a ouvert la voie à un grand nombre d'études, de questions, d'innovations méthodologiques et de débats théoriques.

Ce paragraphe revient sur l'histoire et l'évolution des idées nées de cette rencontre, afin de donner un cadre historique à notre façon de procéder. Pour nous faire une idée de la portée de ces différents travaux interdisciplinaires, nous y évoquerons également le type de questions de recherche qui ont pu être abordées en **archéogéographie** (et plus précisément autour des questions de peuplement du territoire) lors des dernières années. Une synthèse fort complète de David L. Clarke écrite en 1977 a fait l'objet d'une traduction commentée par Favory en 2016, et sera le pilier principal de ce retour dans le temps. Les commentaires trouvés dans le *Manuel d'Archéologie* de François Djindjian (2011) nous seront également précieux pour comprendre les différentes nuances dans ces mouvements intellectuels. Finalement, nous développerons le sujet des dernières théories en date, qui font encore débat aujourd'hui.

Les cartes de distribution

Clarke fait remonter les racines de la discipline archéogéographique à 1880-1900, période de développement de l'anthropogéographie dans les milieux austro-allemands. Leur cartographie des artefacts et attributs spatiaux avait pour but de distinguer et définir des complexes culturels⁷, et avaient mené certains à rechercher des corrélations entre des modes de peuplement préhistoriques et certaines variables environnementales. Ce premier élément est une des prémices de la naissance de l'analyse spatiale, que nous détaillerons plus tard. Ainsi donc, comparer des cartes de répartition archéologiques devint une « procédure standard »⁸ pour les successeurs de ces chercheurs austro-allemands. Parallèlement, les géographes proposaient diverses idées qui seront par la suite reprises par les archéologues : retenons Von Thünen et Christaller notamment, que nous évoquerons plus tard⁹.

Cependant, le principe sur lequel fut fondée cette habitude reste fortement marqué par du déterminisme : l'idée que seuls la topographie et l'environnement conditionnent le choix des emplacements d'établissement humain n'est de nos jours plus défendable. Comme nous le verrons, une série de facteurs sociétaux sont également à prendre en compte si l'on veut comprendre l'espace

⁷ Autrefois, il était courant que les archéologues définissent les territoires de populations anciennes selon la répartition des artefacts qu'on attribuait à leur culture, et ce sans vraiment critiquer la méthode ni la théorie. (voir DJINDJIAN 2011, p. 487). En fait, il faudrait que la société étudiée soit totalement ou quasi autarcique et que les marqueurs culturels utilisés soient des productions exclusives, ce qui n'est pas le cas de nombreux exemples. (DJINDJIAN 2011, p. 493)

⁸ CLARKE 1977 dans FAVORY et al 2016, p.51

⁹ DJINDJIAN 2011, p. 488

pertinemment. Ces facteurs manquaient dans les premières formes des analyses des archéologues même si certains montraient déjà la volonté de donner une dimension plus anthropologique à la recherche. Par exemple, les recherches de Steward furent un pas dans la bonne direction : il s'intéressait à « l'adaptation de structures sociales et des peuplements dans un contexte environnemental donné »¹⁰, ce qui influença durablement l'anthropologie et l'archéologie américaine. Notons toutefois que les questions topographiques restaient secondaires dans ce type d'étude.

« L'analyse par estimation » et la New Archaeology

Jusqu'alors, on pratiquait « l'analyse à l'instinct » ou « par estimation » sur des cartes de distribution pour en tirer des conclusions¹¹, c'est-à-dire qu'on n'utilisait pas de méthode particulière pour interpréter ces documents, et par conséquent les résultats étaient basés sur des « intuitions » qui ont très bien pu se révéler vraies, mais méthodologiquement instables. Ces suppositions sont des « actes de foi », ou *leap of faith* selon le propre terme de Hodder (dans *Archaeology in 1984*). Le problème est donc de réussir à systématiser les interprétations, à pouvoir les justifier de manière vérifiable.

C'est là que les idées de la New Archaeology entrent en jeu. Cette école de pensée, née dans les années 70-80, est connue pour avoir donné un coup de fouet à la discussion théorique en archéologie, animé de nombreux débats et favorisé l'apparition de courants de pensée novateurs. Dans le domaine de l'archéogéographie, l'apport le plus intéressant fut d'abord l'emprunt puis l'adaptation de techniques d'analyse quantitative en géographie de la New Geography (aussi un courant de pensée théorique) des années 50-60.¹² Les travaux de Haggett sont les plus cités pour parler des bases dont se sont inspirés les archéologues : son ouvrage « *Locational Analysis in Human Geography* » (1965) est notamment une des sources d'inspiration de Clarke qui fut un des principaux tenants du mouvement.¹³ Nous décrivons ci-dessous certaines de ces techniques, pour des raisons épistémologiques et scientifiques : mieux saisir les limitations de ces techniques nous donnera une meilleure compréhension des faiblesses d'un raisonnement.

L'ouvrage fondateur pour l'archéologie est « *Spatial Analysis in Archaeology* » publié en 1976 par Ian Hodder et Clive Orton, un recueil reprenant des techniques élaborées initialement par A. D. Cliff et J. K. Ord.¹⁴ La plupart d'entre elles relèvent de la statistique quantitative¹⁵, utilisée dans un espace défini par un système de variables continues, à partir desquelles sont produites des statistiques à but comparatif ou analytique. Elles sont utilisées avec des « modèles », des cadres interprétatifs étudiés pour faire ressortir telle ou telle relation spatiale entre des points considérés. La recherche interprétative de ces relations spatiales est appelée « **analyse spatiale** ». En d'autres termes, on cherche « les conséquences spatiales des schémas d'activité élaborés par les hommes anciens »¹⁶ dans un cadre environnemental donné. Par conséquent, l'analyse spatiale concerne toutes les échelles et toutes les activités humaines. Pour les relations intersites, on préférera le terme « analyse spatiale régionale », selon les définitions données par Clarke¹⁷.

¹⁰ CLARKE 1977 dans FAVORY et al 2016, p. 52

¹¹ CLARKE 1977 dans FAVORY et al 2016, p. 53-54

¹² CONOLLY & LAKE 2006, p. 149

¹³ DJINDJIAN 2011, p. 487

¹⁴ RODIER 2011, p. 136

¹⁵ WHEATLEY & GILLINGS 2002, p. 125

¹⁶ CLARKE 1977 dans FAVORY et al 2016, p. 55

¹⁷ DJINDJIAN 2011, p. 488

Dans l'ouvrage de X. Rodier, on retrouve la définition suivante pour l'analyse spatiale : « Ensemble des méthodes mathématiques et statistiques visant à préciser la nature, qualité et quantité attachées aux lieux et aux relations qu'ils entretiennent avec les ensembles constituant l'espace, en étudiant simultanément attributs et localisations [...] ». ¹⁸

Retenons deux choses supplémentaires au sujet de l'analyse spatiale : premièrement, le terme « analyse spatiale » désigne avant tout les techniques décrites par les archéologues de la *New Archaeology*, et dans les commentaires plus récents on sent une certaine réticence à utiliser cette appellation. Celles-ci sont de nos jours considérées, soit comme dépassées (car moins adaptées aux questions archéologiques actuelles) soit, comme erronées. Déjà à l'époque de leur popularisation par Hodder, Orton ou Clarke, ces méthodes étaient en retard par rapport aux théories géographiques de leur époque. D'abord plutôt basiques et effectuées manuellement, l'archéologie connut néanmoins une évolution des techniques, avec notamment l'apport des ordinateurs qui augmenta grandement les possibilités de calcul, ou encore les approches modélisatrices qui permirent de donner une dimension explicative des systèmes à l'analyse spatiale, avec notamment l'intégration d'un cadre stochastique (qui a trait à l'aléatoire) aux analyses ¹⁹. Notons que l'esprit guidant ces techniques était toujours celui de la *New Archaeology*.

Avec le temps et la diversification des techniques, il devint clair que l'analyse spatiale était un mouvement qui manquait d'une direction claire, tant les applications possibles étaient variées. En effet, on reprocha (et on reproche toujours) à l'analyse spatiale son caractère hétéroclite, appliquant des méthodes issues de la géographie à des contextes archéologiques très variés ²⁰ et partageant seulement l'usage d'information géographique. Cet élément est souvent invoqué par les auteurs qui refusent d'utiliser le terme « d'analyse spatiale », outre le fait qu'il évoque les années 70-80.

Plusieurs tentatives de classification furent proposées, parmi lesquelles on trouve celle donnée dans l'ouvrage posthume de Clarke en 1977, séparant les approches spatiales selon l'échelle étudiée : celle de l'habitat ou microéchelle, l'échelle d'une ville ou urbaine, et l'échelle intersite. Citons également la classification d'Hodder (en 1978) qui divisa les techniques selon les problématiques abordées : les modèles de peuplement, les échanges et diffusion d'artefacts, les modèles économiques ... ²¹ Malgré ces efforts, l'analyse spatiale était devenue un concept trop vague et le mouvement s'essouffla. En outre, les techniques demandaient des données en quantité et qualité, et furent considérées comme difficiles à mettre en œuvre.

Quelques exemples de méthodes

La naissance de l'analyse spatiale fut donc l'occasion pour les chercheurs de s'intéresser aux théories géographiques, et de s'en inspirer pour leurs travaux. Le temps des approximations était fini, il fallait discuter d'un cadre théorique scientifiquement construit pour parvenir à des résultats indiscutables. Cet attrait de la rigueur scientifique, basée sur des chiffres, des procédures systématisées, des démarches précises et détaillées fit le succès des idées de la *New Archaeology* chez ceux qui s'intéressaient au paysage. Comme nous l'avons évoqué un peu avant, les méthodes réadaptées issues de ce mouvement sont maintenant dépassées, et celles qui sont utilisées de nos jours sont rarement associées à l'analyse spatiale. La *New Archaeology* elle-même a fait l'objet de nombreuses critiques, et de nos jours son adoption ne fait plus l'unanimité : elle est globalement

¹⁸ RODIER 2011, p. 127

¹⁹ DJINDJIAN 2011, p. 486-87

²⁰ DJINDJIAN 2011, p. 485

²¹ DJINDJIAN 2011, p. 488

considérée comme dépassée²². Nous avons cependant les outils en mains pour émettre un avis critique sur l'ancienne analyse spatiale et ses « descendants » actuels : de nombreux articles ont été écrits pour critiquer l'analyse spatiale. Il est intéressant de détailler ces méthodes, dans le but de donner un contexte historique et intellectuel à notre étude. Nous discuterons donc des tendances principales, les directions suivies par les archéologues dans leurs tentatives de comprendre et d'interpréter le paysage. Pour donner une lecture claire et structurée de celles-ci, nous avons choisi de reprendre les structures proposées par Djindjian et Clarke et de les combiner. Djindjian distingue deux grandes catégories sur des bases méthodologiques, quand Clarke construit sa catégorisation sur les différents théories et thèmes développés par les archéologues.

La première catégorie méthodologique du **peuplement du territoire** de Djindjian est celle où les localisations du peuplement sont considérées et étudiées comme étant des éléments **statiques**, ou figés dans le paysage. On analyse donc des sites « présumés contemporains » et l'image figée qu'on en a est considérée comme représentative du mode de peuplement du territoire (il s'agit donc d'une hypothèse de départ qui permet la mise en place de procédures analytiques).²³ La seconde catégorie est l'inverse : on considère le principe **évolutif** comme central dans l'analyse, et on cherchera à comprendre cette évolution au travers d'analyses dynamiques des données spatiales.²⁴ Clarke quant à lui fait référence à quatre écoles théoriques, à savoir : la théorie de la Physique sociale, la théorie Spatiale Économique, la théorie Spatiale Anthropologique et la théorie de la Mécanique Statistique. Nous avons pris le parti de considérer que les quatre théories de Clarke peuvent être regroupées sous la première catégorie de Djindjian, étant donné que ce sont des approches « statiques » de la question, et nous avons par conséquent structuré notre discours en fonction de ce parti pris. Ces quatre théories seront donc développées à la suite de la première catégorie de Djindjian : l'analyse « statique » du peuplement du territoire.

L'analyse « statique » du peuplement du territoire (première catégorie de Djindjian)

La première application d'une approche statique du peuplement relevée par Djindjian est l'étude de l'expansion spatiale des cultures matérielles. C'est une version raisonnée de l'histoire culturelle : elle ne peut s'appliquer que dans le cadre d'une société quasi autarcique ou si les objets diagnostics sont connus comme étant produits très localement, et ce exclusivement. Son champ d'application est donc très restreint.²⁵

L'étude des territoires culturels est une extension directe de ces questions, et certains firent l'usage des polygones de Thiessen pour reconstruire les territoires hypothétiques qui étaient contrôlés par différentes villes anciennes replacées sur une carte archéologique. On retrouve notamment cette approche chez Hodder et Orton (1976) qui l'utilisèrent pour étudier les enceintes fortifiées en Angleterre²⁶. Les polygones de Thiessen ont cependant tendance à fortement distordre la réalité, et il faut très bien connaître la population de la région concernée si l'on veut un modèle pertinent. De nos jours on reconnaît cette technique comme inefficace pour établir les frontières de peuples anciens. Prenons l'exemple de Renfrew & Level (1979), qui proposèrent une utilisation à ces polygones : en ajoutant un « calcul d'influence », ils espéraient quantifier les interactions entre deux entités, une idée

²² Principalement par les archéologues initiés aux idées de l'école anglo-saxonne. Ces questions sont encore parfois reprises par certains, mais émettre un avis n'est pas notre propos ici. Pour ce qui est des critiques, le plus notable est le mouvement post-processualiste, qui dénonçait la confiance excessive mise dans le caractère scientifique des études de la New Archaeology.

²³ DJINDJIAN 2011, p. 492

²⁴ DJINDJIAN 2011, p. 501

²⁵ DJINDJIAN 2011, p. 493

²⁶ DJINDJIAN 2011, p. 495

reprise plus tard par Alden (1979) entre deux centres d'influence, un peu à la manière du *Gravity Model* (qui sera développé dans la section suivante), mais ses tentatives s'avérèrent peu concluantes.²⁷

Dans la partie suivante, nous allons développer ce dernier modèle et tenter de donner un aperçu de ce qu'il permet et quelles critiques furent adressées à son égard.

Le modèle gravitaire et la Physique sociale

Plusieurs modèles se retrouvent dans cette école théorique (la Physique sociale, selon la division de Clarke) et le premier que nous allons exposer est le modèle gravitaire (ou *Gravity Model*) décrit par Hodder et Orton dans leur ouvrage de 1976. Il est bâti sur une analogie avec les lois de la physique de Newton (d'où son nom)²⁸ : l'idée est de modéliser l'intensité des interactions intersites selon la distance entre deux sites et leur poids démographique respectif. L'intensité des contacts est inversement proportionnelle à la distance et directement proportionnelle au poids démographique²⁹, et cette relation peut être définie comme l'équation suivante :

$$I = \frac{P_1 \times P_2}{R}$$

Avec l'intensité I , P_1 et P_2 les poids démographiques des deux sites et R la distance les séparant.

En fait, ce modèle n'est basé sur aucun fondement théorique archéologique, mais uniquement sur des observations empiriques.³⁰ De plus, il n'a que très rarement été appliqué tel quel, car non seulement il est lacunaire du point de vue de la justification théorique, mais certaines variables utilisées sont difficiles à établir (c'est par exemple plus le cas de la démographie, la distance posant en général moins de problèmes). Il fait partie de ce que Clarke a défini comme la « Théorie de la Physique sociale », une école datant du 19^e siècle. L'école tire son nom de l'idée que la somme des actions d'un groupe humain puisse être prévisible et présente des régularités exploitables, bien que les actions individuelles soient quant à elles imprévisibles. L'image invoquée par ce nom est celle des lois de la Physique, par exemple celles des dynamiques des gaz.³¹

Le principe du modèle gravitaire fut repris par la suite par Michael Jochim, mais qui changea les variables utilisées : l'idée était d'observer l'intensité d'interaction entre une population et une ressource particulière ayant une place importante dans la diète de cette population.³² Les variables considérées sont la démographie, la distance entre le site d'exploitation des ressources, la densité en ressource d'un site, l'extension géographique de la dispersion d'une ressource et la valeur en ressource de la zone. L'introduction de ces nouvelles variables permet une compréhension assez fine du type d'économie pratiqué, même si une série de ces paramètres est estimée selon ce qui est considéré par l'auteur comme nécessaire et suffisant pour ces populations. Suivant cette approche, le chercheur calcule les valeurs des variables en essayant de répondre à un impératif de nécessité et un impératif d'économie d'énergie, même si ces impératifs sont à manipuler avec prudence : la maximisation économique n'est pas automatique chez les populations anciennes non marchandes³³, et un système économique « suboptimal » n'est pas la marque du refus d'optimisation ; en effet, les économies naissantes ne parviennent pas à maturité dès leur apparition.

²⁷ DJINDJIAN 2011, p. 496

²⁸ JOHNSON 1977 dans FAVORY et al 2016, p. 66

²⁹ BUTZER 1982, p. 215

³⁰ JOHNSON 1977 dans FAVORY et al 2016, p.67

³¹ CLARKE 1977 dans FAVORY et al 2016, p. 60

³² BUTZER 1982, p. 215

³³ JOHNSON 1977 dans FAVORY et al 2016, p.66

Subséquentement, les choix méthodologiques de Jochim lui permirent de tirer une série de conclusions intéressantes quant à la gestion des ressources des populations préhistoriques : quand celles-ci se sédentarisent, leurs établissements se rapprochent des ressources les moins mobiles, de zones où les densités de ressources sont faibles, mais sont distribuées (par opposition avec des zones où les ressources se concentrent en des points précis ou *clusters*)³⁴. Ce comportement fut interprété comme une stratégie visant à éviter l'épuisement d'un site unique de ressource, en prélevant plutôt sur plusieurs petits sites se régénérant plus vite. Pour ce qui est des ressources plus mobiles, on apprend que les populations en dépendant devaient se déplacer sur un territoire beaucoup plus étendu que ceux qui s'établissaient à proximité de ressources moins mobiles. Par exemple, des études ont permis d'estimer que certaines populations nomades préhistoriques pouvaient évoluer sur des territoires dont la superficie allait de 9500 à 95 000 km² si leur économie les obligeait à transiter entre des zones à densité de ressources élevées, mais spatialement éloignées.³⁵ Ces éléments furent le terreau de l'idée au centre des études suivantes : l'emplacement des établissements sédentaires est choisi dans le but de minimiser les coûts de déplacements.³⁶

Cette étude eut également le mérite de montrer l'importance de bien connaître le niveau technologique du groupe humain considéré, d'en explorer les habitudes alimentaires et les stratégies économiques. Bien entendu, ces hypothèses ne sont valables que dans un contexte économique particulier, celui des chasseurs-cueilleurs, et ne tiennent pas compte de facteurs propres aux sociétés marchandes connaissant un certain niveau de développement et d'urbanisation. En effet, les agglomérations faisant partie d'un réseau d'échange large impactent les flux de ressources de manière plus significative, et certains établissements ont le pouvoir d'attirer à eux des ressources venant de très loin. En dernier lieu, si nous devons formuler une dernière critique, nous soulignerions que ces modèles économiques ne tiennent pas compte des obstacles du paysage et de la réalité du terrain.

La Théorie Spatiale économique

Pour rester sur le sujet d'analyses d'économies et de la contrainte de la réalité topographique, nous allons ensuite décrire deux modèles, encore une fois imparfaits sous la forme que nous discuterons, mais qui proposent des idées intéressantes. Ils sont tous les deux conçus pour des modèles économiques agricoles, et peuvent donc nous aider à mieux comprendre comment aborder ce type d'établissement. Ce sont dans les deux cas des modèles produits par des géographes dans un premier temps, mais qui favorisèrent la naissance d'un troisième modèle, construit pour des questions archéologiques cette fois. Cet ensemble théorique constitue ce que Clarke appelle la « Théorie Spatiale Économique »³⁷, une des plus courantes à l'échelle intersite. Le principe fondateur de cette école est la « rationalité économique », visant à minimiser les coûts en maximisant les profits.

Dans un premier temps, nous allons voir le modèle de Von Thünen (mais surtout le champ de recherche qu'il a ouvert), théorisé en 1826. Von Thünen est un économiste allemand qui réfléchissait à la productivité de villes théoriques. Les prémisses le rendent lui aussi difficilement applicable : il faut que le site étudié soit isolé de tout réseau d'échange, et qu'il n'y ait aucun apport/retrait extérieur de ressource, et ce dans un paysage continu. On présuppose aussi une volonté d'optimisation, une rationalité économique qui ne va pas de soi, comme nous l'avons vu plus tôt. Il a cependant lui aussi le mérite de proposer une schématisation de la manière dont s'organiserait l'espace sous des conditions précises. Selon ce modèle, les différents types d'exploitation se répartissent en cercles

³⁴ BUTZER 1982, p. 216

³⁵ JOHNSON 1977 dans FAVORY et al 2016, p. 71

³⁶ JOHNSON 1977 dans FAVORY et al 2016, p. 72

³⁷ CLARKE 1977 dans FAVORY et al 2016, p. 60

concentriques autour du site considéré, en fonction du besoin et de l'effort à investir. On retrouve au plus près du site les cultures non destinées à la subsistance, l'industrie laitière ; ensuite, les activités liées au travail du bois : bois de chauffage, charbon de bois et charpentes ; les pâtures, les cultures et les jachères, et les cultures extensives en bordure de territoire.³⁸ Bien qu'inutile dans notre cas, ce modèle est une base importante pour les travaux suivants.

Le second jalon dans la genèse des théories économiques en archéologie fut la « Central Places Theory » (ou CPT) de Christaller, un géographe (publiée en 1931). Il s'agit d'un système de hiérarchisation à large échelle des sites d'implantation, se basant sur l'envergure économique prise par tel ou tel établissement. Concrètement, on mesure la quantité de biens, ressources et services qu'un site peut produire (pôle économique), sa place dans les réseaux de communication (pôle du trafic) et son importance administrative (pôle politique). Selon ce modèle, les sites en haut de la hiérarchie tendent à se trouver au centre d'un réseau de sites prenant la forme approximative d'un maillage hexagonal.³⁹ En effet, un centre de production sera idéalement placé à équidistance entre trois places centrales, pour faciliter la distribution des ressources ; l'activité commerciale et le trafic auront tendance à générer des routes croisées radiales ; et finalement, le pouvoir administratif s'exercera quant à lui dans un territoire autour de la place centrale (en général). En combinant ces différents impératifs, on obtient ce schéma hexagonal typique du modèle de Christaller.

Bien que cette idée puisse paraître utile et riche du point de vue interprétatif, elle est basée sur une série de suppositions et d'acceptions théoriques qui ne correspondent pas à notre cadre de travail. En premier, le fait qu'elle est construite sur base d'observations faites sur des communautés agricoles connaissant un certain niveau d'urbanisme, ce qui n'est manifestement pas le cas pendant la Préhistoire ancienne, voire même pendant la Protohistoire. En outre, les archéologues qui ont essayé de travailler avec ce modèle ont relevé une série d'obstacles : le caractère lacunaire de la recherche pour certaines régions, l'incertitude dans les datations et donc la concomitance de sites, et l'inexistence globale de connaissances relatives à l'évolution des sites (penser un système où les sites en haut de la hiérarchie le restent du début à la fin est un doux rêve).⁴⁰ Pire encore : du point de vue topographique, notre région d'étude ne correspond pas aux conditions dans lesquelles le modèle a été créé : il s'agit d'une plaine plate et sans fractures spatiales⁴¹ (en effet, on peut facilement imaginer qu'un obstacle naturel perturbe l'agencement des axes de communication, ou que la répartition des zones d'exploitation et de production ne soit pas aussi régulière que le modèle le présume).

Finalement, notons qu'une bonne connaissance de la démographie est nécessaire ; or, on n'a pas toujours accès à ces données, souvent incomplètes ou peu fiables⁴². Il ressort de cette exposition que la « Central Places Theory » n'est adaptée qu'aux questions archéologiques aux paramètres bien précis, et encore, son utilité est discutable. Beaucoup en ont conclu que ce modèle est simplement erroné et ne peut s'appliquer en aucun cas concret.

On peut également interroger la légitimité de vouloir établir **des hiérarchies**. Du point de vue politique, cela implique qu'on suppose l'existence de telles relations, supposition dangereuse quand on travaille sur une période pour laquelle nous n'avons pas de trace écrite. Du point de vue économique, il nous faudrait définir exactement quelles relations entrent en ligne de compte dans la définition de « hiérarchie économique ». De plus, le modèle est fondamentalement basé sur le principe

³⁸ BUTZER 1982, p. 217

³⁹ BUTZER 1982, p. 219

⁴⁰ BUTZER 1982, p. 219

⁴¹ BUTZER 1982, p. 221

⁴² BUTZER 1982, p. 219

de « rationalité économique », c'est-à-dire une loi du plus simple et plus profitable. L'Histoire de l'archéologie a montré que cette « rationalité » n'est pas si évidente, surtout chez les populations primitives (Jochim démontre bien que la rationalité et l'optimisation économiques ne sont pas automatiques chez les populations en développement).

À défaut d'un outil explicatif, la hiérarchisation des habitats peut être un outil descriptif dont l'utilisation peut s'avérer pratique dans certains cas. En effet, en 1981 Johnson publie une étude dans laquelle il montre que les hiérarchies de tailles des sites dans un système de peuplement tendent vers un équilibre linéaire, et ce sur base de sources protohistoriques et historiques. En effet, il produit un graphique des tailles de sites, obtenant une distribution de type linéaire. Cela suit le modèle rang/taille formulé par Zipf en 1949 qui décrit la hiérarchisation selon une organisation linéaire de villes (par exemple) par tailles et population.⁴³

Dans son livre, Butzer préconise de transférer l'emphase théorique non plus sur le concept de « hiérarchie », mais sur celui de zone ou d'aire d'exploitation de ressource, de liens avec le réseau de communication et dans une moindre mesure le pouvoir politique. En effet, le problème de la CPT est qu'on cherche à faire rentrer de force les données dans un carcan structurel trop complexe de base. En effet, il nous semble plus juste de partir des données pour interpréter un paysage, et tenter de discerner des structures plus basiques, plus réduites. On peut aussi envisager, par exemple, d'étudier la manière dont les zones-ressources de deux sites interagissent entre elles, se superposent ou empiètent l'une sur l'autre.

Le modèle du « Site Catchment Analysis »

C'est sur cette base que des approches comme le « Site Catchment Analysis » (ou SCA), « l'analyse des ressources locales », ont été construites. Ainsi, on reprend l'idée de la rationalité économique pour l'appliquer à des questions archéologiques : l'objectif est d'évaluer le potentiel économique d'une région autour d'un site, à partir des ressources naturelles jugées « exploitables ». Pour en décider, on se base sur les coûts de déplacement : plus une ressource est éloignée, moins elle sera exploitée.⁴⁴

Le modèle proposé par C. Vita-Finzi et Higgs en 1970 se base sur la journée de travail, référent servant à calibrer les temps de parcours. Grâce à des données ethnographiques, historiques et empiriques (terrain)⁴⁵, les seuils ont pu être fixés à 2 h de marche pour les économies de chasse/cueillette et 1 h pour les économies agropastorales, correspondant à une aire de 10 et 5 km de rayon respectivement autour du site étudié⁴⁶. En quantifiant l'importance de terres arables dans ce rayon, le modèle nous donne des clefs interprétatives quant au type d'économie pratiqué sur un site en particulier. Certains se servent de ces données pour ensuite faire des estimations démographiques ou encore interroger le caractère saisonnier ou permanent d'un établissement. En outre, on peut ajuster le périmètre du « *catchment* » pour que la zone qu'il délimite soit plus proche des réalités du terrain, en prenant en compte la végétation et les accidents topographiques qui pourraient ralentir le parcours.⁴⁷ Il a également pu être appliqué à d'autres questions que celle de l'alimentation, par exemple l'approvisionnement en argile pour la céramique, etc.⁴⁸

⁴³ DJINDJIAN 2011, p. 498

⁴⁴ RODIER 2011, p. 146

⁴⁵ RENFREW & BAHN 2004, p. 172

⁴⁶ RODIER 2011, p. 146

⁴⁷ BUTZER 1982, p. 218

⁴⁸ RENFREW & BAHN 2004, p. 173

Malgré son attrait et son utilité apparente, le SCA reste imparfait sous plusieurs aspects. Premièrement, le caractère anachronique de données qui ont pu être utilisées par ses créateurs : en effet, les catégories d'affectation des sols modernes (terrain irrigué, labouré, etc.) ne semblent pas appropriées pour comprendre des contextes de chasse et cueillette, à bien y réfléchir. De plus, il semble improbable que les biotopes anciens n'aient pas changé d'un iota et soient demeurés les mêmes jusqu'à nos jours.⁴⁹ Renfrew questionne lui aussi notre connaissance des environnements anciens, et en particulier la nature de la population animale de ceux-ci. Le comportement et l'habitat d'une espèce ont-ils changé depuis cette période ?⁵⁰

Deuxièmement, on peut relever le fait que le modèle suppose le site isolé et équipé d'un seul moyen de transport, alors que c'est loin d'être souvent le cas dans la réalité.⁵¹ Les ressources ne sont d'ailleurs pas la seule raison de se déplacer : commerce, guerre, contrôle des réseaux de communication, etc.⁵²

Le dernier point important à relever est l'idée du facteur temps. On peut en effet imaginer une série de stratégies, comme des refuges intermédiaires, d'établissements satellites destinés à stocker ou prétransformer certaines ressources (comme en Mésopotamie par exemple, où les 10 km de Vita-Finzi et Higgs ont été largement dépassés).⁵³ En outre, le SCA est basé sur l'idée que l'usage d'un paysage est concentré sur le centre du *catchment*, et que le rythme est journalier, c'est-à-dire que les producteurs rentrent chez eux à la nuit tombée. Cette supposition est plutôt prudente pour les économies agropastorales, et en cela rejoint la Central Place Theory, car les ressources sont immobiles, mais cette supposition ne peut correspondre totalement à une économie basée sur la chasse et la cueillette. Ces remarques ont aidé Derek Sturdy à démontrer que les choix d'implantation sont bien guidés par le type d'économie pratiqué : contrairement aux agriculteurs, les chasseurs préfèrent les bords de prés étendus, ceinturés par des éléments de relief accidentés. Préférer cet emplacement a pour but d'assurer un bon point de vue sur la vallée et donc un meilleur contrôle des mouvements de populations animales.⁵⁴

Les deux dernières théories spatiales de Clarke : la Théorie Spatiale anthropologique et la Théorie de la Mécanique Statistique

Nous avons évoqué deux des grandes « écoles théoriques » de la *Spatial Analysis*, à savoir celle de la Physique sociale et celle de la Théorie Spatiale Économique, sans nous attarder sur les deux autres que distingue Clarke dans son article. Cette omission est purement fondée sur une question de pertinence : la première est la Théorie Spatiale anthropologique, la plus ancienne, dont nous avons touché quelques mots en début de paragraphe. La thèse principale de cette théorie est que les structures sociales ont un impact sur la manière dont un espace est structuré, et par conséquent ces relations sociales sont perceptibles dans le tissu spatial. Naturellement, ce n'est pas à prendre au premier degré dans tous les cas, mais l'angle d'approche est intéressant à plusieurs titres, notamment en relativisant le rôle de l'environnement comme seul facteur déterminant la morphologie des structures spatiales. Néanmoins, son utilité s'est surtout exprimée à microéchelle, dans les contextes où on cherche à interpréter des semis d'artefacts au sein d'un site.⁵⁵ La seconde théorie, que nous n'avons pas évoquée encore, est appelée « Théorie de la Mécanique Statistique », qui confère un cadre

⁴⁹ BUTZER 1982, p. 218

⁵⁰ RENFREW & BAHN 2004, p. 173

⁵¹ BUTZER 1982, p. 218

⁵² RENFREW & BAHN 2004, p. 172

⁵³ RENFREW & BAHN 2004, p. 172

⁵⁴ RENFREW & BAHN 2004, p. 173

⁵⁵ CLARKE 1977 in FAVORY et al, p. 60

mathématique théorique plus justifié que celui de la Physique Sociale aux études y puisant leur méthode. Cette théorie ne vient pas remplacer les autres, mais est à voir comme un apport donnant des outils statistiques permettant de tester la plausibilité d'une interprétation, en suivant des analyses de vraisemblances statistiques.⁵⁶ Clarke appelle à voir ces différentes théories comme étant connexes, et pouvant se compléter. C'est cette position que nous avons choisi d'adopter, en combinant diverses idées pour créer une étude la plus adaptée à notre question.

L'analyse spatiale dynamique (deuxième catégorie de Djindjian)

Nous clôturons cette partie descriptive avec quelques mots sur la deuxième catégorie définie par Djindjian, l'analyse spatiale « dynamique ».

En voici le fondement : en multipliant les représentations du peuplement d'un territoire au fil du temps, on peut avoir une idée de l'évolution de celui-ci. Cependant, comme le souligne Djindjian⁵⁷, les méthodes précédemment présentées ne donnent pas d'idée sur le fonctionnement des mécanismes évolutifs. En vérité, réaliser de telles études demande des données de très bonne qualité ce qui explique que les études dynamiques soient moins fréquentes.

Les thèmes abordés par les analyses dynamiques sont par exemple des questions de diffusions de populations ou de migrations, où elles servent à modéliser les « ondes de diffusion » d'une migration.

Plus simplement, certains géographes ont eu l'idée de créer des indices caractérisant tel ou tel aspect pour pouvoir les étudier sous un angle statistique. Par exemple, il a été question de calculer les degrés de hiérarchisation, ou de stabilité de densité d'habitat, etc. (tout dépend du type de donnée analysée) afin de pouvoir démontrer leur évolution au fil du temps.

Cette idée, intéressante en théorie, souffre du même problème que les autres : la qualité des données, rarement considérée comme optimale.⁵⁸

Les théories récentes et le Predictive Modelling

Les décennies 1980 – 1990 voient se cristalliser un nouvel ensemble de théories, héritières des idées de la *New Archaeology*, des développements en géoarchéologie et la démocratisation des techniques de gestion des ressources géographiques par ordinateur (dont les Systèmes d'Information Géographique ou SIG). Il semble que la conceptualisation de la *Site Catchment Analysis* ait favorisé l'intérêt des chercheurs pour les questions spatiales et les rapports entre lieux d'implantation et données environnementales⁵⁹. Van Leuzen distingue deux principaux « foyers » intellectuels à la base de ces nouveautés, à savoir la géographie économique, pratiquée par des chercheurs américains, et l'école diffusionniste britannique⁶⁰. Plus généralement, on peut considérer l'école néerlandaise comme une de celles qui ont poussé la recherche le plus loin, sous l'influence de chercheurs comme Philip Verhagen, Martijn van Leuzen, Hans Kamermans et leur collègue américain Kenneth Kvamme.

Les SIG sont quant à eux à la base d'une vague d'enthousiasme et de foisonnement d'articles traitant d'études où les nouvelles techniques sont utilisées pour étudier des questions spatiales,

⁵⁶ CLARKE 1977 in FAVORY et al, p. 60

⁵⁷ DJINDJIAN 2011, p. 501

⁵⁸ DJINDJIAN 2011, p. 501

⁵⁹ VERHAGEN 2017, p. 13

⁶⁰ VAN LEUZEN 2002, p. 1

souvent dans deux domaines précis : le domaine académique et le domaine de la gestion du patrimoine archéologique⁶¹. Plus spécifiquement, ce sont les **modèles prédictifs** qui retiennent l'attention des chercheurs, du fait de l'intérêt particulier de leurs résultats.

La notion de « modèle »

Il est temps de préciser un peu mieux cette notion, car bien qu'elle puisse sembler évidente, il est nécessaire pour la suite de la discussion de développer ce concept afin de cibler les éléments requis à la bonne conduite de cette étude.

Si l'on suit la définition donnée par Rodier (*Information Spatiale et Archéologie*, 2011), un modèle est une **simplification** de la réalité, afin de l'étudier et la manipuler facilement. La réalité étant un ensemble complexe de divers phénomènes, ce résumé est requis, car notre question de recherche ne porte pas sur tous ces phénomènes. Ainsi, sur base d'une question de recherche, on établit des hypothèses qui seront les piliers du modèle ; on vise à démontrer quelque événement, à arriver à cette phase interprétative. Grâce à cela, le modèle donnera sens à une réalité qu'on constate.⁶² Il peut prendre la forme de description littéraire, de fonction mathématique, de graphique ...

Cette notion de simplification est centrale, car elle se situe au cœur d'un débat théorique faisant écho à celui qui a opposé les tenants de l'école processualistes (soit la *New Archaeology*) et les post-processualistes, c'est-à-dire ceux qui s'étaient posés en critiques du premier mouvement. Le débat dont nous parlons ici⁶³ est celui qui confrontait une vision représentationnelle du passé à une vision non représentationnelle. Le premier parti suppose que nous ne pouvons comprendre la réalité du passé que par simplification, une simplification imparfaite qui fait l'objet d'une constante amélioration : les chercheurs convaincus par la pensée représentationnelle essayent sans cesse de trouver un « médium » qui fasse le plus justice à la réalité du passé. Il est donc logique que les SIG aient reçu un accueil favorable de ces chercheurs qui y voyaient un moyen très efficace de résumer de l'information géographique. À l'inverse, les partisans de l'école non représentationnelle désiraient arriver à des moyens de représenter plus liés à la « compréhension corporelle et cognitive » des hommes anciens. Cette ligne de pensée s'accorde à celle des post-processualistes qui voyaient dans ces techniques un moyen trop imparfait de représenter la réalité du passé ; une critique importante issue de ce groupe est celle du « statisme » des modèles cartographiques : ils peinent à saisir la dimension temporelle des phénomènes spatiaux qu'ils étaient censés expliquer⁶⁴. Cette critique est d'ailleurs toujours d'actualité dans les débats qui visent à donner un cadre théorique à la pratique cartographique.

L'intérêt d'utiliser des SIG

Pour expliquer l'engouement qu'ont pu susciter ces nouvelles technologies, il serait intéressant d'en donner une description succincte pour comprendre ce que ces méthodes permettent.

Concrètement, un SIG lie un tableau de données (en format .xls ou .dbf par exemple) à une projection numérique d'un espace. Elle est dite projetée, car elle tient compte de la déformation qui intervient quand on représente une surface courbe (ici la surface de la Terre) sur une surface plane. Il existe plusieurs types de projection, certaines étant plus adaptées à certaines régions (par exemple, pour la Belgique, c'est la projection Lambert 1972 qui prévaut). Plus généralement, on utilise l'UTM (Universal Transverse Mercator).

⁶¹ VAN LEUZEN 2002, p. 1

⁶² RODIER 2011, p. 143-144

⁶³ Et mis en évidence par Hacigüzeller selon VERHAGEN 2017, p. 12

⁶⁴ VERHAGEN 2017, p. 13

Cette projection peut se présenter soit sous forme de « *shapefiles* » soit sous forme de « *raster* ». Ces deux types de représentation sont composés de cellules, auxquelles on peut attribuer une ou plusieurs valeurs contenues dans la base de données (les fichiers au format .xls mentionnés plus haut). La différence entre *shapefiles* et fichier *raster* réside dans la forme que prennent les cellules auxquelles sont liées les valeurs. Ainsi, les cellules des *shapefiles* sont gérées selon des vecteurs, et peuvent donc prendre n'importe quelle forme polygonale. Par ce principe, les formes générées par vecteurs sont agrandissables à volonté, puisque leurs proportions sont définies par un système de vecteurs. Cela rend le système vectoriel très utile pour représenter des données qualitatives s'appliquant uniformément à un territoire donné (on les appelle données discrètes), et opérer des analyses de recoupement de données entre deux territoires définis. À l'inverse, les cellules gérées par le système *raster* sont carrées et sont alignées en *grid*, ou quadrillage. On parle alors de système matriciel. Ce système est très efficace pour représenter des données quantitatives, comme les données dites « continues » ; on pourra par exemple représenter les variations d'altitude sur un territoire donné et procéder à diverses opérations en lien (par exemple, définir l'orientation des différents versants d'une pente ou en définir sa raideur). Cependant, ce système ne permet pas d'agrandir l'image sans perte de résolution, étant donné que les cellules ont une superficie prédéfinie et interchangeable en cours d'utilisation.

À ces représentations de surfaces s'ajoutent des points et des lignes, figurant des villes ou lieux, ainsi que des routes ou cours d'eau. Ces éléments sont gérés selon la méthode vectorielle.

Le panel d'outils disponibles dans un SIG est très diversifié, et la puissance de ces outils repose sur le fait qu'on puisse manipuler les données via deux moyens complémentaires. Le plus évident se fait depuis la base de données, en faisant par exemple une recherche par attribut et en sélectionnant de ce fait toutes les cellules qui ont cet attribut dans la projection. D'autre part, on peut extraire de l'information en recoupant deux *shapefiles* ou calques contenant diverses variables et croiser l'information. Par exemple, on peut déterminer les endroits où certaines modalités de variables qualitatives sont présentes, ou absentes, etc. Concrètement, cela permet d'avoir un fichier avec les altitudes d'une région, un autre avec les cours d'eau, ou le type de sol, et d'extraire ces données pour des points que nous aurons placés sur la projection, afin de pouvoir faire des statistiques par exemple. En outre, le logiciel intègre des systèmes de calcul d'aire ou de distance, et permet d'établir des surfaces de coûts, qui est un atout pour la recherche, puisqu'on peut s'en servir pour désigner, par exemple, les surfaces où il est plus facile de se déplacer.

Par ses grandes possibilités, un outil GIS nous semble être un excellent choix pour mener notre étude. Nombreux sont les archéologues qui s'en sont servi et s'en servent à plusieurs échelles (d'ailleurs, la pertinence de son usage en archéologie a fait l'objet d'un mémoire, soutenu par Nicolas Kress et promu par Jan Driessen en 2008 à l'UCL). Malgré les critiques dont l'approche représentative a été la cible, nous considérons l'outil SIG comme suffisamment flexible pour donner une vision pertinente de notre question d'étude ; comme soutenu par Verhagen, son efficacité dépend de celui qui l'utilise, et un utilisateur conscient des limites de son outil peut tenter de les dépasser. Cette question des limites de la méthode était également l'une des critiques les plus fréquentes que les tenants du post-processualisme lui faisaient. Ils pointaient en particulier le manque de fondement théorique à la pratique des partisans des techniques SIG. Ces débats ayant eu lieu il y a bientôt 40 ans, des efforts ont été faits afin de rigorer les différentes pratiques. À la fin des années 2000, avec les innovations et les efforts des chercheurs, elles finirent par s'imposer et gagner de plus en plus de popularité ; de nos jours, elles sont devenues un outil courant voire même « indispensable » selon

Verhagen⁶⁵. En particulier, le domaine de la gestion du patrimoine immobilier en a beaucoup profité, et des projets d'inventaire du patrimoine ont commencé à voir le jour. Citons un exemple proche de notre sphère culturelle : l'inventaire des sites côté flamand, le *Onroerend Erfgoed Inventaris* sur le site de la Région Flamande (voir [www.vlaanderen.be]).

Dans le prochain paragraphe, nous détaillerons les différents usages qui en ont été faits, dans plusieurs domaines de recherche et nous discuterons un peu plus des développements théoriques qui sont venus encadrer la pratique petit à petit.

Les modèles prédictifs

C'est donc armés de ces nouveaux outils que les chercheurs ont commencé à mettre en place différentes études visant à prédire l'emplacement potentiel de sites archéologiques dans une région donnée. On peut le voir comme la recherche d'endroits qui soient adéquats à certaines activités humaines précises⁶⁶ ; dans notre cas il s'agit de l'habitat.

On distingue deux directions principales suivies par la recherche : l'approche inductive et l'approche déductive. La première suppose que les règles régissant l'organisation du territoire sont saisissables à partir des observations. Elle part donc du principe qu'il faut dériver des *patterns* de notre population statistique pour les comprendre. Cette approche a été la plus populaire, la plus fréquemment utilisée, car elle s'inscrit en ligne directe de la pensée dominante de l'époque : la *New Archaeology*. Rappelons-le, ceux-ci croyaient en une formalisation des procédures d'étude de cas archéologiques et en l'usage de techniques issues de la science dite « dure » afin de donner un appui solide à leurs hypothèses. Cette idée a mené les post-procésualistes à les taxer de positivisme voire de scientisme. Ils soulignaient en particulier le manque de fond théorique à ces solutions « miracle », aux résultats discutables, car leur pertinence résidait dans leur nature « scientifique ». En réaction se développa l'approche déductive, soutenue cette fois par les post-processualistes. Elle prend l'approche inductive à contrepied : elle cherche à comprendre les comportements « spatiaux » des anciens hommes par le biais de théories construites au préalable. Ces théories sont établies sur base d'une étude des populations considérées, et concernent principalement le comportement économique de celles-ci. Les archéologues déductifs sélectionnent les variables vues comme pertinentes au regard de leurs connaissances sur le peuple en question⁶⁷.

Quelle que soit notre opinion quant à l'approche la plus pertinente, il faut bien reconnaître qu'elles ne sont pas aussi polarisées que ce que cette introduction laisse paraître. L'approche inductive (donc basée sur les données avant tout) n'est pas exempte d'une forme de déduction : étant donné qu'on ne peut pas tester absolument toutes les variables qui sont à notre disposition, il faut bien faire un choix. En fait, ce choix, portant sur a priori les variables les plus pertinentes, est déjà une forme de déduction : on se base sur des règles qu'on a choisies comme étant vraisemblables pour faire des analyses. Même si ce choix n'est pas motivé du point de vue scientifique, cela constitue déjà un pas dans le domaine déductif. Inversement, on peut considérer que les théories préalables à l'approche déductive étant construites sur base d'observations, elle a une base qui est fondamentalement inductive⁶⁸, et dont la pertinence est également à critiquer, puisque cette base inductive est le résultat d'un « jugement d'expert ».

⁶⁵ VERHAGEN 2017, p. 12

⁶⁶ VAN LEUZEN 2002, p. 1

⁶⁷ VAN LEUZEN 2002, p. 4

⁶⁸ VAN LEUZEN 2002, p. 5

Nous nous trouvons donc dans une situation de serpent qui se mord la queue : l'induction se nourrit en fait de la déduction et inversement. Une solution est de chercher à construire des théories qui soient le plus plausibles possible, en cherchant par exemple une forme de consensus au sein de la communauté scientifique (c'est le plus souvent comme ça que les théories dominantes sont adoptées par les chercheurs, les idées étant soumises au jugement des pairs du scientifique les proposant). On peut également emprunter aux sciences « dures » leur manière de procéder, c'est-à-dire en effectuant des tests, tout en gardant à l'esprit que contrairement aux lois de la physique (par exemple), les « lois » régissant l'occupation du territoire ne sont pas universelles et testables en toutes situations, si on veut suivre le principe de répliquabilité de l'expérience. Il faut en effet que les résultats soient les mêmes si on reproduit l'expérience en suivant les mêmes conditions. Or, la matière archéologique, les données utilisées pour étudier la question sont affectées par un problème inhérent au mode de production de données de l'archéologie. La qualité de la prospection entre en jeu dans la confiance qu'on peut accorder à un jeu de données ; rares sont les régions considérées comme fouillées de manière extensive, la terre renfermant toujours une part de secret qui ne sera peut-être jamais découverte. Sans connaître la proportion de site connu sur la totalité de sites existants, comment pouvons-nous affirmer avec certitude que la population statistique étudiée, notre set de données, est un échantillon représentatif ? Cette question reste au centre des discussions théoriques au sujet des modèles prédictifs⁶⁹. Chez van Leuzen, on retrouve la notion de « *deposited knowledge* », ou *savoir en dépôt*, qui désigne la connaissance encore enfouie (sous forme de vestiges), représentant le potentiel scientifique d'une région. S'y oppose la notion de « *current knowledge* », c'est-à-dire notre connaissance actuelle de la matière⁷⁰. Bien que la différence entre le « *deposited knowledge* » et le « *current knowledge* » soit une source d'instabilité dans les modèles, il ne faut pas, selon lui, chercher absolument à réduire cette différence pour obtenir un modèle sans biais. Les modèles resteront toujours biaisés par cette différence, et il vaut mieux avoir conscience de celle-ci pour résoudre les problèmes de fiabilité de modèle.

Ces questions de fiabilité des modèles nous amènent à évoquer un autre point, à savoir le niveau de confiance qu'on peut avoir dans les résultats et la nature même de cette confiance. En effet, en fonction des buts poursuivis par les chercheurs appliquant les modèles prédictifs, des niveaux de précision différents vont être exigés.

L'approche prédictive et l'approche explicative

Van Leuzen distingue deux grandes catégories de personnes utilisant les modèles prédictifs. La première est celle des experts de la gestion du patrimoine archéologique : ceux-ci vont vouloir prédire les zones de risque de présence de site archéologique afin d'établir les meilleures stratégies de conservation possible. Ces modèles prédictifs leur permettent de fouiller en préférence les sites les plus exposés à la destruction par des facteurs humains ou non humains. Notons que Van Leuzen écrit dans un contexte où l'archéologie préventive est privatisée (aux Pays-Bas en tous cas), et par conséquent le besoin d'efficacité des modèles prédictifs devient un enjeu économique. Les conséquences d'un faux positif se comptent en argent réel et non pas en erreur de jugement ou calcul, étant donné que les modèles ont pour but de définir les zones d'intervention prioritaires.

La deuxième catégorie d'utilisateurs de ce type de modèle est celle des académiques. Ceux-ci cherchent plutôt à approfondir leur compréhension du comportement spatial des populations

⁶⁹ VAN LEUZEN 2002, p. 6

⁷⁰ VAN LEUZEN 2002, p. 11

anciennes, et leur modèle doit alors avoir une certaine qualité explicative. Les erreurs se traduisent en une représentation faussée de la réalité, de mauvaises conclusions ou une impasse scientifique.

Dans les deux cas, les failles de raisonnement et de méthode ont mené les utilisateurs de modèles prédictifs à améliorer leur approche, spécialisant les techniques pour les besoins de leur objectif de recherche.

Les différentes applications des modèles prédictifs

Dans un article récent, Verhagen détaillait trois des usages les plus répandus du modèle prédictif. Nous allons reprendre ses exemples dans une courte description pour situer notre problématique. La première application est appelée « *Site Location Analysis* » ou Analyse de l'emplacement de site. C'est l'application qui est la plus populaire parmi ceux concernés par des questions de préservation du patrimoine, puisque cette analyse vise à évaluer la probabilité que des vestiges se trouvent dans certaines zones⁷¹. La deuxième application concerne la mobilité dans le paysage, et utilise des surfaces de coût pour estimer les positions des chemins potentiels utilisés par les populations anciennes⁷². Les surfaces de coût, que nous avons déjà évoquées dans le paragraphe consacré au SIG, permettent d'assigner une valeur représentant sa « praticabilité » à une aire, calculée sur base de différents facteurs, comme la topographie (la pente ...), le couvert végétal, les obstacles naturels comme les cours d'eau, etc. Par exemple, les routes influencent beaucoup ce type d'analyse, parce qu'elles ont tendance à faciliter le déplacement. Les zones qui permettent de minimiser les coûts de déplacement peuvent être interprétées comme des emplacements potentiels de voies de communication ; par conséquent, cette technique est intéressante pour à la fois les prospecteurs et les chercheurs. Finalement, certains utilisent la technique des « *viewshed* » ou *champs de vision* dans leurs modèles prédictifs. Cela consiste en la compilation de différents points de vue dans une région considérée pour faire une carte des zones les plus visibles dans cette même région. Cette technique repose sur la supposition que les sites marquant le territoire par leur visibilité ne le font pas par hasard ; leur position particulière dans le paysage nous indiquerait leur statut particulier. Cette hypothèse semble avoir été avérée dans l'étude de monuments mégalithiques en Espagne⁷³.

Les limites du modèle prédictif

Nous avons déjà eu l'occasion d'évoquer çà et là quelques majeurs problèmes rencontrés par les praticiens, autant du point de vue technique que théorique. Maintenant que le décor est planté, nous allons revenir sur les principales critiques adressées à la modélisation prédictive et revenir sur les solutions proposées par les chercheurs. Nos sources principales sont les articles de Verhagen et ses collègues, ainsi que celui de van Leuzen de 2002 qui reprenait une série d'observations personnelles. Finalement, James I. Ebert a écrit un article en 2000 dans un kit théorique à destination des intéressés par le modèle prédictif basé sur l'induction, et nous reprenons quelques-unes de ses observations.

Les critiques se sont concentrées sur trois sujets différents : premièrement, la **méthode** et l'utilisation des **statistiques**. Il s'avère que les phases de critiques survenues à la fin des années 90 ont déstabilisé la confiance qu'on accordait alors aux méthodes quantitatives. Les partisans du modèle prédictif ont par conséquent dû justifier l'utilisation des différentes méthodes. Le problème principal était la mise en place d'un modèle testable et reproductible, qui répondrait de manière prévisible à de nouvelles variables⁷⁴. Pour faire face à ce problème, il nous semble que l'accent doit être mis sur le

⁷¹ VERHAGEN 2017, p. 13-14

⁷² VERHAGEN 2017, p. 19

⁷³ VERHAGEN 2017, p. 19

⁷⁴ VAN LEUZEN 2002, p. 8

contrôle de toutes les étapes de la mise en place du modèle, de la théorisation préalable du modèle, la collecte de données, impliquant un choix de variables, à l'exercice des calculs et de leur interprétation. Cela passe bien entendu par l'établissement d'une hypothèse vérifiable, et précise, pour cadrer correctement la recherche. La pratique des statistiques en elle-même doit faire l'objet d'une attention toute particulière pour éviter les écueils habituels de cette discipline. Dans l'optique de recherche de corrélations entre emplacements de sites et variables environnementales, il ne faut pas négliger l'influence des « corrélations naturelles » dans les variables sélectionnées⁷⁵. Deux variables naturellement corrélées bousculent l'équilibre du modèle dans lequel elles sont utilisées, car l'analyse ne fera que révéler une corrélation qui est déductible facilement, par exemple la proximité avec un cours d'eau et la présence de dépôts alluviaux. Pour y remédier, il faut artificiellement « casser » cette corrélation, *via* des moyens mathématiques (par exemple, les méthodes d'analyse en composantes principales). Le résultat diminue l'influence de la corrélation des variables dans le modèle, mais donne des variables décorréliées parfois difficiles à comprendre⁷⁶. En outre, si cette corrélation est de nature spatiale, dans le cas où les variables et/ou les individus sont distribués en grappe, leurs profils géographiques seront très similaires, entraînant également des problèmes d'équilibre du modèle. Dans ce cas, van Leuzen suggère l'utilisation du test de Moran, visant à évaluer la corrélation d'une variable avec elle-même dans l'espace⁷⁷.

Globalement, il faut tenter d'utiliser la méthode la plus correcte et efficace possible, en n'oubliant pas l'autocritique, une étape trop souvent négligée semble-t-il⁷⁸. Un bon moyen de le faire est d'utiliser les statistiques Bayésiennes, qui permettent de juger la confiance qu'on peut accorder à un modèle en estimant l'incertitude des probabilités calculées. Cette méthode a le mérite de permettre l'intégration de jugement d'expert a priori pour établir l'incertitude du modèle⁷⁹. Cette technique serait intéressante pour les petits jeux de données⁸⁰.

Pour conclure, rappelons un principe statistique fondamental, mais qui n'est pas toujours respecté par les chercheurs en archéologie⁸¹ : corrélation ne signifie pas causalité.

La deuxième catégorie de critique recouvre le domaine de la **théorie** soutenant les modèles prédictifs. Les post-processualistes attaquaient l'usage des modèles inductifs sur l'absence de théorie se trouvant à la base des études. Malgré l'abandon progressif des modèles purement inductifs et non théorisés, il reste une série de problèmes persistants dans la modélisation prédictive. D'un point de vue général, les différentes études ont toujours été critiquées sur leur manque de formalisation⁸², l'absence de théorie sous-jacente (par exemple dans le choix des variables utilisées⁸³), mais les débats successifs ont fait émerger une question plus spécifique : celle du déterminisme écologique (ou environnemental) contre l'usage de variables cognitives⁸⁴. L'idée de déterminisme écologique implique que seuls les facteurs environnementaux joueraient un rôle dans les processus de décision pour le choix d'un habitat, et on accusa même l'utilisation des SIG de favoriser ou de causer ce phénomène. À ce problème on répondit qu'il fallait tenir compte de variables plus proches de la cognition de nos ancêtres. Elles sont appelées « variables cognitives » ou « variables socio-

⁷⁵ VAN LEUZEN 2002, p. 15

⁷⁶ VAN LEUZEN 2002, p. 15

⁷⁷ VAN LEUZEN 2002, p. 15

⁷⁸ VERHAGEN et al. 2010, p. 434

⁷⁹ VERHAGEN et al. 2010, p. 435

⁸⁰ VERHAGEN et al. 2010, p. 436

⁸¹ VAN LEUZEN 2002, p. 8

⁸² VAN LEUZEN 2002, p. 1

⁸³ VERHAGEN et al. 2010, p. 434

⁸⁴ VAN LEUZEN 2002, p. 5

économiques » dans la littérature⁸⁵. Ainsi, pour parer à la faiblesse théorique « perçue » des modèles basés sur des variables environnementales uniquement, on essaya d'intégrer des facteurs sociaux aux procédures. Malheureusement, les sources venant alimenter cette réflexion sont très limitées, voire inexistantes, pour les périodes les plus anciennes. Il faut donc se baser soit sur l'ethnographie et raisonner par analogie⁸⁶, en tenant compte de la valeur de tel raisonnement, ou utiliser des variables environnementales pour dériver des variables socioculturelles. Des efforts ont été faits en ce sens, notamment par un groupe de recherche formé d'archéologues et chercheurs de différentes universités européennes : le IHAPMA, *Introducing the Human (f)Actor in Predictive Modelling in Archaeology*, piloté par Philip Verhagen, Laure Nuninger, Frédérique Bertoncello et Angelo Castorosa Barba notamment. Leur but est de parvenir à intégrer les facteurs socioculturels aux modèles prédictifs prenant en compte les variables environnementales, pour ensuite pouvoir répliquer le modèle et l'appliquer à d'autres contextes⁸⁷. Leurs discussions les ont menés à envisager l'intégration de trois facteurs qu'on peut qualifier de socioculturels et qui sont dérivables de données venant de cartes topographiques ou thématiques. Il s'agit de **l'accessibilité**, de la **visibilité** et des **occupations antérieures** (ou *land use heritage* en anglais) d'un endroit, vus tous trois comme des facteurs étant potentiellement en mesure d'influencer les logiques d'implantation dans le territoire⁸⁸.

Pour tester leurs théories, il leur fallait des contextes à explorer et une méthode. Pour ce qui est des contextes, ils se sont servis de deux zones situées en France et pour lesquelles des études prédictives existaient déjà (le projet *Archaeomedes* mené dans les années 1990, dont nous reparlerons plus tard dans la discussion) : les régions de Argens-Maures (Provence) et Vaunage (Languedoc), ainsi que la région néerlandaise du Limbourg (Zuid Limburg, NL)⁸⁹. Un premier papier de 2013 rendait compte des résultats de l'intégration du facteur d'accessibilité. Celle-ci désigne la facilité à se mouvoir dans le paysage, et l'étude la mettant en évidence part du principe que ce facteur est à optimiser dans le cas d'un choix d'implantation. L'accessibilité a été calculée dans ce cas-ci en utilisant la pente comme le paramètre influençant le plus la mobilité dans le paysage. Des surfaces de coût (dont nous avons déjà parlé précédemment) sont calculées à partir de points échantillons espacés de 250 m. Pour chaque point, 72 directions radiales distribuées sur un cercle de 5000 m de rayon dont le centre est le point considéré servent à évaluer les chemins les moins coûteux⁹⁰. Il en résulte une image des emplacements de chemins probables, du moins les zones qui sont les plus facilement praticables, avec des densités de chemins hypothétiques qui sont ensuite classifiées en 5 catégories (ou classes de densités). Ces données sont ensuite intégrées au modèle (notons que le calcul n'a pas pu être effectué pour Argens-Maures, celle-ci étant trop grande pour la puissance de calcul du matériel informatique de l'époque).

Un premier modèle avait été calculé pour pouvoir le comparer à celui intégrant les variables socioculturelles, ce premier n'utilisant que les variables suivantes : la pente, l'aspect et la radiation solaire⁹¹. Les profils géographiques ont été évalués (par la méthode de l'Analyse en Composantes Principales, dont nous parlerons plus en détail plus tard) dans une zone de 250 m de rayon autour de tous les *grid cells* (les zones carrées composant un raster, cf. notre paragraphe sur les SIG, et qui sont, dans le cadre de l'étude que nous mentionnons, au nombre de 819,398 !) des régions étudiées. Le résultat est la classification des deux zones étudiées en 6 classes de paysages, sur lesquelles on replace

⁸⁵ VAN LEUZEN 2002, p. 5

⁸⁶ VAN LEUZEN 2002, p. 8

⁸⁷ VERHAGEN et al. 2013, p. 379

⁸⁸ VERHAGEN et al. 2013, p. 379

⁸⁹ VERHAGEN et al. 2013, p. 380

⁹⁰ VERHAGEN et al. 2013, p. 385

⁹¹ VERHAGEN et al. 2013, p. 382

les sites archéologiques pour évaluer la corrélation des sites avec les classes de paysage. Ce premier modèle ne permettait pas de discerner un *pattern* spécial pour les régions de Vaunage et du Zuid Limburg, mais bien à Argens-Maures⁹². Cela est probablement dû au fait que le relief de cette région est plus accidenté que dans les deux précédentes, et que certaines zones sont tout simplement inaccessibles ou tout à fait impropres à l'habitat.

Armés de nouvelles données, les chercheurs réeffectuèrent un profilage géographique à corréler avec les emplacements de sites, de nouveau avec la méthode de l'Analyse en Composantes Principales. Il s'avère que les résultats ne sont pas réellement à la hauteur des attentes : les classes de paysage distinguées par le modèle ne sont pas si différentes que dans le premier modèle. Les chercheurs constatèrent une distinction moins claire entre les pentes très abruptes et les pentes moyennes. Les différentes densités de sites ne se voient pas très bien dans ce nouveau modèle, mais les chercheurs ont noté une légère, mais significative amélioration du « pouvoir prédictif » du modèle⁹³. Peut-être que le relief plus marqué de Argens-Maures aurait donné des résultats plus intéressants, mais nous ne le saurons pas, puisqu'a priori, cette direction de recherche a été abandonnée. L'article suivant publié par le groupe de recherche concerne en effet l'intégration de l'antériorité des sites, et plus rien n'a été publié sur la notion d'accessibilité, semble-t-il.

Le bilan de ce premier essai est plutôt mitigé, et cela s'explique selon nous par une bonne raison : l'accessibilité a été modélisée en prenant en compte un seul paramètre, à savoir le temps pris pour parcourir une distance. Cette question avait été évoquée dans l'article de James I. Ebert, publié dans un « kit » de modélisation prédictive (Wescott K. L. & Brandon R. J., 2000. *Practical Application of GIS for archaeologists. A predictive modelling kit*, Londres.). Selon lui, l'idée du « moindre effort » prenait une part trop importante dans le raisonnement des chercheurs, surtout que cette idée n'est pas fondée du point de vue de la théorie. Il reprenait l'exemple du déplacement : non seulement l'effort joue un rôle dans les déplacements, mais également le temps⁹⁴ ; or ici, on n'a pris compte que du temps et non plus de l'effort ! En outre, il pointe notre ignorance en termes de séquençage des activités des hommes anciens, qui organisent leur comportement dans l'espace du point de vue pratique. Notons également que les chemins modélisés n'ont jamais été attestés sur le terrain, et qu'il s'agit donc d'une construction hypothétique. Sans vérification sur terrain, difficile de faire totalement confiance au modèle et d'en évaluer la véracité.

En 2016, le projet IHAPMA publia une nouvelle étude faisant état de leurs recherches dans la deuxième direction d'étude d'intégration des variables socioculturelles : le *land use heritage*, un concept qui vise à comprendre l'influence des occupations successives de sites dans leur attractivité, un facteur entrant en jeu dans les questions de choix d'implantation. En effet, en partant du principe que l'installation d'un nouvel établissement implique des aménagements du territoire (sous toutes sortes de formes différentes : déforestation, nivellement, défrichage, etc.), il n'est pas absurde de penser que des populations anciennes aient pu profiter de l'abandon d'un site pour s'épargner du travail de gestion et d'aménagement de leur environnement (en outre, on peut supposer que la présence de matériaux de construction déjà sur place pèse en plus dans la balance)⁹⁵. Le but de cette étude était de réussir à paramétrer cet héritage, afin de pouvoir étudier son impact en comparant les sites dits « pionniers », c'est-à-dire nouvellement fondés, et les sites ayant fait l'objet d'au moins

⁹² VERHAGEN et al. 2013, p. 384

⁹³ VERHAGEN et al. 2013, p. 385

⁹⁴ EBERT 2000, p. 140

⁹⁵ NUNINGER et al. 2016, p. 1

une réoccupation. De cette manière, on peut évaluer l'attractivité des sites déjà aménagés et dire si oui ou non ce facteur joue un rôle⁹⁶.

Les régions utilisées pour mener cette étude sont les mêmes que celles de la précédente étude de 2013, à savoir Vaunage (Languedoc), Argens-Maures (Provence) et le Zuid-Limburg (NL). On va donc tenter de représenter l'investissement humain dans l'environnement immédiat du *settlement*. L'usage de ce mot n'est pas fortuit, car il désigne dans le cadre précis de cette étude un état d'un site à un moment donné de son histoire, et vise à prendre en compte son « vécu » dans l'analyse⁹⁷, et par conséquent, le jeu de données comporte autant de *settlements* que de phases d'occupation par site. Il s'avère que les données dont ont pu disposer les chercheurs étaient suffisamment bien datées et diverses pour qu'ils puissent se permettre de faire une analyse diachronique par siècle, et cela entre le 2^e siècle avant J.-C. et le 5^e siècle après J.-C.⁹⁸

Pour calculer le *land use heritage*, on se sert de la durée des occupations antérieures (*prior occupation*), mais également de l'investissement dans la zone entourant le site (*Neighbourhood legacy*), qui est la somme des durées d'occupation des *settlements* se trouvant dans un rayon de 500 m autour du *settlement* considéré. Ce rayon a été déterminé à partir d'études ethnographiques, comptant qu'un espace d'environ 80 ha pouvait faire vivre correctement une quinzaine de personnes, et représentait la moyenne de taille des petites exploitations (sur des bases historiques d'étude des tailles de domaines dans la littérature romaine⁹⁹). La valeur du *land use heritage* est par la suite attribuée à toutes les *grid cells* se trouvant dans le périmètre de la zone pour laquelle on calcule cette valeur. Pour qu'elle soit efficace, on a besoin que la variable soit calibrée : dans l'état actuel, toute la zone autour d'un *settlement* a la même valeur ; en outre, elle ne prend pas en compte les intervalles de temps séparant les diverses phases d'occupation, car on suppose qu'en deux siècles d'abandon (par exemple), les aménagements d'un territoire s'estompent à mesure que la nature reprend ses droits. Pour le premier problème, on suppose que cette valeur de *land use heritage* décroît avec la distance. Cette décroissance a été modélisée en utilisant une matrice kernel dans le programme informatique Python. Le calibrage temporel est quant à lui effectué en estimant que le poids initial du *land use heritage* diminue de 20 % par siècle. Cela signifie que les aménagements effectués dans les environs d'un *settlement* sont considérés comme « résorbés » après 5 siècles d'abandon d'un site¹⁰⁰. Une fois les valeurs obtenues et calibrées, elles sont ensuite reclassifiées selon les méthodes des quantiles.

Les résultats de l'analyse indiquent que 41 % des sites sont des *settlements* pionniers, et que parmi les autres, il y a une nette tendance à favoriser les valeurs de *land use heritage* hautes. L'hypothèse se trouvant à la base de cette étude semble donc être confirmée par les résultats¹⁰¹.

Finalement, la dernière catégorie de problèmes est celle liée aux **données**. Selon Verhagen, en 2017, la fiabilité des données (autant archéologiques que géographiques) reste le problème le plus important dans la plupart des études¹⁰². Un premier écueil est celui de la représentativité de l'échantillon : beaucoup de jeux de données sont issus de la prospection, sans que celle-ci ait été effectuée de manière systématique. La question de la confiance qui peut être accordée à ces données est primordiale, et un bon moyen de le vérifier est de réaliser une carte de confiance. De telles cartes ont été développées dans le cadre du projet de recherche ArchaeDyn, qui est en quelque sorte la

⁹⁶ NUNINGER et al. 2016, p. 3

⁹⁷ NUNINGER et al. 2016, p. 3

⁹⁸ NUNINGER et al. 2016, p. 8

⁹⁹ NUNINGER et al. 2016, p. 5

¹⁰⁰ NUNINGER et al. 2016, p. 8

¹⁰¹ NUNINGER et al. 2016, p. 9

¹⁰² VERHAGEN 2017, p. 21

continuité de Archaeomedes. Dans un papier de 2008, les chercheurs responsables de cette partie du projet présentaient leur mode opératoire pour réaliser ces cartes de confiance (ou *confidence maps*). Elles sont construites en combinant deux cartes : les cartes de représentativité (*representation map*) et les cartes de fiabilité (*reliability map*), et qui sont ensuite assemblées grâce à Map Algebra¹⁰³ (une fonction classique des SIG, servant à faire des opérations avec les fichiers raster). Le but de ces cartes est d'identifier de potentiels artefacts dans l'échantillon, et évaluer si les *patterns* observés ne sont pas une conséquence d'une erreur dans les stratégies d'échantillonnage.

Les *representation maps* sont produites en utilisant la densité en sites dans la zone étudiée : on compare le nombre de sites trouvés dans des zones (*grid cells*) de taille définie arbitrairement pour les besoins de la recherche à la valeur moyenne de la densité. La taille des *grid cells* utilisés est donc décisive, et pour commencer on se base sur une division simple de l'aire totale de la zone étudiée par le nombre de sites, ce qui donnerait une idée de la moyenne si la distribution des sites dans le paysage était régulière. Évidemment, ce n'est pas le cas, et par conséquent on cherche à utiliser des *grid cells size* qui donnent une image interprétable ; la taille de cellule doit être choisie pour obtenir des classes de densité suffisamment intéressantes. En fait, cette classification doit être faite manuellement, par un expert. Les classes sont les suivantes : pas de données, niveau normal, niveau haut et niveau extrême¹⁰⁴.

Les cartes de fiabilité sont quant à elles construites en évaluant les limites de la prospection : cette carte ne peut être établie que pour les zones qui ont été prospectées par ceux qui construisent la carte. Cette prospection est critiquée selon plusieurs critères, dont la précision des sondages, l'extension des prospections ou la critique des sources. Pour le projet ArchaeDyn, un tableau a pu être construit en reprenant les critères en question. Le niveau de fiabilité se qualifie en trois catégories : fiable, moyennement fiable et pas fiable.

On tient alors deux cartes avec quatre et trois catégories, qui peuvent être combinées pour obtenir une représentation des données à deux dimensions, résultant en 12 catégories de « confiance »¹⁰⁵.

Notons donc qu'il faut d'une part un jeu de données d'importance suffisante pour qu'on puisse réaliser des calculs de densité, ainsi qu'une connaissance assez détaillée des circonstances de la prospection. La mise en place de ces cartes de confiance est donc limitée aux contextes de recherche bien documentés.

Un autre problème connu des jeux de données, et lié à la qualité de la prospection est le manque de **résolution temporelle** : cette critique revient souvent, car ce problème crée de manière artificielle du « statisme » dans les modélisations. En outre, on peut pointer que certaines études manquent de **résolution fonctionnelle**, c'est-à-dire des problèmes causés par l'agglomération de sites ayant des fonctions différentes dans les mêmes jeux de données, et brouillant les potentiels *patterns* en considérant des sites ayant accueilli des activités différentes comme étant équivalents, et donc implantés dans des zones aux profils géographiques similaires¹⁰⁶. Les deux problèmes évoqués ici dépendent de la qualité et de l'étendue des bases de données utilisées, des facteurs sur lesquels un chercheur n'a pas toujours prise : il suffit que les données qu'il récolte soient issues de sources trop anciennes, imprécises, erronées. En revanche, un chercheur aura plus de prise sur la qualité des données géographiques, mais cela représente un travail de terrain colossal. Quoi qu'il en soit, les

¹⁰³ OSTIR, KOKALJ & NUNINGER 2008, p. 1

¹⁰⁴ OSTIR, KOKALJ & NUNINGER 2008, p. 3

¹⁰⁵ OSTIR, KOKALJ & NUNINGER 2008, p. 5

¹⁰⁶ VAN LEUZEN 2002, p. 12

données sont une partie centrale d'une étude de modélisation prédictive, et leur qualité est essentielle pour produire une étude au minimum crédible. La sélection des données est donc à motiver scientifiquement¹⁰⁷.

Au-delà de tous ces soucis, on peut relever deux problèmes évoqués par Ebert en 2000, dans son article *The State of the Art in « Inductive » Predictive Modelling : 7 Big Mistakes (and Lots of Smaller Ones)* qui n'ont pas été reprises ci-dessus, car elles touchent aux bases mêmes du modèle prédictif. Le premier concerne la manière dont les études prédictives considèrent les zones d'activité. Selon lui, c'est une erreur de penser que les sites (c'est-à-dire les lieux où ont été trouvés soit des artefacts, soit des structures, ou les deux) sont les endroits où vivaient ou s'occupaient les hommes des peuples anciens¹⁰⁸. En effet, de nombreuses études anthropologiques indiquent que les zones entre les sites sont les espaces où les interactions humaines avec l'environnement surviennent le plus. Ebert dénonce l'usage du site comme unité analytique, inadaptée pour saisir la complexité des systèmes déployés à l'échelle intersite, car prenant les sites comme des individus indépendants et non pas comme des éléments d'un système global. Les emplacements de sites sont donc à comprendre selon l'emplacement des autres sites, mais également ce qui se trouve entre ceux-ci.

Le deuxième problème a trait à la dimension temporelle de la question : alors que nous n'avions évoqué que des problèmes de résolution temporelle, à échelle assez large, mais pas à celle d'une seule année. Ebert attire notre attention sur le fait que les propriétés de l'environnement changent en fonction des saisons, et par conséquent une variable environnementale sujette à de fortes variations saisonnières n'est pas forcément très valable du point de vue explicatif ; il pointe du doigt ceux qui choisissent leurs variables sans soin particulier (avec l'exemple de l'eau, car bien qu'elle soit présente, l'eau n'étant peut-être pas adaptée aux activités auxquelles on prête son utilisation)¹⁰⁹.

Un dernier problème évoqué concerne plus la « culture académique » que le modèle prédictif en tant que tel, c'est-à-dire les habitudes prises par les chercheurs de ce domaine. Premièrement, beaucoup d'articles consacrent un grand nombre de pages à décrire la méthode employée et développer les théories sous-tendant l'étude. Le passé et les interprétations des résultats sont évoqués de manière très lapidaire en conclusion, les emplacements préférentiels ne font l'objet que de spéculations « anecdotiques » en fin de publication¹¹⁰. À cela s'ajoute une forte tendance à effectuer d'abord l'analyse puis à critiquer les sources en fin de papier¹¹¹ ; il devient alors facile de blâmer la qualité des données pour l'échec relatif de l'analyse. Il existe donc une forte réticence à avouer les faiblesses de son approche et d'en définir les limites.

Les modèles prédictifs : deux méthodes

Jusqu'à présent, nous avons parlé des principes généraux qu'on retrouve derrière le modèle prédictif, sans rentrer dans les détails techniques (ils sont différents pour chaque étude, car en fonction des hypothèses de travail, on produit un modèle adapté). Dans la section qui suit, nous allons développer plus précisément deux études aux méthodes différentes, mais aux objectifs similaires, c'est-à-dire arriver à modéliser voire expliquer les emplacements d'installation préférentiels pour l'habitat ancien.

¹⁰⁷ VAN LEUZEN 2002, p. 13 et EBERT 2000, p. 140

¹⁰⁸ EBERT 2000, p. 139

¹⁰⁹ EBERT 2000, p. 141

¹¹⁰ EBERT 2000, p. 138

¹¹¹ EBERT 2000, p. 141

La première étude utilisant ce type d'analyse est celle menée par le groupe de recherche Archaeomedes, et dirigé par Sander Van der Leeuw. Celui-ci connaît bien la question, car il est également coauteur de l'ouvrage précité « *Voyage dans l'archéologie spatiale anglo-saxonne* » avec François Favory. Cette monographie est une traduction commentée et arrangée de textes fondateurs des principaux courants de pensée en archéologie anglo-saxonne, qui nous ont été utiles pour structurer le premier chapitre. On peut d'emblée supposer que ce travail est donc un minimum pertinent du point de vue théorique, car un auteur au fait des écueils méthodologiques de ces courants de pensée sera moins susceptible de commettre des erreurs théoriques. Cette étude est de grande envergure : elle rassemble un collectif de scientifiques aux domaines d'expertise variés, allant de l'archéologie, la géographie, la géologie, les mathématiques, etc. En outre, son échelle est assez large puisqu'elle comprend la vallée du Rhône et recouvre la période impériale romaine.

La problématique centrale est la question des relations entre environnement et activité humaine, ou comment l'un influence l'autre. L'accent est mis sur l'impact de cette dernière sur l'érosion, de la manière dont la présence humaine modifie le paysage par son action. Une partie est donc consacrée à la compréhension de ces phénomènes en les replaçant dans une perspective d'explication et d'exploration de problèmes environnementaux actuels. Bien que ce chapitre ne porte pas directement sur le sujet qui nous intéresse ici, les auteurs y développent l'idée que les influences entre environnement et habitants sont un phénomène mutuel qui doit être étudié comme un seul sujet, en comprenant à la fois le point de vue environnemental et le point de vue humain.¹¹²

Cette approche se caractérise par exemple par une analyse de la morphologie paysagère et ses rapports avec les facteurs climatiques, d'occupation du sol (couvert végétal, utilisation humaine, etc.) et de présence humaine, ceux-ci étant vus comme coévolutifs et s'influençant réciproquement.¹¹³ Bien que cette approche soit hautement intéressante, elle nécessite des connaissances théoriques qui nous font défaut. Une compréhension profonde et une bonne documentation pédogéologique sont nécessaires pour mener à bien telle analyse. En revanche, la seconde partie de cette étude nous est accessible, car elle s'intéresse à l'évolution des systèmes de peuplement dans le paysage en utilisant des données qui nous sont disponibles.

L'idée est de produire une **hiérarchisation** des sites d'habitat pour ensuite essayer d'établir un lien avec le contexte géographique (modalités physiques du terrain) et structurel (organisation du territoire : réseau viaire, fluvial, accès à l'eau ...).¹¹⁴ La hiérarchisation est produite en combinant les facteurs de durée d'occupation et de taille de l'implantation : les sites occupés pendant un intervalle de temps court sont considérés comme un échec : ils ont échoué à devenir pérenne¹¹⁵. Des raisons d'adaptation aux contraintes environnementales sont invoquées pour expliquer ces échecs, en tous cas pour les premières implantations. En effet, l'analyse du temps d'occupation révèle les tendances de création et d'utilisation des sites dans la vallée du Rhône. Le début du Ier siècle est caractérisé par un certain dynamisme, suivi par une période de stabilité et parfois d'abandons en fonction des régions considérées. Au IIe siècle, le nombre de nouveaux établissements décroît et les désertions se font plus nombreuses ; certains sites seront réoccupés aux IIIe et IVe siècles, qu'ils soient abandonnés depuis longtemps ou non.¹¹⁶

¹¹² VAN DER LEEUW et al. 2003, p. 15

¹¹³ VAN DER LEEUW et al. 2003, p. 25

¹¹⁴ VAN DER LEEUW et al. 2003, p. 201

¹¹⁵ VAN DER LEEUW et al. 2003, p. 34

¹¹⁶ VAN DER LEEUW et al. 2003, p. 36

Cette hiérarchisation est ensuite croisée avec les connaissances des dynamiques environnementales prenant place pendant ces périodes. Il s'avère que l'impact de ces dernières est beaucoup plus réduit que supposé : la désertion des sites n'est en tous cas pas fonction d'une crise environnementale, car elle se produit aléatoirement par rapport aux variables.¹¹⁷ Il semblerait que ces désertions soient le fait de phénomènes sociaux, politiques et/ou économiques externes à la région d'étude. De plus, on remarque qu'avec le temps, le succès des sites semble moins affecté par des raisons environnementales et plus par les raisons externes que nous avons évoquées.¹¹⁸ Il existerait donc une forme de « résilience » s'accroissant avec le temps dans un système de peuplement d'une région.

Cet élément nous pose un problème : dans le cas de figure où nous voudrions appliquer cette méthode, une série de faiblesses viendrait rendre l'exercice difficile. En effet, la hiérarchisation repose sur le calcul de la durée d'occupation, que nous ne connaissons pas avec précision pour une partie des sites composant notre corpus. Notons tout de même que la pérennité d'occupation est corrélée positivement à la taille de l'implantation et la fonction d'habitat, avec des seuils, la taille ne suivant pas une croissance linéaire.¹¹⁹ De plus, il faut garder en tête que ce sont des conclusions sur une période et une civilisation particulière, qui sont bien documentées ; les règles sont probablement différentes pour notre cas d'étude, surtout qu'on ne connaît pas très bien les sociétés précédant les Âges des Métaux dans cette région de Belgique. Peut-on parler d'un « système de peuplement » pour les civilisations préurbaines ? Dans le sens où il existerait une philosophie formulée gouvernant les choix d'implantation de sites d'habitat dans le paysage, comme a pu l'être la centuriation lors du I^{er} siècle après J.C. ? Il est peu probable que ce soit le cas, mais il nous appartiendra de chercher à répondre à ces questions, et de déterminer si on peut au moins trouver une logique dans l'organisation spatiale de notre aire d'étude.

Néanmoins, nous savons que la hiérarchie peut se révéler *via* la taille et le caractère groupé ou isolé de l'habitat, comme nous l'avons vu plus tôt avec les travaux de Johnson (1981) qui se basait sur le modèle rang-taille de Zipf (1949). Toute la question est de savoir si de tels *patterns* peuvent être discernés dans des échantillons réduits comme celui que nous étudions.

Il a été établi que les désertions de sites survenant dans la vallée du Rhône aux I^{er}-II^e siècles ne sont pas liés à une crise environnementale, mais plus à des changements sociétaux. Mais quel impact y a-t-il sur le choix d'implantation ? Cette question reste pertinente, surtout pour les sites implantés en début de vague de colonisation.

L'Analyse Factorielle des Correspondances

Pour tenter de répondre à cette question, *Archaeomedes* utilise plusieurs **méthodes statistiques** que nous allons décrire ici. Grâce à une série de descripteurs, caractérisant diverses catégories de variables, ils ont produit des « cas de figure » ayant plus de chance de survenir dans leur population statistique. Le but est de donner une base interprétative permettant un commentaire éclairé par les connaissances en matière d'histoire, de société, etc.

Ces descripteurs sont basés sur trois catégories d'information : premièrement, leur connaissance des contextes archéologiques : superficie, matériaux de construction, mobilier, activité, date d'implantation, durée d'occupation et antériorité. Deuxièmement, des descripteurs liés à la

¹¹⁷ VAN DER LEEUW et al. 2003, p. 36

¹¹⁸ VAN DER LEEUW et al. 2003, p. 39

¹¹⁹ VAN DER LEEUW et al. 2003, p. 39

caractérisation du relief : la pente, l'orientation, le rayonnement solaire, l'abri au vent et l'humidité. Finalement, la dernière catégorie concerne des classes pédologiques (au nombre de 7).

Ces descripteurs sont des variables pouvant prendre différentes modalités. Chaque groupe de descripteurs est classifié suivant l'Analyse Factorielle des Correspondances et la Classification Ascendante Hiérarchique. Cela résulte en l'établissement de « caractères », qui sont des configurations de modalités que peuvent prendre les descripteurs et qui ont une probabilité importante de caractériser un même individu.

Pour faire simple, le calcul vise à créer des catégories, ou caractères définis par différentes configurations de modalités, afin d'établir les probabilités que tel ou tel individu statistique se retrouve dans ces catégories. La classification quant à elle sert à rapprocher les catégories entre elles, permettant de comprendre quels types de variables et descripteurs ont le plus d'influence dans les probabilités d'implantation dans le paysage. L'Analyse Factorielle des Correspondances permet de connaître quels sont les variables (ou descripteurs) et individus le plus corrélés. Pour ce faire, on imagine un espace mathématique à n dimensions (avec n étant le nombre de colonnes, ou variables, caractérisant chaque individu) où chaque modalité est placée selon un calcul de distance. Cette distance est basée sur le χ^2 : cette méthode cherche à montrer si deux variables / individus sont corrélés positivement ou négativement, en se basant sur la probabilité qu'un indice (le χ^2) soit proche d'une valeur établie par la théorie. Le problème est que représenter un espace en n dimensions en 2 dimensions (un graphique par exemple) est fondamentalement impossible ; des déformations surviendront forcément (comme l'est le globe terrestre quand on le met à plat sur une carte). L'ordinateur choisit les deux dimensions les plus pertinentes, susceptibles de donner une représentation la moins déformée possible. Deux éléments corrélés seront proches sur cette représentation, et peuvent ensuite être groupés grâce à la Classification Ascendante Hiérarchique. Cette dernière rassemble en groupes les individus (les « caractères » susmentionnés) les plus proches et ressemblants, en utilisant les distances données par l'AFC, et dans un nombre de groupes qui est fixé arbitrairement (cette détermination peut être réalisée par différents moyens, mais l'étude d'Archaeomedes ne précise pas lequel). À la suite de cela, on obtient des « classes » par groupements d'individus ou « caractères ». Pour rappel, un caractère est une configuration particulière de modalités que peuvent prendre des descripteurs (ou variables) qui sont groupés dans un ensemble nommé « classe » comprenant les caractères les plus proches les uns des autres.

Dans le cas qui nous occupe, on commence par classer les descripteurs (ou variables) au sein même de leur catégorie (les fameux descripteurs archéologiques, de relief et de pédologie). On obtient donc 33 caractères et 11 classes pour le premier groupe de descripteurs (les descripteurs archéologiques) ; 56 caractères et 10 classes pour le relief, et 20 caractères pour 7 classes pédologiques (ces deux catégories étant par la suite combinées en une seule analyse). Ces trois catégories seront ensuite prises comme un descripteur chacune ; chaque classe est donc une modalité : ils seront au nombre de 28. 7 caractères liés à la distance à l'eau, 4 à la distance au réseau viaire et 4 à l'intensité de ce réseau¹²⁰ sont également ajoutés à cette analyse. On ressortira 10 classes de cette analyse générale qui prend en compte les différents facteurs évoqués plus haut ; ces 10 classes sont censées être une synthèse qui décrit schématiquement les types d'habitats dans la région donnée. Il s'agit du « profilage géographique » que nous avons déjà évoqué plus tôt dans la discussion : par exemple, l'étude de l'équipe de Verhagen de 2013 visant à intégrer les variables socioculturelles est construite sur cette méthode.

¹²⁰ VAN DER LEEUW et al. 2003, p. 279

Chacune de ces analyses permet de comprendre le terrain et son occupation selon des manières et des points de vue différents. L'analyse des descripteurs archéologiques rend compte d'une progression intéressante à relever : il s'avère que quatre variables reprises suivent une évolution parallèle, ce qui signifie qu'elles sont corrélées¹²¹ (notons que corrélation ne signifie pas causalité, comme nous avons pu le voir dans la partie consacrée aux limites de la méthode). On remarque donc que la superficie de répartition des artefacts, la qualité des matériaux de construction utilisés, la richesse des assemblages mobiliers et la durée d'occupation sont des descripteurs connaissant une progression régulière et parallèle. Concrètement, cela démontre que plus le temps passe, plus un établissement qui parvient à se maintenir se développe et gagne en richesse. En revanche, il semble que la date d'implantation ne soit pas dépendante des facteurs énoncés plus tôt ; cependant, les auteurs ne veulent pas s'avancer quant à la nature réelle de leurs liens profonds.¹²²

Plus concrètement, on retient de l'analyse suivante que 60% des sites étudiés dans le cadre « archéologique » tombent dans la classe des très petits établissements datant du I^{er} siècle, avec une durée d'occupation brève¹²³. Cela s'explique dans les conclusions de cette partie de l'étude : on distingue en effet un front « pionnier » d'implantation de divers sites de taille petite à modeste, temporaire, et disparaissant partiellement quand le réseau d'occupation du paysage s'est stabilisé. Cette stabilisation verrait la désertion de certains de ces petits établissements, le fleurissement d'autres en sites plus riches et une tendance générale à ne plus dépendre de l'environnement, mais plus à des logiques socio-économiques s'exprimant dans le réseau établi des habitats humains.¹²⁴ Par la suite, les hasards des désertions entraîneront des réoccupations, un phénomène observable aux III^e, IV^e et V^e siècles après J.C. Les sites réoccupés seront principalement parmi les petits sites, et on estime à 46% les sites abandonnés depuis plus d'un siècle au moment de leur réaffectation.

L'analyse de l'environnement des sites révèle quant à elle d'autres informations qui viennent confirmer ce qui a été dit un paragraphe plus haut : les difficultés environnementales ne comptent qu'au I^{er} siècle av. J.-C., et après cela n'influent que faiblement le maintien des sites. Les seules modifications ultérieures ne sont que de l'ordre de la densité : elles ne touchent pas le mode de répartition des habitats¹²⁵. Les zones d'habitat préférées sont les coteaux, les collines et les zones de contact, et de manière générale les versants exposés au sud. Nous avons évoqué le front « pionnier » qui finissait par se dégrader, amenant une stabilité dans les systèmes de peuplement du paysage : cette dégradation (des désertions) se manifeste plus fortement sur des versants pentus que sur les terrains plats. Notons que cette situation s'inverse au IV^e siècle.

La conclusion de ce chapitre (de l'étude mentionnée) est la suivante : les conditions environnementales ont joué un rôle dans les choix d'implantation de sites, mais une fois mise en place, cette influence s'est atténuée et les mutations suivantes n'ont pas de lien fort avec ces conditions¹²⁶. Cela répond à la question posée au début de leur chapitre 6 : « [...] *un milieu attractif contribue-t-il à garantir leur [des sites] longévité ? [...] La durée et l'évolution fonctionnelle d'un habitat, [...] expriment-elles seulement un rapport positif au milieu, une maîtrise satisfaisante des ressources, une réponse favorable de l'environnement ?* ». ¹²⁷

¹²¹ VAN DER LEEUW et al. 2003, p. 219

¹²² VAN DER LEEUW et al. 2003, p. 219

¹²³ VAN DER LEEUW et al. 2003, p. 223

¹²⁴ VAN DER LEEUW et al. 2003, p. 222

¹²⁵ VAN DER LEEUW et al. 2003, p. 273

¹²⁶ VAN DER LEEUW et al. 2003, p. 275

¹²⁷ VAN DER LEEUW et al. 2003, p. 201

Pour confirmer cette conclusion, les auteurs examinent dans le chapitre 9 les liens probables entre les dynamiques de peuplement (première analyse, basée sur les descripteurs archéologiques) et les dynamiques environnementales (les deuxième et troisième analyses, basées sur le relief et la pédologie). Comme annoncé plus haut dans le texte, il en résulte 10 classes d'habitat, qui sont assez bien équilibrées du point de vue de la représentation. Les milieux les plus attractifs sont les suivants : des paysages de plaine, bien drainés, humides, sur des versants à pente faible, exposés sud ou bien est.¹²⁸ Dans ces milieux se forment les habitats les plus prospères et les plus confortables. Les établissements les plus précaires sont désertés une fois les structures de peuplement établies, car étant fortement spécialisés en une activité économique, ils sont plus sujets à des variations dans leur rendement et leur viabilité économique. Un habitat spécialisé dans la production d'une ressource particulière dont l'accès est dépendant de conditions climatiques (entre autres) sera moins résilient à ces variations, contrairement à un établissement aux moyens de subsistance plus diversifiés se tenant au centre d'un réseau commercial (par exemple). La question de recherche qui sous-tendait l'étude d'Archaeomedes était la suivante : « Est-ce que l'organisation spatiale des habitats indique qu'une dégradation de l'environnement est responsable des désertions ? » et la réponse nous apparaît maintenant clairement : non.¹²⁹

Voilà en résumé ce que nous propose cette étude, méthodologiquement très bien documentée ; cet aspect nous est utile, les calibrages étant précisément décrits, le cheminement balisé et les choix argumentés.

Pour répondre à leur question de recherche, les scientifiques d'Archaeomedes usent de toute une série de moyens pour tirer diverses conclusions sur les relations entre milieu et habitat. Cette étude donne un très bon aperçu des systèmes de peuplement, que ce soit leur évolution à travers le temps, de leur mise en place à leur point de stabilité ou leur mutations tardives, dans une approche modélisatrice intéressante. Dans ces modèles se révèlent les hiérarchies d'habitat et les zones d'occupation préférentielles, deux composantes essentielles à la compréhension de l'évolution des systèmes de peuplement. On découvre donc un réseau entremêlé de facteurs et de phénomènes qui doivent être pris ensemble pour avoir une valeur explicative pertinente (pour la question de recherche mentionnée ; c'est-à-dire la recherche de facteurs expliquant les désertions d'habitats à une époque donnée). Cette étude très poussée est le résultat du travail conjugué de plusieurs personnes, expertes dans leur domaine et disposant de moyens conséquents : huit zones ont été prises en compte, des prospecteurs ont été envoyés sur le terrain et une base de données commune a été développée pour rendre le partage d'informations et le dialogue plus aisé (ArchaeoBase). Il s'agit donc d'un travail de prospection, de recherche, de communication, d'homogénéisation de données, mais également de calcul et d'interprétation¹³⁰.

Que peut-on espérer retirer de notre propre analyse de données, en sachant qu'une recherche très fouillée nécessite des moyens qui nous sont inaccessibles ? Il nous sera difficile, voire impossible, de décortiquer les évolutions du système de peuplement de notre région d'étude comme l'ont fait les membres d'Archaeomedes, car notre corpus est nettement plus réduit (il compte une centaine de sites au total pour un millier chez Archaeomedes) et s'étend sur des périodes de temps beaucoup plus larges. Cependant, rendre compte des choix d'implantation préférentiels reste possible puisque ceux-ci ne changent pas (a priori) dès le système de peuplement stabilisé. Ceci reste une constatation faite dans un cadre d'étude précis et devra faire l'objet d'une critique.

¹²⁸ VAN DER LEEUW et al. 2003, p. 297

¹²⁹ VAN DER LEEUW et al. 2003, p. 299

¹³⁰ VAN DER LEEUW et al. 2003, p. 203

La régression logistique

Quelques années plus tard, une équipe de chercheurs et chercheuses belges (Annick Lepot, Amélie Vallée, Hanne De Brue, Bastiaan Notebaert et Gert Verstraeten) publiaient une étude aux méthodes et questions de recherche similaires ou s'approchant de celle d'*Archaeomedes*. Elle porte sur la région belge du Condroz, une zone géologique située sur la partie sud du bassin de la Meuse, et se concentre sur les données archéologiques datant du I^{er} siècle apr. J.-C. au VII^e siècle, englobant les périodes du Haut et Bas Empire Romain, ainsi que la période Mérovingienne. Les données ont été récoltées à partir de publications en tous genres (Annales, bulletins, chroniques, etc.¹³¹, et seules les structures d'habitat et les structures funéraires ont été considérées. Les données enregistrées sont les suivantes : position géographique, description des structures archéologiques, datation. Le but de l'étude est de comparer ces données géographiques avec la connaissance de l'environnement : on cherche à comprendre les liens que ces deux types de paramètres entretiennent. Pour ce faire, on utilisera des analyses statistiques de la même famille que celles présentées dans la précédente étude, mais en poursuivant des buts différents. Ici, la question de recherche est moins précise : elle consiste à « [...] évaluer l'impact de plusieurs facteurs naturels sur l'implantation de sites archéologiques. ».¹³² Notons que l'équipe qui a mené à bien l'étude est sensiblement plus réduite que celle d'*Archaeomedes*, qui compte des agents travaillant dans plusieurs régions différentes et dont le travail s'est déroulé sur un intervalle de temps beaucoup plus long. Le groupe de rédacteurs compte deux archéologues affiliées au CRAN, Amélie Vallée et Annick Lepot, et trois géographes de la KU Leuven, Hanne De Brue, Bastiaan Notebaert et Gert Verstraeten. Ces trois derniers sont ceux qui ont procédé à l'expertise statistique.¹³³

On peut relever plusieurs différences entre cette étude et le travail d'*Archaeomedes*, outre cette différence de moyens.

Premièrement, la qualité et la pertinence des données archéologiques sont beaucoup plus critiquées dans l'étude de 2018 (parce qu'il s'agit de données de « seconde main », contrairement à celles de *Archaeomedes*, qui est le producteur des données utilisées), les auteurs ont construit une **carte** représentant la qualité de prospection de la région, mettant en évidence la pauvreté de la documentation dans la région est du Condroz ; de plus, les sites sont classés en fonction de la précision de leur localisation sur la carte. Cette classification a pour but de mettre de côté les sites placés de manière trop imprécise pour l'analyse (l'idée étant d'attribuer des valeurs de variables environnementales précises à ces sites ; sans localisation précise, cet exercice devient trop hasardeux). D'autres sites sont écartés pour diverses raisons, dans le but d'éviter les imprécisions dans les opérations statistiques : par exemple, ils ont choisi de ne pas considérer les structures fortifiées, car leur installation sur des lieux aux caractéristiques environnementales particulières relève de la nécessité (on retrouvera plus de fortifications dans des lieux dits « stratégiques » : éperons, crêtes naturelles, etc.)¹³⁴. Après ce tri, il reste 54 sites d'habitat du Haut Empire, 17 du Bas Empire et 8 de la période mérovingienne. Respectivement, les sites funéraires triés sont au nombre de 57 (Ht-Emp), 7 (Bs-Emp) et 58 (Méro). Ces chiffres sont faibles pour une enquête statistique, mais pas insuffisants (ils estiment d'ailleurs qu'en dessous de 25 individus, on ne pourrait pas accorder de confiance aux résultats)¹³⁵. Même dans la conclusion, on insiste bien sur cette faiblesse, en proposant par exemple

¹³¹ LEPOT, VALLÉE et al. 2016, p. 143

¹³² LEPOT, VALLÉE et al. 2016, p. 140

¹³³ LEPOT, VALLÉE et al. 2016, p. 145

¹³⁴ LEPOT, VALLÉE et al. 2016, p. 144

¹³⁵ LEPOT, VALLÉE et al. 2016, p. 145

d'intégrer les données issues de la prospection, qui n'ont pas été retenues lors de la première analyse.¹³⁶

On remarque également des différences au niveau de la méthode utilisée : là où la précédente étude utilisait l'Analyse Factorielle des Correspondances, couplée à la Classification Ascendante Hiérarchique pour établir des catégories d'établissements, les auteurs de la deuxième étude utilisent des « analyses univariées » et « multivariées »¹³⁷. Ces deux termes désignent des types d'analyses, et plusieurs méthodes se retrouvent sous ces appellations. Les analyses univariées étudient les relations entre deux variables, alors que les analyses multivariées peuvent être utilisées pour analyser plusieurs variables (dites explicatives) à la fois et leur influence sur une variable (dite expliquée). Ce principe est appelé méthode explicative. Au sein des analyses multivariées, on distingue également les approches descriptives, qui servent à schématiser et résumer les données (par exemple l'Analyse en Composantes Principales utilisée par Archaeomedes). Ici on a donc privilégié l'approche explicative : concrètement, on utilise une régression logistique, qui permet de tester comment se comporte une variable binaire (pouvant prendre la forme 0 ou 1, oui ou non) en fonction des variables qui décrivent les individus testés, qu'elles soient qualitatives (exprimées en mots, prenant différentes modalités, comme *yeux : bruns* ou *yeux : bleus*). Ici, la variable couleur des yeux s'exprime en deux modalités : *bleus* ou *bruns*) ou quantitatives (exprimées en chiffres, donnant une grandeur dans une unité choisie pour l'exprimer)¹³⁸.

Pour le cas qui nous intéresse, la variable binaire (ou variable réponse) est la présence ou non de site archéologique à tel endroit géographique, et les variables explicatives sont celles choisies par les chercheurs pour tenter d'expliquer les choix d'implantation. Elles constituent une cinquantaine de facteurs testés pour évaluer leur contribution à la forme 0 ou 1 que prend la variable « présence de site ». Au nombre de ces variables choisies pour décrire l'environnement, on retient les données liées à l'**hydrographie** (la distance aux rivières), au **relief** (élévation, valeur absolue du relief local, structure du paysage, pente, orientation des pentes), aux **sols et sous-sols géologiques** (classes lithologiques, la distance aux principales classes lithologiques, le drainage du sol, la texture du sol, l'aptitude à la culture des céréales), à l'**ensoleillement** (intensité du rayonnement solaire) et finalement la **proximité aux réseaux de transport**. Notons que l'usage de ces variables n'est pas soutenu par une recherche théorique préalable, comme le préconise le principe de la déduction. En revanche, toutes les variables sont testées via une régression univariée, qui teste la corrélation entre la variable binaire et les variables explicatives sélectionnées. On apprend à la suite de cette opération que les variables les plus corrélées (individuellement parlant) désignent les paysages ouverts et les terrains plats¹³⁹. L'aptitude des sols à l'agriculture est également un facteur significatif, selon les tests univariés réalisés sur le corpus romain.

La régression logistique est un calcul de probabilité que la variable binaire vaille « 1 ». On utilise une probabilité, car on ne peut pas évaluer la valeur précise de Y (la variable binaire) pour une valeur de la variable explicative donnée, vu que Y vaut obligatoirement 0 ou 1. Prenons un exemple simple : une analyse univariée entre la variable binaire « présence de site » et la variable quantitative « pente » exprimée en pourcentages. L'analyse produira un graphique orthogonal avec en ordonnées la variable binaire et en abscisses la variable « pente ». Vu que Y ne peut prendre que les valeurs 0 et 1, le nuage de points sera difficile à interpréter visuellement. La régression logistique est une courbe sinusoïde qui ne donnera non pas une valeur estimée de Y pour telle ou telle valeur de X, mais une probabilité que

¹³⁶ LEPOT, VALLÉE et al. 2016, p. 154

¹³⁷ LEPOT, VALLÉE et al. 2016, p. 145

¹³⁸ CELLIER & COCAUD 2012, p. 249

¹³⁹ LEPOT, VALLÉE et al. 2016, p. 146

$Y = 1$. En multipliant les analyses pour chacune des variables explicatives considérées, et en pratiquant une analyse multivariée combinant plusieurs variables explicatives (pas toutes à la fois, car elles sont nombreuses), on peut donc savoir quelles sont les variables qui améliorent les probabilités que $Y = 1$, soit qu'un site archéologique soit présent sur un site possédant le même type de valeurs pour ces variables. La régression logistique met en évidence les variables qui contribuent de manière positive ou négative à ces chances.¹⁴⁰

Cette méthode a permis à Lepot, Vallée, etc. de construire des cartes de susceptibilité donnant les zones où les découvertes archéologiques sont les plus probables. Ils insistent bien sur ce point, car ces cartes ne sont pas prédictives et ne doivent pas être considérées comme telles¹⁴¹ (elles n'ont qu'une portée explicative, étant donné que seuls les sites d'une certaine période sont intégrés à l'analyse. Si l'on avait voulu produire un modèle prédictif, on aurait dû prendre en compte toutes les données pour avoir une image non biaisée des zones d'occupation préférentielles).

Pour que cette méthode soit révélatrice, il faut des observations où la variable binaire « présence de site » vaut 0 (c'est-à-dire des lieux où il n'y a pas de site) pour que les calculs de probabilités puissent se faire. Les chercheurs ont donc appliqué les principes décrits dans l'article de King et Zeng, traitant des régressions logistiques appliquées à des événements rares. Cet article vise à donner des moyens d'utiliser correctement les régressions logistiques en mettant le doigt sur les problèmes méthodologiques les plus récurrents. Parmi ceux-ci, les stratégies de collecte de données : soit on déploie beaucoup d'efforts à multiplier les observations, par peur que l'échantillon soit trop peu représentatif, mais souvent au détriment de la qualité des variables, soit on cherche à avoir des variables descriptives de bonne qualité, mais avec moins d'observations¹⁴². Généralement, on retrouve l'un ou l'autre dans les jeux de données, car les produire a toujours un coût, et il faut à un moment effectuer un choix. King et Zeng préconisent donc de sélectionner d'office tous les individus pour lesquels la valeur binaire testée vaut « 1 », car ils soulignent qu'en général les probabilités pour ces événements rares sont largement sous-estimées (du fait notamment de stratégie d'échantillonnage utilisant des méthodes aléatoires)¹⁴³. Par la suite, il faut compléter la collection de données avec des individus dont la valeur de la variable binaire est « 0 ». Le nombre d'observations pour lesquelles la variable binaire vaut « 0 » dépend selon eux de la facilité (coûts) à produire l'information nécessaire, et de sa disponibilité¹⁴⁴. Dans notre cas, les observations « 1 » sont limitées par les données tirées de la documentation (il n'existe pas un nombre illimité de sites archéologiques), mais il y a virtuellement un nombre illimité d'observations « 0 » : ce nombre est simplement tellement grand qu'on peut le résumer à l'infini. Dans notre cas, les chercheurs ont choisi 10.000 endroits aléatoirement hors d'une zone d'un rayon de 500 m autour de sites connus *via* un système d'information géographique. Ils estiment à 4% la part de territoire étudié échantillonné de cette manière¹⁴⁵. C'est même largement au-dessus de ce qui est recommandé dans l'article de King et Zeng, ceux-ci remarquant que la contribution des observations « 0 » diminuait une fois un nombre d'observations « 0 » dépassant le nombre d'observations « 1 » dans un échantillon. Ils préconisaient donc de prendre seulement de 2 à 5 fois plus de « 0 » que de « 1 » dans ces cas-là.

L'article de King et Zeng contient en outre plusieurs corrections relatives aux modèles logistiques, mais nous ne les aborderons pas ici.

¹⁴⁰ CELLIER & COCAUD 2012, p. 249

¹⁴¹ LEPOT, VALLÉE et al. 2016, p. 154

¹⁴² KING & ZENG 2001, p. 137

¹⁴³ KING & ZENG 2001, p. 138

¹⁴⁴ KING & ZENG 2001, p. 143

¹⁴⁵ LEPOT, VALLÉE et al. 2016, p. 145

Une fois les calculs effectués, les modèles les plus performants sont sélectionnés : on choisit les jeux de variables testés qui donnent les résultats les plus probants, ceux qui influencent le plus les probabilités que la variable binaire vaille « 1 ». Pour l'habitat du Haut-Empire, les facteurs qui contribuent le plus aux chances d'implantation sont les suivantes : un sous-sol calcaire, des sols humides à très humides et la distance au contact des sols alluviaux avec des sols de grès ou de grès et schiste. En revanche, la proximité des sous-sols gréseux ou schisto-gréseux diminuent les chances d'implantation¹⁴⁶. En utilisant les observations du Haut-Empire et du Bas-Empire conjointement, on obtient des résultats différents : les hauts de versants calcaires semblent privilégiés, contrairement aux sous-sols gréseux (comme l'analyse précédente le suggérait ; mais retenons que les observations du Haut-Empire sont plus nombreuses que celles du Bas-Empire, et ont donc forcément renforcé voire produit cette correspondance¹⁴⁷). Il semblerait qu'on favorise un environnement proche des cours d'eau, et globalement les sols propices à l'exploitation de céréales, résultats obtenus *via* une régression univariée. Notons que les résultats obtenus semblent confirmer l'idée selon laquelle les terrains les plus favorables à l'agriculture sont ceux mal drainés et dont le sous-sol est composé de calcaire, idée trouvée dans l'article de 1985 de Langohr cité plus tôt. Cependant, cet article avançait que les sols fertiles actuels étaient le résultat de la mise en culture et de l'évolution progressive de la surface de Hesbaye consacrée à l'agriculture, et ce, dès le Néolithique ancien. Dès lors, est-il pertinent d'interpréter cette préférence pour les sols mal drainés au sous-sol calcaire comme le reflet d'une pratique agricole réelle ? Il semble plus que probable que les sols aient déjà changé à l'époque romaine, si on prend en compte les techniques agricoles déjà disponibles à l'époque (voir chapitre 2). Sans autre argument pour favoriser cette interprétation, nous devons nous tenir à des conclusions plus sobres, mais plus réalistes.

Pour ce qui est des sites funéraires, au Haut-Empire, les lithologies calcaires et les plaines alluviales sont privilégiées, avec des morphologies de terrain plates ou de terrasse. Généralement, les grandes vallées sont favorisées¹⁴⁸. Les sites funéraires mérovingiens ont plus de chance d'être situés au bas de versants calcaires de paysages vallonnés. On les retrouvera plus souvent dans des sols à texture fort caillouteuse, et sont exclus des terres intéressantes pour l'agriculteur.¹⁴⁹ Le modèle produit à partir des données funéraires du Bas-Empire et de la période mérovingienne est le plus performant, et retient le même type de terrain que celle ne tenant compte que des données funéraires mérovingiennes (notons tout de même que c'est un apport de 7 observations seulement, donc les mêmes critiques que celles émises sur le modèle de l'habitat des Haut et Bas-Empire sont à formuler). Les auteurs voient dans cette concordance de modèle une preuve d'une continuité d'occupation entre le Bas-Empire et la période mérovingienne, mais malheureusement la population statistique du Bas-Empire est insuffisante pour permettre une analyse qui ait une valeur comparative.

Voici comment sont résumées ces informations par les auteurs de l'étude : pendant la période romaine, les coteaux calcaires et les emplacements à mi-versant sont les endroits où l'on retrouvera le plus fréquemment de traces d'habitat, et principalement sur les moyens-plateaux de l'Entre Sambre et Meuse, ainsi que dans le Condroz central¹⁵⁰. Au Bas-Empire, il semblerait que l'habitat tende à se retrouver plus souvent dans les vallées, tout en continuant d'occuper les plateaux. Pour ce qui est du domaine funéraire, leur position dans des zones caillouteuses et peu propices à la culture (exposition, drainage ...) semble être un choix conscient aux yeux des auteurs, qui expliquent ce choix par la volonté de réserver les terres cultivables à l'agriculture. La conclusion de l'étude est la suivante : il semblerait

¹⁴⁶ LEPOT, VALLÉE et al. 2016, p. 146

¹⁴⁷ LEPOT, VALLÉE et al. 2016, p. 147

¹⁴⁸ LEPOT, VALLÉE et al. 2016, p. 148

¹⁴⁹ LEPOT, VALLÉE et al. 2016, p. 149

¹⁵⁰ LEPOT, VALLÉE et al. 2016, p. 151

que les modes d'occupation du territoire ne soient soumis qu'à de légères variations au fil du temps : les chercheurs n'ont pu repérer de « [...] rupture nette en termes de choix topographique »¹⁵¹. Les facteurs environnementaux les plus impactants sont la nature du sol, le relief et la position par rapport au réseau hydrologique.

Ce papier se termine par une série de réflexions sur l'analyse spatiale en général qu'il est intéressant de développer et commenter ici. La première de ces réflexions concerne la dualité dans les causalités du problème du choix des implantations. Il apparaît en effet que les causes environnementales et causes sociétales entretiennent un lien de réciprocité : elles s'influencent mutuellement et il est impossible de considérer la question en tenant compte uniquement de l'un ou de l'autre. Pour les auteurs, l'impact des variables environnementales est « clairement démontré »¹⁵², mais n'entre pas systématiquement en ligne de compte : par exemple, les légers changements dans l'occupation du territoire relevés par l'analyse seraient plus attribuables à des facteurs sociétaux qu'environnementaux.

Pour illustrer cette idée, reprenons les sites funéraires : leur nature influence l'emplacement qu'on leur a choisi. Si l'on part du principe que le fait funéraire témoigne d'une volonté de séparer le domaine du vivant et de la mort, et le fait qu'on ait préféré les reléguer dans des terres impropres à la culture démontre que 1) des **facteurs sociaux** (ici : *les tombes sont un espace à part entière*) séparent le paysage selon des zones fonctionnelles et 2) les **caractéristiques naturelles** (ici : *l'impropriété d'une terre à l'usage agricole*) incitent une répartition « optimale » (notion à relativiser : voir la question de la *rationalité économique* évoquée lors de l'introduction), ou du moins spécialisée des fonctions décrites plus haut. La contribution au choix final d'implantation de ces deux catégories de facteurs est à discuter en fonction du cas d'étude, tant les raisons peuvent être diverses au sein d'une catégorie de facteurs (les sociétés et les paysages ne sont pas les mêmes partout), et tant les deux catégories s'influencent mutuellement selon des modalités variées. Cette constatation vient soutenir la définition du paysage donnée par Wilkinson en 2003 et reprise par Chouquer et Watteaux en 2013, comme étant un écheveau d'interactions tissées entre facteurs humains et l'environnement, s'exprimant par des arrangements de différents traits (comme les routes, canaux, sites archéologiques, etc.¹⁵³).

La deuxième réflexion concerne les limites de la méthode proposée. Cela fait écho aux critiques formulées par Ebert dans son article de 2000, car c'est le mode d'acquisition des données qui est soumis au plus d'interrogations : a-t-on accès à des informations environnementales et socio-économiques suffisamment fiables ? En outre, est-ce que l'échantillonnage aléatoire de non-événements (les observations pour lesquelles la variable binaire valait « 0 ») est pertinent ? Rappelons que ce sont de faux « non-événements », et certains peuvent très bien être des sites non découverts. Comme Ebert le soulignait 18 ans avant l'étude de Lepot, Vallée et al., la critique des sources est souvent reléguée en fin d'article, ce qui est bien le cas ici (mais rappelons que l'échantillon a tout de même été testé comme nous l'avons relevé en début de paragraphe).

Alors que les facteurs environnementaux restent relativement faciles à reconstruire, les facteurs sociaux ne peuvent être replacés qu'imparfaitement (du propre aveu des chercheurs¹⁵⁴). Bien que les changements morphologiques soient inévitables dans le paysage, ceux-ci se produisent généralement sur des intervalles de temps assez long pour qu'on puisse avoir une idée de l'aspect du paysage à l'époque qui nous intéresse. À l'échelle du temps géologique, l'époque romaine est très

¹⁵¹ LEPOT, VALLÉE et al. 2016, p. 152

¹⁵² LEPOT, VALLÉE et al. 2016, p. 152

¹⁵³ CHOUQUER & WATTEAUX 2013, p. 22

¹⁵⁴ LEPOT, VALLÉE et al. 2016, p. 152

proche de la nôtre. Il appartient toutefois au chercheur de vérifier qu'il ne commet pas d'erreur lors de la collecte de ses données environnementales, un point amplement discuté dans les sections précédentes. Cependant, nous ne nous sommes que peu étendus sur les facteurs sociétaux, l'exercice étant un peu plus délicat. En effet, il se base à la fois sur les connaissances archéologiques, par nature fragmentaires, et le principe de **l'analogie** avec d'autres sociétés (que ce soient la nôtre, une société contemporaine ou une société ancienne, mais mieux documentée). Ce que nous désignons ici sous le terme « **analogie** » correspond à la pratique courante dans les études ethnoarchéologiques qui consiste à observer et comprendre un phénomène social, prenant place dans une société actuelle donnée aux fonctionnements et mécanismes sociaux connus, pour émettre des hypothèses quant à des phénomènes sociaux de sociétés anciennes aux paramètres similaires. Concrètement, il s'agit de supposer qu'un phénomène social actuel puisse aider à comprendre un phénomène social ancien, en posant l'hypothèse que vu que les sociétés comparées fonctionnent de manière similaire, le phénomène étudié peut avoir pris la même forme ou les mêmes modalités. Nous avons évoqué l'usage de l'analogie dans le cadre d'études utilisant le modèle prédictif : les études ethnographiques et anthropologiques y sont souvent vues comme des moyens efficaces de calibrer certains paramètres entrant en jeu dans l'analyse. L'analogie peut également servir de base pour lancer des hypothèses de travail, mais il faut garder à l'esprit que toute analogie reste hypothétique tant qu'elle n'est pas vérifiée.

Pour ce qui est de la question de l'échantillonnage aléatoire des « 0 », les auteurs préconisent de baser ces observations sur un relevé sur le terrain¹⁵⁵, pour ôter tout doute dans l'équation. Rappelons cependant que King & Zeng (2001) conseillaient de maximiser la collecte de « 0 » sans que cela se fasse au détriment d'autres processus au sein de l'analyse, surtout au niveau des coûts de production de l'information. Aller sur le terrain pour constater 10.000 non-événements est disproportionné, surtout pour une équipe constituée de 5 membres. À leur échelle, la démarche d'aller sur le terrain serait trop coûteuse.

Pour conclure, notons que les auteurs sont bien conscients du faible nombre de sites repris dans l'étude, et suggèrent d'intégrer les données issues de la prospection afin d'avoir une population statistique plus étendue et donc plus révélatrice. Cette population dépendrait donc de la qualité de la prospection dans la région étudiée.

Que nous apprend cette étude ? Pour les auteurs, cela permet de « [...] démontrer et mesurer l'impact des variables naturelles sur les choix d'implantation » dans les domaines funéraires et de l'habitat pour les périodes concernées, chose qui se retrouve également dans l'étude d'*Archaeomedes*. De plus, elle souligne une forme de continuité d'occupation du paysage pendant les I^{er} à VII^e siècles après J.C¹⁵⁶.

Conclusion du premier chapitre

Il est temps que nous résumions et reprenions les points importants qui ont été exposés au cours de ce chapitre. On peut diviser ce chapitre en trois parties : la première expose les premiers développements d'études géographiques en archéologie et le cadre théorique et intellectuel global. La deuxième s'intéressait plus précisément au modèle prédictif, la branche de recherche qui semble le plus adaptée à notre question de recherche. Finalement, nous avons décrit dans une troisième partie des applications concrètes de ce modèle en détaillant leur mise en œuvre et leurs résultats respectifs.

¹⁵⁵ LEPOT, VALLÉE et al. 2016, p. 154

¹⁵⁶ LEPOT, VALLÉE et al. 2016, p. 154

Évaluer notre hypothèse de départ

L'hypothèse de recherche qui a été présentée dans l'introduction nécessitait d'être vérifiée sur base scientifique. La première partie de cette hypothèse est que se baser uniquement ou en grande partie sur les variables environnementales définissant un paysage est une méthode valable, pouvant du moins donner des interprétations intéressantes au vu de théories préalablement produites. La complexité des sociétés anciennes étant moindre que la nôtre, on peut supposer que les paramètres pris en compte lors d'un choix d'implantation étaient moins nombreux que dans le cas d'une société plus complexe, caractérisée par des spécialisations sociales plus marquées et plus variées. Cela signifierait que les membres de ces peuples anciens se tourneraient vers des lieux aux « profils » plus semblables, puisque leurs besoins seraient théoriquement les mêmes. Les facteurs environnementaux à optimiser prendraient donc proportionnellement plus d'importance que dans le cas d'une société moderne.

Notre revue de la littérature avait pour but de déterminer si cette partie de l'hypothèse se tenait au regard des études déjà effectuées.

Du point de vue de la première partie, partir uniquement des données environnementales ne semble pas causer de soucis : les études présentées sont loin d'être les plus motivées du point de vue théorique, beaucoup de chercheurs restent dans une logique positiviste (comme le Gravity Model) ou carrément conceptuelle (la Central Place Theory, qui n'est pas applicable telle quelle). Bien que le problème du déterminisme environnemental ait été relevé, la discussion n'était pas arrivée à maturité et peu de principes issus de l'époque précédant les années 90 sont à reprendre dans notre approche. Notons tout de même que les questions économiques ont trouvé un début de solution à travers des modélisations de territoires de chasse de populations nomades (Jochim) ; en outre, il semble que l'étude des ressources locales soit une bonne piste de réflexion, malgré le besoin en données de qualité issues de l'étude du modèle économique des peuples considérés. La question des variables socioculturelles est également abordée, peut-être pas de la meilleure façon possible (par exemple l'utilisation de polygones de Thiessen pour reconstruire d'anciennes frontières), et parfois comme unique source d'interprétation (les études de praticabilité du territoire). Globalement l'apport de cette partie se résume à un cadre historiographique de la partie suivante.

La deuxième partie est plus intéressante, car elle a pointé tous les écueils auxquels nous sommes exposés dans ce domaine d'étude. On voit bien que le déterminisme environnemental est bel et bien un souci, et qu'une solution consiste en l'intégration de variables socioculturelles, avec les résultats mitigés qu'on a pu récolter. Ce qui ressort le plus évidemment à nos yeux, c'est le besoin d'une part de construire des théories d'occupation spatiales qui seront à vérifier par l'analyse (approche déductive), et que d'autre part les reproches de manque de théorie des modèles inductifs se basaient sur une « perception ». Dès lors, si on produit une étude qui est suffisamment solide sur le plan théorique, est-on en droit de penser que l'usage exclusif de données environnementales est un parti pris valable ? Il semble qu'entre le début des critiques affirmant un manque de théorisation des approches inductives (qui sont survenues dès 1990, et se sont poursuivies depuis) et les premiers essais de l'équipe de Verhagen et confrères pour intégrer les variables socio-économiques (en 2013), de l'eau a coulé sous les ponts. Ce parti pris a été assumé par de nombreux chercheurs entretemps, et il nous semble valable de choisir cette position, surtout si elle est assumée et que sa critique se trouve dans nos objectifs de recherche.

Dans la troisième partie, nous avons eu l'occasion de détailler les résultats de deux études qui utilisaient des méthodes différentes, des données d'origines différentes et des variables différentes (tout en poursuivant des objectifs différents dans le fond, mais similaires sur la forme). L'étude réalisée

par *Archaeomedes* mobilisait des données produites pour le projet, traitées *via* la méthode de l'Analyse en Composantes Principales et la Classification Ascendante Hiérarchique et l'utilisation de données environnementales **et** socioculturelles (sous la forme de la durée d'occupation et de la hiérarchie de sites), et leurs résultats leur ont permis de modéliser une explication très vraisemblable et plausible d'un phénomène de restructuration de l'occupation du territoire. L'article publié par Anick Lepot et son équipe utilisait une régression logistique calibrée pour être adaptée aux événements rares sur des données issues de sources tierces. L'équipe a testé la corrélation entre la présence ou non de site avec un set de variables de nature uniquement environnementale (avec l'ajout exceptionnel de la proximité aux réseaux de communication), et ont obtenu des résultats certes moins parlants, mais très intéressants. Leurs moyens étaient cependant largement inférieurs à ceux de l'équipe d'*Archaeomedes*, ce qui explique l'insuffisance perçue des paramètres techniques de l'étude.

Il ressort des conclusions de deux études citées ci-dessus que les paramètres environnementaux semblent dans les deux cas affecter le choix d'implantation ; en outre, les méthodes utilisées semblent toutes les deux valables pour analyser notre jeu de données, et fournir des pistes explicatives pertinentes. Plus généralement, ce premier chapitre a apporté divers éléments de réponse qui convergent vers la conclusion suivante : même s'il n'est pas avéré que le caractère plus primitif d'une société la rendait plus sensible aux facteurs environnementaux, il est clair que se baser sur les facteurs environnementaux uniquement pour étudier l'implantation dans le paysage d'un habitat ancien est au minimum pertinent, si pas tout à fait suffisant.

Les théories sous-tendant notre recherche : l'approche déductive

La deuxième partie de l'hypothèse suppose que les populations anciennes sont enclines à favoriser un milieu auquel ils sont mieux adaptés ; cette supposition étant basée sur le fait que le niveau technologique des populations anciennes définit leur *fitness* (mot emprunté aux sciences de l'évolution, désignant le niveau d'adaptation d'un individu à son environnement). Pour cela il nous faut connaître le mode de vie de ceux-ci, c'est-à-dire produire une théorie sur base de connaissances préalables afin de guider notre recherche (ainsi que le préconise l'approche déductive). Le meilleur moyen est de se pencher sur les études déjà produites sur la culture matérielle envisagée. Nous aborderons cette partie de l'hypothèse dans le chapitre descriptif consacré aux vestiges archéologiques découverts dans notre région d'étude, ce qui nous permettra de développer les idées relatives à leurs modes de vie et de confirmer ou non la validité de cette partie de notre hypothèse. Nous pouvons cependant d'ores et déjà constater que l'hypothèse selon laquelle les populations anciennes recherchent des environnements auxquels ils sont adaptés est à la base de nombreuses études fondatrices de ce domaine d'études.

Chapitre 2 : Description des vestiges étudiés

Premières études spatiales dans notre région

Nous ne sommes pas les premiers à nous intéresser à la Hesbaye liégeoise et son peuplement ancien. Pour la période rubanée en particulier, trois études ont été produites au cours du siècle dernier pour comprendre les rapports entre habitat et environnement. La première est celle de René Seret, publiée en 1962 dans le *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, n°18 : « L'occupation de la Hesbaye par les Omaliens ». Son hypothèse de départ est d'essayer de comprendre pourquoi on ne retrouve pas de présence rubanée en dehors de la Hesbaye (bassins de la Meuse et de la Meuse) malgré quelques herminettes en Condroz, une explication qu'il espère trouver dans les « circonstances géographiques » de cette occupation¹⁵⁷.

Dans un premier temps, il définit l'environnement pédologique et géologique : les sols sont de nature loessique en Hesbaye, une forme de sols sédimentaires d'origine éolienne. Leur « puissance » varie entre 2 et 10 m, et a tendance à être plus faible dans les contextes plus hauts en altitude. Selon l'auteur, au 5^e millénaire (la période pendant laquelle s'exprime la culture rubanée), une distinction « sensible » devait exister entre les sols loessiques hesbignons et les terres condruziennes¹⁵⁸. Toujours selon l'auteur, le loess est caractérisé par des tailles de particules très petites, de l'ordre de 2 à 50 µm, ce qui lui confère une plasticité importante. Du point de vue de la végétation, elle s'installe à la période boréale (entre 7000 et 5000), qui marque le recul de la toundra et l'avancée de la forêt mixte¹⁵⁹.

Du point de vue géologique, le sous-sol est caractérisé par différentes époques : Silurien (Si2b) dans le cours inférieur de la Meuse, le Carbonifère moyen dans le sillon mosan, et le Crétacé supérieur dans toute la Hesbaye¹⁶⁰. Différentes assises relatives à ces époques se retrouvent en Hesbaye, porteuses de phyllites, de silex de couleurs variées et de craies. Un certain nombre de pages sont ensuite consacrées à la description et la reconstitution de phénomènes géomorphologiques anciens. L'un d'entre eux décrit la formation de banc de silex, épais jusqu'à 9 m ; l'auteur constate également que le réseau hydrographique a changé au fil du temps, et une série de vallées sont désormais sèches.

Ensuite, il produit un catalogue qui reprend chaque station omalienne (un endroit nettement localisé où les documents archéologiques [...] ont été découverts en profondeur ou en surface¹⁶¹) de Hesbaye en les répartissant en régions géographiques¹⁶². Tous les sites ont été reportés sur une carte indiquant les données géologiques et hydrographiques. Tous les sites ont été étudiés sur place, avec pour certains les commentaires des archéologues qui les ont fouillés.

Voici les variables qu'il a choisi de récolter pour l'analyse : des informations **descriptives** (commune, lieu-dit, n° de cadastre), des informations **topographiques** (altitude, pente, exposition au soleil ; orientation absolue et orientation par rapport à la pente), **hydrologiques** (points d'eau et rivières), **géologiques** (nature du sol, du sous-sol, distance aux divers affleurements, aux ruptures [de nature des sols ?], aux dépressions)¹⁶³ et de manière générale la distance des sites entre eux. Il n'a malheureusement pas publié son tableau, pour des raisons inconnues, ce qui est regrettable : certains

¹⁵⁷ SERET 1962, p. 93

¹⁵⁸ SERET 1962, p. 94

¹⁵⁹ SERET 1962, p. 95

¹⁶⁰ SERET 1962, p. 96

¹⁶¹ SERET 1962, p. 105

¹⁶² SERET 1962, p. 105

¹⁶³ SERET 1962, p. 107

noms de variables sont peu clairs (que signifie la variable « importance » des sites ? Comment est-elle exprimée ou calculée ?), et leur choix n'est pas motivé.

Il entreprend par la suite de résumer ses résultats par région, au nombre de cinq : le Geer inférieur et supérieur, l'Yerne, la Meuse et la Meuse. La méthode de son analyse n'est pas décrite, mais semble très rudimentaire : il aurait testé les variables une à une, avec une attention particulière portée à l'altitude, la pente et la proximité de l'hydrographie. Ses résultats sont exprimés en statistiques évaluant la quantité de sites dans son jeu de données « liés » à telle ou telle valeur de variable. Les résultats obtenus ne sont pas très concluants, et au mieux, peuvent être considérés comme descriptifs. En synthétisant ses observations, on peut remarquer que beaucoup de stations omaliennes sont sur une « pente faible », sans volonté particulière de s'exposer au soleil. Les altitudes restent assez similaires dans l'ensemble. En outre, on retrouve du silex dans toutes les régions, à des fréquences et des qualités variées. Rien de probant ne peut être tiré de cette observation.

Les distances au point d'eau et entre les stations sont ensuite rassemblées dans des statistiques : l'auteur précise le minimum, le maximum et la moyenne. Inutile de développer plus loin, ces observations sont encore une fois uniquement descriptives et non interprétatives. L'importance de la station, son orientation et sa position ne semblent pas non plus avoir révélé de *pattern*.

Pour Seret, le profil type affecte une pente faible, dans des endroits pas spécifiquement à l'abri des vents froids ou bien exposés au soleil. Pour lui, si la Hesbaye était couverte de forêts au 5^e millénaire, alors les occupations devaient se trouver de préférence dans les clairières. Il existerait une corrélation entre la densité de site et celle d'affleurements de silex, qui est l'expression d'une nécessité selon l'auteur¹⁶⁴.

Les Omaliens se seraient répandus dans les vallées riches en silex et en source d'eau, un profil commun aux implantations du Limbourg hollandais et de Hesbaye. Pour l'auteur, l'étude prouve que les conditions sont déterminantes dans l'occupation du territoire et dans l'expansion de cette culture. En l'état, la question de recherche n'a pas pu trouver de réponse pertinente : si les conditions sont si importantes, pourquoi dans une région aux paramètres similaires, les Omaliens ne se sont-ils pas étendus ? À l'ouest de la Meuse, l'environnement n'est pas si différent, pourtant on ne trouve pas de traces rubanées (ceci reste à relativiser, voir la description des vestiges Rubanés). Pour Seret, ce serait peut-être dû au fait qu'un autre peuple ait occupé la zone et restreint l'extension des Rubanés.

Concrètement, cette étude est insuffisante à plusieurs niveaux. Sa question de recherche est bien définie, mais le développement de son travail ne semble pas dirigé entièrement vers le but de répondre à cette question : une grande partie est consacrée à la définition de l'environnement pédogéologique et biologique (la végétation), et elle est très peu exploitée pour soutenir les hypothèses avancées dans les parties conclusives. Cette partie a une valeur de contextualisation, mais l'auteur échoue à la rattacher de manière pertinente au reste de l'analyse. Pointons également la plus grosse lacune selon notre humble avis : une méthodologie clairement décrite, avec un étayage théorique solide. Par exemple, la définition de site utilisée est trop vague, car elle prend en compte toutes les traces archéologiques connues, pour peu qu'on en connaisse précisément l'emplacement. Il n'y a aucune critique fonctionnelle des vestiges, et par conséquent la précision de l'analyse s'en retrouve diminuée (voir la remarque sur la résolution fonctionnelle de Ebert 2000 reprise dans notre paragraphe sur les limites des modèles prédictifs). Les variables sélectionnées ne sont pas définies ni délimitées ; le tableau de données n'est pas non plus publié. En résumé, cette étude ne s'encombre

¹⁶⁴ SERET 1962, p. 118

pas de considérations théoriques et se place directement dans la ligne de pensée inductive, que nous savons incomplète et inadaptée avec les réalités de la recherche actuelle.

Nous devons cependant remettre cet article dans son contexte, et il est clair que nous ne pouvons pas blâmer l'auteur de ne pas être au courant de principes qui furent théorisés 30 ans plus tard. Soulignons toutefois l'intérêt principal de cette étude : les hypothèses de travail, qui peuvent nous aider à évaluer nos propres bases de recherche.

L'article de F. Gosselin

La deuxième étude concernant la Hesbaye liégeoise est celle de Françoise Gosselin, écrite en 1986 dans le Bulletin de la Société Royale Belge d'Anthropologie et de Préhistoire (97) : *L'occupation rubanée du Haut Geer et de la Mehaigne : Choix et contraintes écologiques*. Elle poursuit trois objectifs : premièrement, définir le paysage de la vallée du Geer supérieur selon des données quantitatives précises pour la période d'occupation rubanée, un peu comme l'avait esquissé Seret en 1962. Deuxièmement, étudier les « modalités de cette occupation » du paysage par les Rubanés. Finalement, Gosselin cherche dans cette étude à évaluer l'influence réelle des contraintes écologiques dans les choix d'implantation dans le paysage, en particulier en les confrontant à la théorie du déterminisme environnemental¹⁶⁵.

La région étudiée est limitée au Haut Geer, pour laquelle on connaît beaucoup de sites assez précisément datés ; la zone considérée correspond au territoire hypothétique de chaque site, c'est-à-dire une zone *buffer* de 15 km autour des sites pris en compte dans l'analyse. Cette zone correspond à la distance qui peut être parcourue en 3 h. Il s'agit de la notion de « site territory » définie par Bakels en 1978¹⁶⁶ (sur des bases ethnographiques), et qui est utilisée ici pour conscrire l'analyse à un cadre physique choisi de manière cohérente, autrement dit, selon des théories préalables. Ce territoire est l'aire d'action de peuples de chasseurs-cueilleurs, et celle d'agriculteurs se réduirait à la zone atteignable en 2 h de trajet à pied, mais l'auteur préfère prendre une définition large pour inclure les potentiels déplacements qui ne soient pas liés à la pratique de l'agriculture : par exemple, la recherche de matière première pour les outils lithiques (silex). En effet, une étude pétrographique menée par Toussaint en 1982 a pu lier les outils lithiques rubanés retrouvés dans notre région d'étude (la Hesbaye au sens large, et non pas la zone d'étude de Gosselin qui se concentre sur le Haut Geer uniquement) à quatre zones d'approvisionnement, ce qui permet de supposer que des trajets à relativement longue distance sont à envisager.

Un total de 46 sites sont pris en compte dans l'analyse, les données utilisées étant uniquement de « seconde main », c'est-à-dire issues de rapports de fouilles dépouillés par l'auteure ou tenues de vive voix de la part de l'archéologue responsable de la fouille¹⁶⁷. Un tableau de données est donc produit, reprenant diverses variables que nous allons détailler ici. Ces variables sont établies en effectuant une évaluation des différents paramètres, et sont décrites dans des parties consacrées à chacune d'entre elles.

Tout d'abord, la **densité d'occupation** de la zone. Pour chaque site, on calcule la distance avec le site le plus proche, et on répartit les résultats en catégories : « moins de 300 m : 18,5 % des sites ; 300-500 m : 39,5 % des sites ; 500-900 m : 30,5 % des sites ; 1000-2000 m : 11,5 % des sites »¹⁶⁸. Ainsi, l'auteure évalue que « la majorité » des sites se situent à une distance de 300 à 900 m d'un autre

¹⁶⁵ GOSSELIN 1986, p. 189

¹⁶⁶ GOSSELIN 1986, p. 190

¹⁶⁷ GOSSELIN 1986, p. 191

¹⁶⁸ GOSSELIN 1986, p. 191

emplacement. Cette « majorité » correspond à 70 % des sites, soit un seuil établi de manière arbitraire. Comment sont construites les catégories ? Sur quoi se base-t-elle pour estimer ces distances ? Le nombre et type de structure sont également renseignés pour chaque individu, afin de prendre en compte la variable « importance du site ».

Ensuite, les informations **topographiques** : l'altitude, la pente et l'exposition (ou orientation). Ces données sont issues de la partie de l'étude qui établit un portrait des environnements des différents sites étudiés. Le Haut Geer est décrit en quatre régions, soit le Haut Geer, les sources du Geer, la région de Jehay-Bodegnée et celle de Braives. La distance à trois types de fait **hydrographique** est aussi renseignée dans le tableau de données : la distance à la rivière, le ruisseau intermittent et la source les plus proches. Les questions de nature du sous-sol et d'accès aux ressources de silex sont également abordées, et résultent dans l'ajout d'une variable **géologique** : le type de sous-sol pour chaque site archéologique.

Pour ce qui est de la méthode, elle est plus explicite que dans la première étude : chacun des domaines de données (topographie, densités et caractéristiques de sites, pédogéologie) sont décrit et les différents sites sont répartis dans des catégories et une statistique de répartition exprime la part de l'échantillon qui se trouve dans telle ou telle catégorie. Chose intéressante, la variable pédologique aurait dû être testée, car selon l'auteure, les sols hesbignons sont a priori extrêmement fertiles. Or, une étude archéopédologique de 1985 (Langohr) nous indique que les sols de l'époque devaient être chimiquement moins intéressants que ce qu'on pensait. Par conséquent, ce seraient les sols les moins bien drainés qui leur seraient en fait les plus favorables : cependant, le test a révélé que seulement 15 % des sites se trouvent sur des sols de ce type¹⁶⁹. Par conséquent, cette variable a été écartée et ne se retrouve pas dans le tableau. Il s'avère que les sites se trouvent tous sur des sols de nature loessique, et seule la qualité de drainage aurait permis de distinguer une préférence pour des sols particuliers. Cela semble indiquer que la supposition selon laquelle les Rubanés ont été attirés par des sols fertiles est plutôt fausse, puisque les caractéristiques chimiques et physiques de ceux occupés dans les faits ne sont pas les meilleures possible.

Cette étude a le mérite d'énoncer clairement les hypothèses émises autour du modèle économique des Rubanés et de les tester en mettant diverses publications à contribution. Nous avons déjà évoqué le cas de la fertilité des sols, mais l'auteure reprend également des questions d'approvisionnement en silex, en matériaux de construction (en particulier la terre servant à fabriquer le torchis composant les murs des maisons Rubanées) ou encore les questions relatives au climat, dont l'influence pourrait avoir poussé les Rubanés à chercher des emplacements protégés des éléments, par exemple. Pour ce qui est du silex, le sous-sol de la région est connu pour en receler de grandes quantités : les assises de Spiennes et Nouvelles sont les principales formations de silex, mais elles sont enterrées trop profondément pour que les Rubanés aient pu les exploiter. Il faudra attendre la période Michelsberg pour cela (nous le verrons plus tard dans la discussion). Les Rubanés ont donc dû s'approvisionner en silex dans des dépôts affleurants ; il semble que de nombreux affleurements (de natures différentes, mais il nous est inutile de les développer) sont disponibles dans la région, en général dans une aire de 10-15 km autour de cette région¹⁷⁰. Pour ce qui est des matériaux de construction, les terres les plus plastiques sont considérées par l'auteure comme étant les plus adaptées pour la construction. Les fosses de construction constatées à Darion (un des sites les mieux documentés à l'époque) montrent que les sols utilisés sont effectivement de cette nature, mais que les fosses vont plus profondément que les niveaux de cette terre, ce qui indiquerait qu'elle n'est pas spécialement recherchée. De plus, Bakels avait observé que cette terre était utilisée dans quatre autres

¹⁶⁹ GOSSELIN 1986, p. 195

¹⁷⁰ GOSSELIN 1986, p. 194

sites pour la construction. Pour nous, ces observations restent insuffisantes pour affirmer que cette variable soit significative¹⁷¹, cette théorie sera donc à tester. Finalement, pour ce qui est du climat, une étude de 1985 de Heim se base sur les données paléobotaniques et fauniques pour estimer les conditions climatiques de la période rubanée : il semble que le temps ait été plus doux, avec en moyenne un degré de plus sur l'année, et 4 de plus en juillet. Les précipitations auraient été plus importantes cependant¹⁷². Toutefois, les emplacements de sites et leur orientation ne semblent pas refléter une quelconque stratégie d'adaptation à un climat qui semble, du reste, plus clément que de nos jours.

Les conclusions de Gosselin sont les suivantes : l'altitude ne joue aucun rôle, car elle n'atteint pas de « seuil agronomique », ce qui signifie que les valeurs que cette variable prend ne sont jamais suffisantes pour impacter la qualité de l'agriculture. La nature du sous-sol ne semble également pas être un élément déterminant. Les établissements se trouvent généralement assez près des cours d'eau, avec des distances allant jusqu'à 3 km. Les rubanés auraient cherché à s'installer sur des terrains bien drainés non loin d'une rivière¹⁷³.

Résumons. Gosselin amène toute une série d'idées intéressantes : du point de vue théorique, son étude est bien construite, l'usage des variables est motivé, les résultats sont interprétés et une tentative d'explication est proposée. La partie descriptive est intéressante, car elle mène à proposer des théories préalables (approche déductive) et permet d'invalidier des idées préconçues sur l'importance de telle ou telle variable. Malheureusement, la méthode employée pour analyser les données est insuffisante, et Gosselin en vient à conclure que les paramètres environnementaux exercent un attrait certain, mais que cet attrait concerne toute la région loessique ; elle tire la conclusion que le déterminisme environnemental n'existe pas au sens strict au niveau régional¹⁷⁴.

Les travaux de Destexhe

En dernier, nous allons évoquer les tentatives de G. Destexhe lui-même pour comprendre les choix d'implantation en Hesbaye mosane. Dans le 6^e numéro de « *Archéologie Hesbignonne (La Protohistoire en Hesbaye centrale. Du Bronze final à la romanisation)* », Destexhe reprend tous les sites datés depuis l'Âge du Bronze à avant la conquête de la région documentés jusqu'alors (1987). Il s'agit d'une synthèse globale apportant des précisions sur l'environnement, la géologie, le climat et l'histoire générale de cet espace géographique.¹⁷⁵ Comme les deux précédents articles qui concernaient des essais de modélisation de l'occupation de la Hesbaye par les Omaliens, celui de Destexhe tente de faire la même chose pour la période protohistorique, ce qui nous donne une idée des antécédents de la recherche pour les deux époques qui nous intéressent. Cette analyse n'a malheureusement pas été appliquée à son corpus de sites néolithiques, mais ils sont tout de même repris dans une synthèse publiée en 2012 dans la revue *Archéologie Hesbignonne* (tome 21 : Le Musée Communal d'Archéologie Hesbignonne de Saint-Georges-sur-Meuse. 100.000 ans d'Histoire des Habitants de la Hesbaye).

Cette synthèse reprend l'ensemble des sites connus et propose une courte description de chacun d'eux et une introduction aux connaissances actuelles sur les modes d'habitat des populations et néolithiques et protohistoriques. On y apprend par exemple que les Omaliens occupaient des

¹⁷¹ GOSSELIN 1986, p. 196

¹⁷² GOSSELIN 1986, p. 197

¹⁷³ GOSSELIN 1986, p. 198

¹⁷⁴ GOSSELIN 1986, p. 198

¹⁷⁵ DESTEXHE 1987a, p. 7

villages regroupant des maisons « unifamiliales » spacieuses et « bien orientées » au soleil¹⁷⁶. Les habitats des Âges des Métaux sont moins grands, et étaient moins souvent regroupés en villages. Toujours selon cette synthèse, le peuplement de cette région a été conditionné par d'une part le climat, et d'autre part les conditions environnementales, déterminant les disponibilités en ressources¹⁷⁷. Concrètement, l'apport de cet article ne dépasse pas celui d'une simple synthèse descriptive, il aurait été intéressant que Destexhe revienne sur les conclusions qu'il avait faites dans son étude de 1987.

Revenons à l'étude des habitats protohistoriques de 1987. Selon Destexhe, la qualité du sous-sol serait une des raisons qui aurait mené l'homme ancien à s'installer dans la région, si l'on compte la densité d'occupation de la zone telle qu'on la connaît (et encore, relativise-t-il, sans tenir compte de l'habitat de caverne)¹⁷⁸. Il relève la récurrence d'occupation de terrains secs, calcaires, schisteux ou sableux surplombant la Meuse et ses affluents par les mésolithiques. Il remarque qu'à la période néolithique, des terrains riches en affleurements de silex et dotés d'une couverture de limon riche de l'est de la Meuse (un affluent de la Meuse) ont pu favoriser l'implantation d'une économie agricole, et le développement d'une occupation dense : rien que pour la période omalienne, il recensait en 1987 au moins 150 sites (en comptant les concentrations d'artefacts). Les nombreux artefacts lithiques datés de ces périodes (armatures de flèches mésolithiques, grattoirs, haches polies et poignards néolithiques) confirment une activité artisanale importante dans les plateaux dominant les vallées de la Meuse et de ses affluents.¹⁷⁹ Les sites protohistoriques qui sont repris dans cette étude sont également nombreux : on en compte une soixantaine, dont 22 datant de la période hallstattienne, 4 de la transition avec la suivante, la période laténienne, qui compte 34 sites. Parmi les 60 sites, trois sont en fait des habitats en grotte, ce qui n'a pas beaucoup de sens, car on cherche à comprendre l'influence de l'environnement sur le choix d'implantation : dans le cas d'un habitat de grotte, le profil géographique sera très typé et ne sera pas comparable à un environnement ouvert, sans compter le fait que l'habitat en grotte témoigne d'une logique d'habitat différente de celui en plein air. Pour nous, c'est une erreur de chercher à le prendre en compte dans l'analyse.

Dans le but de comprendre et d'expliquer « scientifiquement » ces récurrences observées, Destexhe produit un tableau reprenant en individus les sites traités dans son étude caractérisés par les variables qu'il a jugées pertinentes pour expliquer les ces récurrences. Celles-ci sont : l'**exposition** du versant, la distance au **cours d'eau** le plus proche, l'**altitude**, le **bassin hydrographique** dont dépend le site et la **différence en dénivelées** entre site et source d'eau. Pour faire parler les différentes variables et leur contribution au choix de location, il utilise la même méthode sommaire que Gosselin consistant à chercher la / les modalité(s) prédominante(s) pour chaque variable ; ainsi, on apprend que 26,4% des sites considérés sont situés sur un versant exposé à l'est, 6,9% sur un versant nord, 8,6% sur un versant nord-ouest, 10,3% sur un versant ouest, 1,7% sur un versant sud et 8,6 % sur un versant sud-ouest. Il en conclut que l'exposition ne semble pas être un facteur prédominant lors du choix d'implantation de l'habitat.¹⁸⁰ Cependant, cette conclusion doit être relativisée par les observations suivantes : d'une part, il affirme que « la plupart des sites occupent un sommet d'ondulation de terrain, soit tout à fait au sommet du versant, soit à mi-pente » et d'autre part que la plupart des dépressions sont orientées sud-nord.¹⁸¹ En outre, si on omet les sites situés sur des éperons ou des sommets, on retrouve 41,9% des sites sur des versants est, 28% sur des versants ouest, 21% sur des versants sud et

¹⁷⁶ DESTEXHE 2012, p. 39

¹⁷⁷ DESTEXHE 2012, p. 14

¹⁷⁸ DESTEXHE 1987a, p. 8

¹⁷⁹ DESTEXHE 1987a, p. 9

¹⁸⁰ DESTEXHE 1987a, p. 20

¹⁸¹ DESTEXHE 1987a, p. 20

9,3% sur des versants nord. Avec ces données en main, on remarque que les pourcentages annoncés ne tiennent pas compte des proportions de terrain orienté disponible à la construction ; ainsi, si telle ou telle orientation est plus fréquente qu'une autre, cela a un impact évident sur la probabilité qu'on s'y implante. Malheureusement, ce fait n'est pas considéré par Destexhe qui affirme tout net que l'exposition ne semble pas avoir d'implication dans le choix. En outre, il avance son jugement de manière assez arbitraire, décidant par lui-même que 26,4% de sites situés sur un versant est (par exemple) ne sont pas suffisamment élevés pour que ce soit significatif. Sur quels barèmes se base-t-il pour en décider ainsi ? Quels sont ses chiffres et analyses statistiques lui permettant d'être si confiant ?

Il en est de même pour l'altitude : certaines failles méthodologiques sont à relever. La conclusion de Destexhe est que « L'altitude n'a sûrement pas influencé le choix du site »¹⁸², car elle augmente progressivement vers le sud et la Meuse. Il ne tient donc pas compte de l'altitude relative par rapport à l'environnement immédiat du site. On a donc difficilement une base de comparaison efficace. Par exemple, on pourrait imaginer qu'on calcule l'altitude moyenne dans une aire de 1km de diamètre autour du site, et qu'on compare cette altitude à celle du site ; on pourrait alors classer les sites selon la différence en mètres entre eux et l'altitude moyenne immédiate.

Les deux autres variables qu'il a sélectionnées (à savoir la distance entre le site et une source d'eau, et la différence d'altitude qu'il y a entre le site et cette source d'eau) se révèlent peu parlantes selon les chiffres : les distances sont quasiment toutes inférieures à 400 m, et 65% des sites se trouvent à une distance de 100-300m d'une source d'eau. En fait, il s'avère que la densité des réseaux hydrologiques fait qu'il y a peu d'espaces très éloignés de cours d'eau en Hesbaye.¹⁸³ Pour ce qui est de l'altitude, la différence entre celle des sites et celle des cours d'eau ne dépasse pas 10 m dans 90% des cas, mais les mêmes critiques peuvent être formulées.

Passons rapidement sur la variable « bassin versant », car les statistiques produites ne tiennent pas compte de la superficie de ces bassins. Ainsi, connaître le pourcentage de sites dans chaque bassin ne mène à aucune conclusion utile.

Destexhe avance que le choix d'implantation est « évidemment fonction du relief, du réseau hydrologique et de l'orientation », mais, quel que soit le critère, « il ne semble pas exister de **règle stricte** semblant avoir guidé les hommes dans le choix du site »¹⁸⁴. Évidemment, ce n'est pas aussi facile et cette réflexion illustre bien l'état d'esprit des archéologues de cette époque quand il s'agit de comprendre un paysage archéologique. En fait, nous pensons que ce n'est pas une règle stricte qu'il faut chercher, mais plutôt une probabilité, une tendance générale à choisir tel ou tel emplacement, ce que permettent les analyses probabilistes des modèles prédictifs. Dès lors, il nous sera permis de conjecturer sur les raisons derrière telle récurrence.

Notons une fois de plus que Destexhe n'est pas à blâmer, car il n'avait pas accès aux méthodes actuelles d'analyse du paysage. Le point principal responsable de son échec à trouver une « règle », outre cette idée qu'il existe une règle, est le fait qu'il considère les variables une par une, et non pas comme un ensemble de facteurs pouvant influencer le choix. À ce titre, les analyses prenant en compte plusieurs variables en même temps paraissent être un moyen efficace pour interroger les relations entre différentes variables et voir comment elles s'influencent l'une l'autre. Pour faire simple, nous ne devons pas interroger les variables individuellement, mais toutes ensemble, dans le but de dégager des profils pertinents.

¹⁸² DESTEXHE 1987a, p.22

¹⁸³ DESTEXHE 1987a, p.25

¹⁸⁴ DESTEXHE 1987a, p.27

Destexhe souligne le fait qu'une partie des facteurs explicatifs peuvent nous échapper, du fait de la métamorphose qui a dû survenir dans le paysage au cours des siècles.¹⁸⁵ Ainsi, les logiques de choix d'habitat ont pu reposer sur des facteurs auxquels nous n'avons plus accès (ce qui semble vraisemblablement être le cas).

En outre, il insiste bien sur la marge de sécurité à respecter lorsqu'on parle « d'habitat » et de « villages » (les structures archéologiques retrouvées sont souvent peu parlantes). En termes de structures, diverses modalités de formes, de dimensions, d'environnement immédiat (par exemple si elles sont groupées ou isolées) existent et posent la question de la fonction de ces structures. Certaines peuvent être rattachées à une utilisation avec plus de certitude que d'autres : par exemple, les fossés rectilignes, plus facilement associés à une notion défensive ou de marquage du territoire ; ou encore, les fosses à profil en cloche, qu'on aura tendance à interpréter plus facilement comme des silos ou réserves.

D'autres structures sont caractérisées par des modalités plus équivoques, et ne se voient pas attribuer de fonction avec autant de certitude que les précédentes. Le comblement des fosses est en effet généralement peu parlant : comme il le relève, ces fosses peuvent être soit un habitat soit une fosse à détrit¹⁸⁶, ces deux utilisations laissant le même type de restes. De plus, même une fosse qui contient des fragments de torchis n'est pas forcément une habitation, car d'autres structures bénéficiaient de couvertures de ce type, par exemple les fours de potiers par exemple¹⁸⁷ (ce qui fait écho aux problèmes de résolution fonctionnelle relevés dans le premier chapitre). Dans « Les omaliens, premiers agriculteurs hesbignons », il développe cette idée plus en profondeur. À cette époque, on retrouvait des « huttes » parfois rassemblées en villages qui peuvent être entourés d'une palissade (cette idée sera développée plus loin dans la discussion). On connaissait également des structures rectangulaires grâce à des trous de poteaux qui nous révèlent les plans des maisons. L'espace entre les pieux est comblé par du torchis, constitué en partie de terre qui est extraite de fosses adjacentes à l'habitation. Les habitats des Âges des Métaux sont dans l'ensemble mal connus en Hesbaye, mais on sait que les maisons étaient de taille plus réduite, tout en utilisant les mêmes matériaux. D'autres fosses peuvent être également creusées à l'intérieur des maisons, recouvertes de rondins et sont remplies progressivement de détrit¹⁸⁸ de manière accidentelle : cet espace serait un vide ventilé intégré à la maison.¹⁸⁸ Il est donc très difficile d'évaluer précisément l'étendue d'un village pour cette période, d'en rétablir la configuration et d'interpréter les structures elles-mêmes. Ces considérations restent le reflet des connaissances de l'époque (1987) pour la période protohistorique ; entretemps, la recherche a progressé et les contextes d'habitat sont beaucoup mieux connus. Ceux-ci feront l'objet d'un approfondissement dans la partie de notre travail dédié à la description de notre catalogue.

Plus généralement, on peut se demander si la recherche est suffisamment bien menée pour réaliser ce travail (= la qualité de la prospection). Destexhe estime que sa méthode n'est pas à remettre en question car « géographiquement systématique »¹⁸⁹ et que par conséquent son corpus ne souffre pas de déformation due à une prospection incomplète de la zone étudiée. Notons tout de même que cette étude a été produite en 1987 et que Destexhe a continué à publier encore 20 ans après cela. Il nous appartiendra d'évaluer si notre corpus à analyser est fiable en termes de représentation. Comme

¹⁸⁵ DESTEXHE 1987a, p.27

¹⁸⁶ DESTEXHE 1987a, p. 63

¹⁸⁷ DESTEXHE 1987a, p. 393

¹⁸⁸ DESTEXHE 1987b, p. 6

¹⁸⁹ DESTEXHE 1987a, p. 19

nous avons pu le voir au chapitre précédent, des méthodes statistiques peuvent être utilisées pour se donner une idée de cette fiabilité.

Résumé des études déjà établies

Bien que concernant soit des zones d'étude ou des périodes différentes, on peut observer une série de similitudes dans ces trois articles. Toutes les trois partent du principe que le sol hesbignon a joué un rôle déterminant dans les phénomènes d'occupation de l'espace, que ce soit pour les Omaliens ou les populations plus tardives. Cette idée est donc fondatrice et semble ne pas avoir été remise en question au début des analyses : l'approche de Seret 1962 est purement inductive, et bien que les descriptions environnementales des deux autres servent à étayer partiellement leurs théories, aucune critique réelle de ce point de départ n'y est faite : pour Gosselin, si l'attrait environnemental n'est pas discernable au niveau régional par l'analyse, il ne fait pas de doute au niveau supra régional. L'absence de lien entre théorie et choix de variable se retrouve dans les trois études, malgré quelques remarques intéressantes qu'on peut trouver chez Gosselin. Globalement, elles sont toutes les mêmes, les plus fréquentes sont celles liées à la topographie (la pente, l'altitude et l'exposition au soleil) et à la géologie (Destexhe ne prend pas en compte ce type de variable cela dit). Les questions d'accès à l'eau sont également considérées par les trois chercheurs, avec des niveaux de détails et des focus différents. Dans l'ensemble, ils ne sont pas parvenus à des résultats très probants, sans doute à cause d'une méthode d'analyse inadaptée.

Catalogue descriptif

Cette section a pour but d'explorer la matière dont nous disposons, dans le but de donner un cadre historique, géographique et archéologique à notre zone d'étude. Comme nous le verrons en développant le sujet, la Hesbaye liégeoise a été intensément explorée au cours des 20^e et 21^e siècles. Il en ressort un corpus d'habitat riche pour les époques que nous abordons dans le présent mémoire. Cette partie sera d'abord construite selon un ordre chronologique : nous y reprendrons les sites attribués à la période néolithique, en prenant soin de détailler les sous-périodes et cultures de cette époque. Le même procédé sera utilisé pour détailler les périodes suivantes. Nous mettrons également en évidence certaines particularités thématiques, pour définir plus spécifiquement des questions relatives à des sujets précis.

Le Néolithique

Le Rubané

En Hesbaye, le Néolithique s'étend d'environ 5200 av. J.-C. à 2000 av. J.-C., et comprend plusieurs cultures matérielles distinctes. La plus ancienne est la culture rubanée, nommée d'après les décors en bandes qu'on retrouve sur les poteries datées de cette époque (on l'appelle d'ailleurs *Linearbandkeramik* en allemand). Elle s'inscrit plus largement dans le « Danubien », un courant culturel néolithique trouvant sa source dans la région d'Europe centrale (on lui donne le nom de « Danubien », car ce courant s'est propagé en suivant les grands fleuves d'Europe centrale, dont notamment le Danube)¹⁹⁰. Celui-ci s'étend jusqu'en Europe occidentale au cours du 6^e millénaire, et plus précisément dans le bassin parisien, où il rencontre un deuxième courant de néolithisation : le cardial. Celui-ci est une vague de néolithisation qui a suivi la côte méditerranéenne et qui donne dans nos régions différentes cultures néolithiques qui auront des contacts plus ou moins marqués avec les descendants

¹⁹⁰ HAUZEUR & JADIN, 2011, p. 19

du courant danubien. Certains chercheurs y voyaient (à tort, semble-t-il) l'origine de la culture de Blicquy-Villeneuve-St-Germain (des noms des sites de Blicquy et de Villeneuve-St-Germain où elle a été identifiée)¹⁹¹. Comme nous le verrons, la culture rubanée et la culture blicquienne furent voisines en Hesbaye, soulevant des questions quant à leur contemporanéité ou à leur origine.

La « néolithisation » désigne un processus de changement de mode de vie, passant d'un modèle reposant sur la chasse et la cueillette vers un modèle basé sur l'agriculture et/ou l'élevage. La présence de silos, de grain et d'outils liés à ce type de moyen de subsistance permet de l'attester. Le passage à une architecture plus pérenne que des campements provisoires est aussi un marqueur de ce processus ; or l'architecture rubanée montre, par ses caractéristiques, la réalisation de cette néolithisation.

Cette culture se distingue en effet par son architecture très reconnaissable. Les maisons respectent en général le plan suivant : une longue habitation quadrangulaire (entre 10 et 45 m pour les plus étendues, larges d'environ 5-7m) divisée en trois parties par des « couloirs ». L'armature de l'habitation est composée d'une succession de « tierces », un alignement de trois poteaux porteurs qui sont disposés l'un à la suite de l'autre pour créer la division¹⁹². Les « couloirs » sont formés par deux tierces plus proches qui marquent clairement la séparation des espaces. Notons toutefois que cette règle est assez souple, de nombreux cas dévient très visiblement du modèle, proposant par exemple seulement une ou deux parties dans la maison, ou affichant des tierces disposées en Y. Certaines maisons peuvent également avoir une forme plus trapézoïdale, selon des modalités assez variables. Les maisons Rubanées ont tendance à se regrouper en villages, parfois ceinturés par des fossés de formes variées, globalement de forme pseudo-elliptique (nous y reviendrons). Au sein même du village, les maisons tendent à s'organiser en « rue », avec leurs façades globalement orientées dans la même direction.

Quatre types d'orientation ont été relevés par Anick Coudart : nord, nord-nord-ouest, nord-ouest et ouest. Plusieurs explications ont été avancées, notamment en liant ces orientations avec la direction des vents dominants, mais cette explication a été écartée : les paramètres ne correspondaient pas. En 1998, A. Coudart constatait que l'axe de l'orientation des maisons déviait vers l'ouest plus on avançait dans l'ouest du territoire rubané. Pour elle, cette déviation exprimait un lien avec les côtes maritimes, sans que cette hypothèse puisse être validée.¹⁹³ En 2011, elle proposait que cette orientation particulière reflète un lien avec la région d'origine de la civilisation rubanée, la Transdanubie¹⁹⁴. L'explication nous échappe toujours, mais cette particularité ne semble pas anodine.

L'organisation d'un village rubané répondait à des critères moins figés que l'architecture en elle-même ; cependant, par l'analyse de plans d'agglomérations rubanées, nous pouvons dégager certains schémas d'organisation.¹⁹⁵ Un caractère fondateur dans ces agglomérations reste l'orientation de l'entrée vers le sud-est. On retrouve des schémas où les pignons s'alignent tous selon une pseudo-droite ; dans d'autres cas, ils sont disposés en rayons le long d'une courbe ou d'un « escalier ».¹⁹⁶ Dans plusieurs cas, la zone au sud-est de ces rangées est vierge de structures. De plus, on retrouve parfois plusieurs rangées sur le même site.¹⁹⁷

Dans la zone d'influence du village se situent parfois des enceintes dont on connaît différents

¹⁹¹ HAUZEUR & JADIN 2011, p. 20

¹⁹² COUDART 2011 dans HAUZEUR & JADIN 2011, p. 27-28

¹⁹³ COUDART 1998, p. 55 et p. 100

¹⁹⁴ COUDART 2011 dans HAUZEUR & JADIN 2011, p. 28

¹⁹⁵ RÜCK 2011, p. 35

¹⁹⁶ RÜCK 2011, p. 36

¹⁹⁷ RÜCK 2011, p. 38

types. L'archéologie les a souvent prises pour des structures défensives, ce qui bousculerait l'image « pacifique » des sociétés néolithiques qui pourrait exister dans l'imaginaire collectif.¹⁹⁸ Cela dit, les cas de violence ne sont pas inexistants, mais étaient-ils suffisamment fréquents pour qu'un groupe décide de se doter d'un mur ?

La fonction de ces enceintes est encore sujette à débat, car dans les modalités architecturales mêmes il existe une diversité. Généralement, on divise les enceintes en deux types : d'une part, celles qui furent creusées en une fois (par exemple, à Vaihingen, en Allemagne, le fossé est creusé en une fois, et ce après l'implantation de l'agglomération voisine), et d'autre part celles qui le furent en plusieurs fois. Cette manière de faire ne cadre pas avec l'idée qu'on se fait d'une structure défensive, et des chercheurs se sont penchés sur la question afin de tenter de comprendre le sens de telles pratiques.

Christian Jeunesse a mené des recherches pour décrire les processus d'élaboration des fossés d'enceinte rubanés creusés en plusieurs fois. Premièrement, le tracé est défini, peut-être par une palissade. Ensuite, plusieurs fossés sont creusés le long de cette aire et puis rebouchés peu de temps après leur creusement. Au fur et à mesure, les fosses commencent à se recouper, et finissent par entourer tout le périmètre.¹⁹⁹ Jeunesse dégage trois règles dans cette pratique : 1) le tracé est toujours respecté ; 2) les fossés préexistants ne sont pas respectés, car 3) ils sont rebouchés peu de temps après leur creusement ; c'est cet acte qui doit alors avoir une signification. Quoi qu'il en soit, il semble bien y avoir une symbolique derrière ces actes. La relation avec l'agglomération est plus difficile à décrypter, du fait qu'il existe plusieurs modalités différentes, sans « *pattern* » facilement détectable. Certains villages sont flanqués, d'autres entourés de ces enceintes.²⁰⁰

Cependant, ces recherches ont été menées sur base d'un corpus composé en grande partie d'enceintes retrouvées à l'étranger, et en Allemagne pour la plupart. Le cas des enceintes creusées en plusieurs fois laisse plutôt penser à une fonction rituelle, car les nombreuses petites fosses qui en forment le tracé contiennent parfois des restes animaux. Le cas des enceintes rubanées de Hesbaye est différent, comme nous aurons l'occasion de le développer dans un prochain paragraphe.

Il est également intéressant de regarder ce que les chercheurs précédents ont pu écrire quant à la place de l'habitat rubané dans le paysage. Par exemple, Tarrête et Le Roux remarquent en 2008 que généralement, les Rubanés semblent avoir favorisé les milieux loessiques des vallées, s'installant en limite de plateau, dans les basses terrasses²⁰¹, une observation globalement confirmée par l'étude de Seret. Par la suite, les cultures post-rubanées se seraient plutôt dirigées vers des habitats de hauteur.

L'étude des rapports entre paysage et habitat rubané peut également nous éclairer sur certains points. En effet, pendant et à la suite de la période rubanée, chaque région développera une variante régionale du rubané, reprenant certains traits architecturaux, en améliorant certains, choisissant d'autres ... Même si chaque région a son panel de variations propre, on peut identifier une certaine tendance dans la variation : dans beaucoup de cas, on voit que les variations structurales surviennent plus souvent dans les implantations avec une plus grande densité d'habitants.²⁰²

Plus généralement, on remarque que les implantations les plus isolées des réseaux de communication et du territoire danubien sont moins enclines à la variation. Cela impliquerait d'une part une bonne connaissance des réseaux de communication, et une volonté de cohérence sociale renforcée par une cohérence architecturale. Ce ne sont que des hypothèses cependant.²⁰³ Il nous paraît

¹⁹⁸JEUNESSE 2011, p. 41

¹⁹⁹JEUNESSE 2011, p. 43

²⁰⁰JEUNESSE 2011, p. 45

²⁰¹TARRÊTE ET LE ROUX 2008, p. 120

²⁰²TARRÊTE ET LE ROUX 2008, p. 126

²⁰³COUDART 2011 dans HAUZEUR & JADIN 2011, p. 29

important de souligner ce point, car nous menons une étude sur l'impact des variables environnementales sur l'habitat. Ce type de réflexion nous montre que certains facteurs socio-économiques pèsent également dans la balance, et que nous ne pouvons pas tout expliquer par des facteurs écologiques.

Quel Rubané en Belgique ?

En Belgique, le Rubané est également appelé Omalien, en référence au site le plus important en termes de découverte de vestiges pour cette époque (le village d'Omal, selon un terme proposé par A. Rutot en 1907²⁰⁴). Cette appellation n'est cependant plus beaucoup utilisée, on la retrouve principalement dans les sources les plus anciennes. Pour dater les vestiges rubanés, on se base sur des datations relatives construites sur l'étude des corpus céramiques produite par Modderman en 1970 pour les Pays-Bas. Celui-ci définit deux périodes pour le Rubané : le Rubané ancien et le Rubané récent, elles-mêmes séparées en 4 phases chacune désignée par une lettre : a, b, c et d.²⁰⁵ En Belgique, les phases Ia et Ib n'ont pas été attestées, ce qui peut nous donner une idée du moment où le Rubané est entré en Belgique. Pour ce qui est des datations absolues, la qualité des datations au radiocarbone et par dendrochronologie empêche d'avoir une idée très précise. Pour la Hesbaye, il semble que la phase b du Rubané récent soit à placer pendant la 1^{re} moitié du 51^e siècle avant J.-C., la phase c pendant la seconde moitié et la d pendant la 1^{re} moitié du 50^e siècle.²⁰⁶ Si l'on se permet d'estimer que chaque phase dure grossièrement 50 ans, on peut alors supposer que les premières phases du Rubané en Hesbaye (Ic et Id) doivent se situer aux alentours de la deuxième moitié du 53^e siècle. Tout cela est bien sûr à prendre avec précaution et ne sert qu'à nous donner un ordre de grandeur. On peut donc estimer que la phase Rubanée couvre environ 2 siècles en Belgique²⁰⁷.

L'étude de la « civilisation omalienne » débute en 1888 dans nos régions à la suite de la découverte de « fonds de cabane » omaliens dans l'agglomération hesbignonne de Tourinne (Province de Liège) par Davin-Rigot et Galand²⁰⁸. Entre 1888 et 1936, une vingtaine de sites omaliens furent fouillés par différents acteurs (dont De Puydt, Hamal-Nandrin, Servais, de Loë, ...) dans diverses localités de Hesbaye liégeoise (Tourinne, Latinne, Vieux-Waleffes, Les Waleffes, Omal, Bassenge, Tilice, Anixhe, Jeneffe, Wonck, Lens-St-Servais, Oudoumont et Dommartin)²⁰⁹. Ils parlaient alors d'« emplacement » d'habitation, ou de « fond de cabane » pour désigner ce qu'ils prenaient pour des traces d'habitat omalien. Chaque structure était comprise comme une habitation, menant les chercheurs à s'interroger sur le grand nombre de formes que pouvaient prendre ces structures, sans parvenir à comprendre comment elles pouvaient avoir été construites. Il faut dire qu'aucun trou de poteau n'avait encore été trouvé en Hesbaye (mais bien en Limbourg hollandais), ce qui faussait les interprétations. Cette erreur a mené les chercheurs à surestimer l'occupation de la Hesbaye par les Omaliens, ayant découvert environ 500 « unités d'habitat »²¹⁰. En 1936, Hamal-Nandrin, Goffioul et Preud'homme produisaient une synthèse de ces découvertes, et pointaient déjà la parenté entre l'Omalien hesbignon et la culture rubanée de la Bandkeramik identifiée sur les bords du Rhin²¹¹.

²⁰⁴ HAMAL-NANDRIN, SERVAIS & LOUIS 1936, p. 25

²⁰⁵ HAUZEUR & JADIN 2011, p. 21

²⁰⁶ HAUZEUR & JADIN 2011, p. 23

²⁰⁷ HAUZEUR & JADIN 2011, p. 23

²⁰⁸ HAMAL-NANDRIN, SERVAIS & LOUIS 1936, p. 25

²⁰⁹ HAMAL-NANDRIN, SERVAIS & LOUIS 1936, p. 27-29

²¹⁰ HAMAL-NANDRIN, SERVAIS & LOUIS 1936, p. 104-105

²¹¹ HAMAL-NANDRIN, SERVAIS & LOUIS 1936, p. 108

Les erreurs d'interprétation de ces premiers chercheurs peuvent s'expliquer par la conservation des vestiges omaliens. En effet, les sols de Hesbaye sont principalement de nature loessique, caractère qui, combiné à l'importance relative des déclivités affectant le territoire hesbignon, résulte en une forte érosion. Cette érosion est constatée dans beaucoup de sites que nous avons étudiés dans le cadre de ce mémoire²¹². De plus, les sols loessiques se révèlent être acides, ce qui favorise une mauvaise conservation des vestiges, surtout pour des périodes comme le Néolithique et la Protohistoire où la construction se faisait avec des matériaux périssables (bois, torchis ...). Heureusement, les Rubanés avaient tendance à enfoncer leurs pieux de soutien de charpente très profondément, et des structures en négatif de ceux-ci nous sont parvenues, nous permettant parfois de reconstituer les plans des habitations. Cependant, la qualité de conservation varie en fonction des sites, certains étant mieux conservés pour une érosion équivalente, impliquant que les trous de poteaux étaient plus profonds. C'est le cas à Darion, où l'érosion atteint +/- 80 cm, ayant des vestiges très bien conservés. De manière générale, notre connaissance de l'habitat des périodes suivantes est beaucoup moins avancée, ceux-ci ne laissant peu voire pas de traces de leurs habitations. Cet état de fait a peut-être été la cause de la découverte plus tardive des villages fossoyés (qui survient aux alentours des années 80, avec les fouilles de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique guidées par D. Cahen²¹³). Les premières maisons furent quant à elles découvertes dans les années 50-60, d'abord à Rosmeer (Hesbaye limbourgeoise, au Staberg) et ensuite à Tilice, près du village de Fexhe-Slins²¹⁴.

La question de la fonction des enceintes en Hesbaye a été étudiée par Bosquet, Goffioul et Preud'homme dans un article publié en 2007. Ils y explorent les 6 enceintes qui avaient été découvertes à cette époque (Darion « Colia », Oleye « Al Zèpe », Waremmes « Longchamps », Vaux-et-Borset « Gibour », Remicourt « En Bia Flo II » et Fexhe-le-Haut-Clocher « Voroux-Goreux »), en comparant les installations associées pour valider ou invalider la plausibilité de la théorie selon laquelle ces enceintes auraient une fonction défensive. Après examen des caractéristiques, il s'avère qu'il est tout aussi difficile de confirmer le statut défensif des enceintes en Hesbaye qu'ailleurs : certaines, comme celle de Oleye – « Al Zèpe » n'ont pas été fouillées de manière suffisamment extensive pour qu'on puisse les interpréter²¹⁵. À Vaux-et-Borset – « Gibour », le fossé est interrompu à 7 reprises, et on n'a trouvé aucune trace d'une quelconque palissade. Quatre des enceintes étudiées sont doublées d'une palissade, retrouvée dans des états de conservation variables (à Darion, elle est très bien conservée, et dans une moindre mesure aussi à Waremmes, alors qu'à Remicourt on ne dispose que de 11 trous de poteaux, pour seulement 5 à Vaux-et-Borset)²¹⁶. On retrouve également ce qui a été appelé « dispositif d'entrée » sur les interruptions des fossés. On retrouve ces « dispositifs » à Waremmes et Darion, matérialisés par des rangées de poteaux. Ces cas-là ont été interprétés par les auteurs comme probablement défensifs, du moins comme ayant pour but d'impressionner, de marquer le paysage.

À Remicourt et Fexhe-le-Haut-Clocher, on trouve un autre type de dispositif nommé « *Schlitzgrube* » dans la littérature. Il s'agit d'une fosse assez étroite, s'étendant en longueur, qu'on retrouve dans de nombreux sites apparentés au courant danubien, soit au sein du site, soit placée perpendiculairement au tracé du fossé d'enceinte, sur une interruption de celui-ci²¹⁷. Leur fonction est encore mal définie, Van de Velde proposait qu'il puisse s'agir de fosses de tannage ; mais cette

²¹² On retrouve cette considération dans de nombreux articles relatifs aux fouilles de sites Rubanés hesbignons. Par exemple, dans BOSQUET, GOFFIOUL & PREUD'HOMME 2007, p. 9, on estime l'érosion du site de « En Bia Flo II » à 40-80 cm pour certains endroits, un chiffre se trouvant dans la moyenne.

²¹³ BOSQUET, GOFFIOUL & PREUD'HOMME 2007, p. 5

²¹⁴ HAUZEUR & JADIN 2011, p. 24

²¹⁵ BOSQUET, GOFFIOUL & PREUD'HOMME 2007, p. 7

²¹⁶ BOSQUET, GOFFIOUL & PREUD'HOMME 2007, p. 7-10, 15

²¹⁷ BOSQUET, GOFFIOUL & PREUD'HOMME 2007, p. 11

explication ne cadre pas avec celles situées sur le tracé du fossé.

Tous ces éléments montrent que ces constructions ne sont pas toutes pensées de la même manière et ne doivent pas forcément avoir les mêmes fonctions (qui nous échappent toujours). Le processus de creusement proposé par Jeunesse trouve dans un de nos sites un certain écho : il avait identifié le caractère discontinu de l'élaboration du fossé d'enceinte, caractère qu'on peut deviner à Vaux-et-Borset, où le fossé y est interrompu en 7 endroits.

Les 4 premiers cités (Darion « Colia », Oleye « Al Zèpe », Waremmes « Longchamps », Vaux-et-Borset « Gibour ») semblaient marquer une limite, une frontière d'occupation occidentale de l'extension rubanée en Hesbaye. Cette idée n'est pas neuve, on la retrouve dans l'étude de Hamal-Nandrin (et al.) en 1936, pour qui la Hesbaye a été le point d'extension maximal de la civilisation omalienne²¹⁸. Cette théorie de limite a par la suite été démentie par la découverte plus orientale des sites de Remicourt et de Fexhe-le-Haut-Clocher, définissant une nouvelle frontière, qui « forme un arc de cercle adossé à la Meuse »²¹⁹. Les quatre premiers sites ne définiraient donc pas une quelconque ligne de défense contre des intrusions venues de l'ouest, *a priori*.

Concernant les enceintes, il est intéressant de noter qu'elles datent toutes les 6 de la phase finale du Rubané en Hesbaye²²⁰. Certains villages affichent encore une autre particularité intéressante : on y retrouve une maison plus ancienne que le reste des habitations, un fait interprété comme la première phase de colonisation d'un territoire. Ce phénomène de maison « pionnière » a été étudié dans un article de 2008 publié par les archéologues qui ont étudié la plupart des villages rubanés hesbignons ; Dominique Bosquet, Mark Gotliko & Aurélie Salavert. Cette publication examine quatre sites en utilisant diverses analyses archéométriques comme l'anthracologie ou l'analyse pétrographique. Ainsi, sur les sites de Remicourt – « En Bia Flo », Fexhe-le-Haut-Clocher – « Podrî l'Cortri », Waremmes – « Longchamps » & Darion – « Colia », on a pu observer ce phénomène : à Remicourt, par exemple, la céramique a permis de dater la maison isolée du Rubané moyen-récent, alors que les autres habitations semblent plutôt dater du Rubané récent-final. Le constat est le même à Fexhe-le-Haut-Clocher – « Podrî l'Cortri », la maison isolée des 6 autres date du Rubané moyen-récent et le reste du Rubané récent-final, ainsi qu'à Waremmes. À Darion, on n'a pas pu différencier les occupations sur base céramique, mais comme le souligne l'article, on ne connaît pas avec précision la durée des différentes phases céramiques, et l'intervalle de temps séparant la construction de la maison pionnière de la fondation du reste du village a très bien pu être trop court pour qu'il se reflète dans la céramique²²¹. De plus, des datations au radiocarbone ont été réalisées pour le site de Darion, publiées dans l'inventaire de 2003 d'Ivan Jadin, mettant en évidence l'ancienneté des échantillons issus des structures hors enceinte par rapport à celles *intra-muros*²²².

L'intervention des sciences archéométriques s'avère décisive pour confirmer les observations des auteurs de l'article. L'anthracologie a révélé que les taxons forestiers étaient dominants dans les échantillons issus des structures plus anciennes, ce qui laisse penser que des travaux de déforestation sont à l'origine de la différence de concentration entre les essences plus caractéristiques des « hautes futaies » et celles issues de milieux plus ouverts. Ainsi, lors de l'établissement d'un nouveau village, les constructeurs se seraient servis des arbres les plus proches de leur habitation, qui devaient être des arbres de forêt lors de la phase pionnière, et seraient devenus des arbres de milieux plus ouverts lors de la seconde phase de construction, suivant l'utilisation et/ou de la déforestation des arbres forestiers

²¹⁸ HAMAL-NANDRIN, SERVAIS & LOUIS 1936, p. 110

²¹⁹ BOSQUET, GOFFIOUL & PREUD'HOMME 2007, p. 19

²²⁰ BOSQUET, GOFFIOUL & PREUD'HOMME 2007, p. 19

²²¹ BOSQUET, GOTLIKO & PALAVERT 2008, p. 304

²²² BOSQUET, GOTLIKO & PALAVERT 2008, p. 304

initiaux²²³. La différence entre habitat isolé / groupé se marque également au niveau du silex utilisé : dans les maisons plus anciennes, il s'agit d'un silex affleurant près de Maastricht, le silex de Gulpen (le lieu d'origine potentiel des Rubanés de Hesbaye), alors que dans l'agglomération il s'agit de silex hesbignon (notamment à Fexhe-le-Haut-Clocher). Dans la céramique, la pâte atteste également des différences de composition, notamment à Remicourt²²⁴. Finalement, on retrouve dans les maisons isolées de Waremme et de Fexhe-le-Haut-Clocher des éléments non rubanés, par exemple de la céramique du Limbourg (un autre groupe céramique plus au moins synchrone du Rubané ou du Blicquien selon les régions), ou encore du silex bartonien, un élément non local²²⁵.

Pour conclure ce paragraphe, notons que ce phénomène d'une phase pionnière a déjà été remarqué dans la région française de Lorraine, par l'archéologue Blouet, ce qui tend à renforcer l'idée que ce n'est pas une question de hasard.

Tous les éléments présentés permettent de se faire une idée du processus d'installation d'un village rubané dans nos régions : premièrement, un petit groupe repère le site et s'y installe, avec dans leurs bagages des ressources apportées. Ils utilisent le bois trouvé sur place pour la construction, et plus tard, quand l'aire est dégagée, tout un village est construit non loin de la maison pionnière tout en s'en démarquant clairement ; peut-être par des nouveaux arrivants, ou les descendants des pionniers ; en tous cas des matières locales sont utilisées pour l'outillage, ce qui implique une implantation dans le paysage bien affirmée.

Dans *La Belgique avant les Romains* (1982), De Laet, l'auteur, se penche sur la question du modèle économique des Rubanés, sur base de leur outillage. Il avance toute une série d'hypothèses sur le fonctionnement économique de cette société qui en est encore aux balbutiements de l'agriculture ; selon lui, l'outillage agricole des Rubanés se limitait à un « bâton-à-four » et des houes primitives ; pour les travaux de défrichage que nous avons évoqués, ils ne disposaient pas de hache, ce qui laisse penser qu'ils brûlaient les arbres à abattre ou les tuaient en endommageant la partie extérieure du tronc, qui achemine la sève dans l'arbre²²⁶. Toujours selon De Laet, ils ne devaient pas avoir les moyens de retirer les souches des terres nouvellement libérées, ce qui aurait eu un impact sur la viabilité à long terme des espaces agricoles ainsi dégagés. La nature aurait repris ses droits assez rapidement, le développement de toute une série de plantes rendu possible par l'activité humaine aurait rendu ces terres impraticables, menant à leur abandon. Plus tard, ces terres abandonnées ont pu être réoccupées par une nouvelle génération d'agriculteurs. Ce mode de fonctionnement hypothétique a été qualifié de « nomadisme lent »²²⁷ par De Laet ; il expliquerait les temps d'occupation des sites relativement courts.

Une dernière observation intéressante peut être tirée du chapitre de De Laet consacré aux Rubanés en Belgique : ils se sont étendus principalement dans des zones loessiques, des terres beaucoup plus faciles à travailler que l'argile, et plus fertiles que les sols sablonneux (comme ceux qu'on trouve au nord de la Hesbaye, en Limbourg et au-delà). Les Rubanés ne connaissant vraisemblablement pas de manière de fertiliser les sols, il est normal qu'ils ne se soient étendus que dans des sols propices à une agriculture rudimentaire²²⁸. Notons toutefois que quelques habitats ont pu être découverts en zone sablonneuse, ce qui nous permet de relativiser cette théorie. En outre, nous avons vu dans l'étude de Gosselin que les sols hesbignons n'ont pas toujours été des modèles de

²²³ BOSQUET, GOTLIKO & PALAVERT 2008, p. 307

²²⁴ BOSQUET, GOTLIKO & PALAVERT 2008, p. 308-309

²²⁵ BOSQUET, GOTLIKO & PALAVERT 2008, p. 311

²²⁶ DE LAET 1982, p. 180

²²⁷ DE LAET 1982, p. 181

²²⁸ DE LAET 1982, p. 175

fertilité, pour des raisons chimiques principalement. Cet argument sera étudié dans la partie synthétisant ce chapitre.

Vestiges Rubanés en Hesbaye

Les villages à enceinte de Hesbaye

Comme annoncé précédemment, la Hesbaye est connue pour sa concentration en enceintes rubanées. Ici nous revenons sur les différents sites documentés en Hesbaye liégeoise. Ils ont été fouillés pour la plupart entre le début des années 80 et la fin des années 90, par diverses personnes. Nous produirons un résumé des fouilles entreprises sur chaque site et des structures mises à jour.

1. Darion – « Colia »

Un des premiers sites à avoir été étudié est celui de Darion « Colia », qui fut fouillé entre 1981 et 1989 par l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, sous la direction de D. Cahen²²⁹. Ce site est en quelque sorte le site « phare » du Rubané en Belgique, étant donné son très bon état de conservation et le voisinage assez exceptionnel de vestiges rubanés et blicquiens.

Révélés à la suite des travaux de construction d'une sucrerie, les vestiges de Darion « Colia » couvrent plusieurs périodes : on retrouve une occupation villageoise rubanée, un secteur blicquien (sur lequel nous reviendrons plus tard), une concentration de vestiges de l'Âge du Fer, ainsi qu'une occupation romaine (que nous n'évoquerons pas)²³⁰.

Darion se trouve dans la commune de Hollogne-sur-Geer, en Province de Liège, sur « une crête nord-ouest en faible relief et un versant sud-est, à l'interfluve entre le Geer et son premier affluent, le Faux-Geer ou ruisseau d'Omal. »²³¹. En vis-à-vis de ce site, de l'autre côté du Faux Geer se trouve le site Rubané au lieu-dit « Douze Bonnier », sur le territoire de Hollogne.

Le site Rubané à proprement parler se compose d'un village ceinturé d'un fossé interrompu, doublé d'une palissade continue reconnue sur tout le tracé du fossé, ce qui est exceptionnel pour les villages à enceintes de Hesbaye. La zone d'habitation contient au moins 4 maisons rectangulaires rubanées, dont une accolée à la partie sud de la palissade, et de nombreuses fosses liées à l'occupation du village (structures détritiques, etc.). À 95 m au sud-ouest du village, on a retrouvé une série de 13 structures en fosse et 3 trous de poteaux, livrant un matériel détritique très riche laissant supposer l'existence d'une habitation hors enceinte²³². Parmi ce matériel, on retrouve des artefacts lithiques, une meule ocrée retrouvée dans une fosse adjacente, ainsi que plusieurs formes céramiques complètes qui semblent appartenir à une phase céramique antérieure à celle du matériel trouvé dans le périmètre du fossé. Ainsi, le matériel du village pourrait appartenir au Rubané final (IId) et celui hors enceinte serait a priori du Rubané moyen-récent, sans qu'on puisse être plus précis.

2. Oleye – « Al Zèpe »

Toujours dans les années 80, le site de Oleye « Al Zèpe » nous livre également un exemplaire de village fossoyé. Il fut fouillé entre 1986 et 1989 par D. Cahen pour l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique²³³. On y retrouve en plus de l'occupation rubanée un site qui semble appartenir

²²⁹ BOSQUET, GOFFIOUL & PREUD'HOMME 2007a, p. 6

²³⁰ JADIN, KEELEY, CAHEN & GRATIA 1989, p. 61

²³¹ BOSQUET, GOFFIOUL & PREUD'HOMME 2007a, p. 6

²³² JADIN, KEELEY, CAHEN & GRATIA 1989, p. 63

²³³ BOSQUET, GOFFIOUL & PREUD'HOMME 2007, p. 6

à la période hallstattienne, sur lequel nous reviendrons plus tard. On y signale également la présence de fosses de la période romaine²³⁴.

Oleye se trouve dans la commune de Waremme, en Province de Liège, et le site en lui-même occupe le bas d'un versant exposé plein sud, en rive gauche du Geer.

Le site d'Oleye nous livre une douzaine de maisons rubanées, séparées en deux groupes de six habitations par un fossé d'enceinte. Celui-ci n'est que partiellement fouillé, sur une longueur de 25 m, et probablement doublé d'une palissade. Au sein du périmètre du fossé, deux maisons en particulier ont un plan très complet : les maisons M1 et M2, dont on connaît le tracé des fosses de fondation. Il semble en outre que la M1 ait été incendiée. Diverses fosses détritiques parsèment le site de Oleye, livrant du matériel céramique attribuable au Rubané final (IIc et IId)²³⁵

De plus, on retrouve dans une grande fosse recoupée par le fossé du matériel céramique qui semble antérieur à celui trouvé notamment dans la maison incendiée²³⁶. Finalement, notons qu'un deuxième fossé a été signalé à Oleye, sans qu'on puisse le rattacher à une période en particulier (même si les chercheurs penchent pour le Néolithique ou la Protohistoire, vu la proximité avec les vestiges de ces époques²³⁷

3. Waremme – « Longchamps »

Le troisième site de village fossoyé est celui de Longchamps, à Waremme (commune de Waremme), fouillé entre 1987 et 1989 par l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique et l'University of Chicago, sous la supervision de D. Cahen et L. H. Keeley²³⁸. Le site a également fait l'objet de prospections magnétiques suivies par une nouvelle campagne de fouilles en 2005.

Le site se trouve sur un versant exposé plein sud de la vallée du Geer, sur sa rive gauche. Il ne comporte que deux maisons, avec un fossé les séparant. La première maison a été découverte en 1987²³⁹ avec le fossé et un « dispositif d'entrée » (nommé ici « chicane »), et la suivante en 1988. Le tracé du fossé est connu sur 300 m, avec à l'est un ensemble de poteaux appartenant à une palissade, combinés à des fosses diverses, ainsi qu'une structure quadrangulaire de 3,5 m X 4 m, ensemble interprété comme un dispositif d'entrée (bien qu'il ne soit pas sûr que la structure quadrangulaire y appartienne vraiment)²⁴⁰. De plus, on constate ce qui pourrait être une deuxième entrée sur la partie ouest du périmètre de fossé, marquée par une fosse au milieu d'une interruption de fossé.

Les prospections géophysiques menées en 2005 laissaient présager de nouvelles découvertes dans et hors de l'enceinte. Les fouilles qui les suivirent la même année avaient pour but de vérifier la présence d'autres maisons *intra* et *extra-muros*, ainsi que celle d'autres dispositifs d'entrée sur le périmètre du fossé. Le résultat des fouilles fut un peu décevant : aucune nouvelle maison ne fut trouvée, seulement 11 nouvelles structures, dont 8 fosses et 3 sections de fossé²⁴¹. L'une des fosses contenait de nombreux grains carbonisés, avec les habituels rejets détritiques (poterie, objets lithiques, etc.).

²³⁴ CAHEN & HAUZEUR 1986, p. 113

²³⁵ BOSQUET, GOFFIOUL & PREUD'HOMME 2007a, p. 6

²³⁶ CAHEN, KEELEY, CORNELISSEN, DERAMAIX, GRATIA, TROCKI & JADIN 1989, p. 73

²³⁷ JADIN, HAECK & HAUZEUR 1994, p. 119

²³⁸ BOSQUET, GOFFIOUL & PREUD'HOMME 2007a, p. 6

²³⁹ CAHEN, GRATIA, JADIN & KEELEY 1988, p. 63

²⁴⁰ CAHEN, KEELEY, CORNELISSEN, DERAMAIX, GRATIA, TROCKI & JADIN 1989, p. 77

²⁴¹ KEELEY, BOSQUET, QUICK, JADIN & GOLITKO 2007, p. 91

L'ensemble de la céramique trouvée sur place semble dater des périodes IIc et IId du Rubané final²⁴².

Cadastre : Berloz, 1^{er} Div., Sect. A2, n°515b & 525f

Coordonnées Lambert 1972 : 210.600 E/ 153.800 N

4. Vaux-et-Borset : « Gibour »

Fouillé entre 1989 et 1995 par Jean-Paul Caspar, le site de « Gibour » s'inscrit dans une zone très dense en vestiges : on y trouve, en plus de l'implantation rubanée, des vestiges identifiés comme appartenant à la période blicquienne (nous y reviendrons plus tard), mais également à la protohistoire. « Gibour » se trouve sur une crête en faible relief, à une altitude de 175 m ; le secteur rubané occupe le versant sud de la crête, alors que le blicquien se trouve au sommet de celle-ci²⁴³. En outre, on retrouve les sites de « À la Chapelle Blanche » et « À la Croix Marie Jeanne » sur le territoire de la même commune, sites ayant révélé des vestiges rubanés, blicquiens et protohistoriques.

Les fouilles de 1989 avaient révélé la présence d'un fossé d'enceinte long de 320 m, interrompu par deux fois, de nombreuses fosses et une maison rubanée. Parmi les fosses, il se trouvait 16 silos en batterie, le reste étant des fosses de construction et des fosses détritiques. Le matériel céramique avait été évalué comme correspondant au Rubané récent²⁴⁴.

Plus tard, les fouilles de 1991 ont permis d'évaluer l'étendue du fossé à 290 m X 210 m ($\pm$ 4,5 ha), pour un périmètre de 810 m. Une série de fosses interprétées comme des silos viennent s'ajouter à celles déjà connues²⁴⁵. On découvre par la suite deux nouvelles habitations dans le secteur rubané, accompagnées de fosses de construction (pour l'extraction d'argile servant à confectionner le torchis des murs). Une des habitations est recoupée par le fossé d'enceinte, ce qui témoigne d'au moins deux phases d'occupation²⁴⁶.

En 1993, de nouvelles fouilles furent menées sur le site sans apporter plus de précisions ; de nombreuses structures de natures diverses furent découvertes (poteaux erratiques, fosses détritiques ...) et vinrent faire grossir le corpus céramique. Un alignement de poteaux au sud du tracé pourrait être un pan de palissade, mais il n'a pas été repris comme tel dans l'étude de Bosquet (et al.) sur les enceintes rubanées.

La proximité des installations rubanées et blicquiennes a provoqué un débat au sein de la communauté scientifique quant aux relations chronologiques que les deux entités partageaient ; nous aborderons cette question en même temps que nous verrons l'implantation blicquienne de « Gibour ».

Cadastre : Villers-le-Bouillet, Vaux-et-Borset, Sect A, 2e feuille, n°235d, 235e, 196c, 197c, 198c, 198b,199c

Coordonnées Lambert 1972 : 210.600 E / 145.600 N

5. Momalle : En Bia Flo (I et II)

Dominique Bosquet et Dimitri Preud'homme ont fouillé le site à deux reprises en 1997 et une dernière fois en 1998, dans le cadre d'une fouille préventive dans l'emprise du TGV avec la Direction

²⁴² BOSQUET, GOFFIOUL & PREUD'HOMME 2007a, p. 6

²⁴³ CASPAR, CONSTANTIN, HAUZEUR, BURNEZ-LANOTTE, SIDERA, DOCQUIER, LOUBOUTIN & TROMME 1989, p. 49

²⁴⁴ CASPAR, CONSTANTIN, HAUZEUR, BURNEZ-LANOTTE, SIDERA, DOCQUIER, LOUBOUTIN & TROMME 1989, p. 49-59

²⁴⁵ CASPAR, HAUZEUR, DOCQUIER, BIT, VAN ASSCHE & TROMME 1991, p. 77-84

²⁴⁶ BURNEZ-LANOTTE, CASPAR, CONSTANTIN 1993, p. 70

de l'Archéologie et l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Outre les vestiges rubanés, on peut noter la présence d'un site paléolithique moyen au sein du site rubané²⁴⁷ (secteur I).

Le secteur I du site se trouve sur un versant assez pentu exposé à l'ouest, le secteur II est situé à 130 m à l'est, sur une zone plate du versant. Le site se trouve dans le vallon dit « En Bia Flo » à Momalle, commune de Remicourt.

Les chercheurs ont découvert 110 fosses rubanées, dont 99 dans le secteur I, ainsi qu'un fossé d'enceinte mis au jour en deux endroits dans le secteur. Les deux tronçons forment une courbe qui se déploie hors emprise, sous l'E40²⁴⁸. Un fragment de palissade double le bras est du fossé. Dans les fosses, on en a relevé 34 avec des parois verticales, ce qui peut être interprété comme une forme de silos. Leur remplissage consistait principalement en de la cendre et des charbons de bois, mais deux d'entre elles contenaient des fragments de terre cuite courbe pouvant être interprétés comme les restes d'une coupole de four²⁴⁹. Mentionnons également une *schlitzgrube* située dans l'aire villageoise, pour laquelle aucune trace en particulier ne permet de relier à une quelconque fonction.

On a retrouvé 3 maisons à « En Bia Flo », toutes dans le périmètre de l'enceinte. Leurs plans sont incomplets. En 1998, on découvrit une quatrième maison dans le secteur I, et une cinquième dans le secteur II, pour laquelle on a retrouvé 10 trous de poteaux et une fosse interprétée comme le chevet de la maison²⁵⁰. Cette troisième campagne de fouille permit de documenter 72 nouvelles structures, dont les poteaux des nouvelles maisons.

On a retrouvé toute une série de molettes ainsi qu'une meule ocrée sur ce site ; quant à la céramique elle a été attribuée au Rubané moyen / récent pour celle trouvée hors enceinte, et Rubané récent / final pour celle dans l'enceinte²⁵¹.

Coordonnées Lambert 1972 : 221.200 E / 154.350 N

6. Fexhe-le-Haut-Clocher : Voroux-Goreux

Le dernier site fossoyé de Hesbaye est celui de Voroux-Goreux, un village compris dans le territoire de la commune de Fexhe-le-Haut-Clocher. Il a été fouillé entre 1997 et 1999 par la Direction de l'Archéologie et l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Outre les vestiges rubanés, on retrouve des structures datant probablement de la transition entre le 1^{er} et le 2^e Âge du Fer en Belgique²⁵². L'opération a été menée dans le cadre des prospections sur l'emprise du TGV, comme plusieurs autres sites de la région.

Le site se situe sur la « moitié inférieure d'un versant nord-ouest menant à un fond de vallée » (secteur I) et « à la partie basse d'un versant doux nord-est/sud-ouest » (secteur II)²⁵³. Il est marqué par la présence de deux conduites de gaz perturbant la zone explorée. Le taux d'érosion de la zone est assez important, évalué à 110 cm, ce qui laisse supposer que le relief devait être plus doux²⁵⁴.

Les archéologues y ont repéré un fossé d'enceinte de forme ovale, connue sur une longueur de 120 m, enserrant une zone dans laquelle, lors des fouilles de 1999, on a trouvé de nombreuses

²⁴⁷ BOSQUET, PREUD'HOMME & HAESAERTS 1998, p. 66

²⁴⁸ BOSQUET, FOCK & PREUD'HOMME 1997c, p. 103

²⁴⁹ BOSQUET, FOCK & PREUD'HOMME 1997c, p. 105

²⁵⁰ BOSQUET, PREUD'HOMME, FOCK & GOFFIOUL 1998a, p. 68-70

²⁵¹ BOSQUET, FOCK, GOFFIOUL, PREUD'HOMME, MARCHAL 2004, p. 84

²⁵² GOFFIOUL, FOCK, PREUD'HOMME & BOSQUET 2000, p. 130

²⁵³ GOFFIOUL, FOCK, PREUD'HOMME & BOSQUET 2000, p. 126

²⁵⁴ GOFFIOUL, FOCK, PREUD'HOMME & BOSQUET 2000, p. 126

structures en creux, dont des négatifs de trous de poteaux et des fosses. Certaines de ces structures nous donnent le plan d'une maison rubanée. Sur le tronçon le plus important (nord du tracé), une interruption dans le fossé est marquée par la présence d'une *schlitzgrube* placée perpendiculairement au périmètre. On retrouve 5 trous de poteaux le long du fossé, interprétés comme les restes d'une palissade.

La zone villageoise en elle-même est divisée en deux secteurs, le premier contenant uniquement des fosses détritiques et des silos (en plus des vestiges protohistoriques), la maison incomplète se trouvant dans le deuxième.

Globalement, le matériel retrouvé à Voroux-Goreux est assez pauvre, principalement retrouvé dans les fosses détritiques. On retrouve quelques outils lithiques, notamment une meule, quelques molettes et les fragments de débitage habituels. Sur base de la céramique, la datation du site a pu être évaluée au Rubané récent²⁵⁵.

Coordonnées Lambert 1972 : 150.750 N / 226.000 E

Entre l'article de 1999 (publié en 2007) sur les enceintes rubanées de Hesbaye et aujourd'hui, aucune autre occupation fossoyée n'a été fouillée en Hesbaye. D'autres sites non fossoyés ont également été découverts, à la suite de prospections (TGV ...) ou des repérages fortuits. Dans les paragraphes suivants, nous reprendrons les sites villageois rubanés où l'on n'a pas trouvé de trace de fossé.

Maisons rubanées sans enceinte

1. Momalle : « Fond de Momalle »

Le village du « Fond de Momalle » a été fouillé en 1996 par D. Bosquet et H. Fock grâce à la Direction de l'archéologie et l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Une seconde campagne de fouilles menée en 1997 sous la direction de Fock fut ensuite commanditée par la Direction de l'Archéologie. Les opérations correspondent à la volonté d'assurer un suivi archéologique le long de l'emprise des travaux pour le TGV oriental. C'est un site rubané riche, pour lequel on a également documenté une présence protohistorique²⁵⁶.

Le site est situé sur une zone plate sur un versant plutôt pentu, orienté ouest, surplombant la route entre Crisnée et St Georges. L'occupation rubanée est divisée en 2 secteurs principaux, « Fond de Momalle I » et « Fond de Momalle III », qui se trouve au sud-est de la première.

Le premier secteur avait révélé la présence de 171 structures, parmi lesquelles des fosses et des trous de poteaux donnant le plan incomplet de deux maisons rubanées. L'une des deux a une tierce en Y, un caractère typique du Rubané ancien / moyen en Hesbaye²⁵⁷. Le matériel céramique est cependant attribué aux phases du Rubané moyen / récent. Les chercheurs ont également noté la possibilité qu'il y ait eu plusieurs phases d'occupation ; en effet, ils ont constaté des recoupements dans la zone entre les deux maisons, ainsi qu'une densité de structures assez importante.

Le deuxième secteur est beaucoup plus dense en structures, les archéologues en ayant trouvé pas moins de 515, parmi lesquelles on a distingué 10 maisons. Ces maisons étaient toutes orientées

²⁵⁵ GOFFIOL, FOCK, PREUD'HOMME & BOSQUET 2000, p. 128

²⁵⁶ BOSQUET & FOCK 1997b, p. 85

²⁵⁷ BOSQUET, FOCK, GOFFIOL, PREUD'HOMME, MARCHAL 2004, p. 84

dans la même direction, N-O / S-E²⁵⁸, qualifiée d'organisation « en rue », un élément particulier en Hesbaye²⁵⁹. Il semble d'ailleurs que ces dix maisons aient constitué une seule phase d'occupation, malgré la présence de fosses dans la maison 6. On retrouve également des silos (au moins 2) et les fosses constructives / détritiques habituelles. Le matériel, qui provient majoritairement des fosses associées aux maisons 1-4, a été attribué au Rubané ancien / moyen. La M3 a un espace central défini par une tierce en Y, un caractère considéré comme ancien pour le Rubané de Hesbaye.

Les archéologues s'accordent à penser que les deux secteurs du site de « Fond de Momalle » appartenaient à la même unité d'habitation, et que les différences de datation indiquent le glissement des activités d'un secteur à l'autre entre la phase du Rubané ancien et celle du Rubané récent.

Coordonnées Lambert 1972 : 222.175 E / 154.750 N (Secteur I) ; 222.143 E / 153.910 N (Secteur III)

2. Hollogne-sur-Geer – « Douze Bonniers »

Ce site se trouve en face du site Rubané final de Darion « Colia », de l'autre côté du Faux Geer, dans une situation topographique similaire²⁶⁰. Il a été fouillé une première fois en 1989, et une seconde en 1990 par Ivan Jadin, dans le cadre d'un programme d'étude de l'occupation rubanée dans le Haut Geer²⁶¹. Il y a détecté, en plus de l'occupation rubanée, des vestiges datant de la protohistoire.

La première campagne de fouille avait révélé la présence d'une maison rubanée au plan complet, avec la particularité que certains de ses poteaux semblaient avoir été fendus avant d'être enfoncés pour construire la maison. En outre, on avait repéré un puits creusé à l'entrée de la maison. En 1990, on fit la découverte d'une seconde maison ainsi que de fosses liées à son occupation. Élément singulier, l'espace central de cette deuxième habitation comportait moins de tierces centrales que la plupart des maisons rubanées. Cette particularité est assez exceptionnelle pour le Rubané, et on a tendance à plus la retrouver dans les maisons plus tardives, comme les maisons blicquiennes par exemple²⁶².

Les quelques fosses de construction et détritiques ont livré le matériel habituel : esquilles lithiques, quelques lames, ainsi que de la céramique qui nous permet de placer l'occupation du site vers le Rubané Moyen²⁶³.

3. Vaux-et-Borset : « À la Chapelle Blanche »

Ce site voisin de « Gibour » (à 1km à vol d'oiseau) est connu depuis le début du 20^e siècle, entre 1909 et 1913, où on avait exploré une cinquantaine de « fonds de cabane » nommés « Cité Charlier »²⁶⁴. Ceux-ci furent réexplorés en 1954 par Docquier et Bit. Des vestiges de l'Âge du Fer sont également documentés sur ce site.

Par la suite, en 1991, l'emprise du site a été étendue (à 500 m à l'ouest et 400 m à l'est), où de nouveaux vestiges rubanés ont été mis au jour par A. Hauzeur, Caspar, Van Assche, Docquier et Bit. Une seconde campagne de fouille a été menée en 1997 par les mêmes chercheurs.

²⁵⁸ FOCK, GOFFIOUL & CORNÉLUSSE 1999, p. 73

²⁵⁹ BOSQUET, FOCK, GOFFIOUL & PREUD'HOMME, 2001, p. 82-85

²⁶⁰ CAHEN, KEELEY, CORNELISSEN, DERAMAIX, GRATIA, TROCKI & JADIN 1989, p. 73

²⁶¹ JADIN 1993, p. 57

²⁶² JADIN 1993, p. 57

²⁶³ CAUWE, DERAMAIX & JADIN 1991, p. 59

²⁶⁴ HAUZEUR, CASPAR, VAN ASSCHE, DOCQUIER, BIT & DARDENNE 1991, p. 67

Trois maisons rubanées furent découvertes lors de la première campagne de fouilles ; les fosses associées contenaient du matériel rubané commun, mais en petite quantité : outils lithiques, déchets de production et céramique. Ces maisons recoupaient un ensemble de fosses (dont une fosse silo) qui semblent avoir été utilisées lors d'une phase d'occupation précédente. En outre, les chercheurs ont noté la présence d'un dispositif original entre les maisons 2 et 3 : un genre de structure les connectant, qualifiée de « patio » à défaut de savoir sa fonction exacte²⁶⁵. Cet élément est unique en Hesbaye.

La deuxième campagne de fouilles de 1997 a permis de compléter le plan de cet ensemble, en dévoilant la présence d'une longue tranchée de fondation sur le côté sud des structures. De plus, diverses fosses ont été fouillées, sans donner plus de matériel que le reste du site.

Cadastre : Villers-le-Bouillet, Sect.A, 1er feuille, n°34a, 34b

Coordonnées Lambert 1972 : 211.450 E / 144.900 N

4. Waremmes – « Vinâve »

Ce site rubané a été fouillé en 1996 par Bosquet et Fock, dans le cadre des opérations de prospection sur le tracé du TGV oriental. Il est situé sur une terrasse entre une crête à l'ouest et le fond du vallon, entre la Chaussée des Romains et la rue Edmond Leburton²⁶⁶.

Après avoir découvert une grande fosse, on décida d'étendre les sondages. Un total de 15 structures (dont une protohistorique) comprenant 2 fosses et 6 trous de poteaux furent mises au jour. Les trous de poteaux semblent appartenir au plan d'une maison qui s'étend hors emprise, vers la E40. Les archéologues pensent qu'un village rubané pourrait se trouver sous la voie.

Le matériel retrouvé, peu abondant, contient quelques lithiques : produits de débitage, quelques grattoirs, mais aussi des vases globulaires décorés²⁶⁷.

On peut attribuer cette petite installation au Rubané moyen /récent, sur base du décor céramique et l'abondance du silex grenu parmi l'ensemble du matériel lithique²⁶⁸.

Coordonnées : 214.600 E / 156.700 N

5. Fexhe-le-Haut-Clocher – « Podrî l'Cortri »

Les prospections pour le TGV oriental ont également révélé ce site, la deuxième agglomération rubanée de la commune de Fexhe-le-Haut-Clocher. Fouillé en 1998, il se trouve sur un petit plateau et s'étale sur les deux faibles pentes voisines²⁶⁹.

La fouille a révélé un total de 410 structures, comprenant des fosses, de natures différentes, ainsi que de nombreux trous de poteaux, lesquels donnent le plan de 7 habitations. Une maison en particulier a été très bien conservée : on a pu retrouver le chevet de fondation ainsi que la plupart des poteaux de paroi, qui ne sont pourtant pas des éléments porteurs. Elle se distingue également des six autres par sa position : elle se situe en retrait de l'agglomération, au sud-est²⁷⁰.

²⁶⁵ HAUZEUR, CASPAR, VAN ASSCHE, DOCQUIER, BIT & DARDENNE 1991, p. 70

²⁶⁶ BOSQUET & FOCK 1996, p. 151

²⁶⁷ BOSQUET & FOCK 1996, p. 154

²⁶⁸ BOSQUET & FOCK 1997a, p. 90

²⁶⁹ BOSQUET, FOCK, GOFFIOL & PREUD'HOMME 1998b, p. 131

²⁷⁰ BOSQUET, FOCK, GOFFIOL & PREUD'HOMME 1998b, p. 133

Les autres maisons sont, dans une certaine mesure, moins bien conservées. On peut tout de même noter la présence du chevet de fondation de la M VII.

Pour ce qui est du matériel, les quelques fosses ont livré le matériel habituel, mais on peut tout de même souligner la présence de tessons appartenant à deux vases différents identifiés comme étant de la céramique du Groupe du Limbourg²⁷¹. Pour ce qui est de la datation relative, la céramique de la M1 peut être attribuée au Rubané moyen-récent, alors que celle des six autres maisons appartiendrait au Rubané récent-final²⁷²

Coordonnées Lambert 1972 : 223.400 E / 153.450 N

6. Alleur - « Domaine militaire »

Ce site particulier a été fouillé en 1998 par J.-M. Léotard pour la Direction de l'Archéologie, à la suite des repérages et des ramassages d'artefacts lors d'opérations de surveillance. Il s'agit d'un ancien espace militaire désaffecté, prospecté en vue de sa reconversion en une extension du parc industriel attenant. L'intervention archéologique ayant commencé après le début des travaux d'aménagement, une grande partie de la parcelle avait été nivelée, perturbant l'interprétation du relief du site²⁷³. Malgré cela, on a pu constater un taux d'érosion quasiment nul sur les zones prospectées. Globalement, cet ensemble se trouve sur un petit plateau légèrement incliné vers l'est.

Les fouilles ont été réalisées sur les espaces ne demandant pas d'être nivelés, ce qui représente seulement une faible portion de la surface totale du site : au nord et à l'est de l'emprise. Malgré cela, de nombreuses structures ont été découvertes, dont certaines très peu profondes, conservées grâce au faible taux d'érosion constaté²⁷⁴.

Au nord, dans le secteur I, on a repéré diverses fosses au contour irrégulier et plusieurs trous de poteaux dessinant deux plans distincts. Le premier, partiel, est celui d'une maison rubanée qui s'étend hors emprise, et pour laquelle on a conservé le chevet de fondation et la première tierce. Quelques mètres au sud se trouvent deux alignements de trois poteaux jouxtant une fosse irrégulière. Cet agencement a été interprété comme les restes potentiels d'un silo²⁷⁵.

Les secteurs II et III, contigus, se trouvent à l'est de la zone. Ils ont livré environ 200 structures, dont des fosses et trous de poteaux délimitant 3 constructions rubanées ; deux d'entre elles sont des habitations rubanées tripartites, dont on a conservé le chevet de fondation. La troisième est beaucoup plus petite, caractérisée comme une maison monopartite²⁷⁶, un élément rare en Hesbaye²⁷⁷. On peut également remarquer que les poteaux de paroi sont conservés, sans doute grâce à la faible érosion.

Les structures voisines comprennent notamment une fosse d'ensilage (conservation de foin en milieu anaérobie) et deux fours ou foyers. Une aire de combustion en particulier a retenu l'attention des archéologues : elle présente une forme quadrangulaire inhabituelle pour le Rubané hesbignon²⁷⁸.

²⁷¹ BOSQUET, FOCK, GOFFIOL & PREUD'HOMME 1999a, p. 63

²⁷² BOSQUET, FOCK, GOFFIOL, PREUD'HOMME, MARCHAL 2004, p. 86

²⁷³ MARCHAL 1998, p. 107

²⁷⁴ MARCHAL 1998, p. 109

²⁷⁵ MARCHAL 1998, p. 110

²⁷⁶ MARCHAL 1998, p. 110

²⁷⁷ BOSQUET, FOCK, GOFFIOL, PREUD'HOMME, Marchal 2004, p. 89

²⁷⁸ BOSQUET, FOCK, GOFFIOL, PREUD'HOMME, Marchal 2004, p. 89

La deuxième campagne de fouille n'a donné qu'une quarantaine de fosses supplémentaires, sans qu'on ne trouve de nouvelles habitations ni de matériel très intéressant²⁷⁹.

Le matériel céramique indique que le site a été occupé sur deux phases : la transition entre le Rubané moyen et récent, et dans un second temps le Rubané récent²⁸⁰. Ces deux phases sont surtout visibles dans la maison 1. On peut signaler la présence de céramique du Limbourg au sein des ensembles.

Cadastre : Ans, 4^e Div., Sect. B, n°377c

Coordonnées Lambert 1972 : 232.360 E /152.610 N

7. Grâce-Hollogne : Aéroport de Bierset

Le dernier site villageois de notre liste se trouve dans la zone de l'aéroport de Bierset, sur le territoire de la commune de Grâce-Hollogne. Les fouilles ont été décidées à la suite d'opérations de surveillance sur les travaux d'extension de l'aéroport. La zone autour de l'aéroport a fait l'objet de très nombreuses campagnes de fouilles, et il a été estimé qu'une vingtaine de sites de différentes époques se trouvaient aux alentours. Ici nous ne parlerons que des implantations situées au sud de l'aéroport, car toutes les habitations rubanées s'y retrouvent. Nous évoquerons les implantations rubanées au nord-ouest de Bierset dans les sections dédiées aux sites où l'on n'a pas retrouvé de plan de maison.

L'aéroport en lui-même occupe une aire rectangulaire orientée sud-ouest / nord-est, longée au sud par la E42 et la rue Dierain Patar qui nous intéresse ici. Les zones fouillées s'étendent le long de ces deux voies, selon la même orientation que l'aéroport.

Plusieurs fouilles avaient déjà été menées dans la zone villageoise en 1992, en 2001 et 2002, puis en 2014, 2015 et 2016, révélant la présence d'occupations gallo-romaines, protohistoriques, et rubanées. On y trouve également des tranchées de la Seconde Guerre mondiale. Elle a été fouillée à l'occasion de la construction d'un accès reliant la route et l'aéroport (l'accès n°3), et l'espace a été progressivement fouillé de manière extensive, révélant de très nombreux vestiges de plusieurs périodes.

Les fouilles de 1992, peu concluantes, avaient toutefois mis en évidence des traces évidentes d'une occupation rubanée, sous la forme de 6 trous de poteaux et 11 fosses. Cette petite zone a livré un matériel qui place son occupation dans la phase ancienne du Rubané récent²⁸¹. Elle se situe le long de la rue Dierain Patar, près du carrefour avec l'ancienne rue de Jehay.

La seconde campagne, menée entre 2001 et 2002, concerne deux zones situées de part et d'autre de la rue Dierain Patar, à l'ouest de celle-ci en 2001 et à l'est en 2002. Ces deux zones se trouvent au sud de l'emplacement fouillé en 1992. Dans la zone à l'ouest de la rue Dierain Patar, on a découvert une maison tripartite pour laquelle un bras du chevet en U a été conservé²⁸². Le matériel, peu abondant, date probablement du Rubané récent. À l'est de la rue Dierain Patar, dans la parcelle fouillée en 2002, on a retrouvé 56 structures dont des trous de poteaux et des fosses, appartenant aux périodes rubanées et protohistoriques. On peut relever certains alignements de poteaux (F5, 6 et 10 ;

²⁷⁹ MARCHAL 1999, p. 108

²⁸⁰ BOSQUET, FOCK, GOFFIOL, PREUD'HOMME, Marchal 2004, p. 89

²⁸¹ DERAMAIX & LÉOTARD 1993, p. 107

²⁸² LOICQ & MARCHAL 2002, p. 159

F17, 18, 19 et F33, 34, 35, 44, 45 & 46). Les datations ne sont pas précisées dans l'article qui les décrit, mais on notera que le F9 est associé avec du matériel du Ha C/D²⁸³.

En 2014, une autre zone voisine fut explorée par les archéologues de la Direction de l'Archéologie, au sud de la E42, en bordure de la rue de Dierain Patar²⁸⁴, au nord des fouilles de 2001 et 2002. Les côtés nord et ouest sont limités par cette rue, alors que le côté Est est bordé par une sablière. Trois zones y ont été décapées, livrant un total de 70 fosses et 50 trous de poteaux. Trois nouvelles maisons sont signalées sur les zones, une en zone 1 (la mieux conservée), et deux en zone 2 (la M2 est recoupée par la tranchée de 14-18, la M3 s'étend probablement hors emprise)²⁸⁵. Parmi les fosses, on distingue une petite quinzaine de silos. La plupart des fosses sont recoupées, témoignant d'au moins deux phases d'occupations. Le matériel, évalué rapidement, place l'occupation des structures autour du Rubané Ilc (Rubané récent / final).

Tout à l'est, un tronçon de fossé de 30 m au profil en V (le profil classique des fossés rubanés) n'a livré aucun matériel, rendant l'exercice de l'identification difficile.

Les fouilles de 2015 et 2016 concernent une nouvelle concentration de vestiges, située entre le chemin de Fexhe et la rue Dierain Patar, au sud-est des secteurs précédemment explorés, toujours sur la limite de transition entre le plateau hesbignon et la vallée de la Meuse. En 2015, les prospections ont porté sur deux zones dans cet espace conscrit par les rues susmentionnées ; la zone 1, longeant la rue Dierain Patar, est riche en vestiges, pour la plupart protohistoriques. Les structures rubanées ne représentent qu'une petite part de la totalité des découvertes ; on compte quelques silos et quelques fosses d'extraction d'argile²⁸⁶. Le matériel céramique, composé uniquement de poterie grossière, a été attribué au Rubané moyen.

La deuxième zone (#3), située au nord-est, est assez pauvre en vestiges, ne présentant qu'un long fossé, qui n'a livré aucun matériel datant.

Les fouilles de 2016 ont concerné trois zones précises : la première est la zone 2, définie par le croisement des deux rues mentionnées plus haut (rue de Dierain Patar et le chemin de Fexhe). Une seconde zone se trouve à côté des secteurs explorés en 2014, au nord-est des zones 1, 2 et 3. Ce deuxième espace exploré en 2016, nommé zone 5, se trouve entre les zones 1 et 3 de l'époque (voir le paragraphe consacré aux fouilles de 2014 plus haut, et à ne pas confondre avec les zones 1 et 3 situées au sud-ouest). Finalement, une troisième zone, désignée « zone 4 », a été fouillée entre le site du sud-ouest et du nord-est. Il n'a révélé que de pauvres traces de l'Âge du Fer.

En zone 5, plus de 300 structures ont été découvertes, révélant le plan de 4 nouvelles maisons. Les plans de M5 et M6 sont en partie sur le terrain occupé par la sablière ; on en a conservé les chevets de fondation principalement. Les fosses explorées ont donné du matériel daté du Rubané récent²⁸⁷.

En zone 2, au sud-est, on a retrouvé pas moins de 600 structures, dont deux maisons rubanées, aux fosses de fondation très bien conservées. Cette zone compte également 7 silos avérés, dont 4 disposés en batterie. Le matériel retrouvé dans ces différentes structures est daté du Rubané moyen / récent²⁸⁸.

²⁸³ MARCHAL & LOICQ 2003, p. 127

²⁸⁴ GOFFIOUL & MARCHAL 2014, p. 210

²⁸⁵ GOFFIOUL & MARCHAL 2014, p. 211

²⁸⁶ GOFFIOUL, MARCHAL, COLLETTE & DE BERNARDY DE SIGOYER 2015, p. 194

²⁸⁷ MARCHAL, COLLETTE, DE BERNARDY DE SIGOYER & GOFFIOUL 2016, p. 122

²⁸⁸ MARCHAL, COLLETTE, DE BERNARDY DE SIGOYER & GOFFIOUL 2016, p. 122

Pour résumer, ce sont 10 maisons rubanées qui ont été retrouvées dans deux concentrations différentes à Bierset, 2 maisons au sud-ouest et 8 au nord-est. Un très grand nombre de structures ont été mises au jour, notamment des silos, des fosses de construction ou d'extraction de matière. Outre les vestiges rubanés, on retrouve des restes des époques romaines, protohistoriques (surtout dans la concentration du sud-ouest, en zone 1 de 2015), mais également modernes. En effet, les différentes zones sont denses en tranchées de la 1^{re} Guerre mondiale (principalement dans la concentration du nord-est, dans les zones fouillées en 2001, 2002 et 2014).

Les différentes datations proposées pour les occupations suggèrent que la zone a été habitée entre le Rubané moyen et le Rubané final. On trouve en effet des vestiges de cette première période, le Rubané moyen, dans la zone 1 de la concentration du sud-ouest, fouillée en 2015. Puis l'occupation se poursuit pendant le Rubané moyen / récent dans la zone 2 de la concentration du sud-ouest, fouillée en 2016, où on retrouve deux maisons ; ensuite pendant tout le Rubané récent sur les parcelles fouillées en 1992 (au nord-est, le long de la rue Dierain Patar, datée de la phase ancienne du Rubané récent) et en 2001 (au sud de cette dernière, on y a trouvé une maison). La zone 5 de la concentration du nord-est a également révélé des habitations du Rubané récent. Finalement, trois maisons dans les zones 1 et 2 du secteur nord-est fouillé en 2014 nous permettent de dater de manière plausible la dernière occupation de cette zone au Rubané IIc, le Rubané récent / final. Si on regarde globalement les différentes implantations, on peut suggérer que l'occupation s'est déplacée vers le nord avec le temps.

Plus généralement, on peut remarquer une orientation des maisons rubanées qui est globalement la même dans les deux concentrations, c'est-à-dire N-O / S-E, malgré quelques déviations dans certains cas.

Cadastre & coordonnées Lambert 1972 :

Fouilles de 2001 : Grâce-Hollogne, 3^e Div., Sect. A, n°121d & n°13 ; Sect. B, n°13g

221.010 E / 148.040 N

Fouilles de 2002 : Grâce-Hollogne, 3^e Div., Sect. A, n°15 / 221.010 E / 148.040 N

Fouilles de 2014 : 227.280 E / 148.182 N

Fouilles de 2015 : 226.812 E / 147.781 N

Fouilles de 2016 : 227.124 E / 148.008 N (à mi-chemin entre les deux zones, attention !)

Si nous récapitulons, un total de 13 sites avec des maisons rubanées sont connus en Hesbaye, dont six sont des villages entourés d'un fossé et sept sont des villages sans fossé connus. Beaucoup de ces sites sont datés d'une phase récente voire finale du Rubané (tous les villages à enceinte sont du Rubané récent, récent/final ou final, et certains sont accompagnés d'un habitat plus ancien), et on a un seul site qui a connu une phase d'occupation ancienne : le site de Remicourt – « Fond de Momalle », mais qui connaît également une phase du Rubané moyen/récent. Le site de Waremmes – « Vinâve » appartient également à cette période, alors que celui d'Hollogne – « Douze Bonniers » daterait du Rubané moyen.

La section suivante sera consacrée aux vestiges rubanés pour lesquels on n'a pas retrouvé de maison. L'idée est de les aborder chronologiquement selon leur date de découverte ; nous allons

cependant déroger à cette règle pour présenter les autres vestiges découverts à Grâce-Hollogne non loin de l'aéroport, dans un souci de continuité. La totalité des sites fouillés par Destexhe se retrouve dans cette catégorie, et rappelons qu'à cette époque les structures de ces sites étaient interprétées comme des « fonds de cabanes » constituant des habitations à part entière. Néanmoins, Destexhe se montre en général assez prudent quant à l'interprétation donnée aux structures fouillées par ses soins.

Notons également que nous avons repris ces sites parfois très limités en nombres de structures en tant que site d'habitat ; en effet, nous envisageons le creusement d'une fosse comme un acte de construction qui suppose une occupation, qui soit au minimum momentanée.

Vestiges rubanés simples (sans maisons)

1. Grâce-Hollogne – « Dierain Patar »

La face nord de l'aéroport a également été fouillée par les mêmes archéologues. Pour rappel, celui-ci s'étend en suivant une orientation sud-ouest / nord-est, et la zone concernée ici a fait l'objet de sondages à la suite de l'annonce du projet d'extension de l'aéroport.

La première campagne, menée en 2004 par une équipe des Chercheurs de la Wallonie, au lieu-dit « Dierain Patar », n'avait révélé que deux fosses ne livrant qu'une cinquantaine d'artefacts lithiques, 11 tessons que le décor permettait d'attribuer au Rubané récent²⁸⁹.

Fin 2004, une seconde campagne de fouilles fut menée dans 4 nouvelles zones le long de la clôture de l'aéroport. En plus de vestiges rubanés, les chercheurs ont mis au jour des restes d'occupation romains et protohistoriques. Les structures rubanées, exclusivement des fosses, se trouvent toutes dans la 2^e zone de sondage (sauf deux d'entre elles), et leur matériel a été datée du Rubané moyen sur base céramique²⁹⁰.

Par la suite, les fouilles de 2005 et 2007 dans les diverses parcelles environnantes n'ont pas livré de traces rubanées ; 47 nouvelles structures romaines en 2005²⁹¹ et seulement quelques pauvres traces de l'Âge du Bronze (semble-t-il) en 2007²⁹².

Cadastre & coordonnées Lambert 1972 :

Fouilles de 2004 : 227.890 E / 148.820 N

Fouilles fin 2004 : Grâce-Hollogne, 5^e Div., Sect. A, n°147, 152, 153, 158, 161 // 225.720 E / 147.720 N

Fouilles de 2005 : Grâce-Hollogne, 5^e Div., Sect. A, n°147, 152, 153, 158, 161 // 225.720 E / 147.720 N (mêmes parcelles)

2. Hollogne-sur-Geer : route Hollogne – Omal

En 1968, Guy Destexhe publiait de nouvelles découvertes de sites omaliens en Hesbaye dans un article traitant de la céramique omalienne. Sur les 4 nouveaux sites mentionnés (Hollogne, Waremme, Berloz, Omal), seuls deux avaient des structures : Hollogne-sur-Geer et Berloz (voir paragraphe suivant). Les deux autres n'étaient que des concentrations d'artefacts. Signalons tout de

²⁸⁹ LOICQ, GÉMIS, MARCHAL 2004, p. 92

²⁹⁰ MARCHAL & LOICQ 2006, p. 162

²⁹¹ MARCHAL & LOICQ 2007, p. 109

²⁹² MARCHAL 2009, p. 114

même que le site de Waremme est celui de « Longchamps » qui s'avéra plus tard être bel et bien un site d'habitat rubané.

Le site d'Hollogne se trouve à « 700m au S-O de l'église, dans un champ en bordure de la route Hollogne-Omal, à mi-distance entre cette route et les prairies marécageuses où serpente le Faux Geer »²⁹³.

Le matériel retrouvé est assez conséquent : au moins 28 vases ornés (non complets) et 196 non décorés ; de nombreux artefacts lithiques : herminettes, meules, lames, grattoirs, etc. Le matériel provient des structures et du ramassage de surface (dans un espace de 300m x 60 m).

3. Berloz

Le site de Berloz se situe « à 750 m au nord de l'église »²⁹⁴, et son matériel provient de ramassages de surface (dans une ellipse de 250m X 100m) et de 4 fosses omaliennes, qui ont livré, en termes de céramiques, des fragments appartenant à 80 individus décorés, ainsi que quelques 120 grattoirs en silex et quelques rares perçoirs.

4. Verlaine – « Sur les Forts »

Ce site, fouillé en 1976 par G. Destexhe, se trouve au sommet d'une crête orientée est-ouest. La fouille ne concerne qu'une seule fosse, en forme de croissant et assez allongée. Le comblement était de nature détritique, avec du matériel lithique (grattoirs, lames) un petit gobelet orné, un vase piriforme, de nombreux tessons de poterie²⁹⁵.

5. Verlaine – « Blanc Bois »

Ce site omalien, fouillé en 1976 par G. Destexhe, avait déjà été fouillé par A. Destexhe-Jamotte, en même temps que le lieu-dit « Magarny ». L'article ne détaille qu'une seule fosse omalienne, circulaire, d'un diamètre de 1,80 m. Elle contenait de nombreux éclats de silex et une centaine de tessons, dont certains appartenaient à des coupes et un vase, décorés²⁹⁶.

6. Hodeige – « Au Fond de l'Abiye »

Situé dans l'entité de Remicourt, à Hodeige, le lieu-dit « Au Fond de l'Abiye » se trouve à 800 m au sud de la E40 entre Bruxelles et Liège, au km 74. Destexhe y a fouillé une fosse omalienne ovale, très érodée et pauvre en matériel²⁹⁷.

7. Petit Axhe

Ce petit site, fouillé en 1989 par G. Destexhe, se trouve à 350 m du Geer, sur la rive droite. Il s'y trouvait 3 fosses omaliennes contenant des tessons et du silex²⁹⁸.

8. Oudoumont – « Thier de la Vigne »

Ce site a révélé, lors de la fouille en 1990 par Destexhe, de nombreux vestiges d'occupation de diverses époques (omalienne, laténienne et romaine). Ceux qui nous intéressent ici sont les deux

²⁹³ DESTEXHE 1968, p. 487-504

²⁹⁴ DESTEXHE 1968, p. 487-504

²⁹⁵ DESTEXHE 1976a, p. 169-180

²⁹⁶ DESTEXHE 1976b, p. 8-15

²⁹⁷ DESTEXHE 1984, p. 7-20

²⁹⁸ DESTEXHE 1989, p. 33

fosses omaliennes (nous reviendrons sur les structures laténiennes en temps voulu). Notons que le faciès omalien du site a déjà fait l'objet d'une publication par Destexhe-Jamotte, en 1967.

Oudoumont est situé sur le territoire de la commune de Verlaine. Le « Thier de la Vigne » se trouve au sommet du versant d'une petite vallée d'un ruisseau affluent de l'Yerne. Alors que les vestiges protohistoriques sont en bordure de versant, les deux fosses omaliennes sont plus vers le plateau. Elles ont livré un matériel classique : céramique, traces de charbon et silex²⁹⁹.

9. Lantremange – « Haut du Moustier »

Le site du « Haut du Moustier » occupe un éperon « exposé plein nord délimité par un méandre du Geer et un de ses affluents »³⁰⁰. Quelques fosses s'y trouvent, mais une seule a livré du matériel omalien (du silex et de la céramique), mais en faible quantité.

10. Omal : rue Stiernet

Les abords de la rue Stiernet à Omal ont livré de nombreux vestiges rubanés, dont les premières traces furent retrouvées dès 1979, lors de la surveillance d'un chantier d'habitation. Les fouilles avaient révélé la présence d'une douzaine de structures, dont 3 rubanées (et 7 de l'Âge du Fer)³⁰¹. Le matériel plaçait ces structures autour du Rubané final. Les datations au radiocarbone indiquent, quant à elles, que les structures dataient de 6.155 +/- 65 BP à 6.505 +/-105 BP.

La parcelle située en face de cette dernière fit également l'objet d'une campagne préventive, en 1996. Les quelques fosses découvertes livrèrent un matériel céramique et lithique important³⁰². Le matériel semble dater du Rubané moyen/récent, sans certitude absolue³⁰³.

Cadastre (fouilles de 1996) : Commune de Geer, Sect. C, 3^e feuille, n°225 c/sic

11. Chapon-Seraing – « Fond des Sarts »

La seule fosse de ce site se situe au sommet du versant exposé sud-est d'une dépression qui s'interrompt à la partie nord de Chapon-Seraing. Il a été fouillé en 1998 par G. Destexhe. Le matériel est assez pauvre, constitué d'outils lithiques et de céramique, et trop peu abondant pour qu'on puisse l'attribuer plus précisément qu'au Rubané (omalien dans le texte)³⁰⁴

Cadastre : Verlaine, 3^e Div., Chapon-Seraing, Sect. B, 2^e feuille, n°533

12. Donceel – « Ferme de l'Abbaye »

À la suite d'une opération de surveillance d'un chantier de construction de poulaillers, en août, il fut décidé de fouiller la zone, campagne de fouille réalisée entre les 25 septembre et 13 novembre 1997³⁰⁵.

Le lieu-dit « Ferme de l'Abbaye » se trouve sur un versant orienté est-ouest, à une soixantaine de mètres de la rue du Blanc Bois. Une cinquantaine de structures y furent découvertes, parmi

²⁹⁹ DESTEXHE 1990, p. 3-65

³⁰⁰ DESTEXHE 1996, p.115-124

³⁰¹ CAHEN & VAN BERG 1981, p. 28-29

³⁰² JADIN, BOSQUET & MOUREAU 1996, p. 79-80

³⁰³ JADIN, BOSQUET & MOUREAU 1998, p. 75

³⁰⁴ DESTEXHE 1998, p. 9-16

³⁰⁵ FRÉBUTTE & MARCHAL 1998a, p. 141

lesquelles on trouve seulement 18 qui soient d'origine anthropique, dont 16 attribuées au faciès néolithique du site (il y en a également une qui date de l'Âge du Fer).

Le matériel est assez classique pour un site de cette période : silex et céramique composent la majorité des trouvailles. La céramique retrouvée dans ces fosses rubanées les place au début du Rubané récent³⁰⁶. On a trouvé peu d'outils finis sur place, principalement des déchets de taille, ce qui laisse penser qu'on a affaire à un atelier de débitage de silex³⁰⁷.

Cadastre : Donceel, 1^{re} Div., Sect. A/4, n°635d

Coordonnées Lambert 1972 : 217.520 E / 149.070 N

13. Waremmes : rue d'Oleye

Ce site se trouve entre la rue d'Oleye et l'avenue E. Leburton, une voie qui flanque également le site de Waremmes – « Vinâve » évoqué plus haut. Il a été fouillé en 2010 à la suite de prospections sur le futur site d'un lotissement.

Ce site a une forme de plateau en son centre, avec deux pentes s'étendant vers les deux voies définissant l'emprise. Les structures sont implantées sur le plateau et en bord de versant. On distingue deux périodes d'occupation : un faciès rubané et un faciès protohistorique, sans qu'il y ait mélange de vestiges. Nous reviendrons sur l'implantation protohistorique, car elle s'est révélée être riche en matériel et en structures.

A contrario, le secteur rubané ne contenait que quatre fosses, dont une qui a livré la totalité du matériel. Celui-ci la place au Rubané récent³⁰⁸.

Coordonnées Lambert 1972 : 213.870 E / 154.960 N

14. Waremmes / Oleye : chemin de Mouhin

Le site du chemin de Mouhin a été découvert à l'occasion d'une surveillance sur le chantier d'un poulailler industriel. Il se situe à quelques mètres au nord du village rubané d'Oleye au lieu-dit « Al Zèpe », et non loin du site du Bronze final fouillé par Destexhe en 1983 (voir le paragraphe consacré à la protohistoire).

Deux faciès ont pu être distingués : une occupation rubanée, caractérisée dans une fosse en particulier, et une occupation protohistorique, pour laquelle on n'a trouvé qu'une seule fosse. Sur tout le site, on n'a trouvé que 16 structures, dont 14 d'origine anthropique : 6 trous de poteaux et 8 fosses. Seuls trois trous de poteaux peuvent être considérés comme alignés.

L'intérêt de cette fouille reposait sur l'espoir d'en apprendre plus sur l'occupation voisine d'« Al Zèpe », mais le matériel a été considéré comme inintéressant et donc pas étudié en détail. Aucune datation n'a donc été proposée. Une grande quantité de silex se trouvait également dans la fosse rubanée qui a fourni l'essentiel du matériel³⁰⁹.

Cadastre : Waremmes, 2e Div., Sect. A/1, n°454b

Coordonnées Lambert 1972 : 213.300 E / 154.950 N

³⁰⁶ FRÉBUTTE & MARCHAL 1998b, p. 109-110

³⁰⁷ FRÉBUTTE & MARCHAL 1998a, p. 148

³⁰⁸ MARCHAL & HENRARD 2010, p. 151-154

³⁰⁹ MARCHAL 2012, p. 181

15. Freloux – « À la Chaussée »

Les fouilles menées à Freloux en 2015 par Destexhe ont été effectuées sur ce site du bas du plateau hesbignon, où se déploient de légères ondulations de terrain orientées nord-sud. On y retrouve plusieurs faciès, dont un omalien (les autres sont protohistoriques, nous les commenterons plus tard).

Les structures omaliennes sont au nombre de 4, sur un total de 22 structures explorées et 40 détectées. Le matériel est assez classique ; céramique, artefacts lithiques. La datation précise n'a pas pu être estimée ; ces fosses sont donc globalement attribuées à l'Omalien³¹⁰.

Cadastre : Fexhe-le-Haut-Clocher, Freloux, 2^e Div., Sect. B, n°1d, 263a

Coordonnées Lambert 1972 : 222.550 E / 153.320 N

16. Ans / Alleur – « À l'arbre de la Mère Dieu »

Le village rubané d'Ans / Alleur au Domaine militaire a déjà été évoqué dans notre paragraphe consacré aux villages sans enceinte. Sa fouille s'est déroulée entre 1998 et 1999, réalisée par J.-P. Marchal et l'équipe des Chercheurs de la Wallonie.

L'année suivante, une parcelle voisine située à l'est de cette première emprise de fouilles a été fouillée par Marcel Otte et E. Delye afin de mieux définir l'extension du village rubané, au lieu-dit « À l'arbre de la Mère Dieu ». Ces premières fouilles ont révélé la présence d'une dizaine de fosses rubanées ainsi que quelques trous de poteaux. Une des fosses contenait une assez grande quantité de grain carbonisé³¹¹.

En 2002, Otte et Delye conduisent une nouvelle campagne de fouille sur la parcelle située à 50 m au nord de la première emprise explorée en 2000, en bordure de plateau. Ils y découvrent quelques nouvelles fosses rubanées, dont des silos en batterie, ainsi que des vestiges d'époques diverses (protohistorique, romaine, temps modernes). Pour les chercheurs, ces structures représentent la limite nord du village, les silos étant généralement en périphérie, dans des zones peu densément bâties³¹².

Les fouilles se poursuivirent en 2003 dans la même zone et trois nouvelles structures rubanées furent découvertes, dont une fosse silo contenant du matériel datant du Rubané Moyen³¹³.

Cadastre :

Ans, Alleur, 4e Div., Sect. B, 1er feuille, 4e partie, n°378d (2000)

Juprelle, 6^e Div. (Lantin), A/4, n°621g (2002-2003)

Après une brève apparition dans nos régions (pas plus de 320 ans³¹⁴), le Rubané de Hesbaye disparaît, sans laisser de successeur d'envergure ni d'indice sur la raison de leur disparition. On notera toutefois la présence de la culture blicquienne dans la limite occidentale de la Hesbaye, sans que celle-ci ne prenne la même importance qu'a pu avoir l'Omalien entre le 53^e et le 50^e siècle avant J.-C. Dans

³¹⁰ DESTEXHE 2015, p. 35-112

³¹¹ OTTE & DELYE 2001, p. 93

³¹² DELYE & OTTE 2003, p. 90

³¹³ DELYE & OTTE 2004, p. 90

³¹⁴ HAUZEUR & JADIN 2011, p. 23

le paragraphe suivant nous passerons en revue les quelques sites blicquiens de Hesbaye et clarifions les relations qu'a eu cette culture avec le Rubané de Hesbaye.

L'extension rubanée poursuivra son chemin vers l'ouest, et donnera naissance à d'autres sous-cultures.

Vestiges blicquiens en Hesbaye

Le groupe de Blicquy-Villeneuve-St-Germain est un groupe culturel néolithique issu du courant danubien³¹⁵, qui s'est étendu à travers l'Europe continentale en suivant ses fleuves principaux. Le groupe de Blicquy-Villeneuve-St-Germain (ou Blicquy-VSG) a été défini sur base des deux sites dont il porte le nom : celui de Blicquy, en Hainaut belge, et celui de Villeneuve-St-Germain, situé dans le bassin parisien. Dans nos régions, on parle de groupe de Blicquy uniquement. Il s'exprime principalement dans le Hainaut, mais on connaît quelques sites en Hesbaye liégeoise, que nous allons décrire dans le présent paragraphe. Les sites blicquiens de Hesbaye semblent être la limite orientale de ce mouvement venu probablement du bassin parisien central³¹⁶.

Rappelons-le, le Rubané de Hesbaye (ou omalien) s'inscrit également dans la continuité du courant danubien qui s'étend de la Vistule polonaise jusque dans le bassin parisien, où il forme le « Rubané récent du Bassin Parisien », entre la fin du 52^e siècle avant J.-C. et la fin du 50^e siècle avant J.-C.³¹⁷, c'est-à-dire après l'Omalien hesbignon.

Par conséquent, la Hesbaye est potentiellement un point de rencontre entre ces deux cultures matérielles de même origine (mais pourtant différentes), au point que des chercheurs se sont mis à soupçonner une cohabitation, si ce n'est au moins une conscience de l'autre entre les deux ensembles culturels. En Hesbaye, les trois sites blicquiens connus sont voisins d'occupations rubanées, un fait qui n'a pas échappé aux tenants de la théorie de la cohabitation.

En effet, certains éléments peuvent laisser penser que de tels liens aient pu exister entre les deux cultures. Premièrement, les datations au radiocarbone (qu'il faut bien entendu considérer avec prudence), qui montrent que les périodes pendant lesquelles les deux cultures s'expriment sont plus ou moins les mêmes³¹⁸.

Deuxièmement, la proximité des villages rubanés et blicquiens en Hesbaye. Ce fait n'est cependant attesté que dans deux cas : à Darion – « Colia » et à Vaux-et-Borset – « Gibour », et dans une moindre mesure à Vaux-et-Borset – « À la Croix Marie Jeanne », ce site exclusivement blicquien étant voisin de « Gibour ».

Troisièmement, la présence d'artefacts blicquiens (des bracelets en schiste, une particularité blicquienne) dans des structures situées sur les secteurs rubanés et attribuées à la culture rubanée³¹⁹. En Hesbaye, ce fait n'a été relevé qu'à Vaux-et-Borset – « Gibour », où il a été interprété comme un signe de la présence d'une femme blicquienne dans le village rubané³²⁰ ; ou le résultat d'échanges entre femmes des deux cultures.

³¹⁵ VAN DOSSELAER, BURNEZ-LANOTTE, GOMART & LIVINGSTONE-SMITH 2013, p. 15

³¹⁶ HAUZEUR & JADIN 2011, p. 20

³¹⁷ HAUZEUR & JADIN 2011, p. 23

³¹⁸ CAHEN & DOCQUIER, 1985, p. 114

³¹⁹ CAHEN & DOCQUIER, 1985, p. 96

³²⁰ CAHEN & DOCQUIER, 1985, p. 120

Finalement, la parenté stylistique avec le Rubané présente dans la céramique et l'architecture blicquiennes³²¹. En effet, les thèmes décoratifs blicquiens ont une certaine ressemblance avec ceux du Rubané ; ils partagent les mêmes bases (motifs incisés), tout en s'exprimant différemment. Cependant, on retrouve chez les blicquiens une bien moindre distinction entre céramique décorée et céramique « grossière »³²². Les formes sont aussi un peu différentes : par exemple, on retrouve au Blicquien plus de vases à bord droit ou à col évasé³²³. De plus, il est fait usage d'os calciné comme dégraissant de manière systématique.

Du point de vue de l'architecture, les maisons blicquiennes (dont malheureusement on a conservé peu de plans en Belgique, et aucun en Hesbaye³²⁴) se rapprochent de l'architecture tardive des maisons rubanées de Belgique ; celles-ci accusent d'un rétrécissement du chevet, d'une longueur totale globalement moins importante et une réduction du nombre de tierces. Dans certains cas, la forme générale des maisons paraît plus trapézoïdale que les exemplaires plus anciens.

Le chevet rétréci, la forme en trapèze et la structure allégée de l'espace central sont des caractères propres à l'architecture blicquienne³²⁵ ; dès lors, il n'est pas difficile de supposer que le Blicquien soit une continuation ou une adaptation des codes rubanés. Cependant, Docquier et Cahen n'y voyaient qu'une parenté, et pour eux le Blicquien et le Rubané pouvaient très bien être contemporains en Hesbaye.

Ces arguments, présentés en 1989 par les archéologues chargés de fouiller le site de Vaux-et-Borset – « Gibour », furent contredits par une réévaluation des éléments dans un article publié en 1993 dans la revue *Helinium* (XXXIII) par Burnez-Lanotte, Caspar et Constatin. Ils réexaminèrent la zone en 1993, ce qui permit de découvrir de nouvelles structures des deux faciès, sans toutefois retrouver de structure rubanée contenant du matériel blicquien, élément tendant à soutenir la thèse du diachronisme et non du synchronisme. En outre, les auteurs de cet article remirent en question certaines acceptations proposées par Cahen et Docquier dans leur article de 1989 : la validité des datations radiocarbone ; la possibilité que deux cultures reposant sur le même modèle économique se côtoient si facilement ; enfin, la parenté stylistique dans l'architecture et la céramique, qui serait à interpréter comme l'héritage des formes du Rubané récent dans la culture du groupe de Blicquy, et non comme deux interprétations contemporaines d'une même base stylistique.

Depuis cet article, la théorie du synchronisme semble avoir été abandonnée au profit de celle plaçant les cultures rubanées et Blicquiennes dans un système diachronique, où la première est antérieure à la seconde ; en effet, la présence d'artefacts rubanés n'ayant jamais été signalée dans des contextes blicquiens, les arguments en faveur du diachronisme semblent les plus valables et font désormais quasiment consensus. On considère ces deux cultures comme deux ensembles bien distincts, mais partageant les mêmes racines³²⁶.

Cette lecture des événements laisse le champ libre à toutes sortes d'hypothèses quant au devenir de la culture rubanée en Belgique et en Hesbaye plus précisément. Nous avons évoqué sa « disparition » dans le paragraphe conclusif de la section précédente consacrée au Rubané : après les derniers témoignages d'occupation du Rubané récent et final en Hesbaye, aucune culture matérielle en continuité directe n'a pu être attestée.

³²¹ BURNEZ-LANOTTE, CASPAR & CONSTANTIN, 1993, p. 68

³²² HAUZEUR & JADIN 2011, p. 30

³²³ CAHEN & DOCQUIER, 1985, p. 94

³²⁴ HAUZEUR & JADIN 2011, p. 26

³²⁵ HAUZEUR & JADIN 2011, p. 26

³²⁶ VAN DOSSELAER, BURNEZ-LANOTTE, GOMART & LIVINGSTONE-SMITH 2013, p. 15

En effet, au-delà de 4800 avant J.-C., plus aucune société agricole néolithique n'est connue dans nos régions, et ce jusque 4300 avant J.-C. environ³²⁷. Elles restent cependant peuplées, sans doute par des populations locales descendantes des anciens mésolithiques, potentiellement acculturés par la vague de néolithisation. Cette notion d'acculturation semble assez prégnante dans nos régions : elle se conjugue avec des dynamiques de mutation culturelle comme l'individualisation du Rubané en Hesbaye peut en être un exemple³²⁸. Un des derniers exemples de cette individualisation est l'apparition du Rubané récent du Bassin Parisien, une survivance du Rubané en France. Christian Jeunesse souligne le fait que les éléments autochtones font partie intégrante du processus de mutation, et que leur importance dans celui-ci semble croître au fil du temps : les Rubanés ont dès lors très bien pu se fondre dans la population locale (tout cela est bien entendu hypothétique, et mérite qu'on l'aborde avec un regard critique). Anne Hauzeur et Ivan Jadin pensent également que cette culture se transforma, ou encore que les « Rubané[s] [furent] sans doute supplanté[s] [en Europe] par des cultures issues de la Méditerranée, comme la culture chasséenne [...]»³²⁹.

Cette propension des cultures néolithiques pour l'acculturation pourrait-elle expliquer la parenté en céramique et en architecture observée entre le Rubané final et le Blicquien ? Certains éléments que nous avons présentés laisseraient entendre une telle interprétation. Tout d'abord, notons que ces deux cultures (Blicquy et Rubané hesbignon) sont issues du même courant culturel, le Danubien. Deuxièmement, il a été établi qu'en Hesbaye, les deux cultures s'expriment à des époques différentes, le Rubané en premier et le Blicquien en deuxième ; cependant, à l'échelle supra-régionale, les datations au radiocarbone indiquent plus le synchronisme. Le Blicquien semble venir du Bassin parisien, remontant vers le Hainaut qu'il occupera intensément et atteignant l'ouest de la Hesbaye liégeoise, alors que le Rubané semble faire le chemin inverse : venu de l'est de la Hesbaye, il se répand à travers la Belgique, passant par le Hainaut pour finir dans le Bassin parisien, où il formera une culture matérielle descendante du Rubané. Finalement, remettons en évidence la proximité formelle observée en céramique et surtout dans l'architecture, pour laquelle on relève des similitudes entre l'architecture domestique rubanée tardive et l'architecture blicquienne (tout en gardant à l'esprit que les plans d'habitation blicquiens ne sont pas connus en Hesbaye). Ces éléments laissent penser qu'une interaction entre les deux cultures a bien pu arriver, et probablement laisser des influences dans les formes de la culture matérielle. En partant du principe que les deux cultures sont initialement deux ensembles de même origine, mais culturellement distincts, comment expliquer les proximités entre l'architecture tardive rubanée et l'architecture blicquienne ? Doit-on voir cela comme le simple reflet de l'héritage danubien du groupe de Blicquy ? Ou une influence du Rubané tardif ? Si c'est le cas, se pose la question suivante : où s'est faite l'acculturation blicquienne ? Si l'on part du principe qu'il a subi les influences rubanées avant d'arriver en Hesbaye, il se pourrait bien que ce soit plus à l'ouest de celle-ci, au contact des derniers Rubanés ; malheureusement, les exemples manquent pour vérifier cette théorie. Notons toutefois que dans l'extrémité occidentale du Hainaut, le Blicquien est vu comme antérieur au Rubané³³⁰.

Ces théories sont cependant des théories, et il serait nécessaire de réaliser une étude complète du matériel et du bâti connu pour les différentes périodes et régions recouvertes par ces mouvements culturels pour en avoir le cœur net. Il est cependant légitime de s'interroger sur la nature des contacts (s'il y en a eu !) qui ont vraisemblablement eu lieu si on considère les trajectoires de diffusion qui ont déjà pu être dégagées.

³²⁷ VANMONFORT 2011, dans HAUZEUR & JADIN 2011 p. 49

³²⁸ HAUZEUR & JADIN 2011, p. 35

³²⁹ HAUZEUR & JADIN 2011, p. 19

³³⁰ BURNEZ-LANOTTE, CASPAR & CONSTANTIN, 1993, p. 68

Pour nous faire une idée claire de l'occupation blicquienne connue en Hesbaye liégeoise, nous détaillerons les structures retrouvées dans les trois sites blicquiens de Hesbaye dans les paragraphes suivants.

1. Darion – « Colia »

Nous avons déjà évoqué le site de Darion dans le paragraphe consacré aux enceintes rubanées de Hesbaye, sans développer les conclusions sur les vestiges blicquiens découverts sur place. Le secteur blicquien, situé à une centaine de mètres de l'entrée sud du village rubané, occupe le bas de la pente. Les structures retrouvées se limitent à des trous de poteaux clairsemés et 7 fosses, dont 2 ont fourni la majorité du matériel. Celui-ci se compose d'artefacts en silex local, ainsi qu'un grand nombre de déchets de débitage. Parmi les objets lithiques, on compte aussi des bracelets de schiste, des artefacts caractéristiques de la culture blicquienne ; dans le matériel se trouve bien évidemment de la céramique blicquienne, mais aussi des restes animaux. On a également retrouvé une sépulture dans l'emprise³³¹, contenant une dizaine de ces bracelets de schiste.

2. Vaux-et-Borset – « Gibour » & Vaux-et-Borset – « À la Croix Marie Jeanne »

Note : Dans certaines publications, le site du lieu-dit « À la Croix Marie Jeanne » est erronément appelé « Champ Lemoine »³³².

Les sites de « Gibour » et « À la Croix Marie Jeanne » sont deux sites voisins, fouillés en même temps par la même équipe à plusieurs reprises entre 1985 et 1998. Ils se situent en sommet et milieu de versant sud d'une ondulation de terrain³³³. Deux faciès ont été reconnus, un rubané et un blicquien ; le faciès rubané ne se retrouve qu'au site de « Gibour », les structures blicquiennes se retrouvant dans les deux sites. Le site de « À la Croix Marie Jeanne » se trouve à 300 m à l'ouest du premier³³⁴, en haut de pente orientée plein sud. Au sein de ce site, les vestiges se répartissent en deux secteurs.

Les premières publications remontent à 1985, et sont le fait de Cahen et Docquier ; ceux-ci avaient fouillé deux fosses sur le secteur rubané dans lesquelles ils avaient identifié des artefacts blicquiens. Le secteur blicquien de « Gibour », situé en sommet de crête, recouvre 7 ha de terrain ; 18 fosses isolées furent signalées sur le secteur, dont un silo et une fosse de construction, plus quelques trous de poteaux. Le matériel, contenant de nombreux morceaux de torchis, des fragments de récipients de stockage, des traces de débitage de silex, des meules et molettes, mais surtout des éléments végétaux carbonisés (graines, coquilles de noisettes ...) indiquaient clairement la nature domestique de l'implantation. Les anneaux en schiste caractéristiques du Blicquien se retrouvent également parmi le matériel³³⁵.

Le réexamen de 1993 par Burnez-Lanotte, Caspar & Constantin du secteur blicquien de « À la Croix Marie Jeanne » avait permis d'ajouter de nouvelles structures à celles déjà connues : des fosses de construction, des silos, d'autres circulaires ou subcirculaires, contenant du matériel manifestement d'origine blicquienne. Dans leur rapport, les chercheurs disent pouvoir supposer la présence d'au moins trois bâtiments, sur base de la densité en structures et l'importance du matériel remonté³³⁶, et ce malgré une érosion très importante.

³³¹ JADIN, KEELEY, CAHEN & GRATIA, 1989, p. 61-68

³³² BURNEZ-LANOTTE, CASPAR & CONSTANTIN, 1993, p. 69

³³³ BURNEZ-LANOTTE, CASPAR & CONSTANTIN, 1993, p. 69

³³⁴ BURNEZ-LANOTTE, CASPAR & CONSTANTIN, 1993, p. 70

³³⁵ CASPAR, CONSTANTIN, HAUZEUR, BURNEZ, SIDERA, DOCQUIER, LOUBOUTIN & TROMME 1989, p. 49-59

³³⁶ BURNEZ-LANOTTE, CASPAR & CONSTANTIN, 1993, p. 78

En 1998, une nouvelle campagne de fouille fut menée afin de déterminer l'extension ouest de l'occupation de « À la Croix Marie Jeanne » ; une paire de fosses blicquiennes vinrent s'ajouter aux structures déjà connues. En outre, la limite ouest du site pu être définie, non loin de la parcelle fouillée en 1990³³⁷. Le matériel consiste en silex, tessons et fragments de bracelets de schiste.

Cadastre :

Fouilles de 1990 (Gibour) : Villers-le-Bouillet, Vaux-et-Borset, Sect A, 2e feuille, n°235d, 235e, 196c, 197c, 198c, 198b,199c

Coordonnées Lambert 1972 (Gibour) : 210.600 E / 145.600 N

Fouilles de 1998 (À la Croix Marie Jeanne) : Villers-le-Bouillet, Sect. A, 1r^e feuille, n°32a, 34b

Tout comme les Rubanés, les Blicquiens finissent par disparaître, sans qu'on puisse dire si une autre civilisation agricole exploita les fertiles terres limoneuses de Hesbaye au cours du Néolithique ancien. On sait que le groupe de Rössen était actif en Belgique autour de la fin du 5^e millénaire, surtout en Rhénanie et à l'est et au nord du bassin mosan ; leur présence en Hesbaye est ténue et seulement attestée par des artefacts assez rares trouvés dans la région à l'est de Liège³³⁸. Malgré l'absence de trace de bâtiments, on pense que la région reste peuplée, a priori par les « descendants des chasseurs-cueilleurs mésolithiques »³³⁹, probablement acculturés à un certain degré par les peuples sédentaires alors disparus ; ces peuples locaux se seraient alors tournés vers l'élevage. Il s'avère que la documentation matérielle pour la période qui suit les dernières traces d'occupations rubanées et blicquiennes est très limitée, surtout pour ce qui est de l'habitat. La question de l'identité des groupes évoluant en Hesbaye reste en partie non résolue, du fait du caractère lacunaire de la documentation. En outre, pour les périodes d'occupation peu denses, il est difficile de déterminer si ce manque de documentation est dû à une prospection inégale ou une rareté de l'habitat. Pour les régions environnantes de la Hesbaye, on connaît toute une série de cultures s'exprimant après le Blicquy, sans que ce soit pertinent pour nous de développer ce sujet.

Après la fin du Blicquien et du Rubané en Belgique, il faut attendre l'apparition du groupe de Michelsberg (abrévié MK dans les publications consacrées) pour retrouver des traces d'habitat. Celles-ci surviennent aux alentours de 4.300 avant J.-C., sous différentes formes, dont celles de grandes constructions. La culture MK semble se cantonner sans quasi aucune exception aux régions limoneuses de Moyenne Belgique, et principalement le centre du pays (la partie sud du Brabant et le Hainaut)³⁴⁰. Les datations effectuées par différents moyens indiquent que la culture Michelsberg s'exprime entre environ 4.450 avant J.-C. et 3.600 avant J.-C.³⁴¹

Ses origines précises ont fait l'objet d'une discussion entre chercheurs, certains s'accordant à dire que le Michelsberg était issu d'une tradition rhénane, d'autres, comme Vermeersch, pensant que malgré une parenté visible entre Michelsberg et les formes rhénanes, l'origine du MK en Belgique était à chercher du côté du nord de la France³⁴². Pour lui, les MK auraient des « liens très étroits » avec les populations du Cerny (une culture néolithique du Bassin parisien, qui est vu par certains comme les

³³⁷ CASPAR, DELYE, ROTS & ROCHUS 1999, p. 79

³³⁸ DE LAET 1982, p. 222

³³⁹ VANMONFORT 2011 dans HAUZEUR & JADIN 2011, p. 49

³⁴⁰ VERMEERSCH 1998, p. 47

³⁴¹ VERMEERSCH 1998, p. 52

³⁴² VERMEERSCH 1993, p. 157

descendants d'un mélange de Rubanés récents du Bassin Parisien et de Rössen³⁴³), des liens visibles dans leur technologie. Ensuite, arrivés en Belgique, ils auraient été influencés par les mésolithiques locaux, de qui ils héritèrent un bagage technique en matière de taille de silex. Finalement, dans les dernières phases du MK, ils auraient été en contact avec les Chasséens³⁴⁴. Ces différences dans sources d'influence culturelle expliqueraient la difficulté de retracer l'origine du MK en Belgique.

Pour ce qui est des enceintes que nous avons évoquées plus haut, elles sont construites selon différentes modalités ; certaines ont une seule palissade ; d'autres ont un ou plusieurs fossés, ou encore une combinaison variable de ces deux éléments ; enfin, sur certains sites, comme à Bosvoorde (par exemple) on a constaté la présence de levées de terre. On a trouvé une dizaine de ces structures en Belgique, mais aucune située en Hesbaye liégeoise. Notons également que peu de structures ont été trouvées dans ces enceintes, potentiellement à cause de l'érosion³⁴⁵.

La majorité des sites MK connus sont surtout des concentrations d'artefacts rassemblés lors de ramassages de surface ; les sites avec des fosses et/ou des fossés sont rares. Outre les sites funéraires, qu'on ne détaillera pas ici (retenons simplement que les modalités funéraires sont assez diverses³⁴⁶), on connaît également quelques sites miniers. Ceux-ci sont des précieux témoins de l'ampleur de l'industrie du silex à cette époque. Ceux-ci sont déjà en activité dès 4.450 avant J.-C. (à Petit-Spiennes) ; et sont toujours exploités vers 3.500 avant J.-C. (Spiennes). Notons toutefois que l'attribution de ces mines au MK est encore discutée. Pour certains, elle ne fait pas de doute, alors que pour d'autres, ces mines étaient exploitées par des populations descendantes des mésolithiques, ayant conservé les traditions de leurs ancêtres tout en ayant été acculturées durablement pendant les siècles de cohabitation avec les néolithiques³⁴⁷. Cette idée de populations pas entièrement néolithisées est assez persistante chez de nombreux chercheurs ; elle expliquerait pourquoi on trouve ponctuellement des artefacts néolithiques hors des zones d'influence culturelle des différentes populations néolithiques connues en Belgique pour différentes époques. Un des arguments majeurs pour la version des mines tenues par des groupes non néolithique est la progression linéaire des techniques minières et l'exploitation sans interruption marquée des mines : celles-ci sont restées longtemps en activité, et les différentes périodes d'exploitation par différentes cultures auraient laissé des traces (différentes techniques / technologies lithiques ; ruptures dans la production)³⁴⁸.

Toujours est-il que la production de silex était destinée à l'exportation, et qu'on retrouve dans de nombreux sites belges. De plus, l'industrie lithique est une part importante de la culture matérielle MK, et est suffisamment singulière pour qu'elle serve au diagnostic d'attribution culturelle³⁴⁹.

La céramique MK est quant à elle caractérisée par des formes de gobelets soit tulipiformes, soit bursiformes, ou en forme de bouteille ; le silex pilé est le dégraissant le plus répandu, dans les individus provenant du sud de la Moyenne Belgique et du nord de la France³⁵⁰.

Des découvertes de restes d'animaux d'élevage (bœuf et porc principalement), mais aussi de gibier, donnent une idée du modèle économique de ce peuple qui, bien que pratiquant l'élevage, reposait encore en partie sur la chasse comme source de viande (à Oudenaarde, les restes fauniques

³⁴³ DE LAET 1982, p. 227

³⁴⁴ VERMEERSCH 1993, p. 163

³⁴⁵ VERMEERSCH 1998, p. 47

³⁴⁶ VERMEERSCH 1998, p. 47

³⁴⁷ DE LAET 1982, p. 243

³⁴⁸ DE LAET 1982, p. 263

³⁴⁹ VERMEERSCH 1993, p. 155

³⁵⁰ VERMEERSCH 1998, p. 50

sont composés à 39% de gibier ; le porc étant le plus représenté du point de vue général). Les analyses des concentrations polliniques indiquent que l'agriculture était également pratiquée : on a retrouvé des quantités significatives de pollens de céréales, ainsi que des restes végétaux suggérant des travaux de défrichage de grande ampleur, peut-être liés à l'installation de nouvelles cultures³⁵¹.

Le site phare de cette culture est probablement celui de Bosvoorde, une aire surélevée et palissadée a été découverte et datée de 4.200 avant J.-C. Ce type d'édifice n'existe cependant pas dans notre zone d'étude ; il n'en existe que dans la partie centrale du pays³⁵². On ne connaît pas de plan de maison dans ces structures ; en revanche, on connaît des plans d'habitat en dehors : le seul plan connu en Hesbaye liégeoise se trouve à Lantremange (nous le détaillerons plus bas). Celui-ci a été attribué au Michelsberg (Néolithique moyen), pour laquelle on a trouvé plusieurs sites en Belgique, dont quelques-uns en Hesbaye liégeoise.

Vestiges de la période Michelsberg

1. Avin (Hannut) – « Campagne entre le Tiège d'Acosse »

Ce site a été fouillé en 1996, dans le cadre d'un programme de recherche sur les populations sédentaires en Hesbaye piloté par Laurence Burnez-Lanotte. Jacques Doutrelopont avait en effet repéré une concentration particulière d'outils lithiques au lieu-dit « Campagne entre le Tiège d'Acosse »³⁵³.

Le site se trouve sur un plateau de la rive droite de la Meuse, une région où l'on signale de nombreux affleurements de silex ; des exploitations minières Michelsberg ont notamment été découvertes à Moxhe (« Les Mouyeures ») ; ainsi que d'autres concentrations d'artefacts Michelsberg également repérées aux alentours.

Les sondages effectués sur quelque 530 m² n'ont révélé que deux fosses datables de la période Michelsberg, assez pauvrement conservées. Le matériel, composé de quelques outils lithiques et de quelques tessons, n'a pas apporté plus de précisions autres que l'appartenance des deux fosses à l'horizon culturel Michelsberg³⁵⁴.

Cadastre : Avin, Sect. B, feuille unique, n°7a

Coordonnées Lambert 1972 : 197.100 E / 144.500 N

2. Hannut – « Trommeveld »

Le site de « Trommeveld » est initialement un site laténien (dont nous reparlerons plus tard), et il s'étend du sommet d'un versant orienté à l'est jusqu'à un versant orienté à l'ouest après un plateau, non loin de l'E40 entre Bruxelles et Liège. Le site a été fouillé entre 1996 et 1999 par la Direction de l'Archéologie et l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, par l'intermédiaire de Heike Fock notamment. Les premiers résultats n'étaient pas concluants jusqu'à la découverte en 1998 de l'espace de l'enclos, dans une zone située au sud de la première emprise des fouilles. Le décapage a révélé la présence de deux groupes de deux fosses Michelsberg dans le périmètre de l'enceinte

³⁵¹ VERMEERSCH 1998, p. 51

³⁵² VANMONFORT 2011 dans HAUZEUR & JADIN 2011, p. 53

³⁵³ BURNEZ-LANOTTE, VAN ASSCHE & DOUTRELOPONT 1996, p. 80

³⁵⁴ BURNEZ-LANOTTE, VAN ASSCHE & DOUTRELOPONT 1996, p. 80

laténienne, au nord de la structure³⁵⁵. Les deux groupes sont séparés par une quinzaine de mètres ; elles accusent toutes une forme subcirculaire et semblent être de nature détritique.

Le matériel comprend les habituels outils lithiques : haches polies, lames, fragments ; les tessons sont peu nombreux, mais appartiennent à des formes connues : un gobelet tulipiforme et un « plat à pain »³⁵⁶. En outre, une grande quantité de coquilles de noisettes grillées a pu être retrouvée et laisse espérer une possible datation au radiocarbone.

Pour les auteurs, le caractère domestique et permanent de cette occupation ne fait aucun doute ; il est cependant regrettable que les vestiges associés à ce faciès culturel soient si pauvres³⁵⁷.

Coordonnées Lambert 1972 : 202.950 E / 155.150 N

3. Grand-Axhe (Waremmes) – « Campagne du Moulin »

Le site de « Campagne du Moulin » a été fouillé en 2007 par une équipe de chercheurs de l'Université de Chicago en collaboration avec des archéologues de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Il est réputé « site rubané » par les archéologues amateurs locaux, et sa proximité avec le site de « Longchamps » en faisait une zone intéressante à inspecter³⁵⁸.

Il se trouve dans la partie haute d'un versant orienté sud affectant un léger pendage. Les fouilles ont révélé la présence de deux fosses et de 7 trous de poteaux, qui ont livré un matériel assez pauvre. Seule une fosse contenait du matériel lithique, qui daterait d'une période située entre le Michelsberg et l'Âge du Bronze ; en outre, dans les colluvions retrouvées en bas de pente, plusieurs tessons appartenant à des éléments de poterie Michelsberg ont été identifiés, et proviendraient de structures détruites par l'érosion naturelle et l'activité agricole (labours). Le reste du matériel semble dater de la première phase de La Tène³⁵⁹, attribuant les trous de poteaux (qui pourraient être un grenier) à la période protohistorique plutôt.

Cadastre : Waremmes, Grand-Axhe, 6e Div., Sect., A1, n°1a & 2d

Coordonnées Lambert 1972 : 210.400 E / 153.000 N

4. Fize-le-Marsal – « Tombe de Hodeige »

Ce site a été publié avec deux autres dans un article rendant compte des fouilles menées par la RPAW en 2007, Recherche et Prospection archéologiques en Wallonie, une association bénévole (désormais ASBL) dans la commune de Crisnée. Au lieu-dit « Tombe de Hodeige », en haut de versant est d'une ondulation de terrain, une fosse circulaire à fond plat a été découverte. Elle contenait une soixantaine de tessons, dont certains ont pu être attribués à la culture Michelsberg. Parmi le matériel on a également retrouvé des artefacts lithiques de cette période³⁶⁰.

Cadastre : Crisnée, 4e Div., B/1, n°60a

Coordonnées Lambert 1972 : 220.416 E / 154.981 N

5. Lantremange – « Au-delà du Geer »

³⁵⁵ BOSQUET & PREUD'HOMME 1999b, p. 121-125

³⁵⁶ BOSQUET & PREUD'HOMME 2000, p. 135

³⁵⁷ BOSQUET & PREUD'HOMME 2000, p. 136

³⁵⁸ BOSQUET, QUICK, KEELEY, JADIN & GOTLIKO 2007b, p. 101

³⁵⁹ BOSQUET, QUICK, KEELEY, JADIN & GOTLIKO 2007b, p. 103

³⁶⁰ DOSOGNE, FECHNER & BOSQUET, 2007, p. 93-94

Le dernier site de la liste est aussi le plus impressionnant et le plus exceptionnel des 5 ; on y a en effet découvert une maison au plan quasiment complet, le seul de Hesbaye à ce jour. Il a fait l'objet d'une fouille de sauvetage en raison de son aménagement prochain ; la présence d'autres vestiges dans les environs immédiats de la parcelle a motivé cette entreprise. En outre, elle est voisine d'autres sites connus, notamment le fossé situé rue d'Elbeck à Oleye, une structure qui n'avait pas pu être attribuée à une époque en particulier³⁶¹. Plus généralement, les auteurs de l'article le publiant ont remarqué que pas moins de 6 sites rubanés se situent dans une aire de 2 km de rayon, ce qui laissait supposer la présence potentielle d'un autre site³⁶². Finalement, les ramassages effectués ont produit un certain nombre d'artefacts datant du Néolithique ancien.

Le site se trouve sur un haut de plateau affectant un léger pendage dirigé vers le Sud-Sud-Ouest³⁶³, sur la rive gauche du Geer. Il a été fouillé en 2004 par les auteurs de l'article. Ceux-ci ont repéré un total de 76 trous de poteaux et 16 fosses ; l'érosion est plutôt faible (environ 25 cm), ce qui explique peut-être la bonne conservation des structures. L'organisation des poteaux ne semble pas particulière si on exclut les 24 trous clairement alignés qui forment un plan de maison. Celui-ci nous permet de connaître les dimensions de l'habitation : 21,30 m de long pour 7,70 m pour le pignon est et 6,26 m pour le pignon ouest. Le plan général est donc trapézoïdal ; une séparation matérialisée par deux fosses plus étendues qu'étroites distingue l'espace intérieur en deux nefs de longueur plus ou moins équivalente³⁶⁴.

Du point de vue technique, cette habitation diffère du modèle rubané en cela que les poteaux de paroi sont les éléments porteurs, et non plus des structures en tierces ; le nombre de poteaux centraux est aussi beaucoup plus réduit : on en retrouve 3 dans l'exemple de Lantremange, alignés dans la longueur du bâtiment. Ainsi donc, la structure est marquée par un alignement de trois poteaux, dont l'axe est perpendiculaire à l'alignement des deux fosses étroites définissant les deux parties du bâtiment ; le périmètre de celui-ci est marqué par des poteaux de paroi porteurs. Sur base de ce résumé, on peut supposer qu'il y a une deuxième habitation à Lantremange : en effet, à quelques mètres au nord, on retrouve le même type de fosses étroites, dont l'axe est perpendiculaire à celui de deux trous de poteaux assez larges. Les distances entre des éléments différents ont été mesurées et comparées à celles de l'habitation avérée ; les distances correspondent, ce qui pourrait indiquer la présence d'une deuxième habitation sur le site³⁶⁵. Malheureusement, nous ne disposons pas de trous de poteaux de paroi pour confirmer cette théorie.

Pour ce qui est de la datation, certains éléments a priori suggéraient déjà une attribution au Néolithique moyen, principalement les ramassages de surface effectués par E. Lohest et De Puydt en 1887³⁶⁶, mais aussi les analogies avec les plans de maisons de cette période (situés en France cependant). À Mairy – « Hautes Chauvières », dans les Ardennes françaises, mais aussi à Dampierre-le-Château (Argonne), des bâtiments au plan similaire sont connus et datés avec certitude de la période Michelsberg.

Notons que le site est étrangement pauvre en matériel, pour une occupation de cette envergure. Un total de 24 tessons a été retrouvé, tous de très petite taille et ne permettant pas une expertise céramologique très profonde. De plus, seulement 9 éclats de silex taillés ont pu être

³⁶¹ MARCHAL, DE BEUCKELEER, HAECK & LOICQ 2004a, p. 163

³⁶² MARCHAL, DE BEUCKELEER, HAECK & LOICQ 2004b, p. 139

³⁶³ MARCHAL, DE BEUCKELEER, HAECK & LOICQ 2004a, p. 163

³⁶⁴ MARCHAL, DE BEUCKELEER, HAECK & LOICQ 2004b, p. 141

³⁶⁵ MARCHAL, DE BEUCKELEER, HAECK & LOICQ 2004b, p. 144

³⁶⁶ MARCHAL, DE BEUCKELEER, HAECK & LOICQ 2004b, p. 139

découverts ; le matériel était dispersé sur 14 structures différentes³⁶⁷. Ce manque de matériel avait initialement mené les auteurs à conclure à une datation floue, estimée se trouver aux alentours du Néolithique moyen.

Dans un second article de 2004, le mystère semble avoir été résolu : le bâtiment daterait bel et bien de la période Michelsberg : la poterie a été analysée selon la méthode de la thermoluminescence et les dates correspondent à la période concernée. Pour rappel, la thermoluminescence permet de déterminer quand une matière minérale a été chauffée la dernière fois, en la soumettant à une source de chaleur et en observant l'intensité des rayonnements d'électrons émis lors de l'opération. En effet, au cours de son séjour dans la terre, le sujet de l'expérience a accumulé des électrons dans des microcavités présentes dans la matière du sujet : la radioactivité naturelle du sol est responsable de l'arrachement de ces électrons qui restent bloqués dans les défauts de la structure cristalline du minéral testé. Ces cavités éclatent et relâchent ces électrons lorsque le sujet est soumis à une forte température ; on peut alors mesurer le rayonnement et estimer le temps pendant lequel le sujet a été soumis au bombardement radioactif naturel (en effet, celui-ci est constant, mais dépend du milieu ; il faut dès lors effectuer des observations de calibration, ce qui a pu être le cas ici)³⁶⁸.

Quatre objets ont pu être testés selon cette méthode, donnant les dates suivantes : 5,530 +/- 0,470 ka BP ; 5,390 +/- 0,370 ka BP ; 4,630 +/- 0,340 ka BP ; 4,600 +/- 0,400 ka BP, avec P = 2004. Les deux dernières dates sont plus récentes, mais proviennent de la même fosse, qui a pu subir une forme de pollution faussant légèrement les observations. Les auteurs de l'article semblent vouloir privilégier la première datation, soit la première moitié du 4^e millénaire, vers la fin de la période Michelsberg.

Ce site est exceptionnel, car unique en Hesbaye, pour le seul plan de maison Michelsberg connu, pendant une période (le Néolithique moyen) pour laquelle on a très peu de traces d'habitat en comparaison avec le Néolithique ancien et plus précisément le Rubané et le Blicquien.

Coordonnées Lambert 1972 : 215.310 E / 157.340 N

La fin du Néolithique moyen et le Néolithique récent

La culture du Michelsberg s'éteindra vers la fin du 4^e millénaire et se poursuivra dans certaines régions jusque 2.800 -2.600 avant notre ère plus ou moins, intervalle de temps pendant lequel elle côtoiera la culture de Seine-Oise-Marne (du nom de la région qu'elle occupait, dont l'étendue a été revue à la hausse depuis ; abrégée en SOM) qui s'étendait jusqu'en Belgique, voire le sud du Limbourg hollandais³⁶⁹. Chez nous, leur aire de répartition principale se situe dans le sillon Sambre et Meuse. Malheureusement, l'habitat est la composante la moins bien connue de cette culture, et nous n'avons aucun site d'habitat à intégrer à notre analyse.

Le Néolithique se clôt et l'âge suivant se profile déjà : les Âges des Métaux, à commencer par l'Âge du Bronze. La Belgique a vu les relations commerciales s'intensifier pendant cette période, l'adoption du mode de vie sédentaire s'est presque totalement généralisée (quelques groupes non néolithisés perdurent³⁷⁰), et l'acculturation semble complète. On compte encore quelques groupes culturels (bien définis par la recherche et la fouille) se tenant sur le seuil de l'ère suivante : outre la

³⁶⁷ MARCHAL, DE BEUCKELEER HAECK & LOICQ 2004b, p. 146

³⁶⁸ MARCHAL, DE BEUCKELEER HAECK & LOICQ 2004b, p. 147

³⁶⁹ DE LAET 1982, p. 302

³⁷⁰ DE LAET 1982, p. 339

culture de SOM qui se maintiendra encore pendant le début de l'Âge du Bronze, on a reconnu dans le matériel du Néolithique récent les complexes de la civilisation à Gobelet (ou *Standvoetbeker-kultuur*, SVB) et la culture campaniforme³⁷¹. Ces deux ensembles sont les deux plus importants retrouvés dans nos régions pour la période du Néolithique récent, mais c'est une valeur relative : les vestiges restent assez rares, surtout pour la Hesbaye.

Âges des Métaux

Avant de nous plonger dans le chapitre suivant, il nous sera nécessaire de planter le décor chronologique de la période abordée : les Âges des Métaux. Cette période est divisée en trois blocs principaux, à savoir l'Âge du Bronze, le Premier Âge du Fer et le Second Âge du Fer. À ces divisions technologiques se superpose une division culturelle (pour nos régions en tous cas), avec les périodes de Hallstatt et de La Tène, basée sur des éléments à la fois technologiques (ainsi le début du Second Âge du Fer coïncide avec le début de La Tène) et stylistiques (dans les objets de métal ou la céramique.)

Autrefois, on faisait correspondre la civilisation de Hallstatt avec le Premier Âge du Fer et on séparait bien l'Âge du Bronze de cette époque. Désormais on tend plus à considérer que l'Âge du Fer commence alors que la civilisation hallstattienne est déjà bien développée. Par souci de clarté, nous apporterons du soin à la distinction des différentes périodes et datations dans l'approche de notre corpus de sites des âges des Métaux.

L'usage du Bronze est un élément déterminant de ce nouvel âge, dont l'avènement est à voir comme une transition lente et progressive. Des populations néolithiques se maintiennent encore pendant une partie de l'Âge du Bronze (notamment le SOM et les Campaniformes, dont nous avons touché un mot lors de la partie précédente), alors que l'usage du métal se répand. En Belgique, le travail du métal n'est pas encore maîtrisé et reste assez rare³⁷². Les objets métalliques du Bronze ancien et moyen (Bronze ancien : entre 1800 à 1500 avant notre ère, et le Bronze moyen : 1500 à 1100 av. n. è.³⁷³) sont avant tout des artefacts importés, suivant les nouvelles routes commerciales ouvertes à la fin de l'ère précédente.

Venue du Moyen-Orient, la métallurgie s'est implantée aux Pays-Bas au cours du Bronze ancien et moyen, et touchera la Belgique au Bronze récent seulement. Celui-ci est marqué dans nos régions par la Civilisation des Champs d'Urnes (entre 1200 et 700 avant notre ère), principalement dans le nord-est de la Belgique, remplaçant progressivement les cultures néolithiques tardives (le SOM persistera jusqu'à 1000 avant notre ère en Moyenne Belgique)³⁷⁴. Les vestiges d'occupation restent très rares cependant. Le Bronze final voit aussi une certaine intensification des relations commerciales, un phénomène qui ira croissant au cours des siècles suivants.

Hallstattien

La période hallstattienne, définie au site de Hallstatt en Autriche, prend son importance au Bronze récent, plus ou moins en même temps que la Civilisation des Champs d'Urnes. Une distinction capitale est à faire entre la période et la civilisation hallstattienne : la période regroupe les civilisations des Champs d'Urnes, prédominante à la fin de l'Âge du Bronze, et la civilisation hallstattienne, prenant son essor à partir de l'Âge du Fer. Ces deux civilisations sont vues comme étant en continuité l'une de l'autre, formant une période à elles deux (dans notre texte, nous utiliserons le Hallstattien au sens de

³⁷¹ DE LAET 1982, p. 358

³⁷² DE LAET 1982, p. 413

³⁷³ DE LAET 1982, p. 414

³⁷⁴ DE LAET 1982, p. 458

période hallstattienne). On divise habituellement celle-ci en quatre grandes parties, auxquelles on a attribué une lettre (Ha A-D), qui connaissent régionalement des subdivisions selon le degré de précision accordé par la recherche locale. En Belgique, le Ha A correspond grossièrement au début du Bronze final au 12^e siècle avant J.-C., alors que le 11^e siècle est caractérisé par l'apport d'éléments issus de la Civilisation des Champs d'Urnes (au Ha A2). Le Ha B1 couvre le 10^e siècle, suivi par le Ha B2 au 9^e siècle, puis le Ha B3 au 8^e siècle qui clôture le Bronze final³⁷⁵. Pour ces périodes, l'habitat est très mal connu et généralement mal documenté, mais le peu dont nous disposons est situé en Hesbaye. Citons par exemple les sites de Marche-les-Dames, Lens-St-Servais, Boirs, Wonck, Herstal ou Vaux-et-Borset³⁷⁶. Malheureusement, ces publications datent et sont pauvres en détails. Cependant, depuis la publication de De Laet, la recherche a quelque peu progressé et notre catalogue compte quelques sites du Ha B.

La plupart de nos sites hallstattiens datent en fait soit de la période de transition entre l'Âge du Bronze et le Premier Âge du Fer, qu'on fit commencer généralement autour du Ha C et terminer au Ha D³⁷⁷. L'avènement de la civilisation hallstattienne en Belgique semble être le fait d'invasions de peuples guerriers venus de territoires à l'est, opérant une série de conquêtes dans les régions autrefois occupées par la civilisation des Champs d'Urnes³⁷⁸. On distingue deux groupes principaux s'établissant en Belgique : le groupe de la Haine (Hainaut) et le groupe de la vallée supérieure de la Dyle. Deux choses peuvent être observées dans les sépultures de l'époque : premièrement, les nouveaux arrivants composent une société à la hiérarchie nette, visible dans les différences de richesse des tombes, et deuxièmement, les traditions funéraires des peuples conquis se maintiennent à travers la période de Hallstatt, comme on le voit dans la continuité d'utilisation des nécropoles anciennes³⁷⁹.

Globalement, on retrouve moins de plans (même incomplets) que pour le Rubané, mais tout de même plus que pour les périodes précédentes. Ce n'est pas pour autant que nous n'avons aucune connaissance des habitats hallstattiens. Bon nombre de structures aux fonctions péridomestiques sont connues pour le Premier Âge du Fer, suggérant la proximité immédiate d'un habitat. Ainsi, on peut déceler la pratique de telle ou telle activité artisanale sur les sites pris en compte et avoir une image de ce que devait être un habitat de cette époque (du moins partiellement). Pour ce qui est de l'économie hallstattienne au sens large, outre l'accroissement des échanges commerciaux déjà mentionnés, on sait que l'agriculture prenait une partie non négligeable de la production de denrées. On connaît par exemple certaines limites de parcelles cultivées, qui étaient tracées par des levées de terres qu'on retrouve encore à notre époque (les « Celtic fields »)³⁸⁰.

Dans la section suivante, nous décrivons les sites retenus dans notre analyse pour la période de Hallstatt, dont les datations s'échelonnent entre le Ha B et le Ha D.

1) Donceel – « Blanc Bois »

Nous avons déjà évoqué ce site dans la section consacrée au Rubané, et la majorité des structures datent de cette période. Il se trouve sur un versant orienté est-ouest, qui a été fouillé entre septembre et novembre 1997 et publié dans le 18^e tome de *Notae Praehistoricae*. Dans les 18 structures d'origine anthropique retrouvées par l'équipe de fouille, une seule nous intéresse. Elle date

³⁷⁵ DE LAET 1982, p. 492

³⁷⁶ DE LAET 1982, p. 525

³⁷⁷ DE LAET 1982, p. 553

³⁷⁸ DE LAET 1982, p. 554

³⁷⁹ DE LAET 1982, p. 568

³⁸⁰ DE LAET 1982, p. 582

de la période de Hallstatt, sans qu'on puisse être plus précis. De forme subrectangulaire, elle contenait des charbons de bois, de la terre rubéfiée et de la céramique.

Cadastre : Donceel, 1^{er} Div., Sect.A/4, n°635d

Coordonnées Lambert 1972 : 217.520 E /149.070 N

2) Herstal / Milmort : Zoning d'Herstal

Depuis le début du 21^e siècle, les autorités compétentes en matière de prévention ont initié une série de projets de prospection, dont un centré sur les différentes zones industrielles de la province de Liège. Le site du zoning d'Herstal a fait l'objet d'une fouille tombant dans le cadre de ce projet, mené par le groupe des Chercheurs de la Wallonie, dans le courant de 2004. Une série de sondages réalisés en 2001 avait déjà révélé la présence d'une installation datant du Bas-Empire³⁸¹.

Les nouvelles fouilles ont permis la découverte de 12 structures réparties sur une surface de 2 ha, parmi lesquelles 8 fosses de formes diverses et 4 trous de poteaux potentiels. Six de ces fosses étaient groupées deux par deux. L'interprétation des « trous de poteaux » reste complexe, étant donné que leurs caractéristiques ne permettent pas de les avérer comme tels avec beaucoup de certitude. Quant aux fosses, seules deux sont détaillées dans l'article : l'une a une forme de silo, et contenait une couche de terre à forte teneur organique (*black earth*), ensuite comblée par un remblai de nature détritique. La deuxième fosse, à la forme irrégulière, était de dimension importante : 4 m x 6,5 m, et comptait deux niveaux de comblement. Le niveau inférieur suggérait un phénomène de décantation³⁸².

Le matériel céramique retrouvé nous permet de replacer cette occupation dans une large période entourant la transition entre l'Âge du Bronze et le Premier Âge du Fer. Les auteurs de l'article voient dans ce site une installation protohistorique classique, dotée d'un nombre réduit de structures (quelques « cabanes » et silos) au comblement principalement détritique.

Cadastre : 6^e Div., Sect. A/1, n°559a

Lambert 1972 : 235.380 E /152.860 N

3) Pitet : Vallée de la Mehaigne

Le site de Pitet se trouve dans une zone bien documentée par la recherche (la vallée de la Mehaigne, où on connaît de nombreux sites paléolithiques, mésolithiques et néolithiques). Le site en lui-même se trouve sur un éperon boisé défini par un méandre de la Mehaigne³⁸³.

Trois fosses sont connues sur ce site : une en forme de cloche (une forme souvent interprétée comme celle d'un silo) de 1 m de diamètre, une circulaire de 1,9 m de diamètre, contenant du torchis en morceaux et de la céramique, et une troisième également circulaire en plan, de 1,10 m de diamètre à l'ouverture et de 2,10 m au fond (un silo également ?)³⁸⁴. Signalons, outre celle de céramique, la présence d'outils en pierre (grès, silex) et d'une épingle en bronze attribuée à la *Jungere*

³⁸¹ LOICQ & MARCHAL 2006, p. 109

³⁸² LOICQ & MARCHAL 2006, p. 110

³⁸³ DESTEXHE 1983i, p. 5

³⁸⁴ DESTEXHE 1983i, p. 10

Urnenvelderzeit (selon la typologie allemande)³⁸⁵, ce qui, avec l'aide de la datation céramique, corrobore la datation proposée de ces fosses : Ha B.

4) Oleye – « Al Zèpe »

Nous avons évoqué le site de « Al Zèpe » pour présenter les fouilles effectuées sur le secteur rubané. Elles ont été réalisées dans la deuxième moitié des années 80, par l'équipe de D. Cahen. En 1983, Destexhe publiait ses découvertes : une vingtaine de fosses datant de la période de Hallstatt³⁸⁶. Les fosses contiennent toutes des traces de charbon de bois et contiennent de la poterie. Quatre d'entre elles ont également révélé des fragments de torchis ; une herminette omalienne a été retrouvée dans l'une des fosses. Cependant, la poterie qui l'accompagnait date de la protohistoire, ce qui suggère que l'outil omalien a été réutilisé.

En outre, une des fosses a révélé une épingle en bronze, qui, avec l'expertise de la céramique, nous donne la datation relative du site : Bronze final / Ha C/D³⁸⁷.

Cadastre : 264, 265, 267 (?)

5) Vaux-et-Borset – « La Chapelle Blanche »

Nous avons déjà évoqué ce site dans la partie descriptive consacrée aux vestiges rubanés. Le site de « La Chapelle Blanche » a fait l'objet de nombreuses fouilles au cours de son histoire, mais ce sont celles de 1991 qui nous intéressent. En effet, cette campagne de fouille a révélé, outre les traces d'habitat préhistorique, des vestiges datant du Premier Âge du Fer, voire de la transition entre l'Âge du Bronze et l'Âge du Fer.

Ceux-ci consistent en 7 fosses toutes de forme pseudo circulaire, au remplissage uniforme. Quelques poteaux parsèment cette concentration sans révéler le plan d'une quelconque habitation³⁸⁸. Le matériel qui y a été retrouvé est celui « classique » pour l'habitat de l'Âge du Fer : céramique fine et plus grossière, fragments de torchis, outils lithiques, meules, charbon et ossements animaux. La datation proposée correspond au début du Premier Âge du Fer (Ha C1 -C2), mais une structure pourrait appartenir à l'Âge du Bronze final.

Cadastre : Villers-le-Bouillet, Sect.A, 1er feuille, n°34a, 34b

Coordonnées Lambert 1972 : 211.450 E / 144.900 N

6) Chapon-Seraing : Chemin Chapon-Seraing – Fize-Fontaine

Ce site se trouve au sommet d'une crête, non loin du chemin reliant Chapon-Seraing et Fize-Fontaine, sur le territoire de la commune de Verlaine. Il a été fouillé par G. Destexhe en 1982 dans le Bulletin d'Anthropologie et de Préhistoire, tome 93.

Il ne comporte qu'un unique vestige, mais plutôt intéressant : une fosse, régulière et ovale faisant 1m X 0,75 m. Le remplissage, composé de bois brûlé et de terre rubéfiée en quantité, contenait également des ratés de cuisson en morceaux. En outre, Destexhe a noté la présence de fragments de terre cuite portant des traces de baguettes, probablement du torchis³⁸⁹. Tout porte à croire que cette structure est en fait un four de potier protohistorique (les fours romains sont montés sur soles, ici la

³⁸⁵ DESTEXHE 1983i, p. 19

³⁸⁶ DESTEXHE 1983iii, p. 47

³⁸⁷ DESTEXHE 1983iii, p. 92

³⁸⁸ HAUZEUR, CASPAR, VAN ASSCHE, DOCQUIER, BIT & DARDENNE 1992, p. 70

³⁸⁹ DESTEXHE 1982iii, p. 42

coloration des poteries suggère une cuisson directe selon Destexhe), avec les ratés indiquant l'activité artisanale et les fragments de torchis étant les restes de la coupole.

La poterie retrouvée a pu être datée d'entre le Ha B et le Ha C1, mais la plupart viennent du Ha C simplement³⁹⁰.

Cadastre : Chapon-Seraing 0.1418/334a

7) Tourinne : entre « Al Préalle » & « Onze bonniers »

Le site de Tourinne se trouve sur la crête de partage des eaux de la Mehaigne et du Geer, sur le versant orienté vers le nord, et qui se trouve au sud du village même. Le site se trouve sur un ancien chemin qui reliait une ferme à Waleffe St Georges, entre les lieux-dits « Al Préalle » et « Onze Bonniers »³⁹¹. Le site se trouve à moins de 10 m au-dessus du fond de la dépression. Cette zone est désormais cultivée, et le labour a quelque peu endommagé les structures. Le site a été fouillé par Destexhe en 1990 et publié la même année dans le périodique *Archéologie Hesbignonne* (t. 9).

On a retrouvé trois groupes de fosses éloignés les uns des autres par des distances allant de 50 à 150 m. Chacun regroupe deux ou trois fosses protohistoriques, de dimensions et formes variables. Dans le groupe A, la première fosse est circulaire et de taille plutôt réduite. Elle contenait de nombreux morceaux de torchis et de tessons de céramique, mais aussi un bracelet en bronze. La fosse 4 est très petite et ne contenait que très peu de matériel ; la f.5 est plus intéressante, car elle était marquée par quatre lentilles de cendres superposées, portant beaucoup de matériel céramique. Le groupe B ne rassemblait que deux fosses : elles étaient toutes les deux circulaires, de taille réduite (80-120 cm de diamètre) et remplies de torchis. Les trois fosses du groupe C contenaient toutes des traces organiques, sous forme de *black earth* ou terre noire. Elles contenaient également des traces de charbon abondantes et de nombreux tessons.

Selon les datations issues de l'expertise du matériel, les 3 groupes de fosses dateraient de la même période, à savoir le Ha B/C, reconnu grâce au bracelet caractéristique. Aucune interprétation précise ne peut être donnée, mais il semble que ce site ait été un habitat, si l'on en croit les traces de torchis retrouvées sur place³⁹².

8) Hannut

Ce site a été fouillé en 1990 par G. Destexhe et publié la même année. Les vestiges se concentrent sur un sommet de pente exposée sud. Outre les vestiges protohistoriques, Destexhe a repéré des traces d'occupation romaines sur place (4 structures, mais nous ne les évoquerons pas).

Parmi les structures protohistoriques, on retrouve deux fosses et trois fossés. Les deux fosses sont de dimensions réduites (60 cm de diamètre et 85 X 170 cm), et contiennent de nombreux tessons de poterie. On peut également noter la présence de silex (un rabot ?)³⁹³. La céramique les place toutes les deux à la période Ha B/C.

Les fossés quant à eux sont de dimensions variables : entre 0,5 m et 1 m de large, ils sont en partie recoupés par les vestiges romains mentionnés plus tôt. Leur remplissage a livré quelques tessons de céramique les plaçant à la période de La Tène III.

³⁹⁰ DESTEXHE 1982iii, p. 48

³⁹¹ DESTEXHE 1990i, p. 67

³⁹² DESTEXHE 1990i, p. 94

³⁹³ DESTEXHE 1990ii, p. 97-108

Cadastre : Hannut, Sect. B, 2^e feuille, n°521a & 540c

9) Verlaine – « Campagne du Jointy »

Sur le versant exposé au nord du ruisseau de Seraing-le-Château (qui, semble-t-il, a été intensément occupé), Destexhe a fouillé une fosse unique datant de la période protohistorique.

Elle a une forme plus ou moins circulaire et s'élargit avec la profondeur : elle fait environ 1,25 m de diamètre en surface et 1,60 m au fond. Celui-ci était couvert d'une lentille de cendre, et le reste du remplissage était fort chargé en charbon de bois. Une tasse complète a pu être retrouvée parmi la céramique, ainsi que des outils de silex (omalien ?). Le matériel n'a pas pu être daté avec précision sur le moment, et dans la publication originale on le considère comme étant de la période hallstattienne³⁹⁴. Dans des publications plus tardives, il est compté comme appartenant à la période Ha B/C³⁹⁵.

Notons que la fosse est en partie recoupée par une tombe mérovingienne, probablement isolée (une zone de 2000 m² a été explorée, sans qu'on puisse trouver d'autres structures).

Cadastre : Verlaine, Sect. A/4, 1^{er} Div., n°874a/n

10) Limont – « Dessus le Ruisseau »

Ce site se trouve dans une zone au patrimoine archéologique bien documenté (notamment à Remicourt, ou encore à Lamine, qui se trouve sur le même versant), sur le versant exposé sud-est descendant en pente douce, dans la commune de Remicourt, occupé intensément pendant la protohistoire. Les vestiges repérés par Destexhe en 1991 et publiés dans *Archéologie Hesbignonne* t.9 se situent au sommet de ce petit éperon (pour la protohistoire seulement, d'autres vestiges plus tardifs ont été découverts en bas de pente) et couvrent une aire de 5 ha³⁹⁶.

En tout, ce ne sont pas moins de 26 structures qui ont été retrouvées à Limont. Deux phases distinctes sont présentes : l'une datant du Ha B/C, et l'autre du LT I. Il y a également quelques structures naturelles et des structures postérieures à la protohistoire (époque romaine et mérovingienne).

Parmi les structures de la première phase, certaines contenaient des morceaux de torchis (f.7) ; elles sont généralement de taille moyenne (1-2 m X 1-2 m) et de formes ovales ou pseudo circulaires. Dans certaines on retrouve des couches organiques noires, ou des couches grises piquetées de charbon de bois. D'autres contenaient des éclats de silex, voire même des grattoirs-racloirs.

Les structures de la deuxième phase sont moins uniformes du point de vue de leur morphologie. On retrouve au moins deux silos (voire trois) ; certaines formes sont très irrégulières, et globalement, elles sont plus grandes et plus profondes. Beaucoup d'entre elles contenaient du torchis et de la céramique que les datations replacent entre le LT I et le LT I final. L'une d'entre elles a livré une perle de verre bleue qui s'est malheureusement effritée. On compte également quelques fusaïoles et quelques objets de fer (fibules, applique, œillet, poinçon). En outre, les fosses LT I ont livré quelques ossements d'ovicaprins³⁹⁷.

Pour Destexhe, cela ne fait pas de doute, ce site était le lieu d'implantation de quelques maisons protohistoriques, qui ont existé à deux époques différentes.

³⁹⁴ DESTEXHE 1994, p. 3-14

³⁹⁵ DESTEXHE 1998, p. 17-32

³⁹⁶ DESTEXHE 1991ii, p. 3

³⁹⁷ DESTEXHE 1991ii, p. 3-102

Cadastre : Donceel, 2e Div., Sect. A, 2e feuille, n°101a, 109a, 113a, 122a, 123a

11) Seraing-le-Château – « Campagne de Viemme »

Ce site se trouve dans un paysage marqué par des dépressions et des vallées sèches. Le lieu-dit « Campagne de Viemme » est caractéristique de ce type de paysage : deux dépressions encadrent l'ondulation de terrain (où se trouve notre site) dirigée vers le nord, affectant une pente douce. Le site en question se trouve vers le sommet de cette ondulation³⁹⁸. Il s'agit d'une fosse de 1,80 m de diamètre, au profil semi-irrégulier : une partie du fond est légèrement plus profonde, et est remplie d'un limon d'inondation avec des inclusions de charbon et de tessons. La couche juste au-dessus est très noire et grasse, typique des terres à forte composition organique (*black earth*). La couche du haut contient de très nombreux morceaux de torchis et de céramique.

Du point de vue de la datation, la poterie retrouvée présente de grandes ressemblances avec celle retrouvée sur les sites Ha B/C et Ha C (Verlaine – Jointy, Hannut, ...) ³⁹⁹.

Cadastre : Verlaine, 4^e Div., Seraing-le-Château, Sect. B1, n°3d

12) Chapon-Seraing – « Entre les deux voies »

Ce site, fouillé en 1998 par G. Destexhe et publié dans *Archéologie Hesbignonne* t.15, se trouve au lieu-dit « Entre les deux voies », sur un versant exposé au sud-est d'une dépression située au sud-est du village⁴⁰⁰.

Destexhe y a découvert une fosse unique, de dimensions modestes (50 x 60 cm, 7 cm de profondeur) et remplie de terre noire de nature organique. Elle contenait des traces de charbon et des tessons de poterie, qui ont permis de dater la structure du Ha B/C voire Ha C.

Cadastre : Verlaine, 3^e Div., Chapon-Seraing, Sect. A2 n°69a

13) Engis / Hermalle-sous-Huy – « La Campagne de Gérée »

Ce site a été fouillé dans le cadre d'opérations préventives dans cette zone destinée à la construction de bâtiments industriels. Les fouilles ont débuté en 2004 sous la supervision de la Direction de l'Archéologie et la direction de Chr. Frébutte & M. Gustin. Les premiers sondages avaient révélé la présence de nombreux vestiges d'époques différentes, qui ont été explorés en deux secteurs. Le premier comportait des vestiges protohistoriques, que nous décrivons ici, et le deuxième des installations romaines (une tuilerie, semble-t-il).

Un paléochenal traverse toute l'emprise, divisant l'occupation protohistorique en deux. Pas moins de 150 structures de cette période ont été mises au jour, définissant le plan d'au moins 3 greniers à quatre poteaux, celui d'un bâtiment rectangulaire faisant plus ou moins 12 m², ainsi que deux grandes maisons protohistoriques, un fait assez exceptionnel pour cette période.

La céramique permet de dater des occupations du Ha B/C voire Ha C⁴⁰¹.

Cadastre : Engis, 4^e Div., Sect. A, n°207b, 229c2, 230d

³⁹⁸ DESTEXHE 1998, p. 18

³⁹⁹ DESTEXHE 1998, p. 17-32

⁴⁰⁰ DESTEXHE 1998, p. 17-32

⁴⁰¹ FRÉBUTTE & GUSTIN 2007, p. 129

Coordonnées Lambert 1972 : 219.536 E / 139.142 N

14) Engis / Hermalle-sur-Huy : Rue des Tuiliers

À la suite des fouilles opérées à la rue des Tuiliers depuis 2004, de nouveaux projets de construction ont été proposés pour cette zone : en 2009, c'est la parcelle située à l'ouest de celle précédemment fouillée (le secteur protohistorique pour être précis) qui a fait l'objet de fouilles préventives.

La parcelle a donc été explorée sur 8000 m², pour d'une part compléter la prospection de la zone protohistorique, et d'autre part réaliser l'évaluation nécessaire. La partie est de la nouvelle parcelle n'a révélé aucun nouvel élément pour l'occupation préromaine, mais le reste de la fouille a permis de mettre 17 nouvelles fosses et 8 empreintes de poteaux au jour. Malheureusement, l'état de conservation des structures était beaucoup trop bas pour que les chercheurs puissent tirer des conclusions intéressantes. Toutes les fosses étaient remplies d'un comblement unique de nature détritique ; leurs formes ne dénotent d'aucune fonction particulière, si ce n'est une dont les parois droites font penser à une structure d'ensilage. Les poteaux, quant à eux, n'ont pas donné de plan interprétable.

Globalement, le matériel est rare, la plupart ayant été découvert dans deux fosses. Leur analyse les replace au Ha C⁴⁰².

Cadastre : Engis, 4e Div., Sect. A, n°229m2

Coordonnées Lambert 1972 : 219.650 E / 139.030 N

15) Waremme : rue d'Oleye

Le site de la rue d'Oleye se trouve sur un genre de plateau, et s'étend également sur les pentes qui mènent aux deux rues définissant les contours de l'emprise. Nous avons déjà évoqué ce site, car l'un des deux secteurs qui le définissent présentait un faciès d'occupation rubané.

Le secteur protohistorique se trouve sur la partie sud du plateau. Il se divise en deux concentrations, l'une à l'ouest, avec 14 empreintes de poteaux et 2 fosses (peut-être les restes d'une construction sur plancher), et l'autre comprenant 9 trous de poteaux et quatre structures en fosses, probablement un autre bâtiment. Le matériel retrouvé est très abondant, surtout en céramique. On retrouve également quelques outils lithiques. La datation proposée est la suivante : Ha C/D – Ha D⁴⁰³.

Coordonnées Lambert 1972 : 213.870 E / 154.960 N

16) Streel : « À l'Enclos »

Une fosse a été découverte sur une prairie située sur une dépression de terrain douce. Destexhe l'a fouillée en 1982 et publiée dans la foulée dans son périodique *Archéologie Hesbignonne* tome 1. La fosse se trouve au lieu-dit « À l'Enclos », entre une ferme et la chaussée Amay-Tongres, dans la commune de Fexhe-le-Haut-Clocher. De nombreux tessons avaient été ramassés sur le versant et indiqué la position d'un site archéologique.

La fosse en elle-même est de forme ovale, de 5,5 m X 4,5 m, interprétée comme un four de potier. La poterie retrouvée a pu être datée du Ha C/D ou Ha D⁴⁰⁴.

⁴⁰² MARCHAL 2012, p. 131

⁴⁰³ MARCHAL & HENRARD 2010, p. 152

⁴⁰⁴ DESTEXHE 1982ii, p. 25-59

Cadastre : Fexhe-Le-Haut-Clocher, 1ere Div., Sect. A, 1re feuille, n°8f

17) Warnant-Dreye : Entre les ruisseaux des Étangs et de Narmia

Le relief caractérisant le paysage autour de ce site est plutôt abrupt : les ondulations de terrain typiques de la Hesbaye y sont plus accentuées, et les parages de notre site sont formés de vallées pentues. Le site en question se trouve sur la crête de partage de deux vallées, celles des ruisseaux des Étangs et de Narmia (deux cours d'eau aux tracés parallèles). Destexhe y a fouillé trois fosses en 1998 (publiées dans *Archéologie Hesbignonne* t.15), au sommet de l'éperon formé par la crête de partage.

La première est circulaire, mais peu profonde, et son profil est régulier. On y a trouvé de la terre organique piquetée de charbon contenant des esquilles d'os brûlés et des tessons de céramique. La deuxième ne fait qu'un mètre de diamètre, mais son comblement est similaire à celui de la première, avec en plus des morceaux de silex non taillé. La dernière fosse est de forme ovale (1,60 m x 1,40 m) et aux parois plus ou moins verticales, dont le comblement initial a été légèrement recreusé et rempli de terre organique noire. On y a trouvé, outre la poterie et le silex communs, une fusaïole et quelques objets en bronze, ainsi que des ossements caprins.

L'auteur en conclut que le site devait être l'emplacement d'une voire deux maisons, au vu du matériel, qui permet de les replacer vers la fin du Ha D⁴⁰⁵.

Cadastre : Villers-le-Bouillet, 2e Div., Warnant-Dreye, Sect. B, n°150a

18) Saint-Georges-sur-Meuse – « Sur les Caves »

Ce site a été fouillé en 1983 par G. Destexhe et publié dans le deuxième numéro du périodique *Archéologie Hesbignonne*. Le site compte 24 fosses, aux caractéristiques dans l'ensemble assez similaires. Ce qui est remarquable, c'est la relative abondance d'objets en bronze qui ont été retrouvés : parmi eux, citons une hache à douille datée du Bronze final III, une épingle à tête recourbée du Bronze final et des fragments de bracelets très proches du type de la Civilisation des Champs d'Urnes de Hesse, datés du Ha D⁴⁰⁶.

Cadastre : Saint-Georges-sur-Meuse, Sect. A, n°177h, 195a, 204a, 201a, 203a

19) Haneffe : « Sur les Monts »

Ce site est implanté sur la pente sud d'une dépression légère au lieu-dit « Sur les Monts ». Il a été fouillé par Destexhe en 1984 et publié dans le troisième numéro d'*Archéologie Hesbignonne*. Il compte 3 fosses dont deux sont très abîmées. La première, assez large (2,70 m x 2,20 m) contenait des fragments de terre rubéfiée marquée par des empreintes de baguette (probablement du torchis), de la poterie, du grès non poli, ainsi que du charbon de bois. La deuxième est légèrement plus petite (1,8 m x 1,6 m) et avait un contenu similaire⁴⁰⁷. La dernière fosse a un contour irrégulier, mais fait environ 6,60 m de diamètre. Dans celle-ci, la présence de torchis est claire, ainsi que celle d'outils lithiques. La céramique retrouvée sur place nous permet d'attribuer ce site à la période Ha D⁴⁰⁸.

Cadastre : Donceel, 4e Div., Sect. B, n° 730a

20) Remicourt/Bergilers – « Fond de Lantremange »

⁴⁰⁵ DESTEXHE 1998, p. 45-62

⁴⁰⁶ DESTEXHE 1983ii, p. 21-45

⁴⁰⁷ DESTEXHE 1984ii, p. 25-26

⁴⁰⁸ DESTEXHE 1984ii, p. 57

Le lieu-dit « Fond de Lantremange » a été fouillé en 1996 par Chr. Frébutte et D. Bosquet (et l'équipe réunissant l'Institut et la Direction de l'Archéologie) dans le cadre d'opérations préventives pour les travaux du TGV oriental. Au sommet d'une ondulation de terrain, une structure circulaire de 1,80 m aux parois quasi verticales a été découverte non loin de deux autres structures au contour irrégulier (elles auraient été une source de limon pour des activités attenantes). La première structure n'a livré aucun matériel, alors que les deux autres étaient remplies d'un mélange de morceaux de terre rubéfiée, de charbon de bois, de fragments de torchis et de tessons de céramique. On peut également noter quelques morceaux de silex taillé. La céramique a été comparée à celle trouvée sur les sites voisins, et correspond à celle trouvée à Streel par Destexhe. Elle avait été datée du Ha D⁴⁰⁹.

Cadastre : Remicourt 3e Div., Sect. B, N°, 766a & 769a

Coordonnées Lambert 1972 : 216.944 E / 155.097 N

21) Wanze / Vinalmont : route de Villers

Le site de la route de Villers a été découvert dans le cadre de prospections dans la zone industrielle de Villers-le-Bouillet démarrées en 2001, sous la direction du Service de l'Archéologie assisté par le groupe des Chercheurs de la Wallonie⁴¹⁰. Cette zone avait déjà fait l'objet de fouilles en 1999, pendant lesquelles un tronçon de voie romaine avait été identifié, ainsi que de nombreuses traces d'occupation difficile à caractériser. Un habitat mérovingien a notamment été repéré, et le succès relatif de cette première phase de sondage avait motivé une seconde campagne⁴¹¹.

Les fouilles de 2001 ont révélé la présence de deux concentrations de structures, « sans lien apparent entre elles », dans le sédiment local dont la texture et la couleur compliquaient l'identification de structures. Le premier groupe de structures se trouve à l'est de l'emprise et regroupe 6 fosses aux formes irrégulières. Leur remplissage n'a pas livré plus que des traces de charbon et de la terre rubéfiée. Trois d'entre elles semblent s'aligner sur un même axe. Le deuxième secteur, au centre de l'emprise, rassemble une dizaine de structures dont le comblement n'a pas livré plus de matériel, si ce n'est un vase qui était droit dans le limon, et dont le sommet avait été brisé. L'expertise céramique l'a attribué à la Tène moyenne⁴¹².

En 2002, la même équipe a mené une seconde campagne de prospection sur plus de 2000 m², et a à cette occasion découvert 17 nouvelles structures de nature anthropique. Parmi celles-ci, seulement trois sont clairement anciennes (le site est globalement très mal conservé). Ces trois structures n'ont rien de particulier du point de vue formel, et ont livré un matériel assez pauvre (quelques tessons, très divers). Le comblement était similaire à celui des structures identifiées en 2001 : charbon de bois et nodules de terre rubéfiée. Dans la même zone, on a découvert 9 aires de combustion peu profondes, que les auteurs de l'article rattachent au comblement des fosses mentionnées plus haut : ces fosses auraient servi de dépôts détritiques. Cette nouvelle série de structures a été rattachée au Premier Âge du Fer, sans plus de précision au vu de la quantité de matériel⁴¹³.

Un deuxième secteur a également été exploré, sans révéler de structure ancienne intéressante.

Coordonnées Lambert 1972 : 215.310 E / 157.340 N

⁴⁰⁹ FRÉBUTTE & BOSQUET 1996, p. 94

⁴¹⁰ MARCHAL & LOICQ 2003, p. 101

⁴¹¹ MARCHAL & LOICQ 2002, p. 169-170

⁴¹² MARCHAL & LOICQ 2003, p. 101-102

⁴¹³ MARCHAL & LOICQ 2010, p. 110

Transition Hallstatt / La Tène

La période de la Tène est marquée par l'influence importante de la civilisation laténienne en Europe, connaissant tout de même des variations selon les territoires en question. En Belgique, cette civilisation ne s'exprime que de manière atténuée⁴¹⁴, sous l'effet de l'acculturation probablement. Les laténiens sont issus de la branche occidentale de Hallstatt, qui comme eux, se lancent dans une série d'expéditions à travers l'Europe où ils formeront diverses tribus. Celles-ci se font la guerre, forgeant des alliances, achevant la conquête de peuples voisins, et s'organisant en un système où le roi d'une tribu, secondé par des aristocrates (des riches propriétaires fonciers), ainsi qu'une classe de druides et de bardes, administre un territoire de taille relativement importante. Pour ce qui est de leur économie, l'élevage et l'agriculture maintiennent leur place prépondérante, sous l'influence de propriétaires terriens employant des fermiers à demi libres. Selon De Laet, le commerce inter tribu aurait été moins intense que le commerce vers l'extérieur (hors zone d'influence laténienne).

Concernant l'agriculture, il est intéressant pour nous de noter que les techniques agricoles celtes étaient considérées comme avancées pour l'époque, voire même plus avancées que les techniques grecques ou romaines : toujours selon De Laet, dès la fin de Hallstatt, les peuples de Gaule connaissent la charrue à roue, munie d'un soc et d'un versoir, adaptée aux lourdes terres argileuses de nos régions. Ils utilisent également des silos en terre et connaissent certains fertilisants⁴¹⁵. À mesure que le temps passe, cette société se complexifie : vers la fin de la Tène, le rôle du roi est amoindri ou supprimé ; de plus grandes agglomérations se forment dans un monde qui ne connaissait pas encore le fait urbain ; sous l'influence du développement du commerce avec le monde extérieur, les tribus celtes se mettent à battre monnaie (en or et argent seulement, les transactions de détails semblent être restées dans une logique de troc jusqu'à la conquête romaine). Indéniablement, les paramètres économiques et culturels ont évolué entre le Néolithique ancien et la Tène.

Il est impossible de savoir avec précision quand commence exactement la période de la Tène ; on la place usuellement autour de 500-450 avant J.-C. Cette période a été divisée en plusieurs sous-divisions en fonction des régions considérées (comme beaucoup de périodisations, elles sont basées sur du matériel, dont l'abondance et la qualité varient selon les endroits). Pour la Belgique, la chronologie prévalente est celle produite par Déchelette pour la France et l'Europe occidentale. Elle va comme suit :

LT Ia : 500/450 – 350 acn

LT Ib : 350 – 275 acn

LT Ic : 275 – 200 acn

LT II : 200 – 100 acn

LT IIIa : 100 – conquête (autour de -50 à 0)

LT IIIb : survivances sous l'occupation romaine

Notons que cette chronologie est basée sur l'analyse des objets métalliques : comme nous l'avons déjà dit, pour les régions pauvres en matériel, il faut parfois interpoler les datations ou être moins précis. Chez nous, la datation se limite parfois uniquement à soit La Tène ancienne (LT I dans

⁴¹⁴ DE LAET 1982, p. 610

⁴¹⁵ DE LAET 1982, p. 614

son ensemble) ou La Tène récente (LT II – LT III)⁴¹⁶. Dans les paragraphes qui suivent, les auteurs ont pu utiliser un système de datation différent que celui que nous venons d'expliquer, mais que nous ne développerons pas par souci de concision. Nous ajouterons simplement la datation équivalente dans le système de Déchelette.

1) Lamine – « À la ruelle Coppay »

Lamine se trouve dans l'entité de Remicourt, une commune bien connue du point de vue archéologique. Le site en question se trouve sur le sommet d'une crête surplombant un versant de l'Yerne orienté Sud. Le site a été fouillé en 1982 par G. Destexhe et publié dans le t.25 du *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*.

Le site compte 40 structures qui ont été explorées, une quinzaine omaliennes, et vingt datant de la période protohistorique. En outre, Destexhe a identifié des trous de poteaux (65) dans les environs de certaines fosses. La zone a été fouillée par tranchées, au nombre de quatre. La première comprenait 25 poteaux, la deuxième 19, la troisième 19 et la dernière 17. Aucun alignement particulier ne semble se dégager dans les ensembles de poteaux de la première tranchée, mais ils seraient en lien avec les fossés rectilignes qu'ils entourent. On remarque aussi deux groupes de fossés parallèles. Dans la deuxième tranchée, un ensemble de 14 pieux allant par deux délimitent une aire ovale de 2 x 2,5 m, ainsi qu'un fossé unique. Dans les deux autres, on constate des groupements de pieux (de 10 et 4 poteaux), sans qu'on puisse en tirer un plan. La troisième tranchée est aussi marquée par deux segments de fossés. Pour Destexhe, ce sont les traces d'au moins une dizaine de maisons protohistoriques.

L'hypothèse selon laquelle les fossés pourraient être modernes est rejetée : certains forment des angles droits, et ne sont donc pas à interpréter comme des ornières⁴¹⁷.

Le matériel comporte de grandes quantités de céramique, datant pour la plupart du début de LT I. On compte également de quelques objets de bronze (tiges, lamelles) et de fer (dont un lingot de 3,5 cm), à mettre en lien avec la découverte d'un creuset. De plus, on a retrouvé des pesons, fusaïoles et balles de fronde en terre cuite. Des objets lithiques (grattoirs, lames, couteau et hache) et des traces d'ossement animal sont également à signaler⁴¹⁸. Dans l'ensemble, le matériel appartient à la période de l'Âge du Fer au sens large, et situer son occupation entre la fin du premier Âge du Fer et le début du Second est une interprétation prudente.

Ce site est clairement une occupation importante, au vu du matériel qui témoigne de la variété des activités artisanales.

Cadastre : Remicourt, 2e Div., A/1, n°204c, 216a, 208b, 209b, 209c, 210h.

2) Freloux – « À la Chaussée »

Nous avons déjà évoqué ce site fouillé par Destexhe en 2015, sur cette ondulation de terrain typique du bas du plateau hesbignon. Une quarantaine de structures avaient été détectées, dont 15 appartiennent à la période protohistorique.

Les fosses sont assez diverses du point de vue formel : certaines sont circulaires, d'autres au contour irrégulier. En profil, elles sont dans l'ensemble assez régulières, et on observe quatre silos.

⁴¹⁶ DE LAET 1982, p. 621

⁴¹⁷ DESTEXHE 1982i, p. 167

⁴¹⁸ DESTEXHE 1982i, p. 169

Le matériel retrouvé est riche : on retrouve des fragments de meule, des polissoirs et du silex taillé dans bon nombre d'entre elles, ainsi que des fusaïoles, pesons et balles de fronde en terre cuite. Plusieurs d'entre elles contenaient des restes fauniques, ainsi que des artefacts de fer : ferrailles et fibules (3). Toutes contenaient de la céramique, que l'expertise répartit en trois périodes : Ha D (3 fosses), LT I (8 fosses) et LT II (4 fosses), ce qui indique une occupation entre le Ha D et LT I voire LT I finale -LT II⁴¹⁹.

Cadastre : Fexhe-le-Haut-Clocher, Freloux, 2^e Div., Sect. B, n°1d, 263a

Coordonnées Lambert 1972 : 222.550 E / 153.320 N

3) Fexhe-le-Haut-Clocher – « Voroux-Goreux »

Voroux-Goreux est surtout connu pour l'agglomération fossoyée datant de l'époque rubanée qu'on retrouve sur son territoire. Elle a été fouillée entre 1997 et 1999 par la Direction de l'Archéologie et l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Pour rappel, le site se divisait en deux secteurs, un sur la « moitié inférieure d'un versant nord-ouest menant à un fond de vallée » (secteur I) et « à la partie basse d'un versant doux nord-est/sud-ouest »⁴²⁰. Outre les vestiges rubanés, les chercheurs ont découvert la présence de 4 fosses datant de la période de transition entre le Ha final et le LT I⁴²¹.

Elles se répartissent en deux paires : les deux premières situées sur le versant NO / SE ne contenaient que les tessons qui ont permis leur datation. La première est piriforme, aux parois légèrement obliques, alors que la deuxième est un silo. Les deux autres sont plus grandes et plus allongées, si bien qu'on leur a attribué une fonction extractive.

4) Commune de Juprelle : multiples sites

La région de Juprelle a été intensément prospectée : on connaît plusieurs sites dans les limites de sa commune, qui regroupe les villages de Fexhe-Slins, Slins, Paifve et Wihogne notamment. Les premières fouilles dans la région remontent à 1998, lors de la pose d'une conduite de gaz par Distrigaz dans le secteur oriental du plateau hesbignon⁴²². Elles portaient sur plusieurs secteurs de cette commune. Plus tard, certains de ces contextes ont été réexaminés et de nouvelles structures ont pu être ajoutées à la liste.

Fexhe-Slins : rue de Houtain

Le premier secteur est celui de Fexhe-Slins, où on a trouvé trois fosses au sud de la rue de Houtain. Fort mal conservées, elles ont livré un matériel céramique datant de la transition entre le Premier et le Second Âge du Fer⁴²³. La même année, on a trouvé trois concentrations de vestiges localisés au nord de la rue en question. Les deux fosses de la première concentration datent de LT A1 ou LT A2 (soit 500/450 – 400 et 400 – 350, ce qui correspond à LT Ia selon le système de Déchelette)⁴²⁴. Celles de la deuxième concentration datent de la transition entre le Premier et le Second Âge du Fer⁴²⁵. La dernière concentration compte deux fosses subcirculaires côte à côte dans la concentration de vestiges. Un fossé recoupe la plus petite des deux, et le deuxième fossé longe la plus grande, son axe étant en angle droit avec celui du premier fossé. Les auteurs semblent penser que les deux fossés

⁴¹⁹ DESTEXHE 2015, p. 35-112

⁴²⁰ GOFFIOUL, FOCK, PREUD'HOMME & BOSQUET 2000, p. 126

⁴²¹ GOFFIOUL, FOCK, PREUD'HOMME & BOSQUET 2000, p. 129

⁴²² FRÉBUTTE & MASSON-LOODTS 1999, p. 106

⁴²³ FRÉBUTTE & MASSON-LOODTS 1999, p. 109

⁴²⁴ DE LAET 1982, p. 621

⁴²⁵ FRÉBUTTE & MASSON-LOODTS 1999, p. 108

délimitaient un quelconque espace rectangulaire, sans qu'aucun autre indice vienne étayer cette hypothèse. La céramique, rare, date de la fin du Premier Âge du Fer.

De nouvelles fouilles, conduites en 2009 par la RPA(w), ont mis au jour 16 nouvelles fosses dans la parcelle au sud de la rue de Houtain⁴²⁶. Les profils sont variés, et on compte quelques silos au remplissage détritique, contenant un peson pyramidal, un clou en fer, des outils lithiques de silex taillé ou non, et de la céramique datée du début du Second Âge du Fer. Le matériel a été considéré comme suffisamment abondant pour supposer la présence d'un habitat de l'Âge du Fer⁴²⁷. L'année suivante, les fouilles (toujours menées par la RPA(w)) ont ajouté trois fosses aux structures déjà connues pour ce site, qui ont livré 141 tessons de céramique et un peson pyramidal⁴²⁸ dont les datations corroborent les premières attributions (transition entre les Âges du Fer).

Cadastre :

Juprelle, 3^e Div., Sect. A, n°103a (sud) et Juprelle, 2^e Div., Sect. A, n°672a, 708a, 711a (nord) (1998)

Juprelle, 2^e Div., Sect. A, n°672a, 708a, 711a (2009)

Juprelle, 3^e Div., Sect. A, n°103a (2010-2011)

Coordonnées Lambert 1972 :

235.400 E / 158.300 N (1998)

235.430 E / 158.435 N (2009)

235.438 E / 158.315 N (2010-2011)

Paifve – « Fond de Couvenailles »

Le second secteur découvert en 1998 est celui de Paifve, qui compte deux concentrations de vestiges. La première, à l'ouest de la route de Glons, regroupe deux structures uniquement : une fosse et un foyer. Ce dernier est rectangulaire et mesure 1,40 m x 1 m et la terre qui l'entoure est fortement rubéfiée ; la fosse est également de forme subrectangulaire et fait 1,40 m x 2,15 m. Elle a livré des artefacts modernes⁴²⁹. La deuxième concentration, pas plus intéressante, est composée de trois fosses situées à 80 m du lieu-dit « Fond de Couvenailles ». Les fosses sont fortement érodées et ont livré quelques tessons ne permettant pas de les dater plus précisément que l'Âge du Fer⁴³⁰. Les fouilles de 2010-2011 portaient sur la zone entre la route de Glons et le « Fond de Couvenailles », où 4 nouvelles fosses éparses ont été retrouvées. Le matériel se compose d'une cinquantaine de tessons datés de la transition entre le Bronze final et le Premier Âge du Fer⁴³¹.

Cadastre :

Juprelle, 8^e Div., n°140^e et Juprelle, 8^e Div., n°666 (1998)

Juprelle, 8^e Div., Sect. A, n°656, 659, 665 (2010-2011)

Coordonnées Lambert 1972 :

⁴²⁶ PION & LOICQ 2011, p. 115

⁴²⁷ PION & LOICQ 2011, p. 115

⁴²⁸ PÊCHEUR, LOUIS & LEUSCH 2012, p. 134

⁴²⁹ FRÉBUTTE & MASSON-LOODTS 1999, p. 106

⁴³⁰ FRÉBUTTE & MASSON-LOODTS 1999, p. 107

⁴³¹ PÊCHEUR, LOUIS & LEUSCH 2012, p. 133

231.341 E / 158.449 N et 231.935 E / 158.970 N (1998)

231.836 E / 158.947 N (2010-2011)

Slins – « Chiriche » et « Fond de Chainez »

Les chercheurs de la RPA(w) ont découvert en 1998 deux concentrations de vestiges à Slins, une au lieu-dit « Chiriche » et une au « Fond de Chainez ». À « Chiriche », ils ont trouvé une fosse à la forme pseudo-rectangulaire, dont le matériel est principalement composé de céramique. Celle-ci daterait d'entre le Néolithique et le Premier Âge du Fer⁴³². Au « Fond de Chainez », c'est une structure de combustion circulaire qui a été mise au jour : elle fait 1,30 m de diamètre, mais aucun matériel ne permet de la dater.

Cadastre :

Juprelle, 2^e Div., Sect. B/1, n°55a (« Chiriche ») et Juprelle, 2^e Div., Sect. B/1, n°29a (« Fond de Chainez »)

Coordonnées Lambert 1972 :

233.273 E / 158.842 N (« Chiriche ») et 233.525 E / 159.187 N (« Fond de Chainez »)

Wihogne – « Fond de Wihogne »

Les découvertes se résument à trois fosses-dépotoirs qui contenaient un peu de céramique provenant de la période de transition entre l'Âge du Bronze et l'Âge du Fer⁴³³.

Cadastre : Juprelle, 7^e Div., Sect. A, n°70c

Coordonnées Lambert 1972 : 230.842 E / 158.923 N

5) Faimes / Les Waleffes : Rue du Bosquet

En 2012, des fouilles préventives ont été effectuées sur un terrain à bâtir destiné à accueillir une porcherie. L'emprise de 2,7 ha a été fouillée pour révéler 4 secteurs, comportant respectivement trois, une, deux et une fosses. Celles du premier secteur avaient un comblement détritique qui semble indiquer la proximité avec un habitat. La fosse du deuxième secteur avait le même comblement. Globalement, les structures de ce site sont mal conservées. Le matériel, très uniforme, date du Ha B/C⁴³⁴.

Coordonnées Lambert 1972 : 208.639 E / 148.401 N

La Tène

1) Fooz

Le site de Fooz se trouve au sommet d'une crête limitée à l'est par une dépression abrupte. L'ondulation de terrain qu'elle surplombe est orientée nord-sud, un emplacement assez courant pour

⁴³² FRÉBUTTE & MASSON-LOODTS 1999, p. 107

⁴³³ PÊCHEUR, LOUIS & LEUSCH 2012, p. 133

⁴³⁴ GOFFIOUL 2014, p. 160

les vestiges de cette époque⁴³⁵. Il a été fouillé par G. Destexhe en 1984 et publié dans le premier hors série de la Revue du Nord.

Il consiste en trois fosses toutes circulaires, de dimensions assez similaires (1,10 m à 1,30 m de diamètre). L'une d'entre elles a la forme d'un silo, et contenait, outre la poterie et le charbon qu'on retrouve également dans les deux autres, des ossements animaux dont beaucoup étaient en connexion anatomique. Les trois fosses avaient des cendres de foyer dans leur remplissage, et l'une avait un vase dont certains tessons étaient en connexion⁴³⁶.

Le rapprochement de ces structures et leur forme similaire a mené Destexhe à penser qu'elles constituent un ensemble ayant la même fonction : le stockage. Pour lui, ce ne sont pas des traces directes d'habitat (mais il devait se situer dans les environs immédiats). La céramique ne permet pas de les replacer plus précisément que pendant le Second Âge du Fer.

Cadastre : Awans (Fooz), 2e Div., Sect. A, 2e feuille, n°74c

2) Oudoumont – « Thier de la Vigne »

Le territoire entourant ce site est caractérisé par de nombreuses vallées sèches et petits ruisseaux venant se jeter dans l'Yerne, modelant un terrain ondulé. Le site se trouve au sommet et en partie en bordure de versant d'un de ces accidents⁴³⁷. Non loin, une occupation omalienne a été documentée par le père du fouilleur, Destexhe-Jamotte, en 1967.

Un total de 23 fosses et 4 fossés ont été mis au jour par Destexhe ; deux fosses datent de la période omalienne, deux de la période romaine et les 19 autres, ainsi que les fossés, de la protohistoire. Douze de ces fosses sont circulaires, parmi lesquelles six sont des silos. Les autres sont ovales ou piriformes. Les fosses circulaires font en moyenne entre 1 et 2 m de diamètre, la plus grande faisant 3 m. Les silos contenaient tous des couches de terre noire et grasse à forte teneur en matière organique ; la plupart des fosses avaient un comblement en plusieurs couches de nature partiellement détritique (présence de charbon et de tesson). Les quatre fossés sont parallèles et orientés NE-SO, plus ou moins perpendiculairement au versant. Les trois premiers sont espacés de quelques mètres seulement (6-8m) quand le quatrième se trouve à 57 m des trois autres.

Le matériel retrouvé suggère une occupation s'étendant entre le LT I et le LT III, toutes les périodes étant bien représentées. Outre la céramique, on a découvert quelques artefacts de fer, dont un soc de charrue du LT III, une fibule associée avec de la céramique de la fin de LT II – début LT III, mais datant sans doute de LT I, ainsi qu'un clou dans un contexte LT II-LT III. On compte aussi un bracelet de verre probablement LT II-LT III, de nombreuses fusaiöles, des pesons et une balle de fronde en contexte LT IIIa. Le matériel lithique est également très abondant, avec plusieurs lames, éclats de silex, aiguisoirs, grattoirs et meules. Les restes fauniques découverts appartiennent pour la plupart à des ovicaprins, avec quelques ossements de cheval. Finalement, notons la présence d'un creuset, ce qui suggère l'exercice d'une activité métallurgique de petite ampleur.

Ce site est riche et dénote une occupation maintenue sur un assez long terme, caractérisé par des activités artisanales et fermières avérées.

Cadastre : Verlain, Sect.A, n°97a

⁴³⁵ DESTEXHE 1984iii, p. 29

⁴³⁶ DESTEXHE 1984iii, p. 28

⁴³⁷ DESTEXHE 1990, p. 4

3) Verlaine – « Petit Paradis »

À quelques pas du site de Oudoumont – « Thier de la Vigne », sur la parcelle voisine, Destexhe a fouillé un site Laténien qu'il a publié dans le 14^e numéro du périodique *Archéologie Hesbignonne* de 1996⁴³⁸. Il y a découvert trois fosses superficielles et un fossé, non publiés, ainsi qu'un four de potier de forme subcirculaire de 1,05 m de diamètre. Le fond de la fosse, rubéfié sur plusieurs centimètres, était recouvert d'une couche de 5-6 cm de bois carbonisé. Au-dessus, une couche composée de fragments de terre cuite marqués par des traces de branches se mêlait avec de nombreux ratés de cuisson, de pesons et de morceaux de sole. Elle contenait aussi une fusaïole et une balle de fronde, ainsi qu'un petit objet de fer de fonction inconnue. La céramique serait caractéristique du Second Âge du Fer (technique de l'éclaboussure) et plus précisément du LT I. Notons que les fosses non publiées datent du LT II- III. Cette structure est peut-être à mettre en lien avec les vestiges de la parcelle voisine, vu leur proximité et les datations larges qui correspondent.

Cadastre : Verlaine, Sect., A, n°106b

4) Omal : rue Stiernet

Les fouilles de la rue Stiernet de 1979, menées lors d'une surveillance d'un chantier d'habitation, ont déjà été évoquées. On y avait trouvé des structures rubanées, mais également quelques fosses protohistoriques que nous allons décrire ici. Les 7 fosses découvertes, aux parois verticales et au fond plat, étaient accompagnées d'un fossé circulaire de 10 m de diamètre. Le matériel, constitué de fragments de meules, de rognons de silex et de tessons de céramique les replace grossièrement au Second Âge du Fer⁴³⁹.

Cadastre : Geer, Sect. C, 3e feuille, n°225c

5) Remicourt – « Dessus les Près »

Ce site se trouve à mi-pente d'un versant exposé sud-est, entre le ruisseau et la crête traversée par la route. Il a été publié par Destexhe dans le 95^e numéro du *Bulletin de la Société d'Anthropologie et de Préhistoire* de 1986⁴⁴⁰. Il est voisin de sites que nous avons déjà évoqués : Lamine et Limont. Les vestiges retrouvés se répartissent sur deux parcelles cadastrales différentes.

Au total, 22 fosses ont été explorées, 19 sur la première parcelle cadastrale et 3 sur la deuxième. Destexhe précise que les fosses semblaient groupées autour d'un espace central laissé vide. Aucune trace de pieu n'a été découverte cependant⁴⁴¹. Dix de ces fosses ont livré l'essentiel du matériel. Elles portaient des traces évidentes de foyer. Les autres ne contenaient que des fragments de torchis, de la terre noire organique et de rares tessons très endommagés.

Beaucoup de ces fosses sont circulaires, au profil régulier. On compte un silo, quelques fosses ovales ou au plan irrégulier. Les dimensions s'échelonnent entre 1,50 m et 3 m de diamètre.

La céramique est variée, plusieurs formes sont présentes au sein du corpus. Elle date dans l'ensemble du LT I, et est très semblable aux formes connues dans la région pour cette époque. Quelques fusaïoles, balles de fronde et pesons comptent parmi le matériel en terre cuite. Trois fosses contenaient des fragments de creusets, attestant une activité métallurgique. De très nombreux objets lithiques ont également été sortis de terre. La fosse 4 contenait les seuls ossements du site. Parmi eux,

⁴³⁸ DESTEXHE 1996, p. 97-114

⁴³⁹ CAHEN & VAN BERG 1981, p. 29

⁴⁴⁰ DESTEXHE 1984iv, p. 59

⁴⁴¹ DESTEXHE 1984iv, p. 61

14 os humains ont été identifiés, avec des restes de bœuf, cheval et chèvre. Destexhe suggère que les os humains viendraient d'une tombe qui a été détruite à un certain moment dans l'histoire du site⁴⁴².

Toutes les fosses semblent contemporaines et faire partie d'un seul et même ensemble, et sont probablement les restes d'un village comptant quelques habitations organisées autour de l'espace central laissé vide. On remarquera le réemploi d'outils lithiques omaliens, comme sur beaucoup d'autres sites protohistoriques.

Cadastre : Remicourt, Sect. A, n°159t, 151h

6) Boëlhe – « Campagne de Villereau »

Ce site a été fouillé par J. Haeck et publié en 1985 par G. Destexhe dans la revue *Amphora* n°41. Il se situe sur une pente douce exposée à l'ouest entre deux chemins partant du village de Boëlhe, au lieu-dit « Campagne de Villereau », entre le ruisseau « Grande Bek » et le village. Il ne consiste qu'en une fosse de grande taille (4,95 m x 2,60 m) au plan ovale, avec une concavité importante sur l'un des bords. Le profil est irrégulier, caractérisé par deux profondeurs différentes séparées par un léger ressaut. Le comblement est uniforme, mis à part une concentration de terre noire et de traces de foyer dans la partie est.

Le matériel retrouvé est abondant : pas moins de 919 tessons venant d'au moins 80 vases y ont été retrouvés. Des fragments de torchis, du silex et des meules en grès comptent aussi parmi le matériel.

L'expertise céramique la replace autour du LT Ib⁴⁴³.

7) Momalle : Momelette

Le paysage autour de ce site est caractérisé par des vallées sèches et des ondulations de terrain peu profondes. Le site en lui-même occupe un versant d'une dépression orientée nord rejoignant le Geer quelques km plus loin⁴⁴⁴. Les fouilles ont été publiées par Destexhe dans le 10^e numéro du périodique *Archéologie Hesbignonne*. Elles concernent quatre fosses assez distantes l'une de l'autre (entre 15 et 35 m).

La première est circulaire (2,45 m de diamètre) et a un profil pas tout à fait régulier : un des côtés est un peu plus profond que le reste. Elle était comblée par un limon gris lessivé piqueté de charbon et de tessons, et contenait une mâchoire animale. La seconde est aussi circulaire et mesure 1,90 m de diamètre), avec un profil très irrégulier, mais un fond en forme de « puits carré ». Son comblement complexe comprenait de la terre noire organique, des fragments de torchis, du charbon et des tessons en quantité.

La troisième est très irrégulière, en plan comme en profil. De taille importante (3,50 m max), elle avait un comblement uniforme de sédiment gris, avec quelques charbons et la trace d'un foyer. La dernière fosse, également très irrégulière, était assez étendue (2,65 m x 1,35 m), mais une partie de son creusement était très nettement plus profond que le reste. Cette partie plus profonde a été interprétée comme un silo. Elle était comblée par plusieurs couches, dont une de terre noire cendreuse.

⁴⁴² DESTEXHE 1984iv, p. 83

⁴⁴³ DESTEXHE 1985, p. 47-61

⁴⁴⁴ DESTEXHE 1991i, p. 105-138

Le matériel retrouvé (céramique, fusaïole, silex, polissoir, mais aussi quelques scories et deux objets de métal) désigne cette installation comme une petite occupation du LT I, où la métallurgie était pratiquée.

Cadastre : Momalle, Sect., B. n°835a

8) Waremmes – « St-Éloi »

Ce site de petite ampleur n'a révélé que deux fossés, orientés NE-SO, et distants l'un de l'autre de 94 m. Ils se trouvent à un peu plus d'un kilomètre de Waremmes, sur une hauteur dominant les environs. Destexhe les a publiés dans la revue *Archéologie Hesbignonne* n°23 de 2015⁴⁴⁵. Le matériel consiste en de la poterie de LT D, un fragment de fibule et une meule, ainsi que des traces de scorie.

Cadastre : Waremmes, 3^e Div., Lantremange, n°507a

Coordonnées Lambert 1972 : 213.900 E / 154.500 N

9) Waremmes – « La Côtale »

Le site de « La Côtale » a été découvert dans le cadre du projet de prospection entraîné par la construction du TGV oriental. Les fouilles ont été conduites grâce à la coopération de la Direction de l'archéologie, l'Institut Royal et les universités de Louvain-la-Neuve et de Bruxelles (UCL & ULB). Les opérations furent menées en 1996 et ont permis la découverte de plusieurs structures archéologiques.

Le site en question se trouve sur un versant exposé ouest descendant en pente douce vers le Geer. Sept fossés, douze fosses et quinze trous de poteaux ont été découverts par l'équipe de recherche. Les deux fossés les plus récents se trouvent en bas de pente, près du Geer, et étaient entourés de 5 trous de poteaux, cependant, aucun matériel ne permet de les dater. Un autre fossé se trouvait plus du côté de l'emprise du TGV, mais n'a livré qu'un tesson médiéval. Aucun plan particulier ne semble se détacher des structures restantes : elles ont toutes livré du matériel en quantité, suggérant la présence d'un habitat dans les environs⁴⁴⁶. Les différentes structures ont été comblées, pour beaucoup, par du remblai de nature détritique (trace de foyer, restes animaux ...). À l'examen, seuls 5 des fossés mentionnés sont d'époque protohistorique.

Le matériel constitue un ensemble homogène daté du LT III, comprenant diverses formes (décors en arête de poisson, vases situliformes, poterie éclaboussée, vases à épaule longue), ainsi que des balles de fonde, des pesons, quelques objets de fer⁴⁴⁷.

Coordonnées Lambert 1972 : 212.875 E / 155.300 N

10) Waremmes – « Campagne du Moulin »

Nous avons déjà décrit ce site dans la partie consacrée aux vestiges Michelsberg. Les fouilles ont été menées en 2007 par une équipe composée de membres de l'Université de Chicago et de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Il se trouve sur le haut d'un versant exposé plein sud descendant en pente douce. Deux fosses et sept trous de poteaux avaient été repérés. L'une des fosses a livré quelques tessons provenant de vases en « pot de fleurs » ou en « gobelet », daté du LT⁴⁴⁸.

⁴⁴⁵ DESTEXHE 2015, p117-122

⁴⁴⁶ BOSQUET & FOCK 1996-1997, p. 132

⁴⁴⁷ BOSQUET & FOCK 1996-1997, p. 133

⁴⁴⁸ BOSQUET, QUICK, KEELEY, JADIN & GOTLIKO 2007, p. 103

Les trous de poteaux 32, 33 et 34 dessinent peut-être le plan d'un grenier, et les 2, 3, 10 et 13 semblent appartenir à un bâtiment quadrangulaire à abside.

Cadastre : Waremme, Grand-Axhe, 6e Div., Sect., A1, n°1a & 2d

Coordonnées Lambert 1972 : 210.400 E / 153.000 N

11) Ans / Alleur – « À l'Arbre de la Mère Dieu »

Les fouilles menées en 2002 au lieu-dit « À l'Arbre de la Mère Dieu » avaient pour but d'étudier l'extension du site rubané d'Alleur – « Domaine Militaire » qui a déjà été présenté plus tôt dans la discussion. Nous avons mentionné la découverte de vestiges d'époque protohistorique, que nous allons décrire dans le paragraphe suivant.

Seules deux fosses ont pu être rattachées à la protohistoire. L'une d'entre elles est circulaire et nous a apporté l'essentiel du matériel, qui consiste en céramique datée de la Tène ancienne⁴⁴⁹.

Cadastre : Juprelle, 6e Div. (Lantin), A/4, n°621g

12) Awans / Awans : rue Noël Heine

À la suite d'une surveillance de travaux effectués par l'ASBL Les Chercheurs de la Wallonie, une parcelle de 12 ha longeant la rue de la Heine a été fouillée et a révélé deux concentrations de structures⁴⁵⁰. Le site se trouve sur un versant à pente faible. La première concentration, au nord-est de l'emprise, rassemble six structures, dont 3 trous de poteaux alignés et trois fosses à remblai détritique. La deuxième se situe dans la partie sud de l'emprise, et regroupe 18 fosses, un trou de poteau et une aire de combustion. Aucun plan particulier ne semble se dessiner dans les structures. Trois d'entre elles ont la forme de silos, deux sont piriformes et deux autres sont très étendues, et portent des traces d'eau stagnante ou d'infiltration. Trois autres sont remarquablement profondes, au-delà de 2 m, et sont peut-être les vestiges de puits⁴⁵¹. On compte également un foyer en fosse circulaire, dont le fond était couvert d'une sole faite de fragments de terre fortement rubéfiée.

Le matériel est typique du Second Âge du Fer, mais n'a pas fait l'objet d'une analyse suffisamment détaillée pour être plus précis. Cette occupation a été interprétée comme une installation artisanale (les grandes fosses étant vues ici comme ayant une fonction extractive) située en retrait du véritable habitat.

Cadastre : Liège, 1er Div., Sect. B, n° 493f, 500, 501a, 505 et 506

Coordonnées Lambert 1972 : 228.440 E / 152.030 N

13) Wanze : Golf de Naxhelet

Ce site particulier se trouve sur un plateau dominant la rive gauche de la Meuse, non loin de l'emplacement supposé d'un tronçon de la voie romaine Bavay-Tongres. Non loin, au lieu-dit « Bois de Robaumont », se trouve une nécropole à incinération de la fin de la période de la Tène. La demande pour un permis de bâtir un golf a motivé la DGO4 à fouiller la zone⁴⁵². Outre des vestiges romains (sur les flancs et l'arrière du plateau) mis au jour en 2012, les fouilles ont permis la découverte de plusieurs concentrations de structures protohistoriques. Le terrain faisant 120 ha, il a été divisé en deux secteurs

⁴⁴⁹ DELYE & OTTE 2003, p. 90

⁴⁵⁰ MARCHAL & LOICQ 2007, p. 103

⁴⁵¹ Marchal & LOICQ 2007, p. 104

⁴⁵² GOFFIOL, BERNARDY DE SIGOYER, HANUT, HENRARD et al., 2013, p. 170

(A & B). Sur le bord nord du plateau, une installation romaine a été découverte, et une tombe 100 m au sud-est. Entre ces deux éléments romains, une occupation hallstattienne a été identifiée.

Le secteur A a été le premier exploré, et a révélé au moins trois bâtiments sur poteaux (A, B et C). Un fossé et deux fours culinaires viennent compléter notre connaissance de la zone. Les trois bâtiments sont alignés sur un même axe, et ont été associés à un même plan d'occupation de l'espace par les chercheurs. A et B sont distants de 10 m +/-, et C se trouve à 70 m de ce couple de structures. D longe l'ensemble A – B, parallèlement à l'axe d'orientation des trois bâtiments.

Le bâtiment A reposait sur des supports inclinés, semble-t-il. Cette technique de construction est attestée dans le nord de la France pour la période englobant la fin de LT et le début de l'ère augustéenne. Le bâtiment B repose sur un système de travées irrégulières, avec un espace central marqué par une fosse ne faisant pas partie de son architecture. Le matériel qui a été trouvé sur place atteste la fin de son occupation vers le 3^e siècle. Finalement, le bâtiment C est caractérisé par deux neufs et trois travées. Elles sont définies par des trous de poteaux (7 dont 5 sont alignés sur un axe central). Il semble que ce bâtiment ait été en activité pendant la deuxième moitié du 1^{er} siècle de notre ère, et le matériel date son abandon au début du 2^e siècle. Le fossé quant à lui date du 2^e siècle de notre ère, selon le matériel⁴⁵³, alors que les fours datent de la seconde moitié du 1^{er} siècle.

Lors des fouilles de 2013, l'habitat hallstattien se trouvant au nord-est a pu être replacé dans une chronologie plus précise : le Ha C⁴⁵⁴. Dans le secteur B, les chercheurs ont découvert des vestiges protohistoriques, médiévaux et post-médiévaux. Dans la zone 3 du secteur B, ce sont un enclos circulaire daté par radiocarbone du Bronze moyen (1610-1460 av. J.-C) ainsi qu'un silo du Ha C qui ont attiré l'attention des fouilleurs. Dans la zone 4, à l'extrémité sud, ce sont deux concentrations de vestiges qui ont été mis au jour par les décapages⁴⁵⁵. La première rassemble un réseau de fossés entourant deux groupes de vestiges. Le premier groupe consiste en plusieurs fosses d'extraction de limon que le comblement détritique place non loin d'habitats aujourd'hui disparus. À l'est de ces fosses, quatre poteaux marquent l'emplacement d'un bâtiment de taille réduite, probablement un grenier. Dans la deuxième concentration, trois fossés définissent un espace rectangulaire comprenant quelques fosses détritiques⁴⁵⁶. Entre ces deux concentrations, légèrement plus au sud, des fossés, fosses et un foyer semblent appartenir à un habitat. Les trois ensembles de vestiges décrits ci-dessus appartiendraient à la même occupation, qui aurait connu plusieurs phases d'activité. Le matériel confirme cette interprétation : les formes sont similaires, mais de périodes différentes. Les deux premières concentrations datent du LT I (LT A2 – B1), quand l'habitat daterait plutôt de LT I A2⁴⁵⁷.

14) Hannut – « Trommeveld »

Ce site a déjà été évoqué précédemment dans la partie portant sur la période Michelsberg. Les vestiges de cette époque avaient été découverts dans l'enceinte quadrangulaire laténienne qui est le sujet de ce paragraphe. Sur un versant orienté ouest, à la pente assez forte, et sur le plateau au sommet, une équipe de l'Institut Royal des Sciences Naturelles avait découvert en 1998 ces structures laténiennes⁴⁵⁸. Outre l'enceinte, qui a été remplie dans un intervalle de temps assez long, le site comportait également une fosse. Le matériel retrouvé (dans la fosse et deux rejets détritiques du

⁴⁵³ GOFFIOUL, BERNARDY DE SIGOYER, HANUT, HENRARD et al., 2013, p. 174

⁴⁵⁴ GOFFIOUL, BERNARDY DE SIGOYER, HANUT, HENRARD ET MARCHAL, 2014, p. 164

⁴⁵⁵ GOFFIOUL, BERNARDY DE SIGOYER, HANUT, HENRARD ET MARCHAL, 2014, p. 165

⁴⁵⁶ GOFFIOUL, BERNARDY DE SIGOYER, HANUT, HENRARD ET MARCHAL, 2014, p. 166

⁴⁵⁷ GOFFIOUL, BERNARDY DE SIGOYER, HANUT, HENRARD ET MARCHAL, 2014, p. 167

⁴⁵⁸ BOSQUET & PREUD'HOMME 2000, p. 131

fossé) est daté de LT I à LT II (notons qu'un seul tesson datait de LT I)⁴⁵⁹. Le fossé contenait des traces de foyer déposées en plusieurs endroits. L'absence d'habitat à proximité laisse penser à une occupation de courte durée, ou à un lieu de réunion (hypothèses proposées par les auteurs).

Coordonnées Lambert 1972 : 202.950 E / 155.150 N

15) Oupeye / Haccourt – « Cité Wéry »

Dans les années 70, des travaux d'extension de la zone habitée de la « Cité Wéry » avait mené à la fouille de cette zone de la rive gauche de la Meuse. Une villa gallo-romaine y avait été découverte par les archéologues de l'époque. En 1996, un nouveau projet d'extension a donc été précédé d'une fouille de la parcelle concernée, au vu de sa proximité avec les vestiges déjà connus⁴⁶⁰. Le site est implanté sur un plateau surplombant la Meuse, en partie entamé par les aménagements susmentionnés. Dix structures ont pu être retrouvées, réparties en deux groupes fonctionnels par les archéologues. Le premier est celui des fosses d'ensilage. Le deuxième est un peu plus divers : les fosses qui le composent gravitent autour d'une fosse ayant livré l'essentiel du matériel et portant des traces évidentes de combustion. Les fosses avoisinantes sont remplies de rejets de foyer et sont donc à mettre en lien avec la première structure.

Ce matériel, composé d'esquilles brûlées, de galets éclatés au feu et de céramique, replace cette occupation au début du Second Âge du Fer (LT I)⁴⁶¹.

Cadastre : Haccourt 2e Div., Sect. B/2, n°852/4

Coordonnées Lambert 1972 : 241.410 E / 158.560 N

16) Bovenistier

Ce site publié par G. Destexhe dans la revue *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie* n°25 (1982) se trouve sur une ondulation de terrain orientée nord-sud, entre deux vallées sèches parallèles. Le site en lui-même se trouve au sommet du versant est de cette ondulation⁴⁶². Trois fosses y ont été découvertes, plus ou moins alignées et distantes l'une de l'autre d'une dizaine de mètres. Elles sont toutes les trois de grande taille (7,5m de long pour la première, 5 m pour la deuxième et la troisième a un diamètre de 3 m). La première a une forme de « haricot », c'est-à-dire longue et concave sur un côté, la deuxième est elliptique et la troisième circulaire. Elles ont toutes un profil régulier. Le remplissage était caractérisé par de la terre noire organique et un limon gris lessivé porteur de charbon de bois. Des fragments de torchis ont été retrouvés dans le niveau de terre noire dans les trois fosses.

Le matériel est assez riche pour un site de cette ampleur : en dehors de la céramique, de nombreux objets lithiques ont été trouvés. Plusieurs traces de métallurgie sont également présentes : des fragments de creuset ont été découverts dans deux de ces fosses. Les objets en métal sont assez nombreux : ardillon, anneaux, poinçon, ferraille, ainsi qu'une fibule en fer LT II et un fragment de fibule de bronze (LT I)⁴⁶³. L'expertise céramique suggère une occupation pendant la période de transition entre le LT II et LT III.

Cadastre : Bovenistier, n°575b

⁴⁵⁹ BOSQUET & PREUD'HOMME 2000, p. 135

⁴⁶⁰ MARCHAL & GUSTIN 1997, p. 92

⁴⁶¹ MARCHAL & GUSTIN 1997, p. 93

⁴⁶² DESTEXHE 1982iv, p. 211

⁴⁶³ DESTEXHE 1982iv, p. 211-236

17) Fexhe-le-Haut-Clocher : Entre « Fond Marion » et « Fond de Fooz »

Ce site se trouve au sommet d'une ondulation de terrain orientée sud-nord, entre deux vallées sèches (« Fond Marion » et « Fond de Fooz »), non loin des sites déjà connus de Streel et Fooz (voir ci-dessus). G. Destexhe y a découvert deux fosses de grande taille : l'une fait 2,5m x 2,2m et est de forme ovale, et l'autre est sub circulaire (2,3 m x 1,8 m) et fort profonde (1,8m)⁴⁶⁴. Elles contenaient un matériel classique : tessons de céramique, ossements animaux et charbon. La première a livré un fragment de creuset, ce qui suggère la tenue d'activités métallurgiques. La deuxième contenait également une dizaine de morceaux de torchis.

Le matériel céramique semble dater du LT II.

En 2000, de nouvelles fouilles ont été effectuées dans la zone appelée « Fond de Fooz », dans le cadre des prospections liées aux travaux du TGV oriental. Ces fouilles ont été menées par la Direction de l'Archéologie avec l'aide des Chercheurs de la Wallonie. Ils ont découvert de nouvelles structures : 9 trous de poteaux, dont six disposés selon un tracé ovale, 5 fosses et un fossé. Seules 2 de ces fosses ont pu être fouillées, au vu des délais⁴⁶⁵. Elles n'ont livré que des tessons de céramique grossière et commune, datant du Second Âge du Fer.

Cadastre : Fexhe-Le-Haut-Clocher, 2e Div., Sect. A/2, n°185f (1982)

Coordonnées Lambert 1972 : 224.180 E / 151.820 N (2000)

18) Momalle : Momalle Est

Ce site se trouve dans l'est du village de Momalle, dans un paysage caractéristique de la Hesbaye, à savoir un terrain vallonné. Le site en lui-même a été localisé dans un espace entièrement cultivé, sur un versant exposé à l'est d'une dépression parallèle à la chaussée⁴⁶⁶. Destexhe l'a publié en 1986 dans le 21^e numéro de la revue *Vie Archéologique*⁴⁶⁷.

Les découvertes consistent en 4 fosses des Âges des Métaux. La première est circulaire, de 2 m de diamètre et de 1 m de profondeur. Elle a livré deux mâchoires de cheval, et contenait des traces de charbon et son fond était rubéfié sur une certaine profondeur. La deuxième, circulaire également (1,60 m de diamètre) était plus large au fond, ce qui correspond à la forme d'un silo. Elle était remplie d'une épaisse couche de terre noire organique piquée de charbon de bois. Une fine couche de restes de foyer se trouvait au-dessus d'elle. La troisième, de dimensions importantes (2,35 m x 2,80 m) et au profil irrégulier, a livré beaucoup de fragments de terre cuite portant des traces de baguette (du torchis ?) et de gros morceaux de charbon, ainsi que des ratés de cuisson (sans doute un four de potier). La dernière, circulaire (1,40m) ne contenait qu'une couche de matière organique noire⁴⁶⁸. Cette petite installation comportait donc deux fosses détritiques, un four (probablement) et une potentielle fosse d'extraction, ce qui en fait une occupation tout à fait classique. Le matériel la replace autour de LT IIIa.

19) Haneffe – « Champ Tritiaux »

Le site du « Champs Tritiaux » prend place au sommet d'une ondulation de terrain définie par le cours de l'Yerne et une vallée sèche, entre les villages de Viemme et Haneffe au lieu-dit « Gros

⁴⁶⁴ DESTEXHE 1982, p. 63

⁴⁶⁵ MARCHAL 2000, p. 125

⁴⁶⁶ DESTEXHE 1986, p. 39

⁴⁶⁷ DESTEXHE 1986, p. 38

⁴⁶⁸ DESTEXHE 1986, p. 39

Bourg ». Il a été publié par Destexhe dans *Archéologie Hesbignonne* n°24 en 2016. Une seule structure a été mise au jour. Celle-ci est de grande dimension (8 x 5 m pour 1,4 m de profondeur) et était très riche en matériel (dont peu de céramique). Destexhe y a notamment retrouvé deux fibules en fer, des scories et des fragments de creusets, quelques fragments de torchis, des pesons et fusaïoles, mais aussi de nombreux objets lithiques : meules, lames et polissoirs. Finalement, on peut mentionner la présence d'ossements en grande quantité, soit brûlés, soit sous forme de mâchoires animales. L'objet le moins commun est un bracelet de verre, daté du LT C2 ou début LT D1⁴⁶⁹.

L'implantation en sommet d'ondulation de terrain devient très commune à la fin de la Tène, selon Destexhe, même si ce type d'implantation existait déjà, elle est simplement plus courante.

Cadastre : Donceel / Haneffe, 4e Div., Sect. B, n° 229a

Coordonnées Lambert 1972 : 215.150 E / 148.020 N

20) Vaux-et-Borset – « Gibour »

Les fouilles de « Gibour » ont déjà été décrites, et quelques rares vestiges protohistoriques avaient été découverts par la même occasion, en particulier lors des campagnes de 1991 et 1993. Les premières avaient révélé des anciennes tranchées de parcellaires datant du LT III (selon matériel retrouvé)⁴⁷⁰ situées à quelques mètres au sud du fossé rubané, dans la partie nord-ouest du site, quand celles de 1993 avaient donné deux fosses contenant des tessons, quelques fragments de torchis et des artefacts lithiques, le tout étant attribué à la transition entre l'Âge du Bronze et le début du Premier Âge du Fer. Notons que cette durée d'occupation correspond à celle d'autres habitats dans les abords immédiats de « Gibour »⁴⁷¹.

Cadastre : Villers-le-bouillet, Vaux et Borset, Sect A, 2e feuille, n°235d, 235e, 196c, 197c, 198c, 198b,199c

Coordonnées Lambert 1972 : 210.600 E / 145.600 N

21) Waremmes / Oleye : Chemin de Mouhin

Ce site a déjà été évoqué pour son occupation rubanée. Les fouilles avaient permis de reconnaître deux faciès différents, dont un protohistorique. Les archéologues n'avaient retrouvé qu'une seule fosse pour cette phase d'occupation. Cette fosse avait livré des tessons « d'apparence plutôt protohistorique », sans qu'on ait plus de détail sur la datation. Notons qu'au sud-ouest, deux parcelles voisines avaient été fouillées par Destexhe pour révéler un site du Bronze final (à Oleye – « Al Zèpe », voir ce chapitre)⁴⁷².

Cadastre : Waremmes, 2e Div., Sect. A/1, n°454b

Coordonnées Lambert 1972 : 213.300 E / 154.950 N

22) Hollogne – « Douze Bonniers »

⁴⁶⁹ DESTEXHE 2016, p. 67

⁴⁷⁰ CASPAR, HAUZEUR, DOCQUIER, BIT, VAN ASSCHE & TROMME 1991, p. 77-84

⁴⁷¹ CASPAR, DOCQUIER, SCHUERMAN, MODRIE, BIT, DELYE, VAN ASSCHE 1994, p. 149-154

⁴⁷² MARCHAL 2012, p. 180

Les fouilles de 1990 dans le secteur rubané avaient mis en évidence l'existence d'une petite fosse protohistorique n'ayant livré que peu de matériel datant globalement de la protohistoire, sans plus de détail⁴⁷³.

Conclusion du second chapitre

Ce chapitre avait plusieurs objectifs. Le principal était de vérifier si notre hypothèse de départ est acceptable. Celle-ci venait en deux propositions : premièrement, l'idée que les variables environnementales jouaient un rôle certain dans les processus de choix d'habitat, et que leur utilisation est suffisante pour étudier les stratégies d'implantation dans le paysage, idée que nous avons validée à l'issue du premier chapitre. La deuxième proposition est la suivante : les populations anciennes ont cherché de préférence à s'établir dans un cadre environnemental favorable à leur survie. Cette seconde affirmation devait être évaluée à la lumière des connaissances actuelles sur les peuples concernés par notre analyse. Pour ce faire, le second chapitre a été construit en trois parties censées nous éclairer sur les différents aspects économiques du mode de vie de ces peuples. Ici nous revenons sur les différents éléments de réponse trouvés dans le chapitre 2.

Vérifier notre hypothèse

Les deuxième et troisième parties du chapitre 2 présentaient les vestiges compris dans notre corpus de sites. Ceux-ci étaient accompagnés d'une contextualisation reprenant les recherches récentes concernant le fonctionnement de l'économie des peuples en question. Ces précisions avaient pour but de confirmer notre hypothèse, mais également donner des théories préalables pour orienter l'analyse. Pour le Néolithique ancien, il apparaîtrait que les techniques agricoles rudimentaires aient poussé les Rubanés à adopter un mode de vie de « nomadisme lent », si on se réfère aux idées de De Laet. Ils n'auraient disposé que d'outils peu efficaces (bâton à fouir, herminette ne pouvant pas couper les arbres, outillage en pierre) et d'aucun moyen fertilisant, réduisant les possibilités de terrain leur étant favorable. À terme, le développement de plantes liées à la déforestation et le non-enlèvement des souches devaient se conjuguer à un appauvrissement progressif des sols libérés par les aménagements pour rendre la terre incultivable, menant les Rubanés à abandonner leur habitat pour en fonder un nouveau ailleurs. En réalité, il semble que certaines installations aient réussi à se pérenniser, en particulier les villages à enceinte, qui ont, pour beaucoup d'entre eux, plusieurs phases d'occupation : les enceintes datent en général du Rubané final alors que les maisons pionnières datent de périodes antérieures. D'autres exemples existent en dehors de cette catégorie : par exemple, on observe au Fond de Momalle un glissement des activités du secteur II au sud-est, vers le secteur I entre le Rubané ancien et le Rubané récent. Celui-ci aurait connu également au moins deux phases d'occupation, si l'on en croit les recoupements de structures. Le mode de colonisation du territoire rubané est intéressant à relever : dans quelques cas (ceux pour lesquels on connaît l'emplacement de maisons), une maison pionnière a pu être découverte, plus ancienne et en retrait des autres. Le matériel de ces maisons semble avoir été exporté, surtout le silex, qui viendrait de la région de Maastricht. Cela vient bouleverser l'idée selon laquelle la proximité avec des affleurements de silex était recherchée par les Rubanés : en fait, les nouveaux arrivants emportaient de la matière première avec eux, s'installaient sans cette contrainte et parvenaient à subsister suffisamment longtemps pour qu'un second groupe de maisons s'installe aux environs. Ce nouveau groupe utilisait alors du silex local, dont la provenance nous est renseignée par une étude régionale de la première partie du chapitre 2 : les différents sites s'approvisionnaient à différents endroits qui ont pu se trouver jusqu'à 15 km des sites. Dès lors, peut-on réellement considérer que cette variable est pertinente ? Si les pionniers

⁴⁷³ CAUWE, DERAMAIX, JADIN 1991, p. 59

n'avaient pas besoin de trouver en priorité un emplacement riche en silex, et que les grandes distances n'étaient pas vraiment un problème ...

Aux Âges des Métaux, les techniques agricoles sont beaucoup plus efficaces. On connaît la charrue depuis le Hallstatt, les Celtes savent comment fertiliser une terre appauvrie, les réseaux d'échanges sont plus développés. Les charrues de La Tène (dont on a trouvé un exemplaire au Thier de la Vigne, à Oudoumont) sont adaptées aux terres lourdes de la Hesbaye. Il semble que les choix d'implantation seront donc moins influencés par les besoins en une terre auxquels leurs moyens techniques soient adaptés. Cela ne prouve pas notre hypothèse, mais nous donne un moyen de la vérifier : si l'occupation du terrain par les Rubanés affecte des *patterns* qui tendent à nous faire penser à une corrélation avec la fertilité du sol, nous pourrions comparer ces *patterns* avec ceux de l'occupation du terrain par les populations protohistoriques, qui *a priori* peuvent s'affranchir de la qualité du sol pour choisir leur lieu d'implantation. Ce serait un moyen d'isoler l'influence de la qualité du sol.

La première partie du chapitre 2 revenait sur les études déjà effectuées dans notre région d'analyse. Deux d'entre elles portaient sur la présence Rubanée, une sur celle de La Tène. Ces trois études n'avaient abouti qu'à de faibles conclusions dont la validité reste contestable. La méthode employée était le principal souci que nous avons relevé, mais une série d'observations intéressantes avait pu être retirée de leur exposition. Une remarque sur l'attractivité des sols anciens avancée dans le texte de Gosselin est à retenir en particulier : alors que toutes les études reposent sur l'hypothèse selon laquelle les sols fertiles de Hesbaye jouent pour beaucoup dans l'attractivité d'un endroit, il s'avère en fait que la réputation de fertilité de ceux-ci a pu être exagérée, voire avoir fait l'objet d'une erreur de jugement. Pour appuyer cette idée, elle cite une étude de 1985 produite par R. Langohr et J. Sanders parue dans le *Bulletin de la Société Royale d'Anthropologie et de Préhistoire* (tome 96), étude reprenant les données pédologiques récoltées sur le site de Darion lors des premières fouilles. Selon cet article, les sols néolithiques de Darion seraient de nature podzolique, chimiquement moins fertiles que les sols actuels. Pour Gosselin, le plus favorable aurait été des sols modérément à mal drainés (pour l'agriculture de l'époque). Or, seulement 15 % des sites du corpus de Gosselin se trouvaient dans une zone mal drainée, la plupart étant bien drainés. Présenté de cette manière, il paraît impossible de se baser sur les qualités du sol pour mener notre enquête.

Il convient donc que nous examinions ce problème : le résultat pourrait être la non prise en compte de la variable pédologique dans l'analyse. L'article de Langohr et Sanders permet d'établir les observations suivantes : premièrement, la fertilité des terres hesbignonnes est due à leur anthropisation, et plus précisément à leur mise en culture⁴⁷⁴. Deuxièmement, la déforestation, la création de chemins agricoles et le piétinement (par des animaux, des humains et plus récemment des machines) ont été un facteur d'augmentation de l'érodabilité des sols, une érosion qui fausse notre idée de la morphologie du terrain et de la nature des sols de l'époque. Ainsi, les sols résultant de la colluvion (situés en fond de vallée ou en bas de pente) sont beaucoup plus récents que les sols de forêt par exemple. Le relief actuel est différent de celui du Néolithique ancien, et les sols de pente sont généralement soit partiellement soit totalement érodés⁴⁷⁵.

Il semble que le sol original dans lequel s'étaient implantés les Rubanés de Darion était bel et bien de nature podzolique, c'est-à-dire trop acide et par conséquent impropre à la culture, comme l'indiquent les sondages réalisés dans le fossé entourant l'aire villageoise (les profondeurs de celui-ci

⁴⁷⁴ LANGOHR & SANDERS 1985, p. 21

⁴⁷⁵ LANGOHR & SANDERS 1985, p. 17

recelent encore des fragments du sol original⁴⁷⁶). Si l'apparition de sols fertiles a été causée par la déforestation et la mise en culture, alors les indices selon lesquels l'agriculture rubanée commençait par la libération d'espace cultivable semblent favoriser l'hypothèse de la non-influence de la nature du sol dans les processus de décision. Cependant, comme le souligne l'article, l'acidité présumée des sols podzoliques d'alors a pu être mitigée par la présence d'une nappe phréatique calcaire, comme c'est le cas dans les zones nord-est du site de Darion⁴⁷⁷.

Il semble donc plus intéressant d'utiliser la distance aux limites de **catégories de drainage de sols**, car les sols mal drainés seraient en effet plus favorables à l'agriculture, et logiquement, les habitats se seraient implantés à proximité de ce type de sols. Cette théorie préalable nous semble plus acceptable et valide qu'une reposant sur des a priori, et par conséquent celle que nous allons privilégier.

La question du type de sol a également été abordée selon un angle plus technique par Fechner et Langohr dans un article de 1998. Celui-ci reprenait les différents types de fosses rubanées retrouvées sur plusieurs sites dont la découverte remonte aux prospections sur le tracé du TGV oriental. L'étude différencie trois catégories de fosses aux fonctions et morphologies bien identifiées. Elles se partagent les fonctions suivantes : préparation du torchis, l'extraction en « puits » de matière première, et les fosses de décantation d'argile⁴⁷⁸. Cependant, ces trois catégories de structures se retrouvent sur tous les types de sols, aucune n'a pu être liée avec certitude à un type de sol en particulier. Toutefois, retenons que les fosses de préparation de torchis sont creusées jusqu'au niveau le plus riche en argile, et que ces fosses sont invariablement liées à la construction de maisons. Cet élément avait été relevé dans l'étude de Gosselin, et nous avons conclu qu'il fallait tester cette théorie.

L'étude observe un dernier fait intéressant : dans plusieurs sites repris dans leur analyse, comme à « En Bia Flo II » ou « Tombe de Hodeige », les structures ont été implantées dans des dépressions naturelles préexistantes⁴⁷⁹. La microtopographie semble donc avoir une quelconque influence.

La variable pédologique n'est pas la seule non justifiée par la théorie dans les études. Par exemple, l'altitude est intégrée dans chaque analyse, dans son expression absolue (c'est-à-dire par rapport au niveau de la mer), ce qui ne nous apprend rien si cette donnée n'est pas comparée à une moyenne ou un seuil particulier ayant une valeur interprétative. La pente est également très souvent utilisée, sans justification théorique cependant. On peut facilement concevoir quelle idée se trouve derrière l'intégration de cette variable : les pentes faibles sont plus praticables et ont une meilleure répartition de l'eau (pour les cultures), mais ces raisons ne sont jamais exprimées clairement. Les paramètres d'exposition sont également pris en compte, mais aucune des trois études n'a pu distinguer une orientation préférentielle, et n'a conclu que les Rubanés ne cherchaient pas spécialement à se protéger des éléments. Si l'on se réfère aux observations climatiques proposées dans l'étude de Gosselin, il semble que les températures devaient être légèrement plus douces (quelques degrés de plus) et les précipitations plus importantes : le paramètre de l'exposition ne jouerait pas de rôle aussi déterminant, mais la position sur la pente bien. En effet, dans le cas de figure où les précipitations sont plus fréquentes ou plus importantes, se positionner en début de pente permettrait de minimiser les dégâts dus au ruissellement (l'érosion est en grande partie expliquée par le ruissellement). Il s'agit de notre théorie et devra être vérifiée par l'analyse.

⁴⁷⁶ LANGOHR & SANDERS 1985, p. 23

⁴⁷⁷ LANGOHR & SANDERS 1985, p. 25

⁴⁷⁸ FECHNER & LANGOHR 1998, p. 138

⁴⁷⁹ FECHNER & LANGOHR 1998, p. 136

Le « seuil de signifiante »

Le dernier type de variable utilisé est la distance aux éléments d'hydrographie. Chez Gosselin, la distance à une source, un ruisseau ou une vallée sèche est prise en compte, alors que chez Destexhe, c'est la distance à la rivière et la différence de dénivelée entre le site et le cours d'eau qui est prise en compte. Les deux études indiquent que la proximité avec une rivière est un facteur important, importance relativisée par une remarque qu'on trouve chez Destexhe : alors qu'il observe que 65 % des sites laténiens sont situés à moins de 300 m d'une source d'eau, il concède que la densité du réseau hydrologique est telle que peu de zones du territoire hesbignon sont très éloignées d'une quelconque forme de source d'eau. En fait, nous pensons que certaines variables ont un « seuil de signifiante », c'est-à-dire un niveau de valeur suffisant pour qu'elles influencent réellement les stratégies d'implantation dans le paysage. Quelques remarques trouvées dans la littérature suggèrent que certains auteurs ont dans une certaine mesure compris cet état de fait : par exemple, dans une étude de Verhagen citée dans le chapitre 1 (celle qui visait à intégrer l'accessibilité comme un paramètre social à un modèle prédictif), on remarquait que les deux régions d'études les moins accidentées étaient celles pour lesquelles les *patterns* d'occupation du territoire apparaissaient le moins clairement. L'ajout de la donnée « accessibilité » n'avait que très peu modifié les résultats du modèle. Inversement, dans la région d'Argens-Maures, où le relief était le plus accidenté, les *patterns* d'occupation étaient plus clairs et montraient une préférence pour les terrains les moins accidentés⁴⁸⁰. Chez Gosselin, on retrouve dans les résultats de son analyse la remarque suivante : « Aucune altitude n'exclut l'implantation dans la mesure où elle n'implique jamais le franchissement d'un seuil agronomique »⁴⁸¹, impliquant que les différences d'altitude n'étaient pas suffisantes pour impacter clairement les choix d'implantation, et ce dans une perspective agronomique. Ces éléments nous ont menés à théoriser ce « seuil de signifiante », qui varie en fonction de toute une série de paramètres, qui découlent pour beaucoup de la nature de la variable et des moyens d'adaptation du peuple considéré aux difficultés entraînées par la nature du terrain. Pour établir le « seuil de signifiante » d'une variable, il nous faut donc une connaissance étendue des nécessités et capacités techniques du ou des peuple(s) considéré(s), pour ensuite réaliser une série de tests qui donnerait un standard pour les analyses prenant en compte telle ou telle variable. Malheureusement, cela demanderait beaucoup de moyens et de temps, deux choses dont nous ne disposons pas en quantité illimitée.

Nous pouvons cependant faire ce que nous sommes en train de faire : évaluer la plausibilité de l'influence de telle ou telle variable, toujours sur base de nos connaissances construites.

Toujours est-il que les trois études mentionnées ne peuvent pas s'affranchir de l'hypothèse de l'emplacement le plus favorable comme point de départ. Toute la question demeure de pouvoir prouver que les *patterns* observés sont bel et bien le résultat de logiques d'implantation cherchant à optimiser les paramètres environnementaux ; assurément, la certitude absolue n'existe pas, mais nous pouvons tout de même évaluer la plausibilité des interprétations proposées.

Par conséquent, nous considérons la deuxième partie de notre hypothèse comme vraie, mais pour les besoins de l'analyse. Nous devons prendre ce parti comme point de départ de la recherche.

L'étape suivante est celle des calculs et du commentaire des résultats, le chapitre 3. Nous y mettons ce que nous avons appris en application et tenterons de répondre à notre question de recherche.

⁴⁸⁰ VERHAGEN et al. 2013, p. 384

⁴⁸¹ GOSSELIN 1986, p. 198

Chapitre 3 : Méthodologie, calculs et résultats

Méthodologie

La récolte de données

Au second chapitre, un dépouillement des publications de Destexhe a été effectué, puis de toutes les publications de sites datant du Néolithique ancien à la fin de La Tène pour obtenir un corpus daté et décrit (en termes de structures, d'environnement, de géolocalisation et de circonstances de découvertes). Les publications concernant la province de Liège uniquement ont pu être ciblées grâce à la bibliographie des sites archéologiques disponible sur le site internet des Chroniques de l'Archéologie Wallonne reprenant toutes les publications jusqu'à 2016 et ce, par province.

La sélection des sites pris en compte dans l'analyse s'effectue selon les critères suivants : notre étude concerne **l'habitat**, et par conséquent les sites funéraires, religieux et militaires ont été écartés. Comme nous avons déjà pu le souligner auparavant, l'habitat sous roche suit une logique d'occupation différente de l'habitat de plein air, les abris sous roche étant moins courants, moins disponibles. Dans ce cas l'analyse serait biaisée, nous avons donc choisi de ne pas prendre les habitats en grotte en compte.

À l'issue du dépouillement, un tableur Excel a été produit, reprenant les informations suivantes : source bibliographique, localité, nom du site, datation, coordonnées Lambert, cadastre. Toutes ces informations n'ont pu être trouvées pour tous les sites, mais la phase de géoréférencement a permis de compléter les lacunes les plus importantes. Notons que certaines datations sont très générales, faute de pouvoir être plus précis.

Le géoréférencement des sites archéologiques

Pour pouvoir intégrer les sites sélectionnés à un SIG (en vue d'en tirer les valeurs pour chaque variable), il nous fallait enregistrer leur emplacement. Plusieurs types d'information spatiale permettent de replacer les sites sur une carte projetée. La plupart des publications décrivent les environs immédiats de la découverte, renseignant soit l'adresse, la proximité avec tel ou tel point de repère ou les directions par rapport à ceux-ci (ex : à 800 m au nord-est du village). Parfois les articles sont accompagnés de cartes qui donnent une image précise de l'emplacement du site dans le paysage (ex : cartes IGN).

Certaines publications renseignent les coordonnées géographiques des sites, exprimées dans le système Lambert 1972 (le système de projection géographique officiel en Belgique). Notons que les publications les plus anciennes (parmi lesquelles celles de Destexhe) ne donnaient pas les coordonnées, mais plutôt les parcelles cadastrales concernées par la fouille.

Il s'avère que certaines imprécisions se retrouvent dans ce type d'information. Pour le cadastre, c'est assez explicable, étant donné qu'il change au fil du temps, au gré des différentes opérations d'aménagement du territoire, des acquisitions ou des remboursements des parcelles. De plus, une erreur d'inattention peut toujours arriver lors de la rédaction du rapport. En ce qui concerne les coordonnées, vu qu'il s'agit de points résumant la position de sites qui peuvent faire parfois plusieurs hectares, les positions données peuvent être légèrement inexactes. Cependant, il s'est avéré lors de la projection des points donnés par le dépouillement que beaucoup des coordonnées relevées dans les publications étaient assez imprécises (une centaine de mètres de différence entre la parcelle cadastrale et le point donné) voire complètement fausses.

Cela nous a motivés à vérifier tous les points et parcelles cadastrales issus du dépouillement, en mettant à contribution tous les types d'information dont nous disposons. Il en résulte un tableau corrigé dont les positions sont exactes, avec une marge d'erreur de l'ordre de 10-50 m maximum. Pour la vérification, nous avons utilisé la cartographie en ligne de la Wallonie (WalOnMap, [<http://geoportail.wallonie.be/walonmap>]), qui intègre un outil de recherche par coordonnées et par parcelle cadastrale.

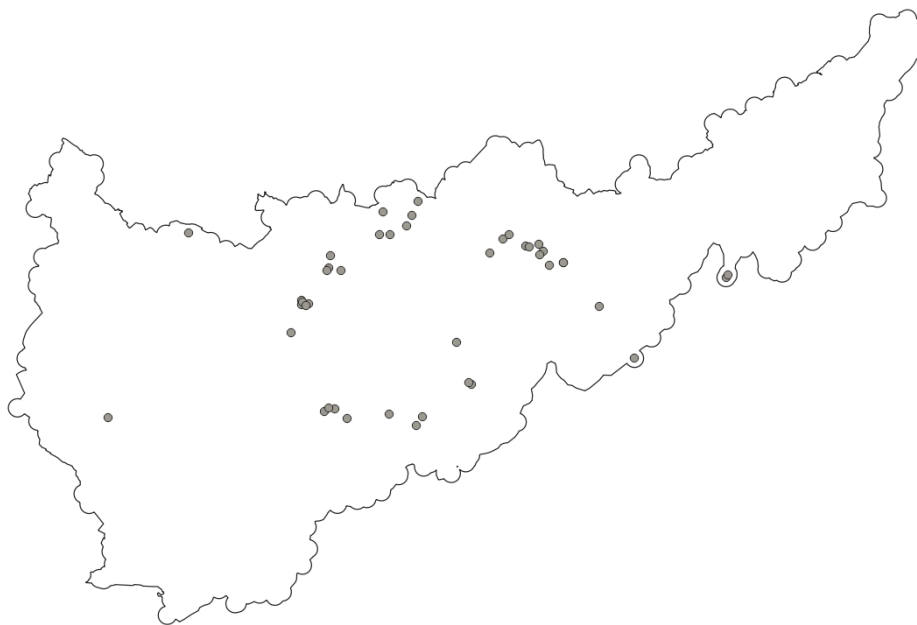


Fig. 2 : Emplacements des sites néolithiques, Hesbaye liégeoise. Carte construite sur base des données du CRAN (UCL)

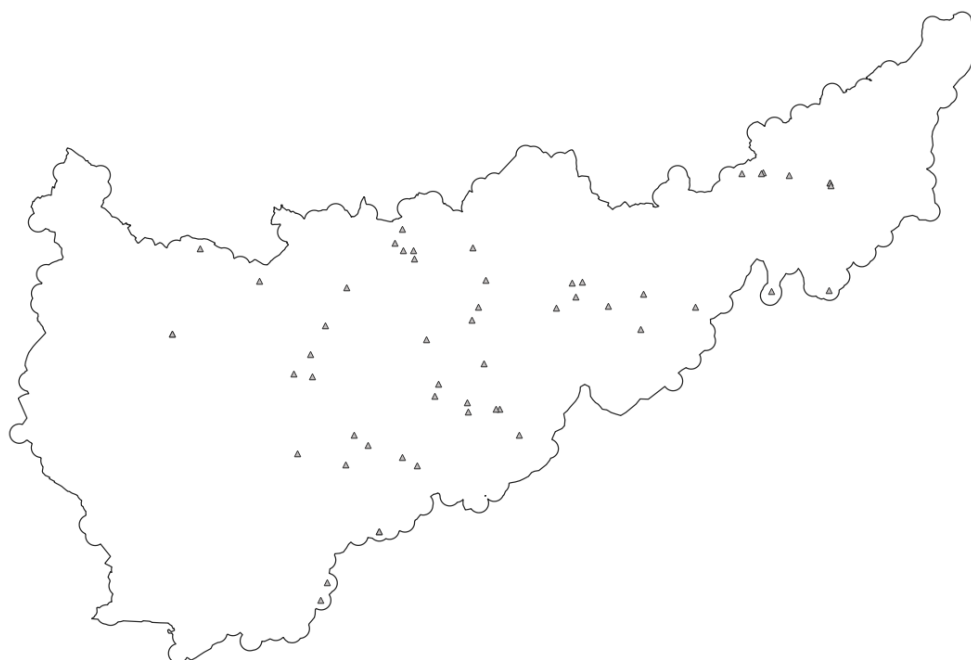


Fig. 3 : Emplacements des sites protohistoriques, Hesbaye liégeoise. Carte construite sur base des données du CRAN (UCL)

Critique des données

La base théorique de notre recherche implique que nous cherchons à modéliser l'occupation du territoire en nous basant des observations préalables (ici les sites archéologiques). Cette utilisation se doit d'être critiquée, car, contrairement à des observations de lois physiques, les observations archéologiques sont d'une part non reproductibles à l'infini, et d'autre part conditionnées par divers facteurs, rendant notre étude sensible aux biais d'échantillonnage. Comme nous avons pu le voir dans le chapitre 1, il aurait été nécessaire que nous évaluions la qualité de représentation de notre échantillon, mais nous manquons d'informations quant à l'intensité de la prospection dans notre zone d'étude.

Une partie des biais peuvent provenir du mode d'échantillonnage des observations. Dans notre cas, notre corpus repose en grande partie sur des sites découverts lors de fouilles préventives. Les travaux du TGV ont notamment joué un rôle certain dans la découverte de nombreux sites hesbignons, les prospections étant menées sur toute la longueur du tracé du TGV. D'autres ont été découverts lors de travaux soit publics soit privés (zones industrielles, maisons, etc.). Quelques sites ont été trouvés dans le cadre de prospections programmées (notamment dans les zones industrielles). Le rapport avec le terrain bâti est donc assez clair, et il faudra garder ce biais potentiel à l'esprit.

Un second facteur important reste l'érosion : comme le souligne Langohr dans l'article que nous avons déjà cité à la fin du chapitre 2, l'érosion est forte sur les hauteurs, et les alluvions épaisses couvrent les fonds de vallée : ces deux phénomènes ne favorisent pas la découverte de sites.

On peut également citer une règle générale, qui est d'avoir au moins un ratio de 10 à 15 observations positives par variable intégrée au modèle. Cette règle, qui semble s'être établie empiriquement, a pourtant été vérifiée par des études de simulation⁴⁸², qui démontreraient que ce barème était en vérité assez efficace. Dans notre cas, il faudra attendre l'identification du modèle final de chaque période pour évaluer la crédibilité de celui-ci. Sachant que nous avons respectivement 42 et 53 réponses positives pour les jeux de données 'Néolithique' et 'Protohistoire', le nombre de variables idéal devrait se situer entre 4 et 2 pour 'Néolithique' et 5 et 3 pour 'Protohistoire'.

Finalement, retenons que les jeux de données utilisés sont des agrégats de réponses positives correspondant à des sites datant de périodes parfois très éloignées dans le temps. Rappelons que cela avait été choisi ainsi pour notamment tester l'hypothèse selon laquelle des civilisations pratiquant une agriculture primitive allaient opérer des choix d'emplacement d'habitat liés à leur niveau technologique et donc différents d'emplacements choisis par des civilisations ayant une maîtrise plus poussée de l'agriculture. Cet élément a donc pu être un facteur d'erreur dans l'analyse.

Variables sélectionnées

Nous avons utilisé plusieurs modes de sélection. Nos lectures ont pointé du doigt la potentielle signifiante de certaines variables (à savoir le drainage du sol et le sous-sol). D'autres ont été choisies comme étant des facteurs potentiellement discriminants en usant le « bon sens », c'est-à-dire les variables qui nous semblent potentiellement liées à notre problématique. Elles ont été sélectionnées dans les variables utilisées dans les études que nous avons présentées, qui pour la plupart ont choisi ces variables de la même manière, selon le « bon sens ». Cela peut sembler risqué, mais ces variables seront testées selon la méthode de la régression univariée pour évaluer leur pertinence. On peut également se baser sur les résultats positifs obtenus par ces mêmes études pour nous guider dans

⁴⁸² BABYAK 2004, p. 415

notre choix (même s'il est clair que les cas envisagés par les articles cités et notre étude sont différents, cela reste une base pour commencer).

1) Celles sélectionnées sur base de lectures :

Drainage du sol, sous-sols calcaires, distance aux classes de sols bien drainés.

Les raisons du choix de ces variables ont déjà été développées dans les chapitres précédents, nous ne reviendrons donc pas sur leur choix. Retenons simplement que ces variables semblent liées à des sols favorables à une agriculture naissante.

2) Celles sélectionnées par « bons sens » :

Pente, élévation, et son écart avec l'élévation moyenne, aspect⁴⁸³, proximité avec l'eau.

On peut en effet supposer que des habitats prendront place sur des terrains peu inclinés, pour par exemple favoriser l'équilibre et la stabilité de la structure qu'on y plante. L'élévation (ou altitude) et surtout l'écart avec l'élévation moyenne nous donneraient une idée de la position du site dans les environs immédiats de celui-ci. Pour obtenir cette valeur, on calcule la moyenne de l'altitude dans un rayon de 500m autour du site (ce rayon, bien qu'arbitraire, permet de couvrir une distance d'un kilomètre, ce que nous jugeons suffisant. En outre, les variables relatives à la zone autour des sites ont toutes été mesurées dans cette emprise, afin de faciliter les mesures). Ensuite, on a soustrait cette valeur à l'élévation absolue ; par exemple, si la différence est positive, le site se trouve dans un endroit plus élevé que la moyenne dans un espace défini. La position relative du site par rapport à la moyenne nous permettrait de savoir si les sites sont implantés préférentiellement à des endroits des versants particuliers (on peut imaginer une préférence, toute hypothétique à ce stade de la recherche, pour les hauts de versants, pour par exemple avoir une bonne vue sur les environs, ou encore échapper au ruissellement, ou une autre raison). L'aspect est quant à lui une mesure de l'orientation du site. On peut sans difficulté supposer que les zones bien exposées au soleil auront été préférées, à la fois pour des raisons de survie et de succès des cultures. Finalement, la proximité avec l'eau est également un choix qui semble tomber sous le sens, l'eau étant une ressource nécessaire. Bien entendu, ce choix reste très critiquable, comme nous avons pu le voir dans le chapitre 1, et les résultats des analyses univariées nous montreront si cette variable est pertinente ou non.

3) Celles sélectionnées chez Lepot, Vallée et al :

Distance aux principales classes lithologiques, distance aux limites entre classes lithologiques.

Pour l'habitat, les résultats du meilleur modèle de Lepot, Vallée et al ont désigné les modalités de variables suivantes : Distance entre [grès + schiste] & [grès] (-) ; Lithologie calcaire (+) ; sols humides à très humides (+), distance entre [alluvions] & [grès / grès +schiste] (+).

Les analyses univariées avaient pointé les caractéristiques suivantes : un paysage ouvert ; des terrains plats, ainsi que les hauts de versants calcaires près de crête psammitiques / tiges.

Les résultats des analyses univariées semblent confirmer nos jugements a priori (de « bon sens », voir paragraphe précédent) sur la pente et l'élévation ; notons tout de même que l'étude de Lepot et confrères porte sur une période différente. Il ne pourrait y avoir aucune relation manifeste dans notre cas, mais cela constitue un bon point de départ. Il ne s'agirait pas de nier les similarités

⁴⁸³ C'est-à-dire l'orientation du point, exprimée en degrés. Le Nord correspond à 0, et les valeurs se distribuent en sens horloger. Donc 90° = E, 180° = S et ainsi de suite.

entre notre période d'étude et celle envisagée dans l'article. À ce titre, nous allons également intégrer les variables de distance aux classes pédologiques et lithologiques dans nos analyses univariées.

Acquisition des variables

Les valeurs des variables sélectionnées sont issues de fichiers de couches mis à disposition par le GRAAL (Groupe de Recherche en Archéologie et Anthropologie de Louvain) parmi lesquels on retrouve un modèle numérique de terrain, un raster contenant les données relatives à l'aspect, mais aussi une série de couches liées aux différentes limites (géographiques, politiques, naturelles ...) de la Wallonie, grâce auxquels nous avons pu construire la base de cette étude. Nous avons également eu accès à un fichier reprenant les principaux cours d'eau de Belgique (auquel manquent donc les rivières et ruisseaux de moindre importance), ainsi que deux *shapefiles* très importants qui détaillaient pour l'un les types de sols et dans certains cas la qualité du drainage, et pour l'autre la stratigraphie complète pour les différents polygones représentés. Ce dernier contenait un nombre très important de stratigraphies différentes, et il a été nécessaire de résumer l'information en des classes stratigraphiques moins précises afin de ne pas se retrouver avec des variables catégoriques aux modalités trop nombreuses (ce qui se serait révélé problématique plus tard dans l'analyse, comme le lecteur s'en rendra compte en suivant le processus de celle-ci). Pour ce qui est du *shapefile* reprenant les classes pédologiques principales, notons que d'une part certaines classes pédologiques ont leur qualité de drainage précisée, et d'autres non, ce qui pourrait faire défaut lors de l'interprétation des résultats de l'analyse statistique, et d'autre part qu'une des classes du *shapefile* est « Non connu », qui fera également défaut, car sa valeur interprétative est nulle. Cette modalité sera donc systématiquement omise dans les modèles, mais retenons qu'une partie des données n'a pas pu être prise en compte.

La plupart des données citées ici sont globalement assez faciles à obtenir. L'aspect et l'élévation sont des variables continues représentées dans un raster, dont chaque cellule vaut une valeur de cette variable. Exporter la valeur de celle-ci à un emplacement précis (dans ce cas nos points) se fait en un clic. Certaines variables demandent des séquences d'opérations plus longues : certaines, comme la pente, sont obtenues en exécutant des outils spécifiques. Le raster de pente est produit sur base de celui de l'élévation, *via* l'outil Slope. Quant à elles, les variables de distance sont acquises en exécutant l'outil Near intégré à ArcGIS qui calcule la distance la plus courte entre deux entités (ici : entre nos points et les *shapefiles*, ou polygones, des différents éléments de paysages qu'on veut prendre en compte).

Les variables les plus compliquées à obtenir sont celles qui mobilisent des statistiques de zones, comme l'écart entre l'élévation absolue et la moyenne locale, ou les classes lithologiques et pédologiques majoritaires au sein de la zone d'analyse du site. Pour l'écart entre les élévations, on réalise une statistique de zone dans un rayon de 500m autour des sites. L'outil *Zonal Statistics as a Table* fournit toute une série de statistiques basiques sur des données au format raster, comme la moyenne, le minimum, le maximum, la minorité et la majorité des valeurs, etc. Ici c'est la moyenne qui nous intéresse, que nous retrouvons dans la table qui est l'*output* de l'outil en question. Pour les classes lithologiques et pédologiques majoritaires, nous avons besoin au préalable de disposer des variables à mesurer sous format raster (en effet, l'outil fonctionne par calcul matriciel, étant donné qu'il compte le nombre de cellules ayant les différentes valeurs d'une variable pour en tirer ces statistiques. Ainsi, il nous faut 'rasteriser' nos *shapefiles* contenant nos variables catégoriques. À ce titre, une petite modification dans la base de données liée à ces *shapefiles* est nécessaire. Le calcul matriciel ne peut pas gérer les modalités d'une variable catégorique autre que celles chiffrées. Nous devons donc attribuer un chiffre à chaque classe litho ou pédologique. Nous pouvons ensuite produire un raster et

effectuer les statistiques nécessaires. Il nous reste à sélectionner la colonne « majorité » pour les deux variables.

Pour terminer et obtenir des ensembles de données qui soient manipulables avec le logiciel R, il nous faut opérer une série de modifications. Nous avons décidé de traiter la variable « Aspect » sous forme catégorique, c'est-à-dire que les valeurs prises par cette variable seront des modalités, des catégories. Ici nous avons choisi de créer huit catégories représentant les quatre orientations cardinales (nord, sud, est et ouest) ainsi que les orientations intermédiaires (nord-est, nord-ouest, sud-est, sud-ouest) qui seront plus faciles à interpréter que des valeurs en degrés. Outre ce travail de classification, il nous faut mettre en place les éléments discriminants de cette étude. Les observations positives sont donc séparées en deux jeux de données : le *data set* Néolithique et le *data set* Protohistoire. Finalement, on crée une variable « Site » dans les deux tableaux, une variable binaire (prenant les valeurs 0 = absence de site ou 1 = présence de site) qui sera l'objet du test statistique. Il ne nous reste qu'à exporter les deux fichiers dans un format supporté par R : .txt ou .csv (le premier utilise le caractère « espace » comme séparateur de colonnes, le second des virgules. Il est donc conseillé à quiconque voudrait utiliser cette méthode d'exclure ces caractères des données, et de préférer le point comme séparateur pour la décimale).

Calibrage des données

À ce stade du développement de notre analyse, il est nécessaire que nous évaluions les potentiels problèmes qui pourraient survenir au cours de la sélection du modèle final (qui pour rappel nous servira à estimer quels facteurs influent le plus sur la probabilité qu'un site archéologique soit présent). Cette étape est nécessaire, car un modèle comprenant toutes les variables de base (« saturated model » - *modèle saturé* ou « full model » - *modèle complet ou total*⁴⁸⁴) aura tendance à sous-estimer l'influence de certains facteurs, un effet d'autant plus prononcé si le nombre de variables à tester est important⁴⁸⁵. Pour que nos résultats soient un minimum probants et interprétables, il nous faut donc d'une part identifier les variables explicatives les plus influentes dans les probabilités, et d'autre part les rassembler dans un modèle logistique pour évaluer leur influence combinée.

Pour ce qui est du calibrage, il s'avère qu'une série de précautions sont à prendre avant de procéder à la sélection du modèle. En effet, un phénomène particulier est à prendre en compte lors de la construction de régressions en général (cela concerne tout type de régressions ou presque, comme nous le verrons) : il s'agit de la **colinéarité** (*collinearity* ou *multicollinearity* en anglais). Ce phénomène est présent dans beaucoup de jeux de données 'naturels' (c'est-à-dire non simulés pour des raisons expérimentales)⁴⁸⁶. Il s'agit d'une relation linéaire entre deux ou plus variables dont l'effet général est de distordre assez gravement les résultats des modèles de régression. Deux prédicteurs très colinéaires sont liés dans leurs données par une relation linéaire ; ils partageront une grande quantité d'information, et on dira dans le cas d'une colinéarité parfaite que les deux facteurs sont des fonctions linéaires l'un de l'autre.

Pour mieux comprendre quel est l'impact de ce phénomène, il convient que nous introduisions les valeurs données comme résultats par le modèle de régression logistique. Pour rappel, une régression logistique vise à évaluer la probabilité que la variable expliquée Y (ici la binaire « Site » représentant la présence ou non de site archéologique) vaille 1, en fonction de variables explicatives (continues ou catégoriques). En *output*, l'ordinateur va fournir trois informations capitales qui serviront à interpréter les résultats et déterminer l'impact de telle ou telle variable explicative sur les

⁴⁸⁴ SPERANDEI 2014, p. 14

⁴⁸⁵ SPERANDEI 2014, p. 16

⁴⁸⁶ DORMANN et al. 2013, p. 28

probabilités d'occurrence de site archéologique (donc que $Y=1$). Les *outputs* classiques de R se présentent sous cette forme :

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.93847	0.21773	-13.496	<2e-16
Pente	-0.06987	0.05992	-1.166	0.244

Commençons par définir les paramètres « Estimate » et « Pr(>|z|) », qui sont ceux qui nous intéressent le plus. « Estimate » est le logarithme naturel (ln) des chances moyennes pour que $Y=1$. Par exemple, la valeur « Estimate » de (Intercept) est de -2.93847, qui, si on l'élève à l'exposant naturel (grâce à la fonction $\exp(-2.93847)$, soit le nombre $\sim 2,71828$ exposant cette valeur) nous donne une chance moyenne (*mean odds*) de 0.05294 environ. La probabilité est calculée en divisant la chance par 1 + la chance. Il est nécessaire de distinguer la chance et la probabilité : cette dernière est le ratio entre le nombre d'événements favorable à une conclusion (ici, $Y=1$ ou la présence de site) sur le nombre total d'événements. Elle est exprimée par une valeur située entre 0 et 1. La chance est un facteur, un ratio, une échelle de grandeur entre deux probabilités. Elle peut donc théoriquement valoir entre 0 et l'infini⁴⁸⁷. Le paramètre « Estimate » est donc le logarithme népérien d'une chance. Dans notre cas, la probabilité est de 0.05294 divisé par 1.05294, soit environ 0.05027.

Ici la ligne « Intercept » désigne les coefficients calculés pour le groupe de référence. Dans les *outputs* de R, le paramètre « Estimate » est exprimé en prenant comme base un groupe de référence dont la nature diffère selon celle de la variable testée. Dans le cas d'une variable catégorique, le coefficient de l'intercept désigne les chances pour la modalité de référence (par exemple, pour une variable décrivant la couleur des yeux, l'intercept pourrait désigner le groupe ayant les yeux bleus) et les lignes suivantes expriment les chances relatives des autres modalités par rapport au groupe de référence. Dans notre exemple, si la colonne « Estimate » du groupe de référence « yeux bleus » vaut x , et la valeur indiquée dans la colonne « Estimate » de la modalité « yeux verts » est y , alors la chance moyenne pour la modalité « yeux verts » sera de $\exp(x + y)$, et la probabilité pour cette modalité s'exprimera sous cette forme :

$$\exp(x + y) \div (1 + \exp(x + y))$$

Dans le tableau produit un peu plus haut, la pente est une variable continue. Cela entraîne des processus d'interprétation différents. Dans le cas d'une variable continue, le groupe de référence est défini selon la valeur initiale, ici 0. Pour chaque augmentation d'une unité dans la variable explicative, il faut multiplier les chances initiales (données par la fonction exponentielle du « Estimate » de l'intercept) par la chance moyenne donnée pour la variable « Pente »⁴⁸⁸. Ici, les chances moyennes sont de 0.93251, et ainsi, si on veut connaître les chances pour une pente de 5%, on multiplie la valeur *estimate* par la valeur de la variable qu'on veut tester. Dans ce cas, la formule pour trouver la probabilité serait la suivante :

$$\exp(-2.93847 + (5 \times -0.06987)) \div (1 + (-2.93847 + (5 \times -0.06987)))$$

Soit environ 0,035991.

⁴⁸⁷ SPERANDEI 2014, p. 14

⁴⁸⁸ SPERANDEI 2014, p. 15

Intéressons-nous maintenant au paramètre « $\Pr(>|z|)$ ». Son autre nom est la « p-value », et désigne la probabilité de la *Null hypothesis*, c'est-à-dire l'hypothèse que le facteur testé n'ait pas d'influence sur les probabilités que $Y=1$ ou pas. Concrètement, il nous permet d'estimer la pertinence de la mesure de chance et de probabilité calculées pour les différents facteurs. Étant donné que la « p-value » désigne une probabilité, on peut également l'exprimer en %. Dans l'exemple du tableau ci-dessus, on remarque que la « p-value » de la variable « Pente » = 0.244, ce qui signifie que la variable « Pente » a 24,4% de chance de ne pas être significative statistiquement. Notre but étant de sélectionner les variables les plus significatives, nous allons nous baser sur ce paramètre pour choisir les plus pertinentes dans l'interprétation du modèle final. De manière générale, dans la littérature consacrée aux statistiques, le seuil discriminant est établi à $p\text{-value} \leq 0.05$, ce qui correspond à 5 % de chances que le facteur n'ait pas d'influence sur l'explication de Y .

Finalement, il convient de préciser ce que désigne l'*intercept*, qu'on retrouve dans la première ligne du tableau produit plus haut sous la mention (**intercept**). L'*intercept* est l'hypothèse où tous les facteurs testés sont à leur base de référence. Pour les variables continues, cette base est par défaut zéro ; pour les variables catégoriques, c'est la modalité la plus répandue. Ainsi, les lignes suivant celle de l'*intercept* expriment les changements dans les probabilités apportés par les facteurs en question.

La précision de ces paramètres est donc primordiale, car ils nous servent d'une part à évaluer quels facteurs ont un impact fort sur les probabilités que $Y=1$, et d'autre part à estimer si cette mesure est digne de confiance.

Revenons à la colinéarité. Elle a pour effet d'introduire de la variance dans les erreurs standard des *parameter estimates*, impactant par conséquent toutes les statistiques inhérentes, par exemple la *p-value*, un facteur décisif, comme nous l'avons vu. Si le modèle est significatif globalement, mais que les paramètres pris un à un ne le sont pas (en se basant sur la *p-value*), alors il y a de très grandes chances que les prédicteurs soient affectés par le phénomène⁴⁸⁹.

Un autre problème notable est qu'il devient impossible de distinguer les influences individuelles de deux facteurs affectés par ce phénomène⁴⁹⁰. De petits changements dans les données entraînent des variations très importantes dans les résultats (avec parfois des changements de signes), ce qui rend le modèle très instable. Ce problème est en fait globalement insoluble, car il est impossible d'effacer complètement ses effets dans les résultats finaux⁴⁹¹. Cependant, il existe des méthodes pour minimiser son influence, comme nous aurons l'occasion de le voir.

La colinéarité peut être une conséquence directe du mode de production ou d'acquisition des données : par exemple, lorsqu'une variable est construite sur base d'une première (par exemple l'âge et la date de naissance), ou encore lorsqu'on utilise des variables compositionnelles (qualifiant la part d'un tout valant 100% : logiquement, si telle catégorie occupe 50%, la ou les autres catégories occuperont les autres 50%, créant ainsi une relation linéaire). Une erreur classique qui cause ce type de problème survient lors de la création de n variables binaires à partir de variables catégoriques à n niveaux (donc toutes les modalités d'une variable catégorique deviennent une variable binaire valant 0 ou 1). La solution est de créer $n-1$ variables binaires, en supprimant l'une des modalités (elle est alors sous-entendue).

⁴⁸⁹ SARKAR, MIDI & RANA 2010, p. 258

⁴⁹⁰ DORMANN et al. 2013, p. 28

⁴⁹¹ DORMANN et al. 2013, p. 44

Dans les données écologiques en particulier, il est intrinsèquement normal qu'il existe une certaine forme de colinéarité entre prédicteurs, surtout ceux décrivant des réalités spatiales ou temporelles.

Il y a donc de très fortes chances que nos données soient affectées (à un certain degré) par la colinéarité : par exemple, toute une série de facteurs quantifie la distance entre le point mesuré et telle ou telle classe pédologique. Une autre décrit la classe pédologique majoritaire dans un rayon de 500m autour du point sur lequel porte la mesure. Logiquement, il y aura relation linéaire entre ces deux types de variables pour chaque classe pédologique donnée. Notons également que les catégories de variables « Pédologie » et « Lithologie » reprennent toutes les deux la modalité « Alluvions ». On peut s'attendre avec certitude qu'une relation linéaire plus ou moins intense existera entre les deux variables. Finalement, il convient de souligner le fait que la colinéarité survient également très souvent lorsqu'on utilise des variables binaires comme prédicteurs avec des variables continues⁴⁹². Nous ferons usage de telles variables au cours de notre analyse et cet élément est donc à garder en tête.

Diagnostiquer la colinéarité

Quels sont les signes indicateurs ? Comment savoir quelles variables prédictives sont affectées ? Plusieurs indices permettent de le découvrir. Un des plus évidents devient apparent lorsqu'on exécute un *full model* dans une optique exploratrice : on trouve en *output* des valeurs soit invraisemblables soit carrément impossibles à calculer. Des erreurs standards très hautes par rapport aux coefficients, ou l'incapacité à calculer les *parameter estimates* sont des cas courants quand il y a colinéarité.

Si le modèle général est significatif (c'est-à-dire que les prédictions du modèle ont beaucoup de chance d'être exactes), mais qu'aucun des facteurs testés ne l'est, il y a de très fortes chances que ce soit dû à la colinéarité. Comme nous l'avons déjà évoqué, des changements importants dans les résultats lorsqu'on enlève ou ajoute un prédicteur à l'analyse sont aussi la marque de ce phénomène.

Pour identifier plus précisément les variables affectées, plusieurs méthodes analytiques existent. La première que nous allons évoquer est l'analyse des corrélations par paires de variables (*pairwise correlations*). La corrélation entre variables est un indicateur facile à mettre en place et à interpréter, bien que pas infaillible. Les variables fortement corrélées entre elles ont beaucoup de chance d'être affectées par la colinéarité, mais des facteurs colinéaires ne sont pas forcément corrélés à d'autres variables⁴⁹³. Cette analyse sera effectuée pour nous donner une idée préalable des potentielles variables à problème dans notre set de facteurs.

Pour avoir une évaluation plus efficace du phénomène, les chercheurs se reposent en général sur les tests de tolérance et de VIF (*Variance Inflation Factor*). Ces deux indices se basent sur les indices de corrélation et se placent donc en suite logique du premier test susmentionné. La tolérance est définie par la formule suivante :

$$1 - R^2$$

Avec R^2 étant l'indice de corrélation général d'une variable. Le VIF est l'inverse de la tolérance, soit

$$\frac{1}{1 - R^2}$$

⁴⁹² DORMANN et al. 2013, p. 42

⁴⁹³ DORMANN et al. 2013, p. 30

Une tolérance < 0.1 et un VIF > 10 indiquent en général que la variable est affectée par la colinéarité. Nous consacrerons une section au VIF afin d'en expliquer le fonctionnement et l'interprétation.

Il s'avère qu'à cause de la nature particulière de nos données, peu de méthodes efficaces nous sont disponibles pour diagnostiquer avec précision les effets de la colinéarité. Cependant, une solution peut être trouvée à partir des outils statistiques développés pour le logiciel R. Un article intéressant peut nous aiguiller en ce sens : il s'agit de celui sur lequel nous nous reposons dans ce chapitre pour définir le problème de colinéarité : *Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance* par Dormann et al. (2013) paru dans le périodique en ligne *Ecography* (disponible à l'adresse suivante : [<https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.07348.x>]).

Cet article revient sur les différentes manières de détecter et surtout résoudre les soucis causés par la colinéarité, en testant les 23 plus courantes sur 4000 jeux de données dans lesquels la colinéarité affecte plus ou moins fortement les facteurs considérés. Les chercheurs ont envisagé diverses approches, entre les régressions particulièrement conçues pour ce cas de figure, des transformations de variables en des vecteurs décorrélés (*via* par exemple des modèles recourant à la PCA, *Principal Component Analysis* – Analyse en Composantes Principales, ou encore des modèles introduisant des variables latentes). Les auteurs divisent les méthodes en quatre groupes principaux, sur base du principe sous-tendant leur utilisation. Deux de ces types de méthodes visent à éliminer ou réduire la colinéarité avant de procéder à l'analyse de régression, quand les deux autres types consistent en des modèles gérant par eux-mêmes ce problème. Dans les solutions préalables, nous retrouvons celles qui visent à identifier et utiliser les groupes de variables intercorrélées (appelés ici « clusters ») en utilisant des méthodes déviées de la PCA. Malheureusement pour nous, la PCA ne peut gérer que les variables continues, et n'est d'aucun secours pour les variables catégoriques. Pour ce qui est des méthodes ne passant pas par une identification de *clusters* de variables, l'une d'entre elles préconise de supprimer les facteurs dont l'indice de corrélation reste sous un certain seuil (les chercheurs ont essayé avec 0.4 et 0.7), une pratique qui relève plus de la règle générale que d'une réelle règle théorisée⁴⁹⁴. Les deux familles de méthodes restantes (les modèles utilisant des variables latentes et les modèles de tolérance) seraient intéressantes à développer ici, mais nous manquons de place et d'expertise pour cet exercice. En outre, nous devons nous en tenir au modèle logistique sélectionné, car il intègre les corrections nécessaires à notre situation où les observations positives sont rares (la *Rare Events Logistic Regression* que nous ne présentons plus).

L'article de Dormann et ses collègues avait pour objectif de comparer l'efficacité des différentes méthodes dans des contextes variés. Pour observer efficacement l'impact à la fois de la colinéarité et des méthodes correctrices, des *data sets* aux modalités différentes ont été créés. Ils étaient caractérisés par 21 variables, répartis en 4 *clusters* de 5 variables au sein desquels des relations de colinéarité ont été conçues pour que leur intensité varie en fonction des *data sets*. Le 21^e facteur a été pensé comme étant décorrélé des 20 autres, prenant ainsi le rôle de variable de contrôle. Le lien avec la variable réponse (Y) a également été décliné sous plusieurs formes dans différents jeux de données pour tester le plus de cas différents possibles. Finalement, ils ont conçu une méthode d'investigation pour évaluer le comportement des corrections face à une évolution des relations colinéaires. En effet, dans l'exercice de la régression (qu'elle soit linéaire ou autre), il existe une pratique courante et nécessaire qui consiste en deux étapes : le *model fitting* qui s'exerce sur un jeu de données nommé *train*, puis le test du modèle sur base d'un jeu de données nommé *test*, dont le but est d'évaluer si de fortes disparités se remarquent entre les deux ensembles de résultats.

⁴⁹⁴ DORMANN et al. 2013, p. 33

Globalement, cela sert à détecter des phénomènes de distorsion comme ceux engendrés par la colinéarité. Les chercheurs ont donc mené une série de *model testing* avec des jeux de données *test* dont la colinéarité était soit **plus ou moins** intense que celui ayant servi au *model fitting*, ou encore avec des *test* à la colinéarité **égale** ou **subissant des changements non linéaires** (cette étape est intéressante pour les modèles prédictifs en écologie, car il apparaît que la colinéarité peut varier fortement selon les jeux de données, à cause d'effets spatio-temporels, notamment dans les études portant sur de longues périodes de temps ou sur des zones aux données subissant de fortes variations au fil du temps et de l'espace⁴⁹⁵).

Pour évaluer la qualité des différents modèles mis en place, les chercheurs ont utilisé le RMSE (*Root Mean Square Error* ou *Deviation*), une mesure assez classique dans la pratique des modèles de régression servant à évaluer les différences entre les prédictions d'un modèle et les observations sur lesquelles elles sont construites, donnant un aperçu de la qualité du modèle (logiquement si les différences entre les deux sont trop importantes, la capacité prédictive du modèle est pauvre). Les RMSE des différents modèles de l'étude ont donc été calculés et placés sur des graphes prenant comme référent absolu un modèle spécifique (dans le but d'avoir une base de comparaison pour tous les exemples).

Les résultats sont assez intéressants. Dans les cas où la colinéarité est plutôt modérée, la plupart des méthodes testées s'en sortent correctement. À l'inverse, dans les cas où le phénomène est plus prononcé, les modèles testés avec des *data sets* dont l'intensité de la colinéarité a été manipulée, les résultats des analyses étaient parmi les pires. Pour ce qui est des méthodes basées sur le *clustering*, une des plus efficaces et des plus simples consiste en choisir la variable du *cluster* qui a le meilleur coefficient dans une analyse univariée (nous y reviendrons plus tard).

De manière surprenante, la règle utilisant les seuils de corrélations a donné de très bons résultats, et les méthodes produites spécifiquement pour faire face à la colinéarité n'ont pas spécialement fait mieux⁴⁹⁶.

Après la lecture de cet article, nous avons une idée plus précise de la manière de détecter et gérer les problèmes causés par la colinéarité. Deux méthodes semblent intéressantes à mettre en pratique. Dans un premier temps, nous pourrions produire les valeurs VIF pour les différentes variables dans les différents jeux de données et voir si exclure les variables trop affectées résoudrait le problème. Deuxièmement, la méthode écartant les facteurs dont les corrélations intervariables atteignent un certain seuil d'intensité est digne d'être testée si l'on en croit l'article de Dormann et al.

Malheureusement, les méthodes passant par les *clusters* sont inapplicables à nos variables catégoriques, et les modèles de régression corrigés ne prennent pas en compte la pauvreté en observations positives de nos jeux de données.

Dans les sections suivantes, nous discutons des différentes manières de définir un ensemble de variables initial duquel seront sélectionnées les variables utilisées dans le modèle final. Notre volonté est d'aborder le plus d'approches possible pour évaluer leur efficacité et augmenter les chances que notre tentative de sélection de modèle soit couronnée de succès.

VIF

Notre premier objectif est donc de calculer le VIF de chaque facteur des deux jeux de données. Comme nous l'avons présenté, le VIF est un indice qui donne une idée de la colinéarité qui affecte les

⁴⁹⁵ DORMANN et al. 2013, p. 36

⁴⁹⁶ DORMANN et al. 2013, p. 43

différentes variables. Il s'agit de l'inverse de la tolérance, elle-même calculée en soustrayant le coefficient de corrélation général (noté R) élevé au carré (R^2) de 1. Donc $1-R^2$ = tolérance, $1/(1-R^2)$ = VIF, (et notons que R^2 est appelé coefficient de détermination).

Il existe naturellement des outils dans le logiciel R pour calculer toutes ces valeurs, notamment la fonction `vif()` intégrée au *package*, car. Pour les régressions logistiques, la fonction n'est pas tout à fait adaptée, et certains chercheurs recommandent de l'exécuter sur un modèle linéaire où la variable binaire du modèle logistique original est la variable réponse (le diagnostic de colinéarité ne repose que sur les facteurs indépendants, donc le choix de la variable dépendante (ou « réponse ») n'est pas important dans ce cas précis⁴⁹⁷.

Notons que la valeur R sur laquelle repose l'indice du VIF n'est pas tout à fait adaptée à la nature de nos données. En effet, le calcul de R repose sur la matrice de corrélation du jeu de données produite *via* le test de corrélation de Pearson. Il existe en effet plusieurs moyens de tester la corrélation, le test en question étant le plus courant. Il est adapté aux variables suivant une distribution normale, ce qui n'est pas le cas pour nos jeux de données. Son utilisation peut donc mener à une mésestimation des indices de corrélation, ce qui impacte ultimement le test du VIF.

Pour tester la normalité de la distribution de nos données, nous pouvons utiliser le test de Shapiro-Wilk (grâce à la fonction `shapiro.test()`). En *output*, l'ordinateur nous donne une *p-value* qui qualifie l'hypothèse selon laquelle les données suivent une distribution normale. Ainsi, si la *p-value* d'un facteur se trouve sous le seuil de 0.05, alors on peut supposer que l'hypothèse de normalité est trop improbable pour la prendre en compte.

Voici le tableau des tests de normalités pour nos deux jeux de données.

Variable	Normalité : Néolithique	Normalité : Protohistoire
Alluvions	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Argile	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Calcaire	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Dolomies	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Grès	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Sable_Silex	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Schiste	< 2.2e-16	< 2.2e-16
E	< 2.2e-16	< 2.2e-16
N	< 2.2e-16	< 2.2e-16
NE	< 2.2e-16	< 2.2e-16
NO	< 2.2e-16	< 2.2e-16
O	< 2.2e-16	< 2.2e-16

⁴⁹⁷ SARKAR, MIDI & RANA 2010, p. 258

S	< 2.2e-16	< 2.2e-16
SE	< 2.2e-16	< 2.2e-16
SO	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Alluvions.1	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Limoneux_humide	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Limoneux_modérément_humide	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Limoneux_sec	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Limono_caillouteux_avec_gravier	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Limono_caillouteux_avec_schiste	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Limono_caillouteux_avec_schiste_grès	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Limono_caillouteux_de_craie_calcaire_ou_schiste_calcaire	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Limono_sableux_association_sèche	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Limono_sableux_humide	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Pentes_fortes	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Pente	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Altitude_absolue	0.000151	0.0001295
Distance_hydro	< 2.2e-16	< 2.2e-16
NEAR_Alluvions	< 2.2e-16	< 2.2e-16
NEAR_Argile	< 2.2e-16	< 2.2e-16
NEAR_Grès	6.08E-16	< 2.2e-16
NEAR_Sable_silex	< 2.2e-16	< 2.2e-16
NEAR_Schiste	< 2.2e-16	< 2.2e-16
NEAR_Calcaire	< 2.2e-16	< 2.2e-16
NEAR_L_C_schiste_grès	< 2.2e-16	< 2.2e-16
NEAR_L_C_gravier	< 2.2e-16	< 2.2e-16
NEAR_craie_calc_schiste_calc	< 2.2e-16	< 2.2e-16
NEAR_L_C_schiste	< 2.2e-16	< 2.2e-16
NEAR_alluvions	< 2.2e-16	< 2.2e-16
NEAR_limon_sabl_humide	< 2.2e-16	< 2.2e-16

NEAR_limon_mod_humide	< 2.2e-16	< 2.2e-16
NEAR_limoneux_sec	< 2.2e-16	< 2.2e-16
NEAR_limo_sabl_sec	3.88E-13	1.41E-12
NEAR_limon_humide	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Écart_Altitude.1	< 2.2e-16	< 2.2e-16

Table 1 : Résultats du test de Shapiro-Wilk pour nos deux jeux de données.

Il est clair qu'aucun de nos prédicteurs ne suit telle distribution. Par conséquent, il faudra nous attendre à ce que le test du VIF soit imprécis dans une certaine mesure.

Pour rappel, l'article de 2010 précédemment cité préconisait d'utiliser un modèle linéaire comme *input* pour le calcul du VIF. Voici les résultats obtenus à partir d'un modèle linéaire.

Variable	Néolithique	Protohistoire
Alluvions	1.81617764	1.92660034
Argile	4.86038516	4.85057388
Calcaire	12.9922569	13.0766381
Dolomies	1.31641745	1.31437707
Grès	3.7307018	3.91336525
Sable_Silex	13.2005783	13.2109876
E	1.67690277	1.6398305
N	2.18590943	2.19939517
NE	1.92582549	1.9330102
NO	1.94835311	1.94090477
O	1.62699762	1.637422
S	2.07825165	2.07811153
SE	1.76825617	1.78404794
Alluvions.1	3.52312677	3.50954377
Limoneux_humide	2.65134468	2.64423433
Limoneux_modérément_humide	5.20274517	5.26491842
Limoneux_sec	14.0590469	14.1836256
Limono_caillouteux_avec_gravier	2.63304918	2.69318311
Limono_caillouteux_avec_schiste	2.16017042	2.22217938
Limono_caillouteux_avec_schiste_grès	2.23715197	2.22663831
Limono_caillouteux_de_craie_calcaire_ou_schiste_calcaire	4.01113791	4.11661605
Limono_sableux_association_sèche	1.09952481	1.09911883
Limono_sableux_humide	2.17100507	2.16414594
Pentes_fortes	1.3803818	1.37868613
Pente	1.47400374	1.4625112
Altitude_absolue_abs	8.96666566	8.72962099
Distance_hydro	2.26486742	2.25718033
NEAR_Alluvions	4.41094453	4.26741238
NEAR_Argile	3.49757821	3.55637491
NEAR_Grès	37.9422416	37.9506458
NEAR_Sable_silex	3.16193951	3.16831384

NEAR_Schiste	82.3834923	82.5459096
NEAR_Calcaire	2.81963112	2.81332501
NEAR_L_C_schiste_grès	150.220692	154.242459
NEAR_L_C_gravier	28.77617	28.38572
NEAR_craie_calc_schiste_calc	5.56407652	5.62839771
NEAR_L_C_schiste	111.394975	114.80417
NEAR_alluvions	8.30858268	8.2898013
NEAR_limon_sabl_humide	10.1094185	9.95509779
NEAR_limon_mod_humide	15.1798661	14.8112411
NEAR_limoneux_sec	5.79255822	5.78424733
NEAR_limo_sabl_sec	18.501937	18.0542766
NEAR_limon_humide	97.8978267	99.850215
Écart_Altitude	1.72557408	1.70104086

Table 2 : Valeurs VIF des deux jeux de données sur base de modèles linéaires.

Quel seuil de tolérance utiliser pour sélectionner les facteurs trop impactés par la colinéarité ? La règle générale place à 5 le seuil à partir duquel il est convenu de s'inquiéter et à 10 celui pour lequel il ne faut plus avoir de soupçon vis-à-vis de la colinéarité affectant une variable. Cependant, il semblerait que les modèles de régression logistique soient parmi les plus sensibles, et l'article de Sarkar et al préconise d'être attentif aux variables dont l'indice VIF dépasse 2.5 (les facteurs répondant à cette exigence ont été mis en **gras** dans le tableau précédent)⁴⁹⁸.

On remarque que les prédicteurs éligibles à l'analyse sont les mêmes pour les deux jeux de données, ce qui n'est pas si surprenant finalement, étant donné que la mesure du VIF ne se base pas sur la réponse des variables indépendantes sur la variable dépendante, mais sur les relations interprédicteurs.

Tester les corrélations

Un autre moyen de présélectionner des variables intéressantes consiste en l'examen des corrélations interprédicteurs par paires. Dans cette section, nous explorons cette méthode et produisons un ensemble de variables intéressantes à considérer comme base pour la sélection de nos modèles finaux.

Dans le but de préparer le terrain pour la sélection du modèle final, nous devons donc tester les potentielles corrélations entre variables, pour éventuellement rejeter celles trop intercorrélées. En effet, des variables fortement intercorrélées sont un marqueur de colinéarité, et sont donc à supprimer du modèle pour éviter toute déformation (comme nous avons pu le voir). Cependant, les corrélations par paires sont un marqueur imparfait pour détecter la colinéarité, une certaine prudence est donc de mise.

Ces tests sont donc une alternative intéressante pour parvenir à un calibrage décent de notre matériel statistique. Dans notre cas, sachant que certaines variables donnent la distance à certaines classes lithologiques et d'autres la classe lithologique dominante dans une aire autour de l'individu, il semble évident qu'une série de corrélations inhérentes à la manière dont les données ont été produites survienne. En outre, il est habituel que l'usage de facteurs catégoriques entraîne des effets de colinéarité, souvent avec des facteurs continus⁴⁹⁹.

⁴⁹⁸ SARKAR, MIDI & RANA 2010, p. 259

⁴⁹⁹ DORMANN et al 2013, p. 42

Le *package* Hmisc prévu pour le logiciel R intègre plusieurs méthodes adaptées à différents types de variables et données. Il intègre notamment les tests de Pearson (que nous avons déjà évoqué, et qui s'était révélé inadapté), de Spearman et de Kendall. Le test de Spearman est conseillé pour les variables non paramétriques ne suivant pas de distribution normale. Cette 'normalité' a déjà été testée pour toutes les variables et aucune d'entre elles ne suit cette distribution, ce qui signifie que le test de Spearman est en effet le plus adapté dans notre cas. S'il s'avère que des variables sont corrélées, nous les listerons dans un tableau dans le but de supprimer celles pouvant potentiellement entraîner une déformation trop importante.

L'outil nous donne deux informations intéressantes en *output*, qui nous aideront à déterminer si la corrélation est significative ou non. La première est la *p-value*, l'indice représentant la probabilité de l'hypothèse nulle, soit que la corrélation entre les deux variables n'est pas significative du point de vue statistique. Le deuxième paramètre, le **rho**, donne la mesure de l'ampleur de la corrélation si elle est effective. Cette valeur peut se situer entre -1 (forte corrélation négative) et 1 (forte corrélation positive), en passant par 0 (corrélation non significative).

Voici un exemple du type d'*output* donné par R en testant les variables « Pente » et « Distance à l'eau » :

```
data: Neol$Pente and Neol$Distance_hydro
```

```
S = 213560320, p-value = 2.799e-05
```

```
sample estimates:
```

```
rho
```

```
-0.1293259
```

On constate que la *p-value* est sous le seuil de validité, ce qui laisse penser que la corrélation est réelle, mais la valeur **rho** est assez faible : les variables sont donc corrélées, mais celle-ci n'est pas très forte, car l'indice rho s'écarte assez peu de 0 (valeur pour laquelle la corrélation est nulle). Ce jugement sur la valeur de la corrélation reste arbitraire cependant, basé sur une appréciation personnelle. En effet, en fonction du contexte, cette valeur peut être ou non relativement importante, selon la tolérance que le modèle utilisé a pour les corrélations. Dans notre cas, nous allons suivre une règle générale préconisant de ne pas s'inquiéter pour des corrélations dont le rho ne dépasse pas 0.5 en valeur absolue.

Ces valeurs ont été produites pour toutes les paires de variables possibles (en incluant les modalités binarisées lors de l'étape précédente), en utilisant un outil adapté à de multiples tests de corrélation (l'outil [rcorr] en utilisant l'argument [as.matrix]) sur plusieurs variables différentes. Cet outil permet de donner les valeurs de rho et les *p-values*, nous permettant de déterminer les corrélations les plus marquantes : en jetant un coup d'œil rapide au tableau des *p-values*, on s'aperçoit que beaucoup d'entre elles sont sous le seuil de 0.05. Dès lors, il nous faut un moyen de choisir les corrélations les plus importantes afin d'éviter des déformations trop fortes dans le modèle. Le moyen consistant en la sélection des corrélations dont l'intensité atteint un certain seuil avait été pointé dans la section précédente comme le plus intéressant dans notre cas. Comme nous avons déjà pu le dire plus haut, aucun barème absolu n'existe, étant donné que les tests de corrélations sont utilisés dans plusieurs situations différentes, mais dans la plupart des articles traitant du sujet, les corrélations sont considérées comme modérément pertinentes dès 0.5. Dans l'article de Dormann et al, les seuils de 0.4 et 0.7 avaient été testés, et avaient donné des modèles dont la performance était tout à fait respectable. Nous avons donc fait le choix de prendre cette dernière valeur comme un des seuils au-

dessus duquel nous considérons les corrélations entre variables comme suffisamment fortes pour impacter la qualité du modèle.

Variable 1	Variable 2	Rho
Calcaire	Sable_Silex	-0.69503632
Calcaire	NEAR_Sable_silex	0.54483429
Calcaire	NEAR_Calcaire	-0.8504848
Sable_Silex	NEAR_Sable_silex	-0.81568575
Sable_Silex	NEAR_Calcaire	0.62270748
Limoneux_sec	NEAR_limoneux_sec	-0.92748055
Distance_hydro	NEAR_Alluvions (litho)	0.60292796
NEAR_Alluvions (litho)	NEAR_alluvions (pedo)	0.62618509
NEAR_Grès	NEAR_Sable_silex	-0.50520011
NEAR_Grès	NEAR_L_C_gravier	0.91617833
NEAR_Sable_silex	NEAR_Calcaire	-0.53424625
NEAR_Schiste	NEAR_L_C_schiste_grès	0.93892185
NEAR_Schiste	NEAR_L_C_schiste	0.90035665
NEAR_Schiste	NEAR_limon_sabl_humide	0.76338491
NEAR_Schiste	NEAR_limon_mod_humide	0.76800864
NEAR_Schiste	NEAR_limon_humide	0.87323174
NEAR_L_C_schiste_grès	NEAR_L_C_schiste	0.92356048
NEAR_L_C_schiste_grès	NEAR_limon_sabl_humide	0.80398442
NEAR_L_C_schiste_grès	NEAR_limon_mod_humide	0.69959235
NEAR_L_C_schiste_grès	NEAR_limon_humide	0.87100091
NEAR_craie_calc_schiste_calc	NEAR_limo_sabl_sec	-0.58413393
NEAR_L_C_schiste	NEAR_limon_sabl_humide	0.7510636
NEAR_L_C_schiste	NEAR_limon_mod_humide	0.69899756
NEAR_L_C_schiste	NEAR_limon_humide	0.68545631
NEAR_limon_sabl_humide	NEAR_limon_humide	0.67473688
NEAR_limon_mod_humide	NEAR_limon_humide	0.68748896
NEAR_limoneux_sec	NEAR_limo_sabl_sec	0.51615968
NEAR_limo_sabl_sec	NEAR_limon_humide	-0.51858881

Table 3 : Indices Rho des corrélations par paires de variables. Les lignes en gras sont celles dont Rho > 0.7

On constate de plus que toute une série de variables sont fortement corrélées entre elles (au-delà de 0.7 ou -0.7), ce qui suggère une potentielle colinéarité entre nos variables. Pour y voir plus clair, nous avons produit un graphique représentant les relations de corrélation entre ces facteurs de façon à mettre en évidence les réseaux que ces différentes relations forment.

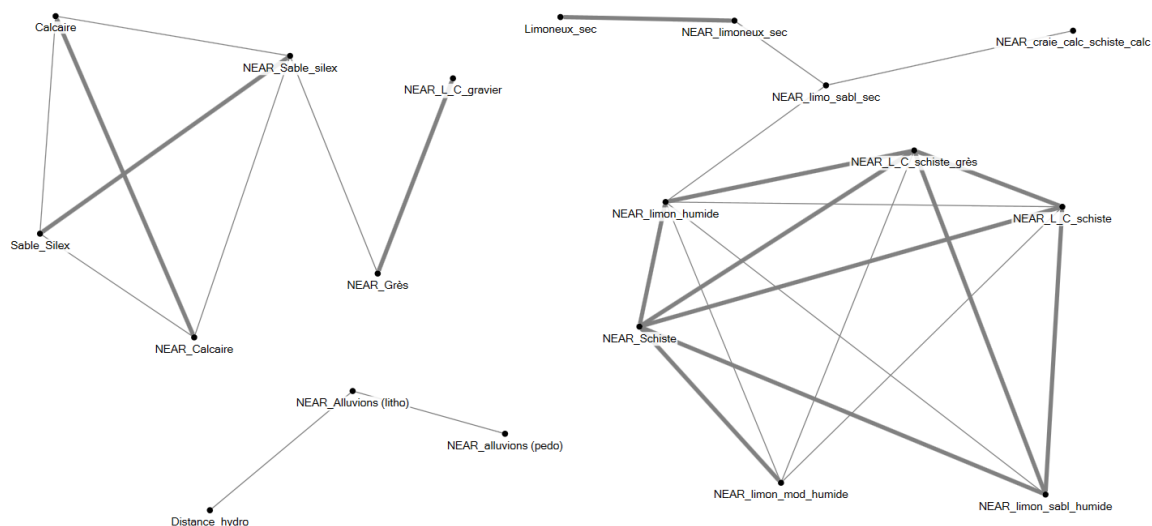


Fig. 4 : Réseau des relations de corrélation entre les facteurs dont l'indice de corrélation $\rho > 0.5$. Les corrélations fortes (> 0.7) sont indiquées en gras. Schéma de P. Versteegen.

On distingue immédiatement trois ensembles de variables qui sont liées de près ou de loin par des relations de corrélation. Que faire de ces ensembles ? Comment les traiter ? On pourrait partir du principe de supprimer du modèle toutes les variables impliquées dans des relations de corrélations dont le $\rho > 0.5$. On peut également choisir d'utiliser le seuil de 0.7 proposé par Dormann et al. Dans les analyses qui suivront, ces deux seuils ont été utilisés pour produire des jeux de données sur lesquels la sélection des modèles finaux sera opérée.

Avant de passer à la sélection des modèles à proprement parler, il convient de nous pencher sur une dernière étape : les tests de régression univariée.

Régressions logistiques univariées

Cette étape n'a pas réellement pour but d'orienter la sélection des variables à intégrer dans le modèle final, car pour rappel, les coefficients qui nous intéressent sont ceux calculés en combinant diverses variables dans un modèle (et permettant ainsi un certain profilage des zones d'intérêt identifiées). Elle nous donnera uniquement une idée des prédicteurs les plus influents séparément, et **potentiellement** influents pris en combinaison avec d'autres. Cependant, les résultats des univariées ne sont pas à considérer comme excluants, c'est-à-dire que les prédicteurs désignés comme non significatifs (du point de vue statistique) ne sont pas à écarter complètement de l'analyse. L'idée est avant tout de voir si les facteurs identifiés comme influents séparément le restent lorsque pris dans un modèle multivarié.

Naturellement, les variables seront testées pour les deux jeux de données, car on ne peut pas s'attendre à ce que les variables pertinentes soient les mêmes pour les deux périodes que nous étudions.

Pour rappel, les *parameter estimates* ou coefficients sont une mesure de l'impact de telle ou telle variable sur la probabilité que l'hypothèse $Y=1$ se vérifie. Les *p-values* nous donnent une mesure de la fiabilité du calcul. Au-delà d'un certain seuil, il convient de rejeter le résultat, car pas suffisamment fiable (le seuil de 0.05 est le plus couramment utilisé en statistique).

Cependant, il s'agit ici d'une évaluation, un calcul exploratoire dont la vocation n'est pas de préparer un ensemble de facteur pour la sélection, mais plus tester les scores individuels de chaque variable pour se donner une idée. Notons qu'en général les *p-values* fluctuent en fonction de la composition du modèle. Dès lors, les *p-values* de <0.25 sont à considérer comme intéressantes.⁵⁰⁰

Nous avons donc mené les analyses pour les deux jeux de données et rassemblé les résultats dans deux tableaux qui nous aideront à prendre notre décision. Notons un élément intéressant : les variables catégoriques ont été « binarisées » (ou *dummy coded*) afin de pouvoir tester chaque modalité individuellement. Cette binarisation permet de créer de nouvelles variables binaires sur base de variables catégoriques. Ainsi, chaque modalité devient une variable pour laquelle un individu présente la valeur 0 ou 1, appartenance ou non de l'individu à la modalité. Cela nous permettra également de manipuler les différentes modalités de ces variables pour les inclure ou non dans le modèle final.

<i>Variable</i>	<i>p-value : Néolithique</i>	<i>p-value : Protohistoire</i>
Pente	0.244	0.322
Altitude absolue	0.895682	0.199
Distance à l'eau	0.106	0.0457
Distance Alluvions (litho)	0.624	0.3
Distance Argile (litho)	0.596	0.866
Distance Grès (litho)	0.236	0.397
Distance Sable et silex (litho)	0.935	0.177
Distance Schiste (litho)	0.477	0.816
Distance Calcaire (litho)	0.126	0.438
Distance Limono-caillouteux avec schiste et grès (pédo)	0.463	0.691
Distance Limono-caillouteux avec gravier(pédo)	0.0795	0.999
Distance Limono-caillouteux craie et calcaire ou schiste et calcaire (pédo)	4.41E-06	5.38E-05
Distance Limono-caillouteux avec schiste (pédo)	0.0737	0.0955
Distance Limono-sableux humide (pédo)	0.114	0.545
Distance Limoneux modérément humide (pédo)	0.323	0.901
Distance limoneux sec (pédo)	0.164	0.136
Distance limono-sableux sec (pédo)	1.23E-07	0.000109
Distance limoneux humide (pédo)	0.546	0.174
Écart entre altitude absolue et moyenne	0.0832	0.00792

Table 4 : *p-values* des jeux de données 'Néolithique' et 'Protohistoire'

Voici les tableaux reprenant les *p-values* pour les variables continues pour les deux périodes étudiées. On remarque immédiatement que bon nombre de variables ont une *p-value* très élevée et qu'elles sont à écarter d'emblée. On notera également que certaines variables semblent être pertinentes pour les deux jeux de données, mais que d'autres pour un seul uniquement, ce qui laisse présumer une réelle différence dans les choix préférentiels entre les deux périodes.

Pour les variables catégoriques, nous avons produit deux tableaux reprenant le test univarié sans binarisation et avec binarisation des modalités, afin de comparer les différentes *p-values*.

Voici celui pour le Néolithique :

⁵⁰⁰ SPERANDEI 2014, p. 17

<i>Modalité</i>	<i>p-value sans binarisation des modalités</i>	<i>p-value avec binarisation des modalités</i>
Limoneux humide	< 2e-16	<2e-16
Limoneux modérément humide	< 2e-16	<2e-16
Limoneux sec	0.392	0.052
Limono-caillouteux avec gravier	< 2e-16	<2e-16
Limono caillouteux avec schiste	< 2e-16	<2e-16
Limono-caillouteux avec schiste grès	< 2e-16	<2e-16
Limono-caillouteux de craie/calcaire ou schiste/calcaire	< 2e-16	<2e-16
Limono-sableux association sèche	< 2e-16	<2e-16
Limono-sableux humide	0.568	0.0898
Pentes fortes	< 2e-16	<2e-16
Alluvions / (intercept)	4.71E-05	0.225
Nord	0.0483	0.192
Nord-Est	0.2443	0.94
Nord-Ouest	0.3906	0.585
Ouest	< 2e-16	<2e-16
Sud	0.4996	0.312
Sud-Est	0.2007	0.671
Sud-Ouest	0.8009	0.121
Est / (intercept)	2.77E-10	0.0742
Argile	<2e-16	0.0463
Calcaire	<2e-16	0.144
Dolomies	<2e-16	<2e-16
Grès	<2e-16	<2e-16
Sable et Silex	<2e-16	0.205
Schiste	<2e-16	<2e-16
Alluvions / (intercept)	<2e-16	<2e-16

Table 5 : *p-values* des variables catégoriques pour le *data set* 'Néolithique'

On remarque que les modalités issues de la variable catégorique pédologique sont toutes intéressantes quand prises individuellement, avec toutefois les modalités « Limoneux sec » et « Limono-sableux humide » étant moins pertinentes lorsque prises dans une analyse basée sur la variable complète. Pour ce qui est des classes d'aspect, le bilan est plus contrasté : les modalités nord, ouest, sud-ouest et est sont les plus susceptibles à être intégrées au modèle final. Notons également que toutes les modalités de la variable lithologique sont a priori pertinentes.

Voilà celui pour la Protohistoire :

<i>Modalité</i>	<i>p-value sans binarisation des modalités</i>	<i>p-value avec binarisation des modalités</i>
Limoneux humide	< 2e-16	<2e-16
Limoneux modérément humide	0.462149	0.467
Limoneux sec	0.896898	0.172
Limono-caillouteux avec gravier	0.975149	0.806
Limono caillouteux avec schiste	0.892503	0.709
Limono-caillouteux avec schiste grès	< 2e-16	<2e-16
Limono-caillouteux de craie/calcaire ou schiste/calcaire	0.766655	0.891
Limono-sableux association sèche	< 2e-16	<2e-16
Limono-sableux humide	0.403041	0.145
Non connu	< 2e-16	<2e-16
Pentes fortes	< 2e-16	<2e-16
Alluvions / (intercept)	0.000186	0.768
Nord	0.584	0.649
Nord-Est	0.317	0.521
Nord-Ouest	0.582	0.734
Ouest	1	0.389
Sud	0.298	0.437
Sud-Est	0.258	0.362
Sud-Ouest	0.188	0.157
Est / (intercept)	9.55E-07	0.389
Argile	0.5907	0.132
Calcaire	0.2746	0.2
Dolomies	<2e-16	<2e-16
Grès	0.5341	0.601
Sable et Silex	0.0736	0.0806
Schiste	<2e-16	<2e-16
Alluvions / (intercept)	0.0112	0.166

Table 6 : *p-values* des variables catégoriques pour le *data set* 'Protohistorique'

Les résultats sont bien différents pour le jeu de données « Protohistoire », beaucoup moins de modalités semblent valoir la peine d'être prises en compte, surtout parmi celles issues de la variable « Aspect ». Il reste à voir si les mesures que nous venons de produire se retrouvent dans les différents modèles candidats à la sélection.

Plus généralement, il est intéressant de voir les changements survenant dans les différentes *p-values* entre les modèles exécutés avec et sans binarisation. Certains facteurs ne sont pas significatifs individuellement, mais sont plus intéressants dans un modèle comprenant d'autres facteurs, et inversement.

Sélection du modèle

Sur l'ensemble de facteurs prédicteurs originels, il faudra opérer une série de sélections. La première consiste en la suppression des facteurs trop affectés par la colinéarité, sujet traité dans la section précédente.

L'étape suivante consiste en la sélection proprement dite, c'est-à-dire le fait de trouver la combinaison de facteurs dans un modèle qui soit le plus fiable possible. Il ne faut pas choisir le modèle sur base des *estimates* et la capacité prédictive du modèle, mais sur la validité et la validité du modèle. Choisir le modèle sur base des résultats en eux-mêmes serait dangereux et biaiserait toute l'étude.

Plusieurs méthodes existent pour parvenir à ce résultat, nous les résumons dans la section suivante.

Méthodes de sélection

Il existe deux méthodes principales de sélection d'un modèle dans R, les deux ayant leurs avantages et leurs inconvénients. La première est la sélection « pas-à-pas » ou *stepwise* en anglais. Le principe est de tester différents modèles soit en partant d'un modèle complet (*full model*) et en supprimant les facteurs un à un, avec une évaluation de la qualité du modèle à chaque étape (nous y reviendrons), soit en partant du modèle vide (avec juste l'intercept) et en ajoutant petit à petit des variables. De plus, certaines méthodes combinent ces deux approches (*bidirectional stepwise model selection*). Si l'impact d'une variable sur le modèle est positif, alors elle est retenue dans le modèle final.

Les différentes combinaisons testées le sont grâce au AIC, le *Akaike's Information Criterion*, un indice permettant d'évaluer la qualité d'un modèle statistique. L'ordinateur va choisir la combinaison de facteurs qui donne un score AIC le plus bas parmi tous les modèles testés. On peut également choisir un autre critère pour évaluer la qualité d'un modèle (*Bayesian Information Criterion*, etc.)⁵⁰¹.

Cette méthode est particulièrement utile dans les cas où beaucoup de variables sont à tester, mais n'est pas exempte de risques : en effet, la sélection pas à pas est connue pour causer le phénomène du « *data dredging* » (on retrouve également l'appellation « *overfitting* »), c'est-à-dire la découverte de *patterns* statistiquement significatifs là où il n'y a en fait rien qui puisse l'expliquer. Par exemple, ce phénomène survient quand on teste de grandes quantités d'hypothèses, car parmi les résultats, il y aura toujours des modèles qui paraîtront significatifs, mais qui sont juste un effet de hasard. En outre, si cette méthode est utilisée sur des données affectées par la colinéarité, les distorsions dans les résultats peuvent entraîner la sélection dans la mauvaise direction dès le début. Il faut donc se montrer prudent quand on l'utilise.

La deuxième méthode est celle du « *best subset* » a pour but de tester toutes les combinaisons de variables possibles dans le but d'en tirer le « meilleur sous-jeu de données », soit celui qui a la meilleure réponse aux tests de critère (AIC, BIC, etc.)⁵⁰². Cette méthode s'oppose aux mêmes risques de *data dredging*, étant donné que le nombre de *subsets* à tester équivaut à 2^p pour un ensemble de p facteurs explicatifs⁵⁰³.

Concernant l'*overfitting*, une règle générale que nous avons déjà évoquée préconise de chercher à produire des modèles pour lesquels un ratio de 10-15 positifs / variable intégrée au modèle est respecté, un ratio qui permet de réduire le phénomène de l'*overfitting*. Des études ont montré que

⁵⁰¹ ZHANG 2016, p. 2

⁵⁰² ZHANG 2016, p. 2

⁵⁰³ ZHANG 2016, p. 3

pour un ratio de 2 : 1, 30 à 70 % des variables voyaient leur *estimates* fortement biaisées, un chiffre qui descendait à 10 – 50 % pour un ratio de 5 : 1⁵⁰⁴. Néanmoins, étant donné que nous cherchons plus à estimer les paramètres importants dans la sélection d'un habitat, et à vérifier les hypothèses émises quant à ceux-ci, la valeur exacte des *estimates* reste un aspect secondaire de la recherche (tant qu'un ordre de grandeur se dégage de l'analyse, nous aurons de quoi tirer des conclusions). Quoi qu'il en soit, il n'existe pas de manière de réduire de 100 % les risques d'*overfitting* en utilisant les méthodes de sélection mentionnées, et nous nous devons de souligner cette limite dans notre étude.

Les différents jeux de données

Nous avons décidé d'utiliser les deux méthodes citées plus haut, dans le but d'avoir un nombre de modèles suffisamment important pour qu'on puisse les comparer et sélectionner le plus performant (c'est-à-dire le plus fiable). Pour les deux *data sets* que nous avons construits (« Néolithique » et « Protohistorique »), nous avons construit des sous-jeux de données, selon les deux critères que nous avons développés dans les sections précédentes : le VIF et les corrélations par paires, en prenant en compte trois seuils pour le VIF (2.5, 5 et 10) et deux pour les corrélations (0.5 et 0.7). Ensuite, pour tous ces *subsets*, nous avons exécuté les méthodes *stepwise* et *best subset*. Au total, nous avons créé 40 modèles potentiels, soit 20 pour le jeu de données 'Néolithique' et 20 pour 'Protohistorique', parmi lesquels nous devons choisir le modèle final. Le critère de sélection du modèle que nous avons choisi est l'AIC (*Akaike Information Criterion*) évoqué plus haut. Par souci de concision, nous ne rentrerons pas dans les détails quant à son élaboration, mais retenons que le critère le plus bas est le plus intéressant.

Les résultats des différents processus de sélection ont été rassemblés dans deux tableaux (un pour chaque période). Voici les résultats (les compositions ne sont pas données, par souci de lisibilité des tableaux. Nous donnerons la composition des modèles finaux lorsqu'on les aura identifiés avec certitude).

VIF < 2.5		AIC
	Stepwise : Bidirectional	351.3
	Stepwise : Forward	351.3
	Stepwise : Backward	351.3
	Best subset	351.3
VIF < 5		
	Stepwise : Bidirectional	342.96
	Stepwise : Forward	342.18
	Stepwise : Backward	342.96
	Best subset	342.18
VIF < 10		
	Stepwise : Bidirectional	<u>300.16</u>
	Stepwise : Forward	300.46
	Stepwise : Backward	<u>300.16</u>
	Best subset	306.62
Corr. < 0.5		
	Stepwise : Bidirectional	342.3

⁵⁰⁴ BABYAK 2004, p. 415

	Stepwise : Forward	342.3
	Stepwise : Backward	342.3
	Best subset	342.59
Corr. < 0.7		
	Stepwise : Bidirectional	289.39
	Stepwise : Forward	297.12
	Stepwise : Backward	289.39
	Best subset	293.91

Table 7 : Scores AIC des différentes sélections pour le jeu de données 'Néolithique'

On remarque qu'*a priori*, les sélections opérées en omettant les facteurs ayant un taux de corrélation par paires supérieur à $|0.7|$ obtiennent les meilleurs scores AIC, avec la sélection pas-à-pas bidirectionnelle ayant le plus bas des 20 ensembles pour le *data set* 'Néolithique'. Voici les résultats pour le jeu de données 'Protohistoire'.

VIF < 2.5		AIC
	Stepwise : Bidirectional	409.6972
	Stepwise : Forward	409.59
	Stepwise : Backward	409.6972
	Best subset	409.59
VIF < 5		
	Stepwise : Bidirectional	409.6972
	Stepwise : Forward	409.59
	Stepwise : Backward	409.6972
	Best subset	409.59
VIF < 10		
	Stepwise : Bidirectional	377.02
	Stepwise : Forward	<u>376.23</u>
	Stepwise : Backward	377.02
	Best subset	382.36
Corr. < 0.5		
	Stepwise : Bidirectional	411.24
	Stepwise : Forward	411.44
	Stepwise : Backward	411.24
	Best subset	411.24
Corr. < 0.7		
	Stepwise : Bidirectional	371.14
	Stepwise : Forward	369.57
	Stepwise : Backward	371.14
	Best subset	374.89

Table 8 : Scores AIC des différentes sélections pour le jeu de données 'Protohistoire'

Pour le *data set* 'Protohistoire', la meilleure sélection a été déterminée grâce au rejet des variables corrélées au-delà d'une valeur de $|0.7|$.

Bien que nous ayons *a priori* identifié les deux modèles finaux (en **gras** dans le tableau), il faut encore évaluer si on peut s'en servir en toute confiance, en revérifiant par exemple les indices VIF des différents modèles proposés ici. Cette précaution s'est avérée pertinente, étant donné que les modèles sélectionnés selon la méthode des corrélations $|0.7|$ sont encore affectés par des niveaux variés de colinéarité. La prudence nous dicte donc de nous rabattre sur les 2x16 modèles restants. Si on se fie

au AIC uniquement, ce sont les modèles sélectionnés dans la catégorie définie par un seuil de tolérance de 10 pour l'indice VIF qui semblent les plus performants ; selon les méthodes bidirectionnelle et *backward* pour le jeu de données 'Néolithique' et selon la méthode *forward* ou additive pour 'Protohistoire' (soulignés dans les deux tableaux).

Afin de nous assurer de la validité de ces deux modèles, nous ne pouvons pas uniquement nous reposer sur le AIC, car c'est une mesure relative, nous permettant de connaître la pertinence d'un modèle par rapport à d'autres. Il n'est en aucun cas un indicateur de la valeur absolue du modèle choisi, contrairement au ROC (*Receiver Operator Characteristic*) et au AUC (*Area Under the Curve*), deux concepts que nous allons introduire et utiliser dans le paragraphe suivant.

Pour rappel, une régression logistique se base sur une sinusoïde pour classer des individus sur un repère avec en ordonnées la probabilité que $Y=1$. Étant donné que la réponse ne peut prendre que deux modalités (0 ou 1, absence-présence), nous sommes obligés d'utiliser une telle courbe qui représente la probabilité de la variable réponse. Les individus sont placés sur deux axes horizontaux correspondant aux deux positions possibles de la variable réponse, en fonction de leur probabilité que $Y=1$.

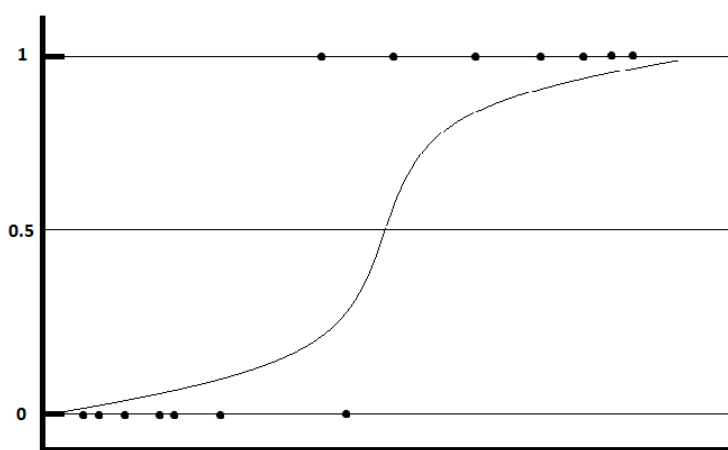


Fig. 5 : Exemple de représentation graphique d'une régression logistique. Schéma de P. Verstegen.

En fonction d'une valeur seuil, les individus seront donc placés sur les axes horizontaux correspondants (il s'agit donc des prédictions ; la classification se base sur les probabilités données par le modèle). Cependant, si on choisit une valeur-seuil plus basse ou plus élevée, la classification sera différente. Par exemple, en

prenant une valeur seuil de 0.3, plus d'individus seront classés comme donnant une valeur 1 à la variable réponse. Or, il s'avère que nous disposons de la classification réelle des individus, donnée par la variable réponse « Site » dans nos deux jeux de données. Le principe sur lequel est bâti le concept de ROC est le suivant : on compare les classifications pour différentes valeurs-seuil aux classifications réelles données par la variable réponse, dans le but d'évaluer la performance globale du modèle (pour toutes les valeurs-seuils testées).

La comparaison repose sur une « Matrice de confusion », une matrice simple reprenant les prédictions (donc le nombre d'individus prédits pour les réponses 0 et 1) et les observations (les individus pour lesquels la variable réponse « Site » indique 0 ou 1, sur base d'observations), pour les comparer dans un calcul de ratio simple. Voici un exemple de matrice de confusion.

	p -> 0	p -> 1
Obs = 0	386	75
Obs = 1	26	13

Les colonnes « p -> 0 » et « p -> 1 » indiquent la classification donnée par les probabilités, alors que les lignes « Obs » celle donnée par la variable-réponse (les chiffres sont fictifs et purement illustratifs).

Les chiffres indiqués en **gras** sont les classifications correctes, soit les individus observés 0 et placés dans la catégorie 0 et les observés 1 placés dans la catégorie 1. Pour évaluer la précision du modèle pour une valeur-seuil donnée, on produit donc cette matrice qui permet de calculer le ratio entre la somme des individus correctement classés et la somme des individus considérés par le modèle. Dans notre cas, la précision = $(386+13) / 500 = 0.798$.

Ce chiffre en soi ne nous informe pas de la précision générale du modèle, car il ne représente que la précision pour un cas particulier. Pour avoir une idée générale de la précision du modèle, on peut produire la courbe ROC, qui donne une représentation graphique de la précision pour différentes valeurs-seuil. En ordonnée, on retrouve la précision, et en abscisse les valeurs-seuil testées pour le modèle (ces valeurs vont de 0 à 1, puisqu'elles sont basées sur des probabilités).

C'est ici que la valeur AUC (*Area Under the Curve*) trouve toute son importance : plus la précision est élevée pour différentes valeurs-seuil, plus l'aire située sous la courbe ROC sera importante et plus la qualité globale du modèle sera bonne. La valeur AUC est exprimée par une valeur située entre 0 et 1, avec la valeur 0.5 considérée comme celle d'un modèle aléatoire. Ainsi, un modèle sera considéré comme plus fiable plus sa valeur AUC sera importante.

Nous avons calculé les scores AUC pour tous les modèles restants, et voici les résultats pour le jeu de données 'Néolithique' puis 'Protohistoire'.

VIF < 2.5		AIC	Score AUC
	Stepwise : Bidirectional	351.3	0.478093
	Stepwise : Forward	351.3	0.478093
	Stepwise : Backward	351.3	0.478093
	Best subset	351.3	0.478093
VIF < 5			
	Stepwise : Bidirectional	342.96	0.5563488
	Stepwise : Forward	342.18	0.5359302
	Stepwise : Backward	342.96	0.5563488
	Best subset	342.18	0.5359302
VIF < 10			
	Stepwise : Bidirectional	300.16	0.7781163
	Stepwise : Forward	300.46	0.7765814
	Stepwise : Backward	300.16	0.7781163
	Best subset	306.62	0.6442093
Corr. < 0.5			
	Stepwise : Bidirectional	342.3	0.4432093
	Stepwise : Forward	342.3	0.4432093
	Stepwise : Backward	342.3	0.4432093
	Best subset	342.59	0.4414884

Table 9 : Score AUC pour les modèles basés sur le jeu de données 'Néolithique'

VIF < 2.5		AIC	Score AUC
	Stepwise : Bidirectional	409.6972	0.6017885
	Stepwise : Forward	409.59	0.5773654

	Stepwise : Backward	409.6972	0.6017885
	Best subset	409.59	0.5773654
VIF < 5			
	Stepwise : Bidirectional	409.6972	0.6017885
	Stepwise : Forward	409.59	0.5773654
	Stepwise : Backward	409.6972	0.6017885
	Best subset	409.59	0.5773654
VIF < 10			
	Stepwise : Bidirectional	377.02	0.7630769
	Stepwise : Forward	376.23	0.7712308
	Stepwise : Backward	377.02	0.7630769
	Best subset	382.36	0.7273846
Corr. < 0.5			
	Stepwise : Bidirectional	411.24	0.5839808
	Stepwise : Forward	411.44	0.5640192
	Stepwise : Backward	411.24	0.5839808
	Best subset	411.24	0.5839808

Table 10 : Score AUC pour les modèles basés sur le jeu de données 'Protohistoire'

Nous avons donc la confirmation que les deux modèles identifiés comme étant les plus intéressants par rapport à tous les autres sont également les plus précis et donc fiables. Ils obtiennent tous deux des scores de précision tout à fait corrects, soit 0.778 pour le modèle du Néolithique et 0.771 pour la Protohistoire.

Modèles finaux

Une fois les modèles finaux identifiés, nous pouvons nous pencher sur leur commentaire et leur interprétation. La première chose remarquable, c'est la composition des sélections de variables, qui est très similaire pour les deux périodes testées. On pourrait craindre que les modèles expliquent les emplacements de sites selon les mêmes critères, diminuant la pertinence d'une comparaison entre modèles. Toutefois, les facteurs explicatifs pertinents (avec une *p-value* inférieure à 0.05) ne sont pas forcément les mêmes selon les modèles.

Néolithique

Variable	Estimate	p-value
(Intercept)	-4.81E+00	5.18E-12
Orientation : Nord	-7.10E-01	0.20638
Orientation : Ouest	1.40E+06	< 2e-16
Alluvions	1.51E+00	0.05458
Limono-sableux humide	2.35E+00	0.01349
Distance à l'hydrographie	2.65E-04	0.09058
Distance à l'argile	2.33E-04	0.06255
Distance au sable et silex	2.59E-04	0.1014
Distance au calcaire	-1.01E-03	0.00261
Distance à la craie et calcaire ou schiste et calcaire	5.95E-04	2.12E-08
Distance aux alluvions	-2.84E-04	0.00026
Distance aux sols limoneux secs	-2.35E-03	0.37141
Écart entre altitude locale et moyenne environnante	1.39E-01	0.01241

Protohistoire

Variable	Estimate	p-value
(Intercept)	-4.51E+00	< 2e-16
Alluvions	3.36E+00	0.005307
Orientation : Ouest	-9.03E-01	0.223631
Limono-sableux humide	2.32E+00	0.008351
Distance à l'argile	2.15E-04	0.041317
Distance au sable et silex	3.89E-04	0.001208
Distance au calcaire	-4.47E-04	0.029574
Distance à la craie et calcaire ou schiste et calcaire	4.26E-04	3.24E-06
Distance aux alluvions	-1.15E-04	0.090889
Distance aux sols limoneux secs	-2.27E-03	0.124505
Écart entre altitude locale et moyenne environnante	1.65E-01	0.000428

Table 11 : Composition des modèles finaux pour les deux jeux de données et statistiques issues des régressions.

Plusieurs remarques préliminaires sont à formuler ici, avant d'aller plus loin dans l'interprétation. Dans un premier temps, notons que les variables explicatives pertinentes ne sont pas les mêmes selon les périodes comme nous le pensions, ce qui suggère que les stratégies d'implantation sont différentes selon les époques. Deuxièmement, il faut soulever le cas de l'*estimate* de la modalité « Ouest » dans le modèle du Néolithique, qui affiche une valeur largement plus élevée que les autres du modèle auquel elle appartient. Ce type d'irrégularité peut être un signe que le modèle est *overfitted*, ce qui est très probable si on se réfère à la règle générale préconisant un ratio de 10-15 : 1 évoquée plus haut. Ici, nos modèles affichent des ratios de 3.5 : 1 pour le Néolithique et de 5.3 : 1 pour la Protohistoire. Dans le cas du *data set* 'Néolithique', l'idée simple de retirer la variable incriminée (ici « Ouest ») ne résulterait pas dans un modèle tout à fait exempt d'*overfitting*, ce phénomène pouvant se manifester par des *estimates* aux valeurs restant dans un ordre de grandeur similaire aux *estimates* correctement calculés. Ainsi, même si l'on supprimait « Ouest » du modèle, la probabilité que les coefficients soient biaisés reste importante. Dans le cas de la variable « Ouest », une solution serait d'agréger les catégories pour d'une part réduire le nombre de variables, et d'autre part augmenter le nombre d'observations positives tombant dans cette catégorie. Cependant, cela réduirait le pouvoir explicatif de la variable (pour rappel, la variable catégorique « Aspect » avait été construite en classifiant les valeurs d'un *raster* exprimant en degrés l'orientation des sites qu'elle qualifiait).

Dans notre cas, la solution optimale est de ne garder dans le modèle final que les variables dont la pertinence repose sur nos hypothèses de travail. Malheureusement, quels que soient nos résultats, leur validité restera toujours incertaine cependant.

Il n'y a pas de solution optimale à ce problème. Nous pouvons cependant essayer de réduire le risque de biais dus à l'*overfitting* en choisissant de garder sciemment les variables qui nous intéressent le plus. Pour rappel, nous avons choisi initialement les variables sur base de trois critères. Le premier critère découlait de nos lectures, notamment celles concernant les sols les plus favorables. Le second critère était le « bon sens », c'est-à-dire des hypothèses personnelles non supportées par un étayage théorique issu de lectures. Le troisième et dernier critère reprenait les résultats d'études antérieures (qui n'étaient pas supportés par des hypothèses préalables, mais qui méritaient d'être intégrées, dans une optique comparative). Dans notre cas de figure, où il serait prudent de sélectionner les facteurs pour réduire les risques de défaillance du modèle, il semble qu'il soit préférable de ne

garder que les variables pour lesquelles nous avons des hypothèses à tester, à savoir dans notre cas les facteurs explicatifs liés au drainage du sol et à la composition du sous-sol.

Pour le Néolithique, nous avons donc supprimé les variables sélectionnées initialement suivant notre « bon sens », à savoir les modalités d'aspect « Nord » et « Ouest », ainsi que la « Distance à l'hydrographie ». En outre, nous avons décidé de garder d'office les variables pertinentes liées au drainage du sol et à la composition du sous-sol : « Limono-sableux humide », « Distance au calcaire », « Distance à la craie et calcaire ou schiste et calcaire », « Distance aux alluvions ». Ensuite, nous avons opéré une sélection manuelle en ajoutant et supprimant les variables restantes. Notre critère de sélection a été dans ce cas le score AUC, et nous sommes parvenus à un résultat compromis entre le besoin de réduire le nombre de variables dans le modèle, pour éviter les biais dus à l'*overfitting*, le besoin d'intégrer des variables pour lesquelles nous avons des hypothèses à tester, et finalement un score AUC élevé dénotant une capacité prédictive optimale. Le modèle sélectionné retient 7 variables, donnant un ratio de 6 : 1, soit le double du modèle précédent. Le score AUC est de 0.8060698, surpassant le score du modèle précédent (0.7781163). En outre, il intègre toutes les variables d'intérêt plus quelques autres. Voici la composition de ce modèle et les résultats afférents.

Néolithique

Variable	Estimate	p-value
(Intercept)	-4.21E+00	< 2e-16
Alluvions	7.01E-01	0.319136
Limono-sableux humide	1.86E+00	0.026016
Distance à l'argile	1.74E-04	0.119294
Distance au calcaire	-1.01E-03	0.002301
Distance à la craie et calcaire ou schiste et calcaire	4.94E-04	2.36E-09
Distance aux alluvions	-2.12E-04	0.000901
Écart entre altitude locale et moyenne environnante	8.44E-02	0.033684

Table 12 : Modèle final pour la période Néolithique.

Le même problème étant sans doute également présent dans le modèle Protohistoire. Nous avons donc procédé à la même sélection avec compromis, et sommes parvenus à un modèle au score AUC légèrement plus faible (0.7539423) que le précédent (0.7712308) et composé d'une variable de moins que le précédent. Le ratio entre observations positives et variables en est amélioré (5.89 : 1). Voici la composition du modèle final.

Protohistoire

Variable	Estimate	p-value
(Intercept)	-4.53E+00	< 2e-16
Alluvions	3.49E+00	0.003993
Limono-sableux humide	2.32E+00	0.008289
Distance à l'argile	2.05E-04	0.052874
Distance au sable et silex	3.76E-04	0.001613
Distance au calcaire	-4.44E-04	0.03014
Distance à la craie et calcaire ou schiste et calcaire	4.14E-04	5.76E-06
Distance aux alluvions	-1.09E-04	0.109617
Distance aux sols limoneux secs	-2.40E-03	0.111232

Écart entre altitude locale et moyenne environnante	1.60E-01	0.000577
--	----------	----------

Table 13 : Modèle final pour la période Protohistorique.

Interprétation des modèles

Pour rappel, l'intercept donne la probabilité de base du modèle. Il correspond à la probabilité que la réponse vaille 1, dans le cas précis où toutes les variables continues du modèle valent 0, et où les variables catégoriques sont à leur modalité de base (pour les variables binaires il s'agit de 0 également).

En outre, la probabilité est donnée en résolvant l'opération suivante, avec β étant la valeur de l'*estimate* de l'intercept.

$$p = \frac{\exp(\beta)}{1 + \exp(\beta)}$$

Dans le cas du Néolithique, la probabilité de l'intercept est de 0,0146291 environ. Cela peut sembler peu, mais n'oublions pas qu'il s'agit d'une part de l'intercept, et d'autre part que nous étudions des événements très rares à la base. Nous ne cherchons pas spécifiquement à caractériser une probabilité exacte, mais plus à identifier les facteurs augmentant les probabilités que la réponse soit positive. Pour avoir l'impact des différents facteurs sur les probabilités, on utilise la même formule que pour les probabilités, mais en additionnant les *estimates* des différentes variables dans la formule. Mettons qu'on cherche à connaître la probabilité que la réponse soit positive en considérant la variable X dans les calculs de probabilité. Celle-ci se calculera en additionnant les *estimates* de l'intercept et de la variable en question puis en élevant le résultat à la fonction exp(). La probabilité se calculera sur base de cette valeur.

$$p = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1)}$$

Par exemple, si on calcule les probabilités quand la variable « Limono-sableux humide » = 1, on obtient une valeur de 0,0870657 environ, une amélioration nette des probabilités. Rappelons-le, pour les variables continues, il faut multiplier l'*estimate* de la variable considérée par la valeur de la variable que nous voulons tester. Par exemple, pour tester le comportement du facteur « Distance au calcaire », calculons la probabilité des endroits situés à 500 m de sous-sols calcaires. Pour cela il faut résoudre la formule suivante :

$$p = \frac{\exp(-4.21 + 500 \times -0.00101)}{1 + \exp(-4.21 + 500 \times -0.00101)}$$

On obtient la valeur suivante : 0.00888, ce qui implique que plus on s'éloigne des sous-sols calcaires, plus les probabilités baissent. Les *estimates* négatifs impliquent une relation linéaire inverse avec les probabilités que la réponse soit positive. En clair, quand le coefficient est positif, la probabilité augmente en même temps que la valeur de la variable et diminue quand elle diminue, alors que quand le coefficient est négatif, l'un augmente quand l'autre diminue (et inversement).

Pour le Néolithique, il semble qu'un sol limono-sableux humide, c'est-à-dire mal drainé, influence fortement les probabilités que la réponse soit positive. En outre, la probabilité que la réponse soit positive augmente quand la distance avec les sols calcaires et les alluvions diminue. Inversement, plus on s'éloigne des sols de « craie et calcaire ou schiste et calcaire », plus la probabilité augmente. Finalement, notons que plus la valeur de la variable « Écart entre altitude locale et moyenne

environnante » augmente, plus la probabilité augmente. Rappelons-le, ce facteur a été élaboré en soustrayant la moyenne d'altitude d'une zone d'un rayon de 500 m autour du point étudié à l'altitude locale de celui-ci. Les valeurs positives de ce facteur suggèrent une position plus haute que la moyenne, ce qui signifie que les emplacements plus élevés que la moyenne influent positivement la probabilité de réponse positive, même si dans ce cas cette augmentation est assez minime.

Pour la Protohistoire, ce sont les sols de type « Alluvions » et « Limono-sableux humide » qui ont le plus d'impact sur les probabilités (celle de l'intercept est de 0,010666 environ, et grimpe à 0,26115 et 0,09885 respectivement lorsqu'on considère ces facteurs). Les *estimates* des variables « Distance au sable et silex », « Distance à l'argile », « Distance à la craie et calcaire ou schiste et calcaire » ont tous les trois une relation positive avec les probabilités, ce qui signifie que plus la distance avec ces classes de sols augmente, plus la probabilité augmente. Le facteur « Distance au calcaire » a, à l'inverse, une relation négative, signifiant que la probabilité augmente lorsqu'on s'approche de cette classe de sol. Finalement, on remarque le même type de relation que dans le modèle 'Néolithique' avec la variable « Écart entre altitude locale et moyenne environnante », ce qui signifie que la probabilité augmente lorsque la différence entre l'altitude locale et moyenne augmente, suggérant des emplacements en hauteur préférentiels. L'impact de cette variable est cependant plus fort que dans le modèle 'Néolithique' (les probabilités augmentent de 0,01066 à 0,05078 pour les emplacements situés 10 m au-dessus de la moyenne contre un passage de 0,01463 à 0,03338 pour le Néolithique).

Notons une première chose : les deux hypothèses développées à la fin du chapitre 2 sur base des études pédo / géologiques de Langohr semblent bel et bien se confirmer. Pour rappel, celui-ci suggérerait d'une part que la fertilité constatée aujourd'hui des sols hesbignons ne l'était pas au Néolithique, cette fertilité étant une conséquence à long terme de l'activité humaine. Selon ces études, les sols hesbignons étaient de nature podzolique, et par conséquent acides et impropres à la culture. Pour lui, si les hommes néolithiques avaient cherché des terres plus fertiles, ils les auraient trouvées sur des sols modérément à mal drainés, situés sur un sous-sol calcaire qui serait à même de contrer chimiquement l'acidité des sols podzoliques initiaux. Les résultats que nous avons ici semblent confirmer ces hypothèses. Cependant, cette hypothèse repose sur l'idée que les néolithiques ne disposaient d'aucune méthode particulière pour rendre les sols plus fertiles et auraient donc favorisé un établissement sur des terres de ce type ou à proximité immédiate ; à l'inverse, nos lectures avaient établi que les protohistoriques (les Celtes) connaissaient des techniques agricoles liées à ce problème, notamment l'usage d'engrais. Notre idée était de comparer les résultats des deux modèles pour voir si cette différence technologique se retrouvait dans le mode d'occupation des sites protohistoriques.

Il s'avère que les résultats des deux modèles sont très similaires. Ils intègrent globalement les mêmes variables de base, et les valeurs des *estimates* sont dans l'ensemble assez proches. Que devons-nous conclure de cela ? Que les emplacements préférentiels ont un profil assez proche entre les deux jeux de données ? Ou qu'un effet statistique déformant est survenu à un certain point dans les calculs ? Difficile à évaluer, étant donné qu'aucun outil statistique ne permet de nous donner de réponse cette fois. Comme toute méthode, les statistiques ont leurs limites, qui sont dictées par le type de problème qu'elles sont censées résoudre. Outre des ressemblances, il y a également des différences entre nos deux modèles finaux à ne pas négliger. La plus importante reste l'influence majeure du type de sol « Alluvions » sur les probabilités du modèle 'Protohistoire'. Malheureusement, nous n'avons aucune hypothèse à tester pour la Protohistoire qui incluait un rapport des habitations aux alluvions ; sans une telle démarche, cet élément sera beaucoup plus difficile à interpréter. Nous pouvons toujours suggérer des explications, mais comment en tester la validité ? On pourrait expliquer ce résultat par une propension plus importante des Protohistoriques à exploiter les rivières à proximité

des alluvions, ou trouver toutes sortes d'explications (fertilité des sols, commerce fluvial, etc.), mais rien dans la présente étude ne nous permet de favoriser l'une de ces explications. Il faudrait pour cela une expertise archéologique sur base des objets trouvés sur site pour avoir un début de réponse.

Les correspondances soulignées plus haut sont d'autant plus surprenantes quand on les compare aux résultats obtenus par Lepot, Vallée et leurs collègues flamands en suivant le même type de méthode. Rappelons bien que leur étude a été conduite sur un jeu de données datant d'une période postérieure (le Haut et Bas Empire Romain) et dans une région voisine à la Hesbaye (le Condroz). Cette étude avait également mis en évidence l'influence de sous-sols calcaires, des sols mal drainés (humides à très humides) comme facteurs augmentant les probabilités d'occurrence de sites archéologiques, ainsi que la distance avec les zones de contact entre les sols alluviaux et les sous-sols de grès ou de grès et schiste. En outre, les analyses univariées avaient dévoilé une certaine influence des hauts de versants calcaires et la proximité avec les cours d'eau, pour le jeu de données reprenant les périodes du Haut et Bas Empire (notre variable « Écart entre altitude locale et moyenne environnante » suggère également que les hauteurs sont favorisées). Que penser de ces similitudes ?

Deux hypothèses sont à envisager, encore une fois : soit les préférences d'habitat sont similaires pour ces différentes époques et régions, soit il existe un effet statistique qui soit commun aux deux études.

Si l'on accepte la première solution, il serait difficile de considérer nos résultats comme la confirmation des hypothèses quant à la capacité agricole des néolithiques, étant donné que les facteurs influant les probabilités sont globalement les mêmes pour des périodes où supposément les techniques agricoles ne nécessitent pas de préférer des sols particuliers. Si l'on accepte la seconde, il faudrait alors remettre en question l'étude de Lepot et ses collègues, et comparer les méthodologies et données pour déterminer si une erreur de procédure a été commise à un certain niveau.

Pour rester dans une approche critique de cette partie de l'étude et faciliter celle-ci, il convient que nous revenions brièvement sur les différents biais qui pourraient avoir potentiellement introduit une forme d'incertitude, d'imprécision ou de déformation dans les résultats de notre étude. Nous allons les lister en suivant l'ordre d'apparition de ces différents phénomènes, de la conception de l'étude aux résultats finaux.

Les premiers problèmes peuvent survenir lors de la conception de l'étude. Sans hypothèse pertinente à tester, nous nous retrouvons avec des résultats qu'on ne peut pas interpréter (par exemple l'influence des alluvions sur les probabilités d'occurrence de sites pour la Protohistoire). La sélection des variables à intégrer à l'analyse ne peut pas se faire qu'à « l'instinct », sur des hypothèses personnelles relevant du « bon sens » qui n'ont pas de base théorique. Aucune des variables que nous avons choisies en suivant le « bon sens » ne se retrouve dans nos modèles finaux. Cependant, nous avons laissé tomber les modalités d'aspect qui avaient été sélectionnées par la sélection automatisée, ce qui explique leur absence dans nos modèles, mais l'absence de théorie basée sur autre chose qu'une intuition nous permettait de les laisser tomber.

Pour ce qui est de la récolte des données en tant que telles, plusieurs problèmes peuvent être présents. Premièrement, nous pouvons critiquer la taille de l'échantillon testé. Deux éléments principaux sont à mettre en évidence. D'une part, les réponses positives (ou *events*) sont non reproductibles, car basées sur des observations réelles soumises en partie au hasard. D'autre part, nous avons choisi un nombre arbitraire d'observations négatives, en utilisant un outil de génération de points aléatoires dans ArcGIS. De plus, nous n'avons pas pu établir de carte de confiance, par manque de moyens (nous n'avons aucun moyen de connaître l'étendue de la prospection dans notre

zone d'étude, à moins de se livrer à un dépouillage total de la littérature pour la Hesbaye liégeoise, ce que nous avons choisi de ne pas faire).

Les éléments mentionnés génèrent deux problèmes majeurs : d'une part, les *patterns* détectés dans les observations positives sont naturellement influencés par le mode de découverte de ces dernières. Nous n'avons pas pu tester la fiabilité de notre échantillon avec des cartes de confiance, et celle-ci n'a donc pas guidé notre stratégie de production des observations négatives. Ces observations négatives sont en outre fictives, étant donné qu'on ne peut pas assurer avec certitude qu'aucun site archéologique ne se trouvait à ces endroits. Finalement, soulignons le fait que des *patterns* observés dans un échantillon sont peut-être uniquement présents dans l'échantillon et non pas la population réelle de la zone étudiée.

Notons également que nous nous sommes concentrés sur l'habitat uniquement, mais que certains sites ne portaient pas nécessairement de trace indiquant clairement une fonction d'habitat ; nous avons fait la supposition que toute trace d'occupation impliquait une installation soit à cet endroit même soit dans les environs immédiats. De plus, nous n'avons pu produire que deux jeux de données, sur base des datations. Cette donnée n'a pas pu être intégrée à l'analyse, à cause du nombre trop important d'imprécisions quant aux datations connues ; ainsi, nous avons choisi de réunir des sites parfois assez éloignés dans le temps en un seul jeu de données. Ces deux agrégations (l'une fonctionnelle, l'autre temporelle) ont malheureusement été nécessaires, le but étant d'avoir un nombre minimum d'observations positives pour mener à bien la régression logistique. Finalement, rappelons que certaines informations concernant la localisation des sites archéologiques étaient fausses ou imprécises, et qu'une correction a dû être appliquée. Il en résulte que les sites incriminés ont été placés avec parfois une marge d'erreur de 10 à 50 m.

Pour ce qui est des fichiers utilisés pour produire les données (les *shapefiles* et autres *rasters*), rien de particulier ne peut être trouvé à redire, si ce n'est la relative imprécision du *shapefile* contenant les informations hydrographiques, qui ne comprenait que les cours d'eau principaux. Notons également que ces informations ne sont pas des reconstructions des conditions d'époque, et par conséquent nous avons dû nous baser uniquement sur des observations récentes, en supposant que les changements écologiques n'aient pas été si importants. Rappelons toutefois que les hypothèses de travail ont été changées en conséquence pour nous adapter à ce problème.

Pour ce qui est du processus d'analyse en tant que tel, plusieurs problèmes inhérents à la méthode employée sont survenus, et ont pu être corrigés avec un certain succès. Le premier réside dans les relations linéaires entre les différents facteurs pris en compte dans l'analyse. Pour les diagnostiquer, nous nous sommes basés sur d'une part le test du VIF, qui n'est pas tout à fait adapté à la distribution des valeurs des différents facteurs, et d'autre part sur les corrélations entre paires de variables. Bien que ces manières de procéder ne soient pas parfaites, nous pouvons affirmer que les risques de déformation due à la colinéarité ont été réduits au maximum. Le mode de sélection des modèles finaux, automatisé, a pu également être une source de biais (notamment d'*overfitting*), mais ce phénomène a pu être réduit en opérant un compromis entre le nombre de variables composant le modèle final et un score AUC garantissant une fiabilité de modèle suffisante.

Malgré toutes les réserves que nous avons émises, nous considérons que nos résultats restent dignes d'intérêt, ne serait-ce que pour les parallèles intéressants relevés entre nos résultats et ceux obtenus par l'étude de Lepot, Vallée et al. Nous espérons qu'ils ouvriront la voie à une critique globale de l'usage des régressions logistiques en archéologie, ou du moins que cette étude permettra de mieux comprendre les limites et contraintes imposées par ce type de démarche.

Conclusion

Nous cherchions à comprendre comment étudier les choix d'habitat au Néolithique et à la Protohistoire, et pour cela, nous étions partis de deux hypothèses de travail qui étaient les suivantes :

- 1) Se baser uniquement sur les variables environnementales pour mener une étude de ce type est une stratégie valable, ou du moins suffisante.
- 2) Les choix d'implantation des populations anciennes ont été guidés par une recherche du milieu le plus favorable à leur subsistance.

Nous avons évalué la validité de la première hypothèse dans le chapitre 1, qui dressait un tableau des différentes approches proposées dans l'histoire de la discipline pour étudier les rapports entre populations anciennes et environnement. Cette hypothèse reposait sur la supposition que les variables environnementales jouaient un rôle plus important dans les choix de vie des hommes anciens parce que leur niveau technologique et la complexité (supposée) moindre de leurs sociétés rendaient leurs modes de vie plus sensibles aux conditions environnementales. Rien dans nos recherches n'a pu confirmer cette idée, mais elles ont démontré que les études basées uniquement sur les facteurs environnementaux obtenaient des résultats intéressants et pertinents. En outre, il s'est avéré que tenir compte de facteurs socio-économiques n'est pas aussi aisé qu'il y paraît, d'une part à cause du mode de production de ces données, mais aussi de la disponibilité des informations en elles-mêmes. Malheureusement, les informations manquaient dans notre cas, et nous avons décidé de ne pas tenter d'intégrer de facteurs de ce type dans notre analyse.

Le chapitre 1 nous a également donné une bonne idée des différentes approches proposées jusqu'à maintenant, mettant en évidence les forces et faiblesses de chacune.

Le second chapitre avait pour but de planter le décor de notre étude, en produisant un résumé des connaissances actuelles pour les périodes et peuples étudiés. Une description complète des vestiges pris en compte dans notre analyse a également été produite, afin de donner une idée précise de la matière sur laquelle nous avons travaillé. Cette mise en contexte a permis de soulever des remarques intéressantes quant au niveau technologique des populations étudiées, et a par ce fait orienté notre deuxième hypothèse vers une question plus précise et pertinente, à savoir si les suppositions de Langohr (qu'on ne rappelle plus) se vérifiaient.

Cette nouvelle hypothèse a été testée dans la troisième et dernière partie de notre étude, qui détaillait de A à Z les différentes procédures d'analyse. Celle-ci a révélé une réponse positive des facteurs soupçonnés comme étant favorables à l'implantation humaine, mais également une concordance étonnante entre, d'une part les résultats pour les jeux de données 'Néolithique' et 'Protohistoire', et d'autre part les résultats obtenus par Lepot, Vallée et al., et ce pour des périodes plus tardives dans la région voisine du Condroz.

Nous avons suggéré deux explications plausibles à ces résultats. Soit notre deuxième hypothèse s'avère exacte, et la concordance relevée peut s'expliquer par une influence des facteurs environnementaux toujours importante après la période néolithique, ainsi qu'une continuité d'occupation des espaces favorisés par les néolithiques aux périodes ultérieures. Soit nos résultats sont erronés, peut-être dû à un effet statistique que nous n'avons pas pu réduire malgré nos efforts. Cet effet aurait alors potentiellement affecté les calculs présentés dans l'article de Lepot et al., et dans ce cas, un réexamen de nos deux études serait intéressant à effectuer. Dans le but de faciliter cette vérification, nous avons fait la liste des biais potentiels de notre étude.

Ce réexamen pourrait mener à de nouvelles conclusions, et pourrait être l'occasion, pourquoi pas, de tester des hypothèses et théories qui n'ont pas encore été testées : par exemple, on pourrait étendre le cadre de l'étude à un territoire plus important, pour à la fois comparer les régions de Hesbaye et du Condroz, et également considérer des régions différentes morphologiquement pour tenter de comprendre (par exemple) pourquoi les Rubanés se sont limités aux régions loessiques de Hesbaye, et se sont très peu étendus au-delà. Ce changement d'échelle permettrait de savoir si l'attractivité de l'environnement s'exerce plutôt au niveau régional ou supra-régional comme a pu le suggérer Gosselain dans la conclusion de son article.

Quoi qu'il en soit, retenons de cette expérience ces quelques éléments : analyser les rapports entre environnement et établissements ne peut se faire sans bonnes hypothèses de départ vérifiables et des données correctement construites. Sans ces deux piliers essentiels, les modèles prédictifs devraient être laissés à l'archéologie préventive, où leur utilité a déjà été démontrée.

Tables et illustrations

Fig. 1 : Zone d'étude, la Hesbaye liégeoise. Carte construite sur base des données du CRAN (UCL)	10
Fig. 2 : Emplacements des sites néolithiques, Hesbaye liégeoise. Carte construite sur base des données du CRAN (UCL).....	117
Fig. 3 : Emplacements des sites protohistoriques, Hesbaye liégeoise. Carte construite sur base des données du CRAN (UCL).....	117
Table 1 : Résultats du test de Shapiro-Wilk pour nos deux jeux de données. .	129
Table 2 : Valeurs VIF des deux jeux de données sur base de modèles linéaires.	130
Table 3 : Indices Rho des corrélations par paires de variables. Les lignes en gras sont celles dont $Rho > 0.7$	132
Fig. 4 : Réseau des relations de corrélation entre les facteurs dont l'indice de corrélation $\rho > 0.5$. Les corrélations fortes (>0.7) sont indiquées en gras. Schéma de P. Verstegen.....	133
Table 4 : <i>p-values</i> des jeux de données 'Néolithique' et 'Protohistoire'	134
Table 5 : <i>p-values</i> des variables catégoriques pour le <i>data set</i> 'Néolithique'..	135
Table 6 : <i>p-values</i> des variables catégoriques pour le <i>data set</i> 'Protohistorique'	136
Table 7 : Scores AIC des différentes sélections pour le jeu de données 'Néolithique'	139
Table 8 : Scores AIC des différentes sélections pour le jeu de données 'Protohistoire'	139
Fig. 5 : Exemple de représentation graphique d'une régression logistique. Schéma de P. Verstegen.....	140
Table 9 : Score AUC pour les modèles basés sur le jeu de données 'Néolithique'	141
Table 10 : Score AUC pour les modèles basés sur le jeu de données 'Protohistoire'	142
Table 11 : Composition des modèles finaux pour les deux jeux de données et statistiques issues des régressions.	143
Table 12 : Modèle final pour la période Néolithique.	144
Table 13 : Modèle final pour la période Protohistorique.	145

Bibliographie

Chapitre 1

- BUTZER K., 1982. *Archaeology as Human Ecology : method and theory for a contextual approach*, Cambridge.
- CHOUQUER G. & WATTEAUX M., 2013. *Traité d'archéogéographie. 2, L'archéologie des disciplines géohistoriques*, Paris.
- COCAUD M. & CELLIER J., 2012. *Le traitement des données en histoire et sciences sociales : méthodes et outils*, Rennes.
- CONOLLY J. & LAKE M., 2006. *Geographical information systems in archaeology*, Cambridge.
- DJINDJIAN F., 2011. *Manuel d'archéologie : méthodes, objets et concepts*, Paris.
- EBERT J.I., 2000. The State of the Art in "Inductive" Predictive Modeling: Seven Big Mistakes (and Lots of Smaller Ones), dans K. L. Wescott & R. J. Brandon, 2000. *Practical Application of GIS for archaeologists. A predictive modelling kit*, Londres, p. 137-143.
- FAVORY F., VAN DER LEEUW S. et al., 2016. *Voyage dans l'archéologie spatiale anglo-saxonne*, Les Cahiers de la MSHE Ledoux, 25, Besaçon.
- KING G. & ZENG L., 2001. Logistic Regression in Rare Events Data, *Political Analysis*, 9, p. 137-163.
- LEPOT A., VALLÉE A., NOTEBAERT B., DE BRUE H. & VERSTRATEN G., 2016. Le Condroz (Belgique) du I^{er} au VII^e siècle après J.-C. Exploration du paysage rural antique, dans Reddé M. (éd.), 2016. *Méthodes d'Analyse des Différents Paysages Ruraux dans le nord-est de la Gaule romaine*, Paris.
- NUNINGER L., VERHAGEN P., BERTONCELLO F. & CASTORRAO BARBA A., 2016. Estimating "Land Use Heritage" to Model Changes in Archaeological Settlement Patterns, *LAC 2014 Proceedings*, Amsterdam.
- OSTIR K., KOKALI Z. & NUNINGER L., 2008. Confidence maps : a tool to evaluate data's relevance in spatial analysis, dans 6th International Conference of Territorial Intelligence "Tools and methods of Territorial Intelligence", Oct 2008, Besançon, France.
- RENFREW C. & BAHN P., 2004. *Archaeology : theories, methods and practice*, 4^e édition, Londres.
- RODIER X. (dir.), 2011. *Information spatiale et archéologie*, Paris.
- VAN DER LEEUW S., FAVORY F. & FICHE J.-L. (dir.), 2003. *Archéologie et systèmes socio-environnementaux : études multiscalaires sur la vallée du Rhône dans le programme Archaeomedes*, Paris.
- VAN LEUZEN M., 2002. *Pattern to Process : Methodological Investigations into the Formation and Interpretation of Spatial Patterns in Archaeological Landscapes*, thèse de doctorat présentée à l'Université de Groningen, (Peter A. J. Attema, Directeur).
- VERHAGEN P., KAMERMANS H., VAN LEUSEN M. & DUCKE B., 2010. New developments in archaeological predictive modelling, dans T. Bloemers, H. Kars, A. van der Valk & M. Wijnen (eds.), 2010. *The Cultural Landscape & Heritage Paradox. Protection and Development of the Dutch Archaeological-*

Historical Landscape and its European Dimension (Landscape & Heritage Studies Proceedings), p. 431-444.

VERHAGEN P., NUNINGER L., TOURNEUX F.-P., BERTONCELLO F. & JENESON K., 2013. Introducing the Human Factor in Predictive Modelling : a Work in Progress, dans G. Earl, T. Sly, A. Chrysanthi, P. Murrieta-Flores, C. Papadopoulos, I. Romanowska and D. Wheatley (eds). *Archaeology in the Digital Era*. Papers from the 40th Annual Conference of Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), Southampton, 26-29 March 2012, p. 379-388.

VERHAGEN P., 2017. Spatial Analysis in Archaeology: Moving into New Territories, dans C. Siart, M. Forbriger & O. Bubenzer (eds.), 2017. *Digital Geoarchaeology. New Techniques for Interdisciplinary Human-Environmental Research*, Cham, Springer, p. 11-25.

WHEATLEY D. & GILLINGS M., 2002. *Spatial technology and archaeology : the archaeological applications of GIS*, Londres.

Chapitre 2

Néolithique

BOSQUET D. & FOCK H., 1996. Vestiges rubanés à Waremme-Vinâve, *Notae Praehistoricae*, 16, p. 151-154.

BOSQUET D. & FOCK H., 1997a. Waremme/ Oleye : vestiges rubanés au lieu-dit « Vinâve », *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 4-5, p. 90-91

BOSQUET D. & FOCK H., 1997b. Remicourt/ Momalle : un village rubané au lieu-dit « Fond de Momalle », *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 4-5, p. 84-85

BOSQUET D., FOCK H. & PREUD'HOMME D., 1997c. Découverte d'un village rubané fossoyé à Remicourt au lieu-dit « En bia Flo » (TGV oriental), *Notae Praehistoricae*, 17, p. 103-110.

BOSQUET D., PREUD'HOMME D. & HAESAERTS P., 1998. Remicourt/Momalle : découverte d'artefacts paléolithiques en stratigraphie, au lieu-dit « En Bia Flo » I, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 6, p. 66-67.

BOSQUET D., PREUD'HOMME D., FOCK H. & GOFFIOUL C., 1998a. Remicourt/Momalle : un village rubané fossoyé au lieu-dit « En Bia Flo » II, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 6, p. 68-70.

BOSQUET D., FOCK H., GOFFIOUL C., PREUD'HOMME D., 1998b. Le site rubané de Fexhe-le-Haut-Clocher - Podrî l'Cortri : résultat des fouilles, *Notae Praehistoricae*, 18, p. 131-140.

BOSQUET D., FOCK H., GOFFIOUL C. & PREUD'HOMME D., 1999a. Fexhe-le-Haut-Clocher : fouille d'un site rubané au lieu-dit « Podrî l'Cortri » à Freloux, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 7, p. 63-65.

BOSQUET D. & PREUD'HOMME D., 1999b. Vestiges d'habitat Michelsberg en contexte laténien à Hannut. *Notae Praehistoricae*, 19, p. 121-125.

BOSQUET D. & PREUD'HOMME D., 2000. Hannut : quatre fosses Michelsberg et une enceinte quadrangulaire laténienne au lieu-dit « Trommenveld » II, à Cras-Avernas, *Chronique de l'Archéologie*

wallonne, 8, p. 131-136.

BOSQUET D., FOCK H., GOFFIOUL C. & PREUD'HOMME D., 2001. Les sites rubanés de Remicourt En Bia Flo et Fond de Momalle et de Fexhe-le-Haut-Clocher Podrî l'Cortri et Voroux-Goreux, dans C. Bellaire, J. Moulin & A. Cahen-Delhay (éd.), Guide des sites préhistoriques et protohistoriques en Wallonie, *Vie archéologique*, no spécial, p. 82-85.

BOSQUET D., FOCK H., GOFFIOUL C., PREUD'HOMME D. & Marchal J.-P., 2004. La néolithisation en Hesbaye (Belgique) : apport des fouilles récentes (1996-1999) sur le tracé du TGV oriental, et du site de Ans, à Alleur, dans I. Jadin, A. Hauzeur, N. Cauwe, M. Vander Linden, Ö. Tunca & M. Lebeau (dir.), Actes du XIVème Congrès UISPP, Université de Liège, Belgique, 2-8 septembre 2001. Section 9. *Le Néolithique au Proche-Orient et en Europe*. Section 10. *L'âge du cuivre au Proche-Orient et en Europe*. Sessions générales et posters, Oxford (BAR International Series, 1303), p. 81-94.

BOSQUET D., GOFFIOUL C. & PREUD'HOMME D., 2007a. Les enceintes rubanées de Belgique : apports des fouilles récentes, *Supplément à la Revue archéologique du centre de la France*, 27, p. 5-20.

BOSQUET D., QUICK R.S., KEELEY L.H., JADIN I. & GOLITKO M., 2007b. Waremme/Waremme : campagne de prospections magnétiques et fouilles sur le site de « La Campagne du Moulin » à Grand-Axhe, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 14, p. 101-103.

BOSQUET D., GOTLIKO M., PALAVERT A. et al., 2008. Une phase pionnière à l'origine du peuplement rubané de la Hesbaye liégeoise (Belgique), Fin des traditions danubiennes dans le Néolithique du Bassin parisien et de la Belgique (5100-4700 av. J.-C.), *Mémoire XLIV de la Société préhistorique française*, Paris.

BURNEZ-LANOTTE L., VAN ASSCHE M. & DOUTRELEPONT J., 1996. Hannut/Avin : « Campagne entre le Tiège d'Acosse », site Michelsberg, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 4-5, p. 80.

BURNEZ-LANOTTE L., CASPAR J.-P., CONSTANTIN C., 1993. I. Introduction dans J.-P. Caspar, C. Constantin, A. Hauzeur, L. Burnez-Lanotte, Nouveaux éléments dans le groupe de Blicquy en Belgique : le site de Vaux-et-Borset "Gibour" et "A la Croix Marie-Jeanne", *Helinium*, XXXIII/1 : 67-79.

CAHEN D. & VAN BERG P.-L., 1981. Les fouilles de la rue Stiernet à Omal, *Notae Praehistoricae*, 1, p. 28-29.

CAHEN D. & DOCQUIER J., 1985. Présence du groupe de Blicquy en Hesbaye liégeoise, *Helinium*, XXV : 94-122.

CAHEN D. & HAUZEUR A., 1986. Le site archéologique d'Oleye Al Zèpe (Waremme, province de Liège), *Notae Praehistoricae*, 6, p. 113-114.

CAHEN D., GRATIA H., JADIN I. & KEELEY L.-H., 1988. L'habitat rubané du Haut-Geer : poursuite des fouilles à Oleye et Waremme-Longchamps, *Notae Praehistoricae*, 8, p. 63-65.

CAHEN D., KEELEY L. H., CORNELISSEN E., DERAMAIX I., GRATIA H., TROCKI P. & JADIN I., 1989. Découvertes récentes aux limites occidentales du Rubané de Hesbaye. Oleye, Waremme-Longchamps, Hollogne s/Geer & Vieux Waleffe, *Notae Praehistoricae*, 9, p. 73-78.

CASPAR J.-P., CONSTANTIN C., HAUZEUR A., BURNEZ-LANOTTE L., SIDERA I., DOCQUIER J., LOUBOUTIN C., TROMME F., 1989. "Groupe de Blicquy et Rubané à Vaux-et-Borset "Gibour", *Notae Praehistoricae*, 9 : 49-59.

CASPAR J.-P., HAUZEUR A., DOCQUIER J., BIT R., VAN ASSCHE M. & TROMME F., 1991. Le fossé rubané de Vaux-et-Borset « Gibour », *Notae Praehistoricae*, 11, p. 77-84.

CASPAR J.-P., DELYE E., ROTS V. & ROCHUS N., 1999. Villers-le-Bouillet/Vaux-et-Borset : campagne de fouilles « À la Croix Marie-Jeanne », *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 7, p. 79.

CAUWE N., DERAMAIX I. & JADIN I., 1991. Seconde campagne de fouilles à Hollogne-Douze Bonniers, *Notae Praehistoricae*, 10, p. 55-59.

COUDART A., 1998. *Architecture et société néolithique. L'unité et la variance de la maison danubienne*, Paris.

COUDART A., 2011. Des faits, dans A. Hauzeur & I. Jadin, 2011. *5000 ans avant J.-C., la grande migration ? Le Néolithique ancien dans la collection Louis Eloy*, Namur.

DE LAET S. J., 1982. *La Belgique d'avant les romains*, Wetteren.

DELYE E. & OTTE M., 2003. Ans/ Alleur : campagne de fouille 2002 sur le site rubané "A l'Arbre de la Mère Dieu", *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 11, p. 90-91.

DELYE E. & OTTE M., 2004. Ans/ Alleur : campagne de fouille 2003 sur le site rubané "A l'Arbre de la Mère Dieu", *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 12, p. 90.

DERAMAIX I. & LÉOTARD J.-M., 1993, Sauvetage de vestiges rubanés à Bierset, *Notae Praehistoricae* 12, p. 107- 124.

DESTEXHE G., 1968. Contribution à l'étude de la ceramique omalienne en Hesbaye, *Annales Congrès de Liège de la FAHB*, p. 487-504.

DESTEXHE G., 1976a. Fosse omalienne au lieu-dit « Sur les Forts » à Verlaine, *Bull. Chercheurs de la Wallonie*, 23, p. 169-180.

DESTEXHE G., 1976b. Fosse omalienne au lieu-dit « Blanc Bois » à Verlaine, *Annales Congrès de Huy de la FABH*, p. 8-15.

DESTEXHE G., 1984. Sauvetage d'une fosse omalienne à Hodeige, *Archéologie hesbignonne*, 3, p. 7-20.

Destexhe G., 1987a. La Protohistoire en Hesbaye Centrale, du Bronze Final à la Romanisation, *Archéologie hesbignonne*, 6, Saint-Georges-Sur-Meuse.

Destexhe G., 1987b. *Les Omaliens, premiers agriculteurs hesbignons*, Saint-Georges-Sur-Meuse.

DESTEXHE G., 1989. Fosse omalienne à Petit-Axhe (Waremmme), *Vie archéologique*, 33-34, p. 24.

DESTEXHE G., 1990. Les occupations omalienne, de la Tène et romaine du "Thier de la Vigne" à Oudoumont, *Archéologie hesbignonne*, 9, p. 3-65.

DESTEXHE G., 1996. Site omalien à Lantremange, *Archéologie hesbignonne*, 14, p. 115-124.

DESTEXHE G., 1998. Site omalien au « Fond des Sarts » à Chapon-Seraing, *Archéologie hesbignonne*, 15, p. 9-16.

DESTEXHE G., 2012. Le Musée Communal d'Archeologie Hesbignonne à Saint-Georges-sur-Meuse. 100000 ans d'Histoire des Habitants de la Hesbaye, *Archéologie hesbignonne*, 21, Saint-Georges-Sur-Meuse.

DESTEXHE G., 2015. Mésolithique récent, omalien, Hallstatt, La Tène et gallo-romain " À la Chaussée " à Freloux, (Commune de Fexhe-le-Haut-Clocher - Hesbaye liégeoise), *Archéologie hesbignonne*, 23, p. 35-112.

DOSOGNE M., FECHNER K. & BOSQUET D., 2007. Crisnée/Crisnée : deux fosses néolithiques et une structure indéterminée aux lieux-dits « Busaifosse » et « Tombe de Hodeige » à Fize-le-Marsal, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 14, p. 93-94.

FRÉBUTTE C. & MARCHAL J.-P., 1998a. Implantation du rubané récent au lieu-dit « Ferme de l'Abbaye » à Donceel (province de Liège), *Notae Praehistoricae*, 18, p. 141-148.

FRÉBUTTE C. & MARCHAL J.-P., 1998b. Donceel : implantations du Néolithique ancien et du Premier Âge du Fer, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 6, p. 109-110.

FOCK H., GOFFIOUL C. & CORNÉLUSSE F., 1999. Remicourt/Momalle : un habitat rubané au lieu-dit « Fond de Momalle » III, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 7, p. 72-74.

GOFFIOUL C., FOCK H., PREUD'HOMME D. & BOSQUET D., 2000. Fexhe-le-Haut-Clocher : un village rubané et des fosses protohistoriques à Voroux-Goreux, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 8, p. 126-131.

GOFFIOUL C. & MARCHAL J.-P., 2015. Grâce-Hollogne/Grâce-Hollogne : intervention dans la zone aeroportuaire de Bierset, campagne 2014, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 23, p. 210.

GOSSELIN F., 1986. L'occupation rubanée du Haut Geer et de la Méhaigne : choix et contraintes écologiques, *Bulletin de la Société royale belge d'Anthropologie et de Préhistoire*, 97, p. 189-207.

HAMAL-NANDRIN J., SERVAIS J. & LOUIS M., 1936. Découverte et aire de dispersion des villages omaliens, *Bulletin de la Société Royale Belge d'Anthropologie et de Préhistoire*, 51, p. 25-125.

HAUZEUR A., CASPAR J.-P., VAN ASSCHE M., DOCQUIER J., BIT R. & DARDENNE L., 1991. Vaux-et-Borset « La Chapelle Blanche » : habitat rubané et vestiges protohistoriques, *Notae Praehistoricae*, 11, p. 67-76.

HAUZEUR A., JADIN I., (dir.), 2011. *5000 ans avant J.-C., la grande migration ? Le Néolithique ancien dans la collection Louis Éloy*, Namur.

JADIN I., KEELEY L. H., CAHEN D. & GRATIA H., 1989. Omaliens et Blicquiens face à face. Fouille d'urgence d'un établissement et d'une sépulture du Groupe de Blicquy à Darion-Colia (Geer, prov. de Liège), *Notae Praehistoricae*, 9, p. 61-68.

JADIN I., 1993. Geer/Hollogne-sur-Geer : seconde campagne de fouilles au lieu-dit « Douze Bonniers », *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 1, p. 57.

JADIN I., HAECK J. & HAUZEUR A., 1994. Découverte fortuite d'un fossé à Oleye (province de Liège), *Notae Praehistoricae*, 13, p. 119-120.

JADIN I., BOSQUET D. & MOUREAU G., 1996-1997. Geer/Omal : relevé des fosses rubanées rue Stiernet, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 4-5, p. 79-80.

JADIN I., Bosquet D. & Moureau G., 1998. Encore des fosses rubanées rue Stiernet à Omal, commune de Geer (province de Liège), *Études et Documents, Archéologie*, 5, p. 75-78.

JEUNESSE Chr., 2011. Fossés continus, fossés discontinus et pseudo-fossés, dans A. Hauzeur, I. Jadin, 2011. *5000 ans avant J.-C., la grande migration ? Le Néolithique ancien dans la collection Louis Eloy*, Namur.

KEELEY L.H., BOSQUET D., QUICK R.S., JADIN I. & GOLITKO M., 2007. Berloz/Berloz : prospections magnétiques et nouvelle campagne de fouilles sur le site rubané de « Longchamps », *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 14, p. 91-92.

LOICQ S. & MARCHAL J.-P., 2002. Grâce-Hollogne/Grâce-Hollogne : fouilles préventives à hauteur de l'accès n°3 à Hollogne-aux-Pierres, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 10, p. 158-159.

LOICQ S. & MARCHAL J.-P., 2003. Grâce-Hollogne/Grâce-Hollogne : fouilles préventives à hauteur de l'accès n°3 à Hollogne-aux-Pierres, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 11, p. 125-128.

LOICQ S., GÉMIS P., MARCHAL J.-P., 2004. Grâce-Hollogne/Grâce-Hollogne : site rubané dans la zone d'extension de l'aéroport de Bierset, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 12, p. 92-93.

MARCHAL J.-P., 1998. Sauvetage sur un site rubané à Alleur - Domaine militaire, *Notae Praehistoricae*, 18, p. 107-122.

MARCHAL J.-P., 1999. Seconde campagne de fouille sur le site rubané d'Alleur - Domaine militaire, *Notae Praehistoricae*, 19, p. 107-109.

MARCHAL J.-P., DE BEUCKELEER N., HAECK J. & LOICQ S., 2004a. Waremme/Waremme : une grande maison d'époque indéterminée, Néolithique moyen ou Âge du Fer, rue de Limbourg à Lantremange, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 12, p. 163-165.

MARCHAL J.-P., DE BEUCKELEER N., HAECK J. & LOICQ S., 2004b. Une grande maison de la 1ère moitié du 4e millénaire à Lantremange, *Notae Praehistoricae*, 24, p. 139-150.

MARCHAL J.-P. & LOICQ S., 2006. Grâce-Hollogne/Velroux : sondage d'évaluation dans la zone d'extension de l'aéroport de Bierset, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 13, p. 162-166.

MARCHAL J.-P. & LOICQ S., 2007. Grâce-Hollogne/Velroux : poursuite des fouilles dans la zone d'extension de l'aérogare de Liège Airport, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 14, p. 109-112.

MARCHAL J.-P., 2009. Grâce-Hollogne/Bierset : évaluation dans la zone d'extension des pistes de l'aéroport, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 16, p. 114-115.

MARCHAL J.-P. & HENRARD D., 2010. Waremme/ Waremme : occupations rubanées et protohistoriques rue d'Oleye, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 17, p. 151-154.

MARCHAL J.-P., 2012. Waremme/Oleye : occupations rubanées et protohistoriques Chemin de Mouhin, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 19, p. 180-181.

MARCHAL J.-P., COLLETTE O., DE BERNARDY DE SIGOYER S. & GOFFIOUL C., 2017. Grâce-Hollogne/Grâce-

Hollogne et Mons-lez-Liège : intervention dans la zone aéroportuaire de Bierset, campagne 2016, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 25, p. 122-128.

OTTE M. & DELYE E., 2001. Ans / Alleur : site rubané, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 9, p. 90-91.

RÜCK O., 2011. Le village rubané : rangées de maisons et espaces vierges ouvrent de nouvelles perspectives sur le développement et l'organisation de l'habitat, dans A. Hauzeur, I. Jadin, 2011. *5000 ans avant J.-C., la grande migration ? Le Néolithique ancien dans la collection Louis Eloy*, Namur.

SERET R., 1962. L'occupation de la Hesbaye par les Omaliens, *Bulletin de la Société royale belge d'Études géologiques et archéologiques Les Chercheurs de la Wallonie*, XVIII, p. 93-120.

TARRÈTE J. & LE ROUX Ch.-T. (coord.), 2008. *Le néolithique : archéologie de la France*, Paris.

VAN DOSSELAER B., BURNEZ-LANOTTE L., GOMART L. & LIVINGSTONE-SMITH A., 2013. Analyse technologique de céramiques du Néolithique ancien de V&B (Hesbaye, B) : résultats préliminaires. *Notae Praehistoricae*, 33, p. 15-26.

VERMEERSCH P., 1993. Le Michelsberg en Belgique et ses rapports avec les pays limitrophes dans *Le Néolithique du nord-est de la France et des régions limitrophes*, Actes du XIII^e colloque interrégional sur le Néolithique (Metz, 1986), Documents d'Archéologie Française n° 41. p.155-164.

VERMEERSCH P. & BURNEZ-LANOTTE L., 1998. La culture Michelsberg en Belgique : état de la question, *Materialhefte zur Archäologie in Baden-Württemberg*, 43, p. 51-58.

Protohistoire

BOSQUET D. & FOCK H., 1996-1997. Waremmes : fossés et structures d'époques diverses au lieu-dit « La Côtale », *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 4-5, p. 131-133.

CASPAR J.-P., DOCQUIER J., SCHUERMAN E., MODRIE S., BIT R., DELYE E., VAN ASSCHE M., 1994. Campagne de fouilles 1993 dans le site néolithique ancien de Vaux-et-Borsset "Gibour", *Bulletin du Cercle archéologique Hesbaye-Condruz*, XXII, p. 149-154.

DESTEXHE G., 1982i. Un site de l'Âge du Fer à Lamine, *Bull. Chercheurs de la Wallonie*, 25, p. 163-210.

DESTEXHE G., 1982ii. Une activité hallstattienne à Streel, *Archéologie hesbignonne*, 1, p. 25-59.

DESTEXHE G., 1982iii. Un four de potier hallstattien à Chapon-Seraing, *Bull. Anthropologie et Préhistoire*, 93, p. 41-49.

DESTEXHE G., 1982iv. Un habitat de la Tène III à Bovenistier, *Bull. Chercheurs de la Wallonie*, 25, p. 211-236.

DESTEXHE G., 1983i. Les sites de Pitet, de St. Georges et d'Oleye. Premier aspect du Bronze final en Hesbaye, *Archéologie hesbignonne*, 2, p. 3-20.

DESTEXHE G., 1983ii. Site hallstattien à St Georges-sur-Meuse, *Archéologie hesbignonne*, 2, p 21-45.

DESTEXHE G., 1983iii. Les matériels céramique et métallique du site hallstattien d'Oleye, *Archéologie hesbignonne*, 2, p. 46-106.

DESTEXHE G., 1984i. Sondage dans un site d'habitat de la Tène II à Fexhe-le-Haut-Clocher, *Archéologie hesbignonne*, 3, p. 61-84.

DESTEXHE G., 1984ii. Sondage dans un site hallstattien « Sur les Monts » à Haneffe, *Archéologie hesbignonne*, 3, p. 21-60.

DESTEXHE G., 1984iii. Trois fosses de la Tène à Fooz in Les Celtes en Belgique et dans le Nord de la France. *Revue du Nord. Hors-série 1*, Lille, p. 25-29.

DESTEXHE G., 1984iv. Un site de la Tène à Remicourt, *Bull. Anthropologie et Préhistoire*, 95, p. 59-88.

DESTEXHE G., 1985. Une fosse de la Tène à Boëlhe, *Archéologie hesbignonne*, 4, p. 47-61.

DESTEXHE G., 1986. Un site de la Tène à Momalle, *Vie archéologique*, 21, p. 37-60.

DESTEXHE G., 1990i. Vestiges hallstattiens à Tourinne, *Archéologie hesbignonne*, 9, p. 67-96.

DESTEXHE G., 1990ii. Vestiges protohistoriques et romains à Hannut, *Archéologie hesbignonne*, 9, p. 97-108.

DESTEXHE G., 1991i. Un site de la Tène à Momelette, *Archéologie hesbignonne*, 10, p. 105-138.

DESTEXHE G., 1991ii. Habitats hallstattien, de la Tène, romain et mérovingien "Dessus le Ruisseau" à Limont, *Archéologie hesbignonne*, 10, p. 3-103.

DESTEXHE G., 1994. Site hallstattien dans la « Campagne du Jointy » à Verlaine, *Archéologie hesbignonne*, 12, p. 3-14.

DESTEXHE G., 1996. Un four de potier de la Tène à Verlaine, *Archéologie hesbignonne*, 14, p. 97-114.

DESTEXHE G., 1998. Fosses hallstattiennes isolées à Seraing-le-Chateau et a Chapon-Seraing, *Archéologie hesbignonne*, 15, p. 17-32.

DESTEXHE G. 2015. Enceinte fossoyée d'un habitat de la Tène D à Waremme (Hesbaye liégeoise), *Archéologie hesbignonne*, 23, p. 117-122.

DESTEXHE G., 2016. Une importante fosse de la Tène finale à Haneffe « Champ Tirtiaux », *Archéologie hesbignonne*, 24, p. 51-104.

FECHNER K. & LANGOHR R., 1998. Utilisation des sédiments, fonction des fosses et choix des sols dans l'habitat rubané - État de la question (Tracé wallon du TGV, Belgique, et alentours de la moyenne Moselle, France et Luxembourg), *Bull. Soc. roy. belge Anthropol. Préhist.*, 109, p. 121-140.

FRÉBUTTE C. & BOSQUET D., 1996. Remicourt/Bergilers : fosses d'extraction du Hallstatt D à proximité du « Fond de Lantremange », *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 4-5, p. 94.

FRÉBUTTE CHR. & MASSON-LOODS I., 1999. Juprelle / Fexhe-Slins, Paifve et Slins : vestiges dégagés lors de la pose d'une conduite de gaz, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 7, p. 106-110.

FRÉBUTTE Chr. & GUSTIN M., 2007. Engis / Hermalle-sous-Huy : fouille d'une installation protohistorique et d'une tuilerie gallo-romaine à la "Campagne de Gérée", *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 14, p. 129-131.

GOFFIOUL C., DE BERNARDY DE SIGOYER S., HANUT F., HENRARD D. et al., 2013. Wanze/Wanze : découverte d'une vaste occupation gallo-romaine, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 21, p. 170-176.

- GOFFIOUL C., DE BERNARDY DE SIGOYER S., HANUT F., HENRARD D. & MARCHAL J.-P., 2014. Wanze/Wanze : trois occupations protohistoriques sur le site du golf Naxhelet. Bilan 2013, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 22, p. 164-167.
- GOFFIOUL C. 2014. Faimes/Les Waleffes : vestiges hallstattiens, rue du Bosquet, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 22, p. 159-160.
- LANGOHR R. & SANDERS J., 1985. Étude pédologique du site de Darion : données préliminaires, *Bull. Soc. roy. belge Anthropol. Préhist.*, 96, p. 17-30.
- MARCHAL J.-P. & GUSTIN M., 1996. Oupeye/Haccourt : Sauvetage sur un site de l'Âge du Fer, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 4-5, p. 92-93.
- MARCHAL J.-P., 2000. Fexhe-le-Haut-Clocher : occupations protohistoriques et gallo-romaines aux lieux-dits "Fond de Fooz" et "Fond de Marion", *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 8, p. 125.
- MARCHAL J.-P. & LOICQ S., 2002. Villers-le-Bouillet/Fize-Fontaine : sondage d'évaluation dans le parc industriel, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 10, p. 169-170.
- MARCHAL J.-P. & LOICQ S., 2003. Wanze/ Vinalmont : occupation de La Tène moyenne, route de Villers, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 11, p. 101-102.
- MARCHAL J.-P. & LOICQ S., 2006. Herstal/Milmort : sondage d'évaluation dans le parc industriel, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 13, p. 109-110.
- MARCHAL J.-P. & LOICQ S., 2007. Awans/Awans : occupation préhistorique avec foyer en fosse "à sole bâtie", *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 14, p. 103-106.
- MARCHAL J.-P. & HENRARD D., 2010. Wanze/ Vinalmont : occupation du Premier Âge du Fer, route de Villers, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 17, p. 110-111.
- MARCHAL J.-P., 2012. Engis/Hermalle-sous-Huy : occupation protohistorique rue des Tuiliers, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 19, p. 131.
- PION C. & LOICQ S., 2011. Juprelle/Slins et Fexhe-Slins : fouilles préventives sur un site de l'Âge du Fer, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 18, p. 115-117.
- PÊCHEUR F., LOUIS X. & LEUSCH A., 2012. Juprelle/Wihogne, Paifve et Fexhe-Slins : trois ensembles de fosses protohistoriques, *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 19, p. 132-134.

Chapitre 3

- BABYAK M. A., 2004. What you see may not be what you get: a brief, nontechnical introduction to overfitting in regression-type models, *Psychosomatic Medicine*, 66, 3, p. 411-421.
- DORMANN C. F. et al., 2013. Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance, *Ecography*, 36, p. 27-46.
- IMAI K., KING G., LAU O., *Zelig : Everyone's Statistical Software*. R package version 3.5.4.
- MIDI H., SARKAR S. K. & RANA S., 2010. Collinearity diagnostics of binary logistic regression model, *Journal of Interdisciplinary Mathematics*, 13, p. 253-267.

SPERANDEI S., 2014. Understanding logistic regression analysis, *Biochemia Medica*, 24, p. 12-18.

ZHANG Z., 2016. Variable selection with stepwise and best subset approaches, *Annals of Translational Medicine*, 4(7):136, p. 1-6.

