

Projet ANR-08-BLAN-0157-01

ARCHAEDYN

Dynamique spatiale des territoires de la Préhistoire au Moyen Âge

Programme BLANC 2008

Compte rendu final (version développée)

1. INTRODUCTION

Le projet *ArchaeDyn* a été lancé en 2005, dans le cadre de l'ACI « Espaces et territoires », en s'inscrivant dans le prolongement des programmes européens *Archaeomedes* (I, 1992-1994 et II 1996-1999). *Toutefois* la perspective de recherche est différente en étant centrée non plus sur l'habitat, mais sur l'espace qui accueille les activités humaines (agriculture, élevage, extraction minière, artisanat) et sur les phénomènes sociaux de production et d'échanges (système de peuplement, système agropastoral, échanges et consommation de produits manufacturés). Le programme ANR *ArchaeDyn* II a permis de concevoir et d'élaborer des indicateurs capables de décrire et de mesurer l'occupation des territoires, sa fréquence, son intensité, ses ruptures. Ces indicateurs opèrent sur un espace discrétisé par mailles ou par unités parcellaires, simples ou agrégées. L'objectif est d'appliquer uniformément, pour mieux comparer les états et les évolutions, un même protocole descriptif et analytique à différentes zones-ateliers réparties en France, sinon à l'ensemble du territoire national, voire au continent ouest-européen. Les enquêtes portant sur des périodes et des durées variées, du Néolithique à l'époque moderne, une formalisation globale du protocole de recherche a été développée pour identifier et décrire les objets analysés, les analyses mises en œuvre et les nouveaux objets spatiaux produits par l'équipe.

2. ENJEUX ET PROBLEMATIQUE, ETAT DE L'ART

Le programme *ArchaeDyn*, « Dynamique spatiale des territoires, de la Préhistoire au Moyen Âge », lancé dans le cadre de l'ACI « Espaces et territoires » (phase I : ET28, 2005-2007) (Gandini *et al.* 2012), et poursuivi dans le cadre du programme ANR (phase II : ANR-08-BLAN-0157-01, 2009-2012), contribue à élargir, en la modifiant, la problématique de recherche engagée dans la décennie 1990 par les programmes européens *Archaeomedes* I et II (Durand-Dastès *et al.* 1998 ; Van der Leeuw *et al.* 2003), en abordant la dynamique des territoires, envisagée selon plusieurs angles d'étude nouveaux, tant au plan thématique, chronologique que spatial. Il a été conduit par un collectif de 9 équipes, dont 1 slovène et 7 réparties dans 6 MSH (Besançon, Clermont-Ferrand, Dijon, Nanterre, Nice, Tours).

Le projet avait pour objectif d'approfondir l'analyse des interactions spatiales entre des groupes sociaux, les ressources qu'ils exploitent pour assurer leur subsistance, produire des objets et échanger avec d'autres groupes à courte, moyenne et longue distance, et les itinéraires qui régissent les flux à différentes périodes.

Le travail collectif a été structuré selon 3 axes thématiques – 1. "Aires d'approvisionnement, terroirs et finages" ; 2. "Peuplement, réseaux et territoires" ; 3. "Circulation des matières premières et des objets" – complétés par un axe 4 dédié aux "Méthodes et outils d'analyse spatiale" et chargé de l'assistance

méthodologique et technique dans le domaine des analyses spatiales, où ont coopéré des géographes, des géomaticiens, des géodésistes et les archéologues qui ont coordonné l'activité des axes thématiques.

Les enjeux initiaux du projet étaient :

- d'évaluer et de mesurer comment se constituent et évoluent les territoires en considérant les activités de production agro-pastorale (axe 1) ;
- d'appréhender l'organisation, l'intensité et la stabilité de l'occupation de l'espace rural dans la longue durée, de 800 av. J.-C. à 800 ap. J.-C. (axe 2) ;
- d'étudier les dynamiques spatiales liées aux processus de diffusion des matières premières et objets manufacturés, depuis l'approvisionnement jusqu'à la consommation des produits (axe 3).

Pour confronter les évolutions d'un phénomène documenté et décrit dans plusieurs bases de données géoréférencées, les espaces étudiés ont été délimités et découpés afin d'être comparables selon les questions posées. L'espace est l'objet même de l'étude, c'est-à-dire que chaque portion qui le compose peut être caractérisée par une durée, des phases chronologiques ou d'autres critères. Le principe d'investigation est celui de l'analyse d'image où un objet, ici l'espace fréquenté, occupé et exploité par des sociétés, est discrétisé sous la forme d'une grille dont les mailles, cellules ou pixels, sont dotées d'attributs. La taille des mailles varie de 100 m à 50 km selon l'échelle des espaces étudiés et les attributs correspondent à des indicateurs calculés à partir d'un semis de lieux (sites), d'objets archéologiques (artefacts) ou d'unité d'enregistrement spatiale (zone de prospection, parcelle). Le profil ainsi défini permet de comparer les entités territoriales, dès lors que ces entités sont décrites selon le même protocole, et d'analyser leur trajectoire dans la longue durée pour caractériser un espace ou un système (le finage ou le système de peuplement par exemple).

Pour l'atelier 1, les objectifs du projet étaient d'évaluer et de mesurer comment se constituent et évoluent les territoires en considérant les activités de production agro-pastorale. Il s'agissait de modéliser l'évolution de l'espace et son taux d'anthropisation : modalités de la conquête agraire de l'espace, croissance et décroissance, voire abandon de certains espaces. A cette fin, deux types d'objets ont été mobilisés : les vestiges d'épandages agraires collectés en prospection pédestre et les structures agraires et parcellaires anciennes fossilisées sous les couverts forestiers actuels et en partie cartographiées grâce à des levés LiDAR.

Les parcellaires fossiles ont été étudiés selon une approche assez nouvelle, pas uniquement morphologique, mais comme les témoins d'une mise en culture des espaces qu'ils occupent. L'approche a ainsi nécessité la reformalisation de l'information sur des portions de territoire (mailles notamment). Cette approche, déjà engagée dans *ArchaeDyn I*, mais de manière assez théorique, a pu être mise en pratique dans *ArchaeDyn II*, grâce à l'élaboration des outils nécessaires.

Le programme avait également pour objectif de mettre aux points des indicateurs quantitatifs permettant, pour la première fois, de comparer les dynamiques agraires de zones d'étude situées aussi bien en France septentrionale que méridionale, à partir d'épandages agraires identifiés en prospection pédestre. Ces épandages, observés et enregistrés sur le terrain depuis les années 1980 (Wilkinson, 1982 et 1989 ; Bintliff *et al.*, 1988 ; Bakels, 1997), n'avaient été jusqu'à présent que peu mobilisés dans l'étude des dynamiques territoriales (Poirier, Nuninger 2012).

L'Atelier 2 avait pour objectif d'appréhender l'organisation, l'intensité et la stabilité de l'occupation de l'espace rural dans la longue durée, de 800 av. J.-C. à 800 ap. J.-C. À partir de données issues de prospections archéologiques de surface conduites par des équipes différentes dans 10 microrégions du sud et du centre de la France (fig. 1), l'enjeu consistait à produire des indicateurs permettant de comparer sur des bases communes la forme et l'évolution du peuplement dans des espaces relevant de contextes géographiques et culturels différents. La confrontation de corpus de données multirégionales constitue en effet un enjeu majeur pour la perception de la dynamique du peuplement dans la longue durée (Fiches et van der Leeuw 1989), tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif (périodes de développement de l'occupation, de rétraction, de stabilité, de transformation des modes d'occupation du sol) et pour la compréhension des processus à l'œuvre dans ces évolutions (part des contraintes/potentialités locales/« globales »). Par rapport aux programmes *Archaeomedes I* et *II* (Favory *et al.* 2003), qui s'étaient attachés à étudier la dynamique du peuplement dans le Midi méditerranéen, le programme *ArchaeDyn* a élargi l'étude à plusieurs microrégions du centre de la France. Après un nécessaire travail d'homogénéisation et d'évaluation de la fiabilité des données multirégionales, la première phase du projet *ArchaeDyn* a essentiellement consisté à développer des outils permettant d'évaluer l'intensité et la stabilité du peuplement dans le temps et dans l'espace. Certains indicateurs de la structure hiérarchique du peuplement, développés de manière exploratoire dans *ArchaeDyn I*, ont été améliorés et systématisés dans le cadre d'*ArchaeDyn II*, tandis qu'ils étaient complétés par des indicateurs rendant compte de la structure spatiale et hiérarchique du peuplement.

L'atelier 2 a en outre donné lieu à la création d'un groupe de travail spécifique dédié à l'appréhension des dynamiques territoriales par l'analyse spatiale des données épigraphiques, complémentaires de celles relatives à l'habitat.



Fig. 1. Localisation des zones-ateliers de l'atelier 2

L'atelier 3 avait pour thème l'étude des dynamiques spatiales liées aux processus de diffusion des matières premières et objets manufacturés, depuis l'approvisionnement jusqu'à la consommation des produits. Son objectif était de tester des modèles couramment utilisés en Archéologie et d'en proposer de plus spécifiques aux données étudiées. Si les concepts en jeu reposent très largement sur les travaux anglo-saxons (Schiffer 1972, Hodder 1974, Renfrew 1975, Kopytoff 1986, Tringham 1994, Earle 2000), l'apport de l'ethnographie française est également essentiel (Mauss 1923-1924, Godelier 1996, Pétrequin 2006). Alors que l'Archéologie « traditionnelle » française étudie la diffusion des produits essentiellement par le biais de la cartographie des répartitions, elle a parfois eu recours à la quantification et aux statistiques pour tenter de modéliser d'une façon plus globale les processus. Néanmoins les modèles anglo-saxons trop généraux ne correspondent que très rarement aux données archéologiques. Ils doivent être adaptés et surtout limités à des phénomènes de diffusion bien précis (par ex. Pétrequin *et al.* 2012). La Géographie propose un ensemble de modèles adaptés à des phénomènes actuels (Bailly et Béguin 1998, Pumain et Saint-Julien 2001) et les méthodes élaborées pour mettre en évidence des modes de diffusion particuliers reposent sur des échantillons auxquels on ne peut généralement avoir accès en Archéologie. Certaines, comme le modèle gravitaire, ont néanmoins été testées dès le précédent programme (*ArchaeDyn I*). L'une des principales contributions de celui-ci a été la mise en place d'une méthode permettant de gérer les biais documentaires et leur impact sur les cartes de distribution (cartes de confiance). Il a permis également d'explorer les méthodes mobilisables afin de mettre en évidence des configurations spatiales spécifiques (zones principales de consommation) et de croiser les jeux de données.

3. APPROCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

L'approche comparative, spatiale et diachronique, a exigé la conception et l'élaboration d'indicateurs dont le calcul devait être strictement reproductible d'une zone d'étude à l'autre, en dépit de l'apparente hétérogénéité des méthodes d'enquête de terrain et des contextes scientifiques, historiques et environnementaux propres à chacune.

Dans l'atelier 1, dix zones d'études, d'une surface totale de 13 500 ha, localisées en Lorraine, Bourgogne et Ile-de-France, ont pu être utilisées pour les vestiges de parcellaires anciens conservés sous couvert forestier (fig. 2). Six zones d'étude de France septentrionale et méridionale ont été retenues pour les vestiges d'épandages agraires collectés en prospection pédestre (fig. 3).

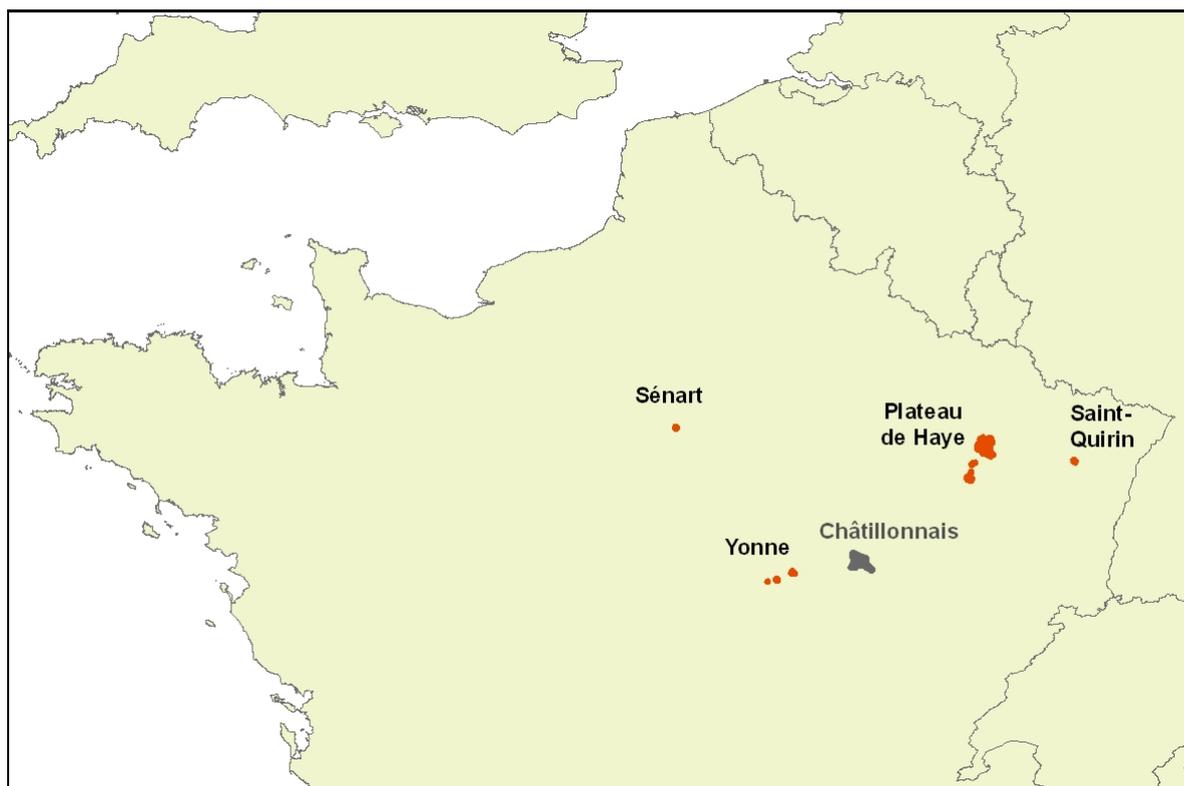


Fig. 2. Parcellaires : zones ateliers mobilisées dans *ArchaeDyn II*

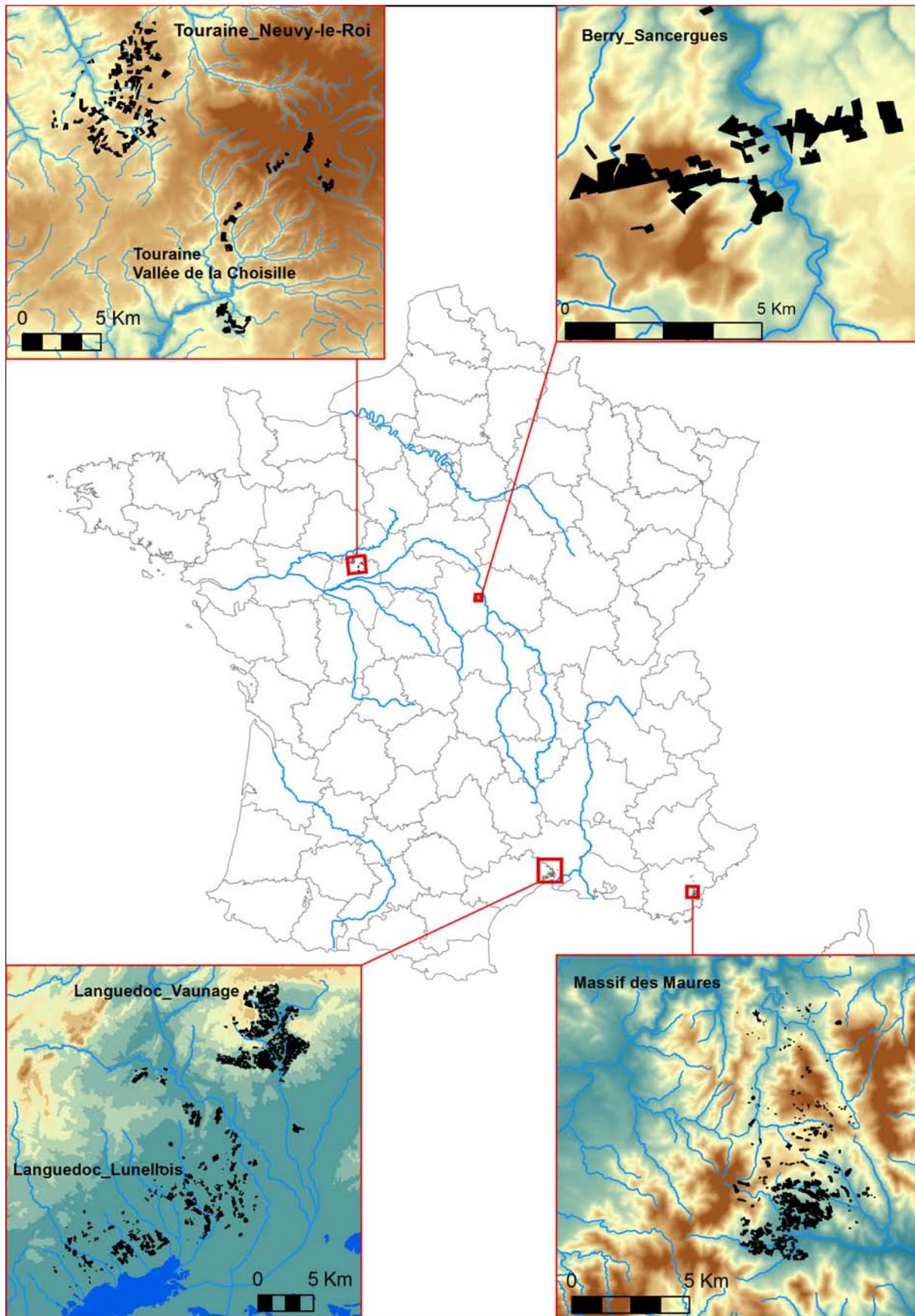


Fig. 3. Amendements agraires : zones ateliers mobilisées dans *ArchaeDyn II*

Pour les parcelles, trois indicateurs calculés à l'échelle d'une maille de 250 m ont été créés pour mesurer l'intensité de l'exploitation agraire (densité des linéaments et des tas d'épierrement, longueur des linéaments) (fig. 4). Pour mesurer la structuration de cette exploitation, un nouvel objet a été créé, l'entité surfacique linéaire (ESL), unité intermédiaire correspondant à un champ ou un groupe de champs, limitée par des talus ou des levées pierreuses ou terreuses. La surface, le degré de fermeture et la forme de ces ESL ont été calculés, la forme étant obtenue par la combinaison statistique de six indices de formes mesurant la circularité, le rapport à l'enveloppe convexe et la différence au rectangle. Quatre de ces indicateurs d'intensité et de structuration ont ensuite été combinés à l'échelle de la maille par analyse factorielle. Ces indicateurs ont alors été comparés, individuellement ou combinés, avec le milieu naturel (topographie, sols, ensoleillement) et le milieu anthropique (habitat et voies). Enfin, l'évolution de ces indicateurs et de leur rapport au milieu environnant a pu être observée sur la zone atelier de la forêt de Haye (Lorraine), seule zone où des parcelles de plusieurs périodes ont été identifiées.

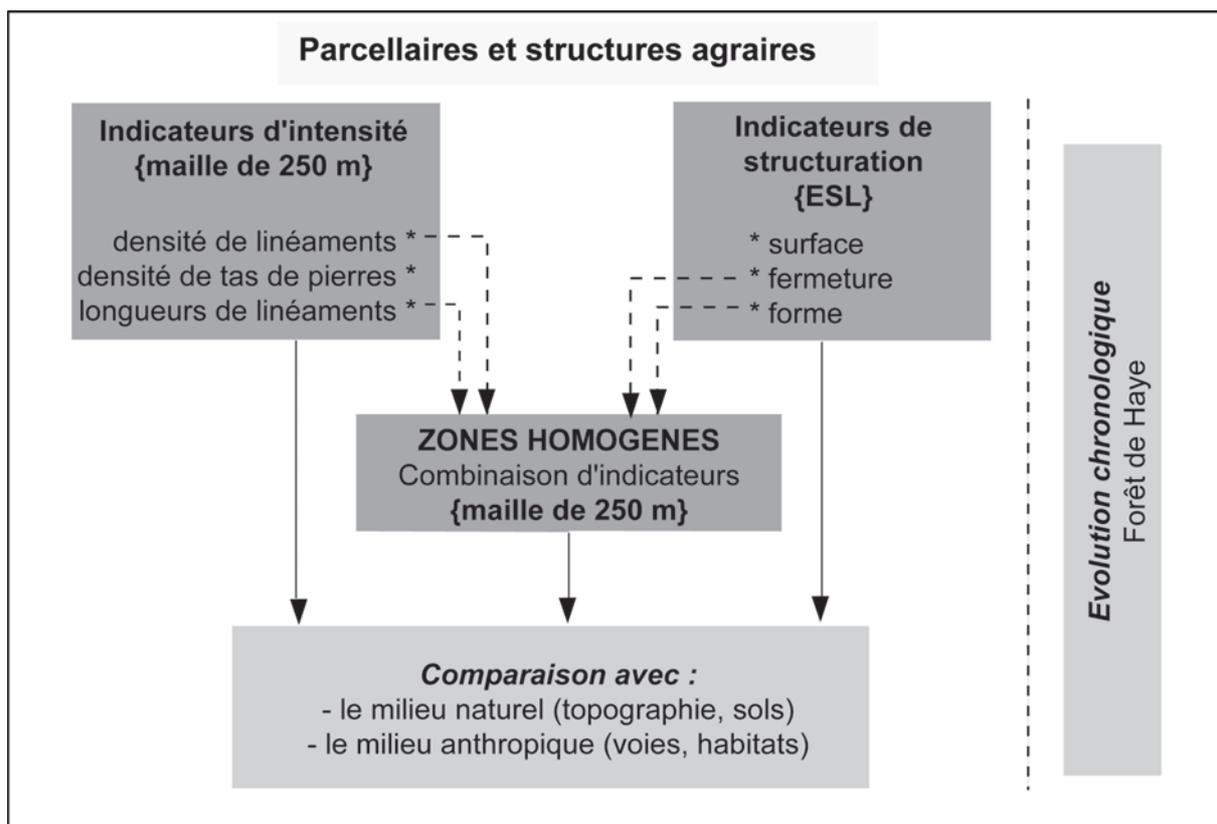


Fig. 4. Procédure d'analyse des parcelles fossiles

Le travail sur les épandages (fig. 5) a conduit à la définition d'un cadre chronologique commun courant de la Protohistoire à la période moderne, dont chacune des phases couvre entre 2 et 4 siècles, plus grand dénominateur commun permettant d'intégrer un maximum de zones d'étude. Trois indicateurs de durée, stabilité et durabilité de l'occupation agraire ont été définis sur la base de l'observation des rythmes d'occupation du sol attestés par la chronologie du mobilier récolté. Un indicateur d'intensité de la pression agraire, fondé sur la densité de mobilier récolté, est venu compléter l'appareil descriptif des zones d'étude. Ces 4 indicateurs ont ensuite été confrontés aux variables socio-environnementales de chaque micro-région en recourant aux outils SIG. Il a ainsi été possible de tester les corrélations éventuelles entre les valeurs données par ces indices et les potentialités environnementales. L'utilisation d'analyses statistiques multivariées (AFC et CAH) a permis de saisir les liaisons entre ces différents facteurs au sein de chaque zone d'étude, mais aussi globalement.

Berry_Sancergues CAH locale 6

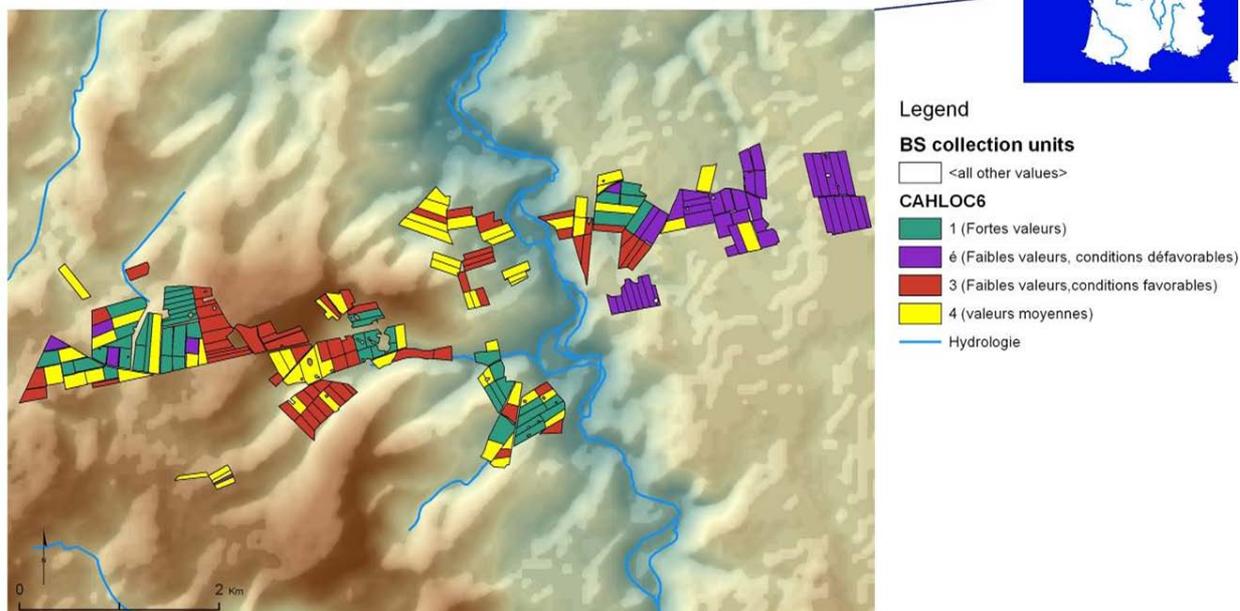


Fig. 5. Analyse de l'amendement agraire par parcelles : zone-atelier de Berry-Sancergues

Dans l'atelier 2, une série d'indicateurs ont été développés pour décrire l'intensité, la structure hiérarchique et l'organisation spatiale du peuplement dans chaque zone-atelier. L'évolution de ces indicateurs dans le temps permet d'appréhender la stabilité de l'occupation des espaces ruraux. A partir de l'examen des courbes de peuplement, 4 fenêtres chronologiques ont été privilégiées pour les analyses car elles correspondent à des périodes charnières dans la dynamique du peuplement : le II^e s. av. J.-C., le I^{er} s. ap. J.-C., le III^e s. et le V^e s.

Un premier groupe d'indicateurs concerne l'évolution quantitative du peuplement, appréhendée en examinant, pour chaque zone-atelier, le nombre d'établissements occupés, créés et abandonnés par siècle entre le VIII^e s. av. J.-C. et le VIII^e s. ap. J.-C. (fig. 6). Une avancée importante correspond à la classification statistique du profil des courbes microrégionales de peuplement, fondée sur la comparaison des taux d'évolution du nombre d'établissements, d'un siècle à l'autre.

La structure hiérarchique du peuplement gallo-romain est issue d'une classification des établissements selon quatre variables (Superficie, Matériaux de construction, Durée d'occupation, Fonction), à partir de laquelle, deux indicateurs mesurant respectivement l'étendue et la variété hiérarchiques du semis d'établissements permettent d'appréhender les modes d'organisation du peuplement dans chaque zone-atelier aux 4 siècles considérés (fig. 7).

La structure spatiale du peuplement est définie par trois types d'indicateurs : 1) le barycentre et l'ellipse de déviation standard, permettant d'apprécier la dispersion et la mobilité d'un semis d'établissements au cours du temps (fig. 8) ; 2) les mesures de l'espacement des établissements, à deux échelles : locale (distances aux 5 plus proches voisins) et « globale » (distance entre tous les établissements de la zone-atelier) ; les mesures du niveau d'agrégation des établissements (fonction K de Ripley). Enfin, deux indicateurs combinent l'information spatiale et hiérarchique : mesure de la distance au plus proche voisin de chaque type hiérarchique, nombre d'établissements de chaque type hiérarchique dans le voisinage de chaque établissement.

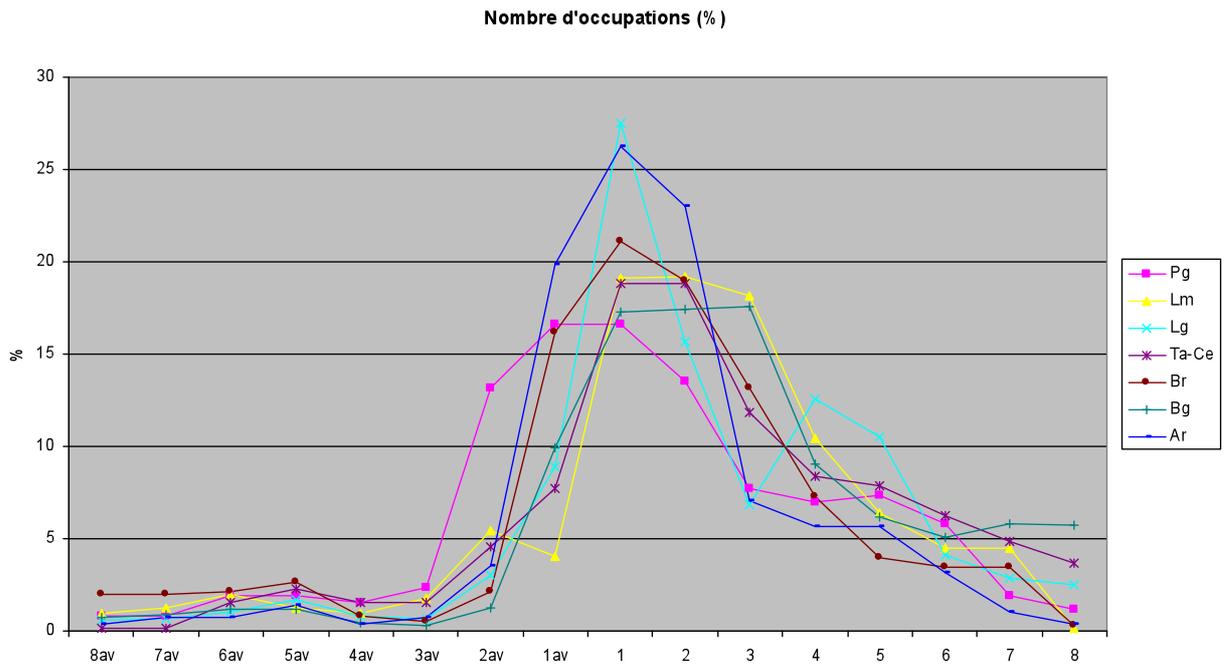


Fig. 6. Atelier 2 – Evolution du % d'établissements occupés par siècle sur le total des occupations de chaque zone-atelier.

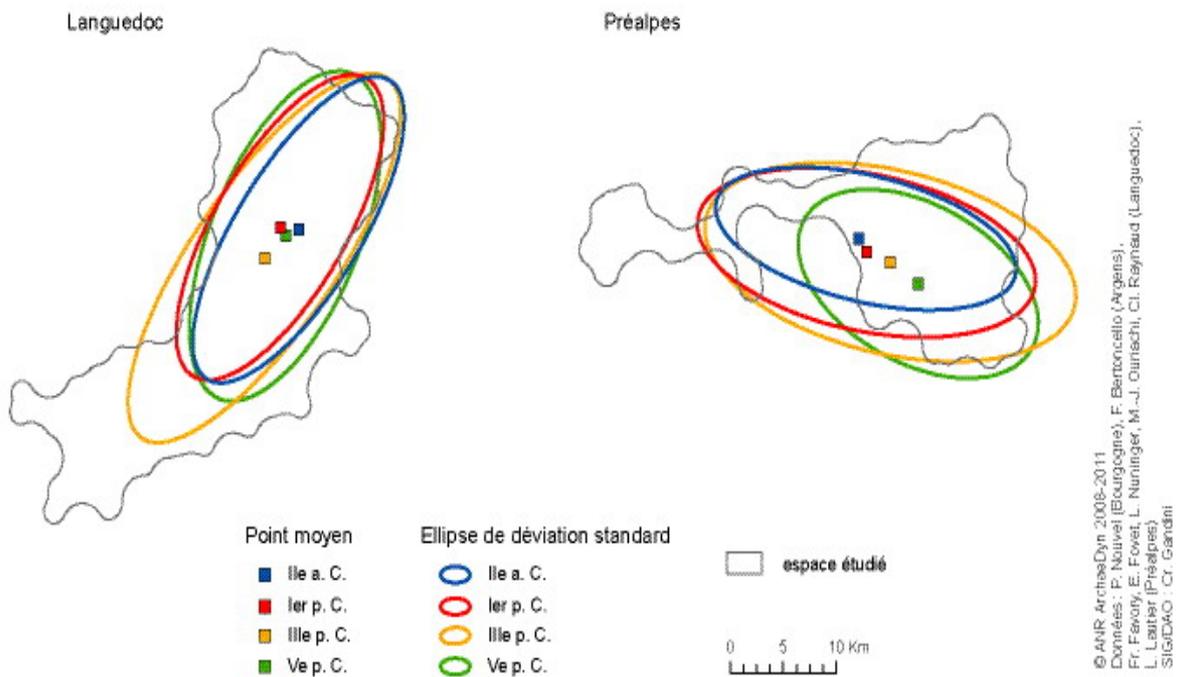


Fig.8. Atelier 2. Mobilité et dispersion du semis d'établissements entre le II^e s. av. n. è. et le Ve s. dans les zones Languedoc et Préalpes.

Classes	Effectif	Superficie	Durée d'occupation	Matériaux	Fonction	Interprétation
A	4%	> à 2 ha, voire 1 à 2 ha	> à 5 siècles	soignés (mosaïque, marbre, éléments sculptés) ou uniquement pierres	politique et/ou religieuse et/ou symbolique	sommet de la hiérarchie
B	21%	1 à 2 ha, voire > à 2 ha	> à 5 siècles	soignés (mosaïque, marbre, éléments sculptés) ou plus ordinaires (pierres et tuiles)	agricole ou artisanale ou sans fonction avérée	↓
C	19%	0,5 à 1 ha	3 à 5 siècles	tuiles et/ou pierres, voire construction plus soignée (<i>tubuli</i> , hypocauste, enduit peint)	agricole ou artisanale ou sans fonction avérée	
D	28%	0,1 à 0,3 ha, voire 0,3 à 0,5 ha	1 à 3 siècles	tuiles, voire tuiles et pierres	agricole ou artisanale ou sans fonction avérée	
E	27%	< à 0,1 ha	< à 1 siècle	tuiles et pierres, ou matériaux périssables ou absence de matériaux	agricole ou artisanale ou sans fonction avérée	bas de la hiérarchie

Fig. 7. Atelier 2 – Classification hiérarchique des établissements occupés entre le II^e s. av. J.-C. et le VIII^e s. ap. J.-C.

Une dernière méthode, développée de manière exploratoire sur la zone-atelier Argens, va plus loin dans la caractérisation des espaces en s'extrayant du semis d'établissements pour caractériser sa structure spatiale et hiérarchique à partir d'un maillage théorique de la zone atelier (classification du voisinage hiérarchique de chaque nœud de la maille) (fig. 9).

Concernant le groupe de travail "épigraphie spatiale", l'activité a consisté à élaborer et alimenter une base de données permettant de décrire et de formaliser l'information épigraphique afin qu'elle soit exploitable dans le cadre d'analyses statistiques et spatiales (fig. 10).

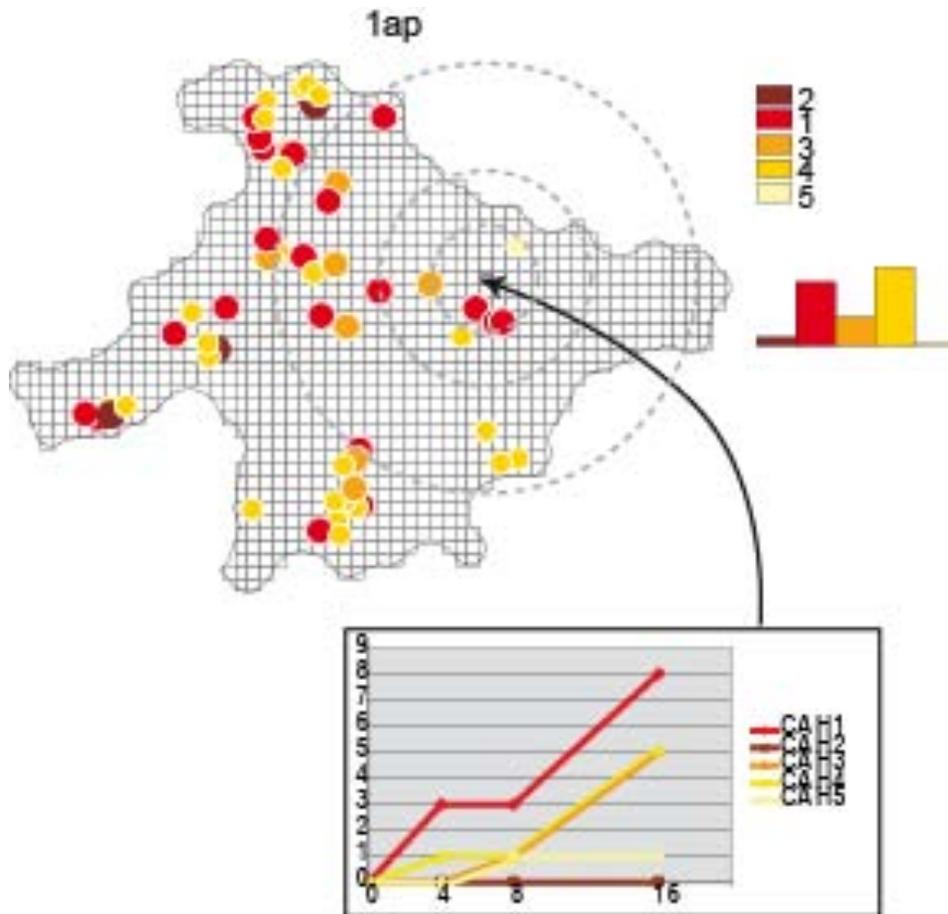


Fig. 9. Atelier 2. Exemple de caractérisation de la structure hiérarchique du peuplement à partir d'un maillage théorique de l'espace (zone-atelier Argens).

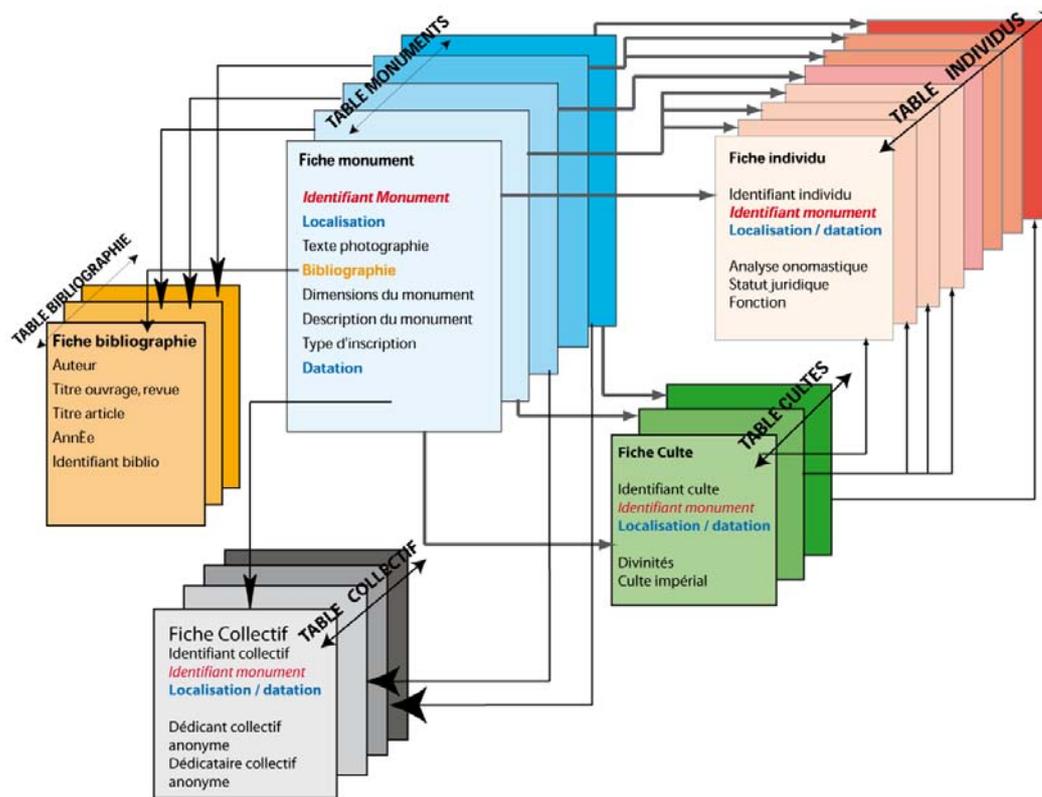


Fig. 10. Atelier 2. Architecture de la base épigraphique élaborée par le groupe de travail « Epigraphie spatiale »

Dans l'atelier 3, La mise en place d'une méthodologie commune a dès le début été contrariée par l'extrême diversité et l'hétérogénéité des jeux de données disponibles (fig. 11). De ce fait, l'atelier a préféré tenter de mettre en évidence des modes de diffusion comparables, en menant conjointement, un ensemble d'analyses spatiales plus spécifiques à certains jeux de données (fig. 12). Elles ont porté sur différentes questions : le contrôle de la production, l'étude des axes de circulation, l'organisation de la distribution (existence de centres de redistribution, de lieux de re-transformation), les dynamiques spatiales des aires de consommation.

L'analyse sur les processus de diffusion et de consommation d'artefacts repose sur la confrontation de jeux de données relevant de mécanismes similaires et la comparaison de la répartition d'un même produit dans des régions ou pour des phases différentes, à l'aide de quatre types d'indicateurs :

- un indice hiérarchique de la visibilité des sites permet de mieux comprendre le rôle structurant du contrôle des ressources sur l'implantation des sites d'habitat ;
- un indice synthétique (barycentres) permet de caractériser des phénomènes de propagation pour des objets modifiés au cours de leur diffusion ;
- un indice de densité (KED) permet d'estimer l'intensité d'un phénomène dans l'espace et de croiser l'information pour identifier des aires de consommation privilégiées ;
- un indice de densité de données le long d'un axe (projections linéaires) permet de visualiser les variations de la consommation dans différentes régions et pour différentes phases chronologiques (rôle de points clés - passages à gué, confluents, sites durables etc.- rôle de l'axe de circulation dans l'organisation de la distribution, dynamiques des importations depuis différentes directions).

Ces indicateurs ont été complétés 1) par des tests mobilisant le modèle gravitaire pour cerner l'organisation locale de la consommation et l'existence de centres de redistribution, 2) par des courbes de tendance de la variation des distances entre la localisation des produits à leur source de production qui ont été comparés aux profils de modèles théoriques (diffusion directe, de proche en proche, via des centres de redistribution, etc.).

En parallèle, un modèle théorique à trois dimensions : espace – temps - fonction des lieux (cf. annexe) a été développé pour reconstituer à la fois l'histoire et le parcours physique de l'objet. C'est en tenant compte du rôle de chaque lieu dans le cycle de vie de chaque objet considéré que l'on pourra renouveler les études sur les processus de diffusion.

L'atelier 4 est un atelier transversal méthodologique et non thématique. Composé de géographes, de géomaticiens et de spécialistes d'archéologie spatiale, son rôle était triple : accompagnement technique des autres ateliers, développement d'applications et de méthodes pour l'ensemble du collectif et rôle d'intégrateur théorique.

L'accompagnement technique a consisté à encourager la participation des membres de l'atelier dans les autres ateliers afin de conseiller et de proposer des méthodes et des outils adaptés aux problématiques de chacun. Ce rôle a diminué progressivement en cours de programme grâce à l'appropriation des concepts et des outils par les chercheurs des trois ateliers thématiques. L'atelier 4 a poursuivi son activité sur une double approche : une première conceptuelle et théorique afin de formaliser et de décrire la démarche intellectuelle et méthodologique mise en œuvre par les trois ateliers, et une seconde, plus technique, pour produire des prototypes et des outils communs, dont le géocatalogage des données produites.

Bilan des analyses (état en décembre 2012) - participants actifs				Caractérisation des données			Etude des aires de consommation			Définition et évolution des aires de consommation	Organisation de la diffusion		Contrôle de la production et étude des axes de diffusion
Zone	Produits	Personnes impliquées dans l'ANR	disponibilité	carte de fiabilité	carte de confiance	grille descriptive caractéristiques diffusion	tests analyses de distances	tests analyses de densité	croisements des données	tests points moyens	tests modèle gravitaire	tests projections linéaires	tests visibilité
32	Haches en roches alpines	PP	x	x	x	x	dist. Au Viso sur 5 axes, combinaison de variables + tests sur matériaux + tests sur chemins de diffusion.	SF sur ancienne base. K (France)	avec toponymes du sel	niveaux de polissage et types	tests mais les paramètres à revoir	sur axe 5 et cours d'eau principaux	
31 et 37	Sites et objets métalliques	EG	x	x	x	x		SF, K, comparaison de périodes		périodes		cours d'eau principaux, 4 phases. Par période, bassin versant de la Saône par rive	
36	Haches à talon	MG	nouvelle table des haches à talon avec codes	x	x	x		SF, K		niveaux de finition		Tests sur Seine avec rives	
38	Sources sakées Carpates orientales	OW & RB	x	x	x	x		K				Tests par période, Neamt (Siret), bassin versant Bistrita-Cracau (Bistrita), bassin versant Moldova-Neamt (Moldova)	Visibilités simples et multiples. Définition d'un indice hiérarchique à partir des visibilités.
30a	Toponymes du sel	OW	x modifiée	x	x	x		SF sur ancienne base, K sur nvelle base	avec haches alpines				
40	Objets métalliques	LTC	x mais non communiquée (thèse en cours)	x	x							par phases et par types d'objets sur cours d'eau + importations sur rose des vents	
41	Objets métalliques	TL	x/ bases de données jamais envoyées									Tests par phase et nature	

Fig. 12. Bilan des analyses réalisées au sein de l'atelier 3

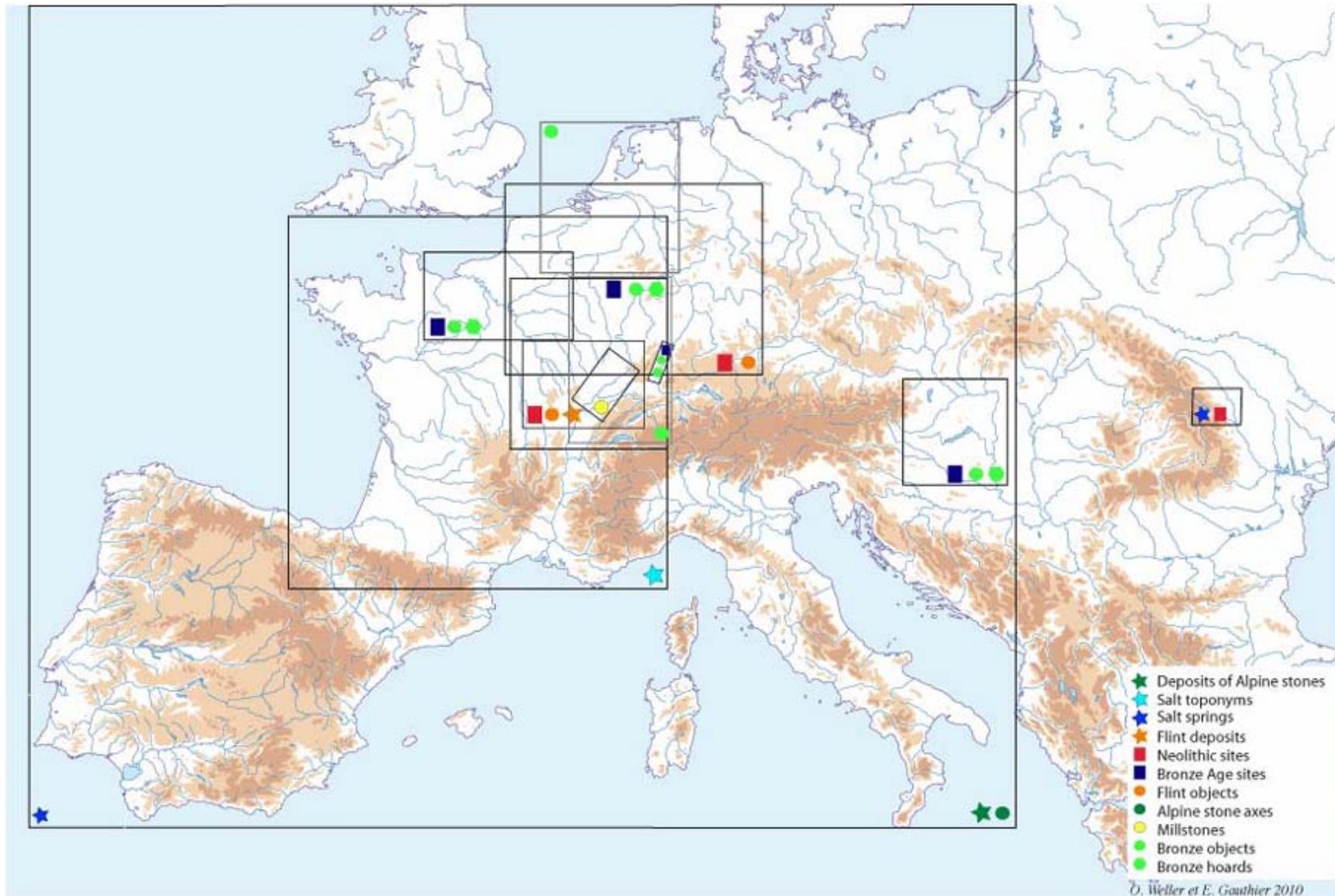


Fig. 11. Les zones d'études de l'atelier 3

4. RESULTATS OBTENUS

Dans l'atelier 1, l'étude des épandages agraires a conduit à relativiser le poids des contraintes socio-environnementales et a montré les capacités des sociétés anciennes à les surmonter pour élargir leur espace agricole en dépit, par exemple, de mauvaises qualités agrologiques des sols, de contraintes topographiques ou de l'éloignement de centres de peuplement. L'examen des variations d'emprise des espaces amendés et d'intensité des amendements dans la longue durée offre une image synthétique de la trajectoire de mise en valeur des espaces ruraux, complémentaire de celle dressée à partir de la dynamique des réseaux de peuplement. Cet examen conduit à revisiter certains *topoi* historiographiques tels que l'impact massif et généralisé de la colonisation romaine en termes d'aménagement des campagnes, la "déprise" de l'Antiquité tardive ou l'atonie économique du haut Moyen Âge. La confrontation de zones d'études tant septentrionales que méridionales illustre la diversité des situations. Elle permet de repérer certaines tendances communes et quelques particularismes locaux. Cela illustre le gain d'information fourni par la réduction d'échelle d'analyse au terroir (fig. 13-17).

Concernant les parcellaires, les indicateurs mis au point ont par exemple permis de mesurer l'influence seulement partielle de la topographie sur leur implantation et leur morphologie, ainsi que l'évitement des sols les plus pierreux, dans des contextes globalement riches en pierres. Pour l'Antiquité, les travaux ont mis en évidence la présence d'unités intermédiaires (ESL) d'une surface moyenne de plus de 3 ha, mais pouvant atteindre près de 17 ha, dont la surface mais aussi la forme ou le degré de fermeture sont liés soit aux voies, soit à l'habitat (fig. 18). Dans la zone d'étude de la forêt de Haye, la présence de structures agraires de plusieurs périodes a permis d'analyser l'évolution de la distance entre habitat et champs cultivés de l'Antiquité à l'époque moderne sur cet espace particulier, aujourd'hui forestier. Si, durant l'Antiquité, les établissements ruraux sont au cœur de l'espace cultivé (champs en général à moins de 500 m d'un établissement), les villages ou fermes médiévaux et modernes sont distants de l'espace cultivé et peuvent se localiser jusqu'à 4 km de celui-ci (fig. 19).

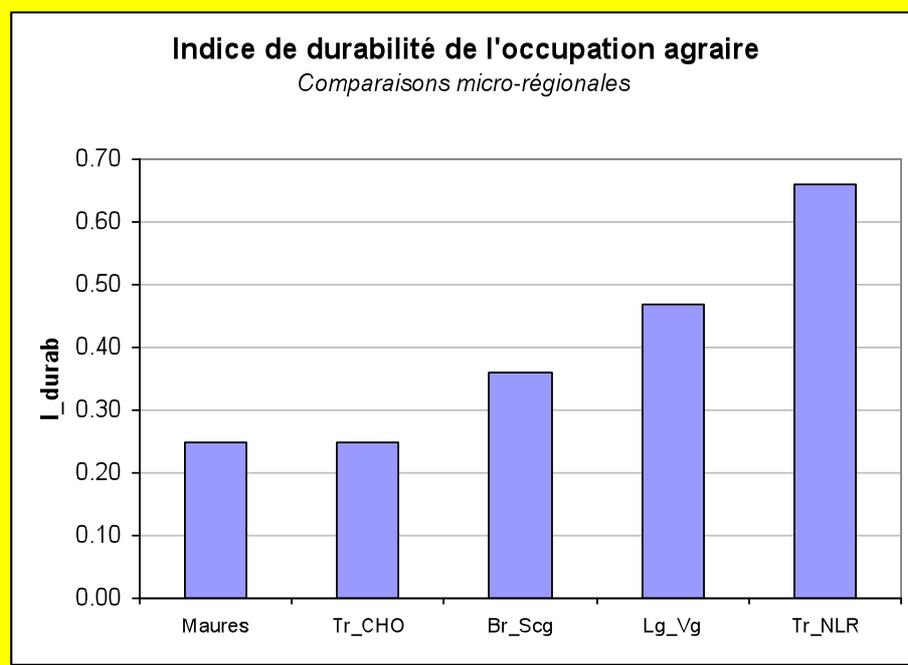
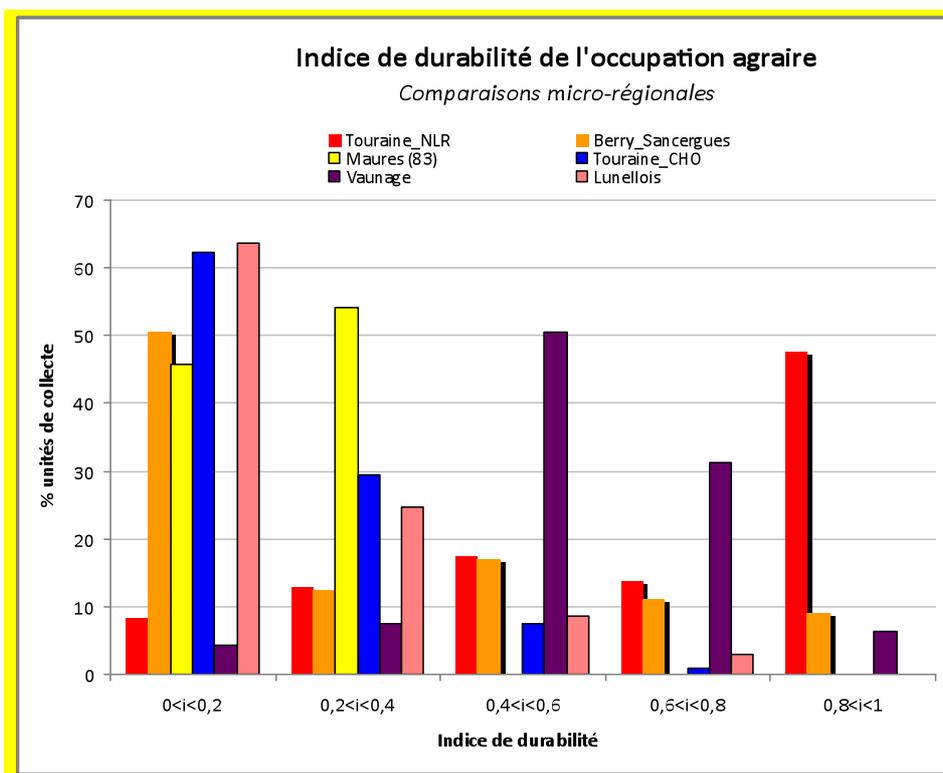


Fig. 13. Comparaison des indices de durabilité moyens de l'exploitation agricole de toutes les zones-ateliers

Variables	SOLS		PENTES		EXPO		SOLAR_RAD		HYDRO		PEUPLEMENT	
Indices	Durab	Intens	Durab	Intens	Durab	Intens	Durab	Intens	Durab	Intens	Durab	Intens
Touraine_CHO	Corrél.	Corrél.	Corrél.	Corrél.	Corrél.	Corrél.	Corrél.	Corrél.	Pas de corrél.	Pas de corrél.	Pas de corrél.	Pas de corrél.
Berry_Sancergues	Corrél.	Corrél.	Pas de corrél.	Pas de corrél.	Corrél.	Corrél.	Pas de corrél.	Pas de corrél.	Corrél.	Corrél.	Corrél.	Corrél.
Touraine_NLR	Corrél.	Corrél.	Pas de corrél.	Pas de corrél.	Corrél.	Corrél.	Corrél.	Corrél.	Corrél.	Pas de corrél.	Pas de corrél.	Pas de corrél.

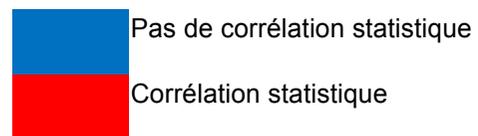


Fig. 14. Analyse des corrélations entre indices de durabilité/intensité de l'amendement agraire et variables socio-environnementales

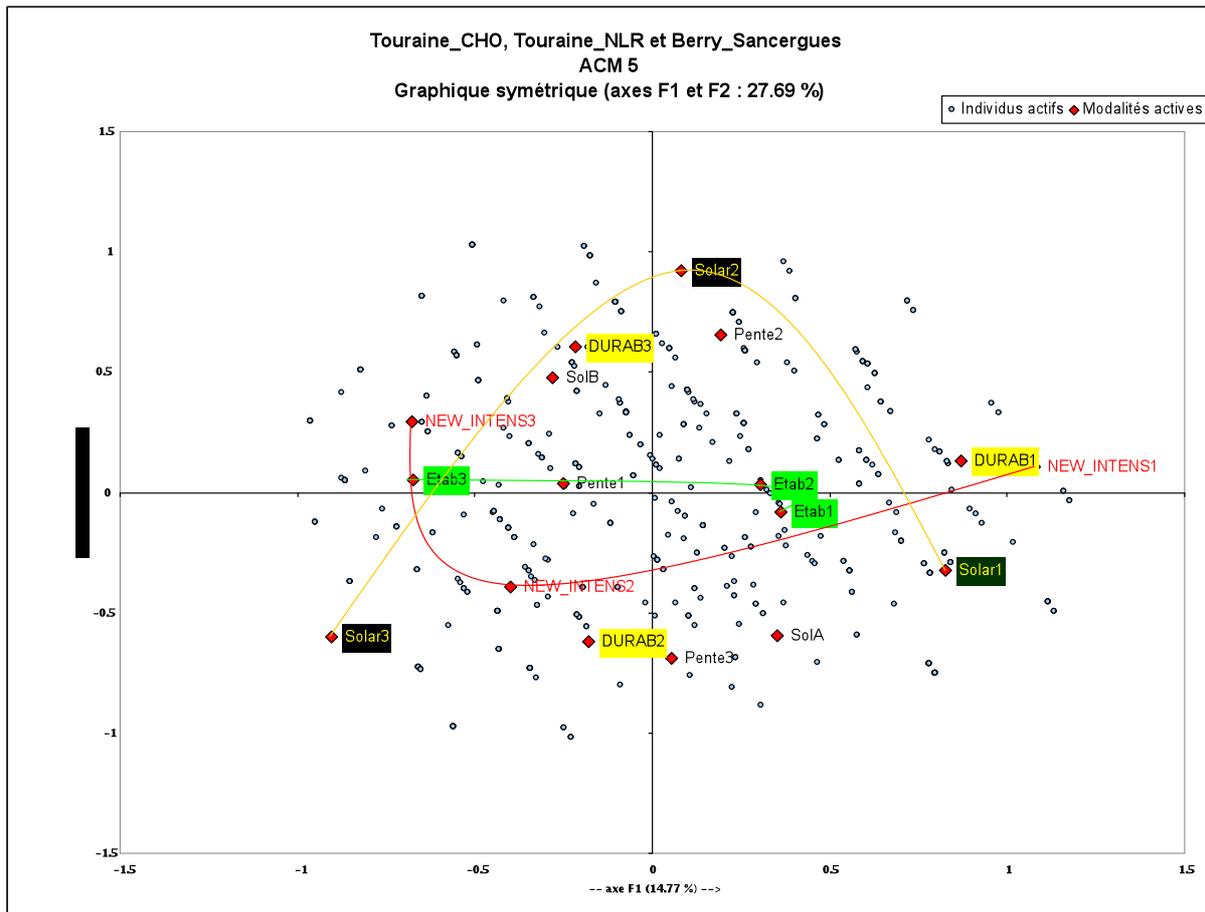


Fig. 15. Épandages agraires : analyse multivariée de toutes les zones-ateliers et de leurs variables. Axe 1 structuré par Intensité, ensoleillement et peuplement.

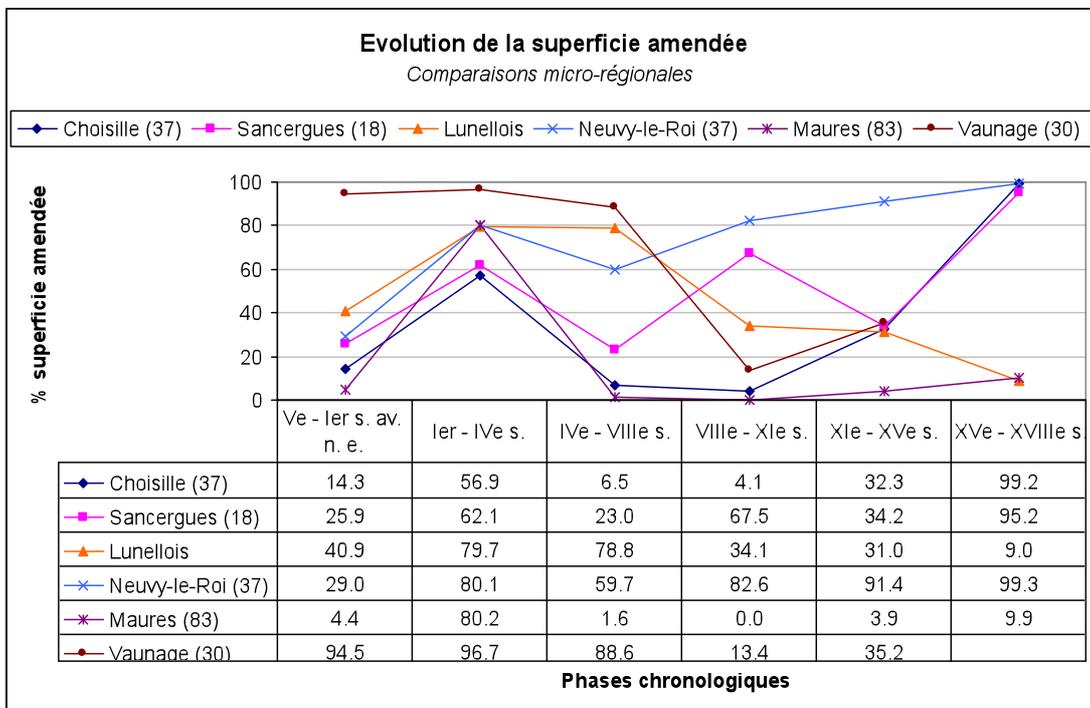


Fig. 16. Comparaison des trajectoires d'occupation du sol.

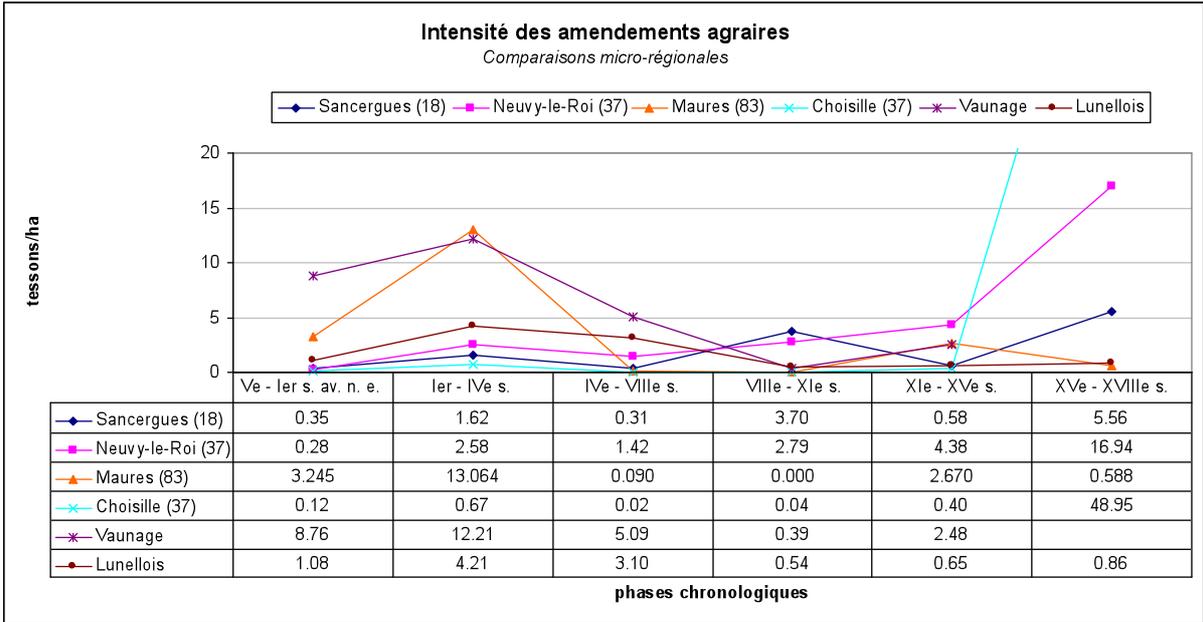
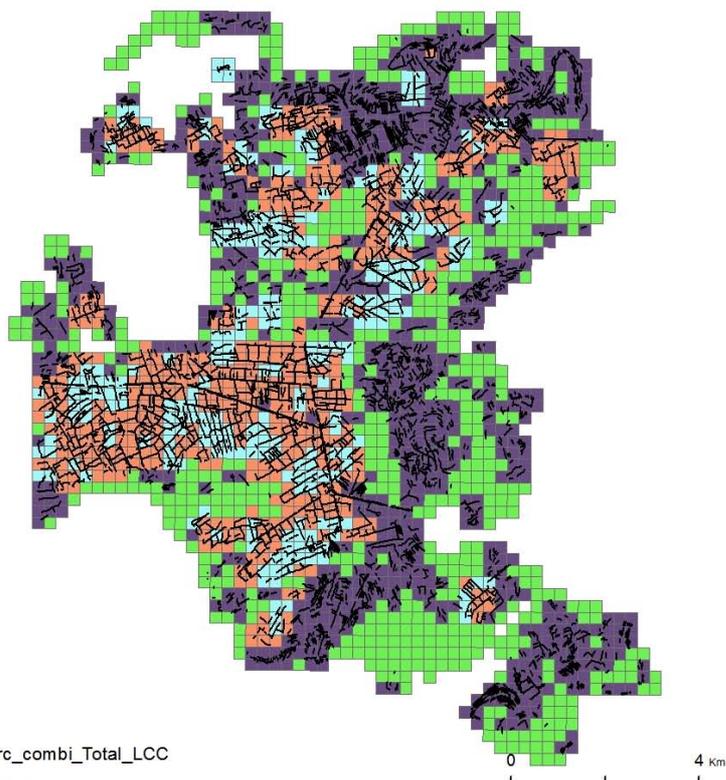
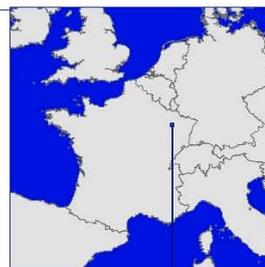


Fig. 17. Comparaison des trajectoires d'occupation du sol

Forêt de Haye
 Classification des mailles combinant
 indicateurs de forme et d'intensité

CAH 5.2 - troncature automatique -
 Indicateurs Ef_sup300m, d_l_pond, c_fermet et forme_CAH3
 Discrétisation des indicateurs d'intensité en effectifs égaux
 CAH réalisée sur le tableau disjonctif individus/variables



— Parc_combi_Total_LCC

Maille_250m

Classe

- 1
- 2
- 3
- 4

Programme "Blanc" 2008, contrat ANR-08-BLAN-0157-01, 2009-2011
 Sources archéologiques : M. Georges-Leroy, P. Nouvel, N. Meyer, S. David
 Sources géographiques : /
 (projection : Europe Lambert Conforme Conique)
 SIG / CAO : N. Poirier, USR 3124 MSHE C. N. Ledoux, Besançon
 Préciser : Document de travail

Fig. 18. Parcellaires : combinaison d'indicateurs

- Classe 1** : forte densité de linéaments ; beaucoup de grands linéaments ; ESL compactes
- Classe 2** : densité forte ou moyenne ; beaucoup de grands linéaments ; ESL de formes irrégulières ou étirées
- Classe 3** : densité moyenne, peu de grands linéaments ; pas d'ESL
- Classe 4** : densité faible ; peu de grands linéaments ; pas d'ESL

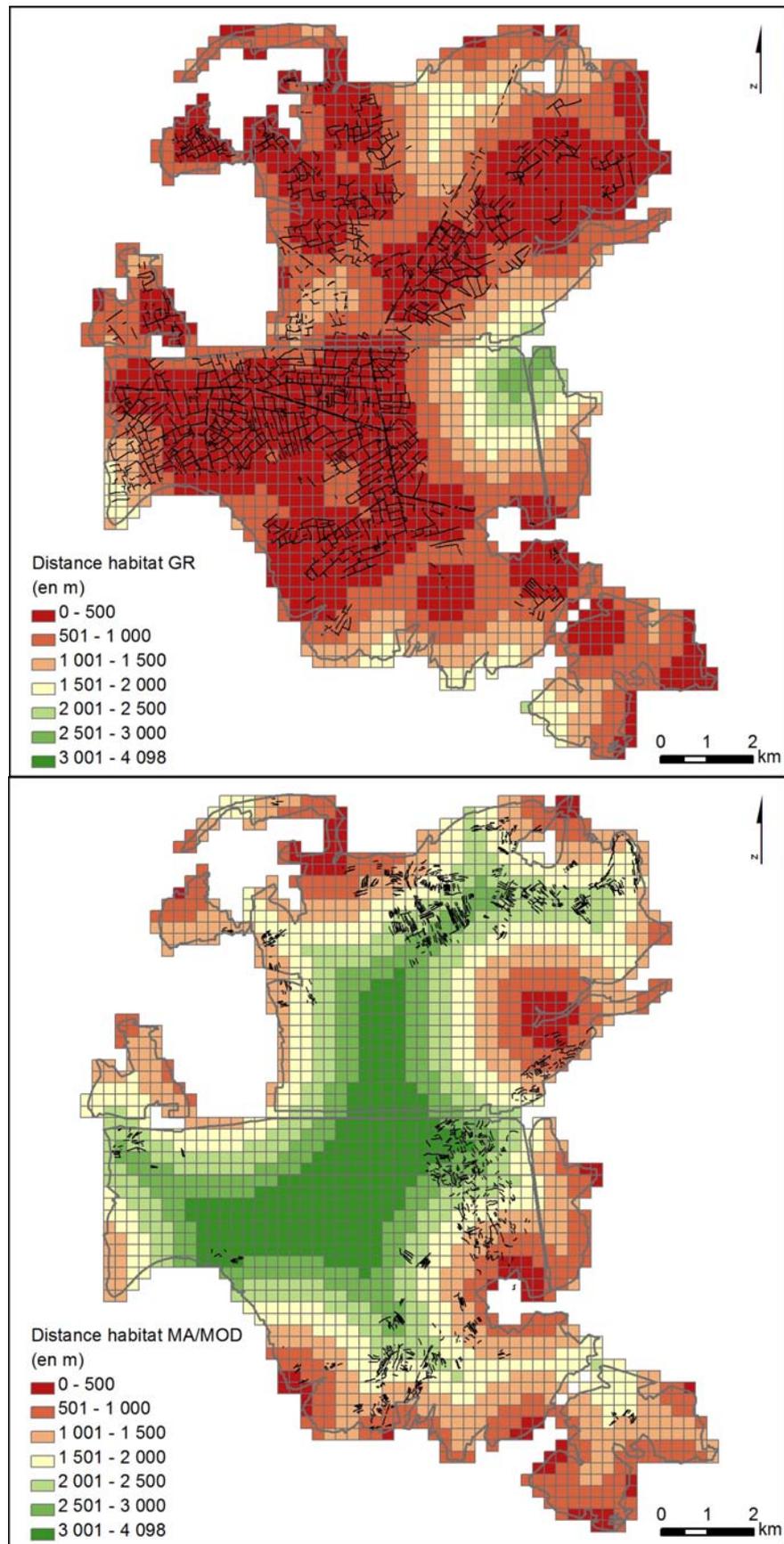


Fig. 19. Forêt de Haye : évolution de la distance habitat / champs

Le développement, au sein de l'Atelier 2, d'indicateurs quantitatifs aptes à rendre compte de l'intensité et de la structure hiérarchique et spatiale du peuplement constitue une avancée notable, non seulement parce que les objectifs initiaux du projet – produire des indicateurs permettant d'opérer des comparaisons interrégionales pertinentes de la dynamique du peuplement – ont été atteints, mais parce qu'ils ouvrent des perspectives d'applications importantes pour l'analyse des interactions entre les sociétés et leur environnement. Le calcul de ces indicateurs dans quatre zones-ateliers du sud et du centre de la France (Bertoncello *et al.* 2012b) a montré que les mêmes processus quantitatifs (croissance du nombre d'établissements entre le II^e s. av. J.-C. et le I^{er} s. ap. J.-C., puis réduction entre le I^{er} et le III^e s.), bien connus en Gaule, peuvent générer des configurations spatiales et hiérarchiques du peuplement très différentes selon les régions.

Ainsi, la densification et l'uniformisation spatiale de la trame de l'habitat au I^{er} s. est, en Bourgogne, le fait d'établissements ruraux pérennes qui structurent durablement l'occupation de la région, alors qu'en Languedoc, il s'agit majoritairement d'établissements très modestes, éphémères et vraisemblablement liés aux quelques pôles de peuplement durables. De même, s'il y a effectivement un relâchement de la trame de l'habitat à la fin du II^e s. dans toutes les régions, il est essentiellement lié à la disparition des établissements les plus modestes et il conduit à un resserrement hiérarchique du peuplement au profit des gros établissements, présentant un certain degré d'élaboration architecturale, qui sont amenés à perdurer. Loin de traduire une récession, ce phénomène peut au contraire manifester l'aboutissement d'un processus d'investissement des terroirs qui se stabilise autour des principaux pôles de peuplement.

Par ailleurs, la croissance du nombre d'occupations peut se traduire, dans certaines zones-ateliers, par la densification et la régularisation du semis d'habitat par comblement des espaces interstitiels au sein d'une structure de peuplement préexistante et, dans d'autres, par la formation d'agrégats d'établissements éloignés les uns des autres. A ces disparités dans l'organisation spatiale du semis d'établissements correspond une structuration hiérarchique très variée de l'habitat, avec des configurations fonctionnelles, en réseaux fortement ou moyennement hiérarchisés, et d'autres plus inédites, dans un système d'agrégats, où chaque agrégat regroupe soit des établissements hiérarchisés, soit des établissements de statut hiérarchique comparable, fort ou faible (fig. 20). Ainsi, les variations du nombre d'établissement (création, abandons) s'expliquent en termes de densification ou de relâchement de la trame de peuplement et très rarement par un recul général de l'occupation. Le croisement des indicateurs rend compte de la complexité des modes de peuplement correspondant sans doute à de fortes différences dans l'exploitation du milieu. Ces résultats confirment les interprétations développées dans *Archaeomedes* mais de manière quantifiée et sur un ensemble de zones méridionales et septentrionales.

Ces résultats nuancent ainsi fortement les conclusions qui sont souvent tirées de la seule lecture quantitative de l'évolution du peuplement, et soulignent la nécessité de tenir compte de la manière dont un espace est occupé pour appréhender les dynamiques des peuplements dans toute leur complexité.

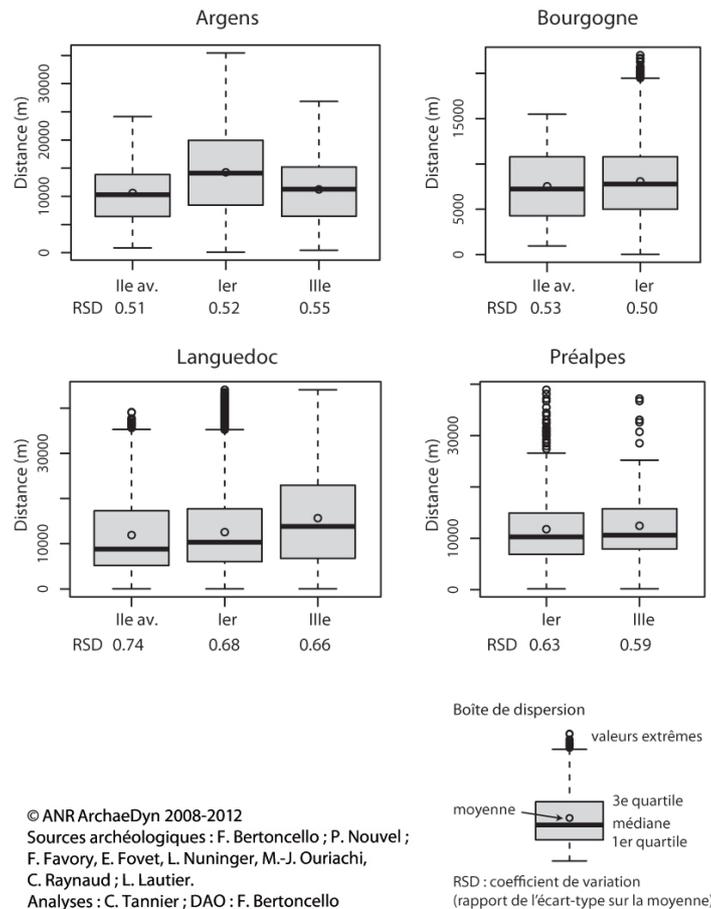


Fig. 20. Dispersion statistique des distances entre tous les établissements des II^e s. av. J.-C., I^{er} et III^e s. ap. J.-C. dans les zones-ateliers Argens, Languedoc, Bourgogne et Préalpes (d'après Bertonecello et al. 2012b)

Ce souci est particulièrement crucial dès lors qu'on s'attache à évaluer les contraintes respectives ayant pu peser entre les sociétés et leur environnement. L'impact du climat et des changements environnementaux sur les sociétés est en effet généralement estimé en superposant courbes climatiques ou d'évolution de certains indicateurs environnementaux (paléovégétation, détritisme, hydrologie, etc.) et courbes quantitatives du nombre d'établissements. En proposant des indicateurs quantitatifs qui rendent compte non seulement de l'évolution de l'intensité du peuplement mais aussi des modalités d'occupation de l'espace (configuration spatiale et hiérarchique), les outils développés dans l'atelier 2 permettent d'appréhender avec plus de nuances la pression potentielle exercée par les sociétés sur leur environnement, ainsi que l'impact éventuel des changements environnementaux sur les modes d'occupation du sol. Enfin, la possibilité de disposer d'indicateurs permettant de traduire de manière quantifiée les changements d'intensité, de forme et de configuration spatiale d'un système de peuplement, est fondamentale dans la perspective d'une utilisation de modèles spatiaux dynamiques (type SMA) pour la compréhension des processus à l'œuvre dans l'évolution des anthroposystèmes, approche actuellement en cours de développement, notamment dans le programme ANR *TransMonDyn*. Ces indicateurs servent d'une part à définir les paramètres des modèles et permettre leur implémentation, d'autres part, ils rendent possible la confrontation des résultats de simulations aux observations archéologiques.

A plus petite échelle, le travail sur la circulation des matières premières et des objets manufacturés grâce à l'analyse de jeux de données spécifiques et surtout limités à des phénomènes de diffusion bien précis a permis de revisiter les modèles théorique anglo-saxons trop généraux et ne correspondant que très rarement aux données archéologiques (par ex. Renfrew 1975). L'une des avancées majeures liée aux méthodologies développées est la possibilité de croiser les jeux de données en évinçant les problèmes liés à la répartition « discrète » des données archéologiques et les phénomènes touchant à l'exception, en considérant les phénomènes caractéristiques dans des portions d'espaces qui peuvent être comparées. Ainsi, par exemple, un lien social entre le contrôle des ressources salées (via les

toponymes du sel) et l'arrivée d'objets socialement valorisés en jades alpins dans certaines parties de la France a pu être mis en évidence pour le Néolithique. Il a également été possible de caractériser des phénomènes de propagation par expansion et par migration pour des objets retravaillés au cours de leur diffusion (cela est attesté pour les haches en jades alpins circulant en direction du Nord et de l'Ouest en Europe, et un fonctionnement similaire apparaît pour les haches à talon du Bronze moyen en circulation le long de la Basse Vallée de la Seine). Enfin, les interactions ressources-établissements peuvent être rediscutées sur la base d'estimations systématiques et quantitatives contribuant à nuancer les interprétations traditionnelles.

Les réflexions méthodologiques autour de la détection d'agrégats, les indicateurs de formes sur des entités polygonales, les projections linéaires (etc.) ont abouti à la production d'outils développés en Python qui seront prochainement diffusés librement pour la communauté scientifique.

Par ailleurs, le collectif a veillé à inventorier et diffuser les données produites au terme du programme (phases I et II). Cet inventaire devait s'opérer grâce au projet de géoportail national pour les SHS du CRN M²ISA. En raison d'aléas et de changements administratifs au niveau national dans le fonctionnement et la pérennité des CRN, le projet de géoportail n'a pas abouti, ce qui a conduit les membres de l'atelier 4 à concevoir deux plates-formes : Archaeores, encore en cours de développement, et CARGOS.

CARGOS, CAtalogue de données GéOgraphiques pour les Sciences humaines et sociales, est un géocatalogue dont la vocation est un inventaire en ligne des métadonnées de bases de données géographiques produites. Suite à sa conception, la MSH de Dijon qui a mené le développement du géocatalogue, a bénéficié de crédits complémentaires de la part du TGE Adonis (InSHS) et des crédits Etat/Région/Feder pour élargir le périmètre des utilisateurs du géocatalogue à l'ensemble de la communauté scientifique SHS. Aujourd'hui hébergé sur la grille du TGE à Adonis à l'IN2P3, CARGOS est une plateforme pour tous, avec un accès de consultation libre et un accès restreint de gestion et d'administration de ses propres métadonnées. La valorisation de cette application conçue au sein de l'ANR a bénéficié du contexte favorable d'une part, sur la problématique de l'accessibilité, la diffusion, la mutualisation et la promotion des données produites dans les laboratoires et, d'autre part, des contraintes réglementaires relevant de la directive européenne INSPIRE, obligeant les états membres à inventorier et mettre à disposition les données produites par les institutions publiques.

Au final, au terme du programme, une plateforme mise à la disposition de tous est accessible et l'inventaire des données du programme est en cours avec un bilan de 136 fiches de métadonnées, au 18/02/2013, correspondant au tiers des données produites.

Au-delà des résultats techniques, les travaux de l'axe 4 ont abouti à la formalisation du processus scientifique conduit dans l'ensemble des ateliers pour présenter de manière homogène le protocole d'analyse spatiale et temporelle dans la longue durée (mutation, rupture et résilience) développé par l'équipe. Cette formalisation a en particulier l'intérêt d'explicitier les choix et les traitements opérés pour passer de données archéologiques discrètes à des espaces continus et caractérisés par des attributs archéologiques et spatiaux (cf. annexe).

Les schémas décrivent la démarche de chaque atelier et sont composés des entités (ou objets) et des processus (fig. 21, 22 et 23).

Les objets sont regroupés en six catégories (les ovales sur les schémas) :

- les unités enregistrement qui sont constitués le plus souvent de manière arbitraire : elles sont utilisées lors des prospections pédestres pour localiser et quantifier les tessons (gris)
- les objets observés ou les données primaires qui sont des artefacts, des vestiges, des tessons, etc... (orange)
- les objets construits à partir des données primaires qui sont interprétées et validées, par exemple un établissement ou une zone agricole (bleu)
- les objets analytiques ou les objets « outils », conçus spécifiquement pour l'analyse et la comparaison (vert)
- les objets théoriques, utilisés comme références (jaune)

Les objets analytiques et théoriques sont des objets abstraits, comme la cellule d'un maillage dans laquelle les informations qualitatives et quantitatives des entités archéologiques peuvent être synthétisées.

- les objets d'études qui sont les résultats attendus, les « portions d'espace » ou les configurations spatiales que nous cherchons à caractériser.

Les processus, décrivent la démarche mise en œuvre pour passer d'un objet à un autre, ils sont représentés par des losanges dans les schémas :

- les processus basés sur la connaissance et sur l'interprétation archéologique : ils impliquent l'approche archéologique classique
- les processus impliquant des méthodes statistiques, spatiales ou de géotraitement
- les processus comparatifs qui peuvent comprendre des méthodes d'analyse, de description et d'interprétation.

Chaque objet et chaque processus est propre à un niveau d'observation et d'étude des phénomènes. Le premier niveau concerne la phase d'exploration (inventaires documentaires ou prospections archéologiques) avec des objets contenant des informations spécifiques ou des données primaires. Le deuxième niveau est le niveau fonctionnel dans lequel les entités archéologiques sont interprétées et les objets abstraits sont mis en œuvres. Dans ce niveau, les objets constitués servent à normaliser, comparer et analyser dans le temps et l'espace des corpus de données hétérogènes. C'est le niveau de transition au cours de laquelle les données primaires sont sélectionnées et converties en données interprétées. En outre, ce niveau implique une transformation de la perception de l'espace : c'est le passage d'objets isolés à des « portions d'espace ». Ces espaces se caractérisent d'une part, par la présence ou l'absence de certaines entités archéologiques et d'autre part, par les relations qu'entretiennent entre elles ces entités. Le niveau final est celle de la caractérisation de ces « portions d'espace », qui décrivent les zones d'étude. C'est à ce niveau que les différentes périodes et les différentes régions peuvent être comparées.

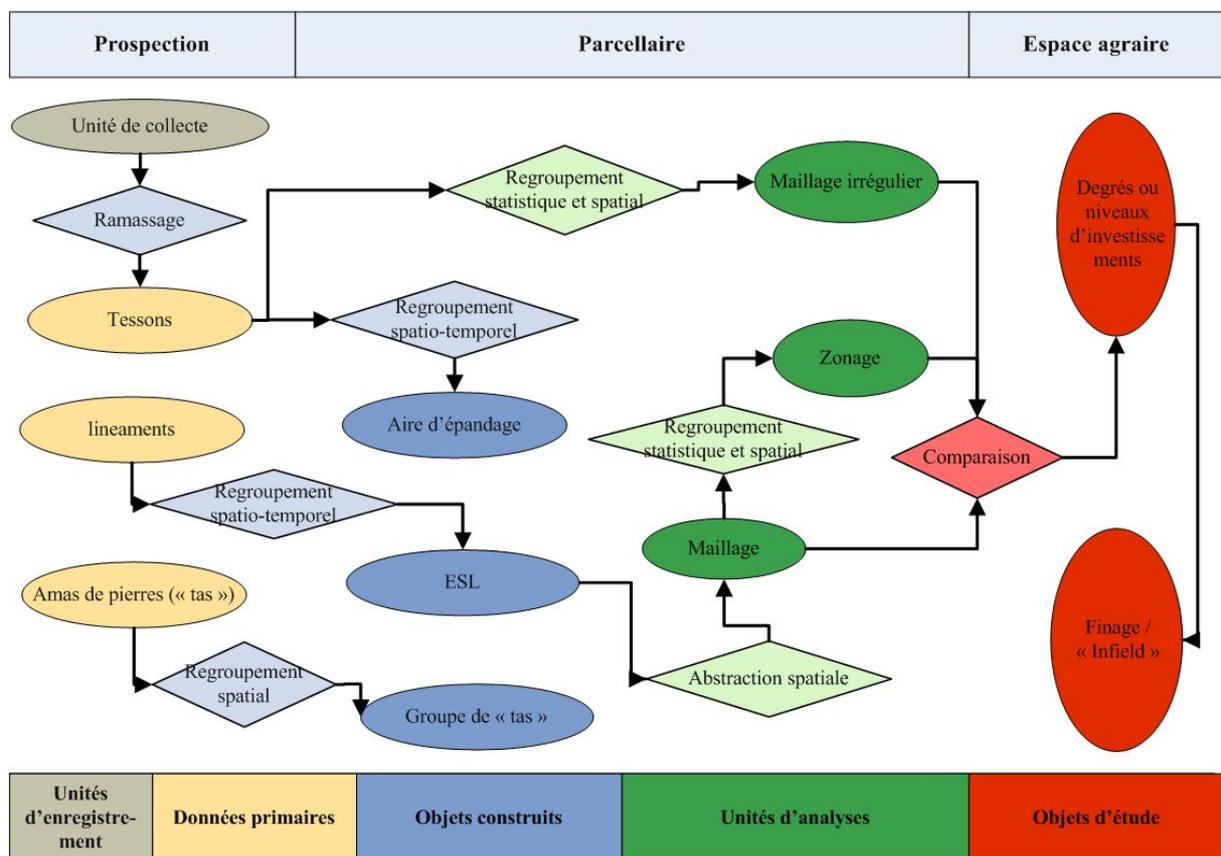


Fig. 21. Formalisation de l'étude des espaces agraires (atelier 1).

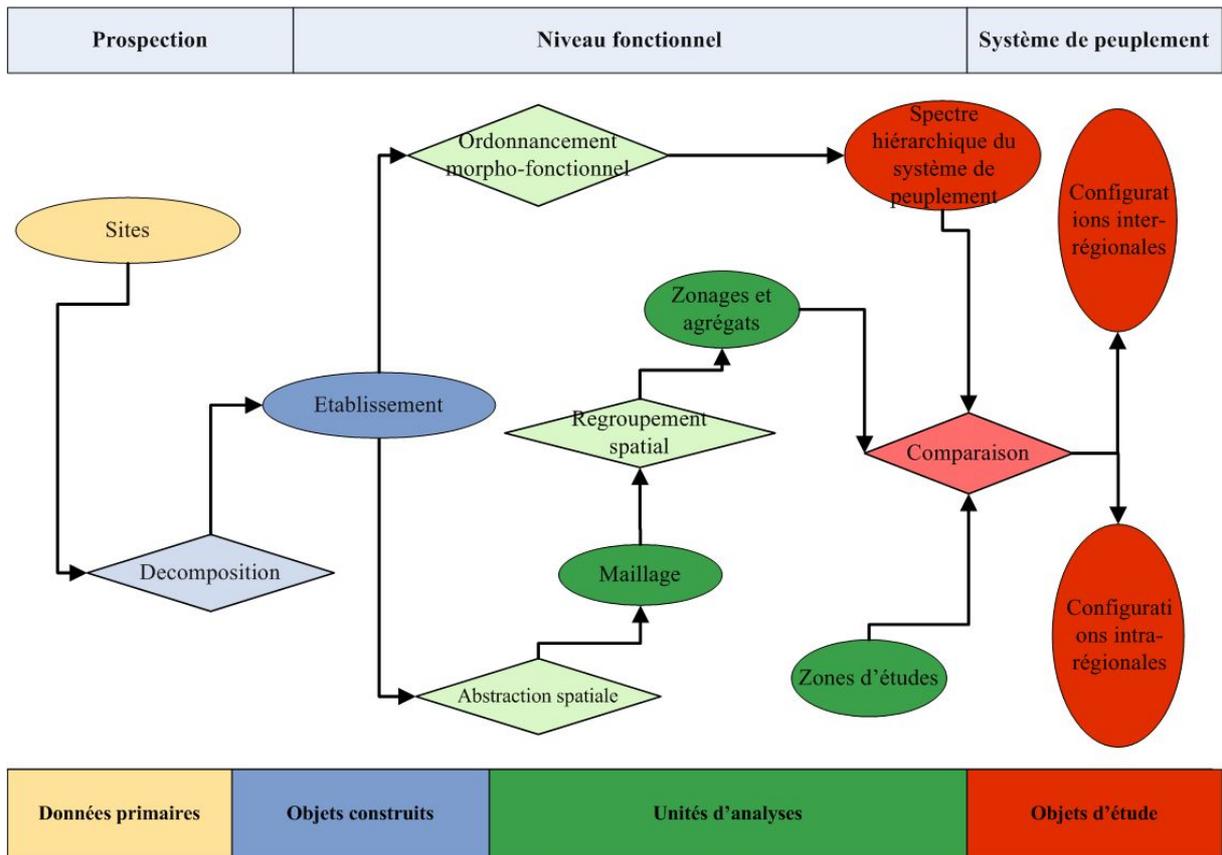


Fig. 22. Formalisation des études du système de peuplement (atelier 2).

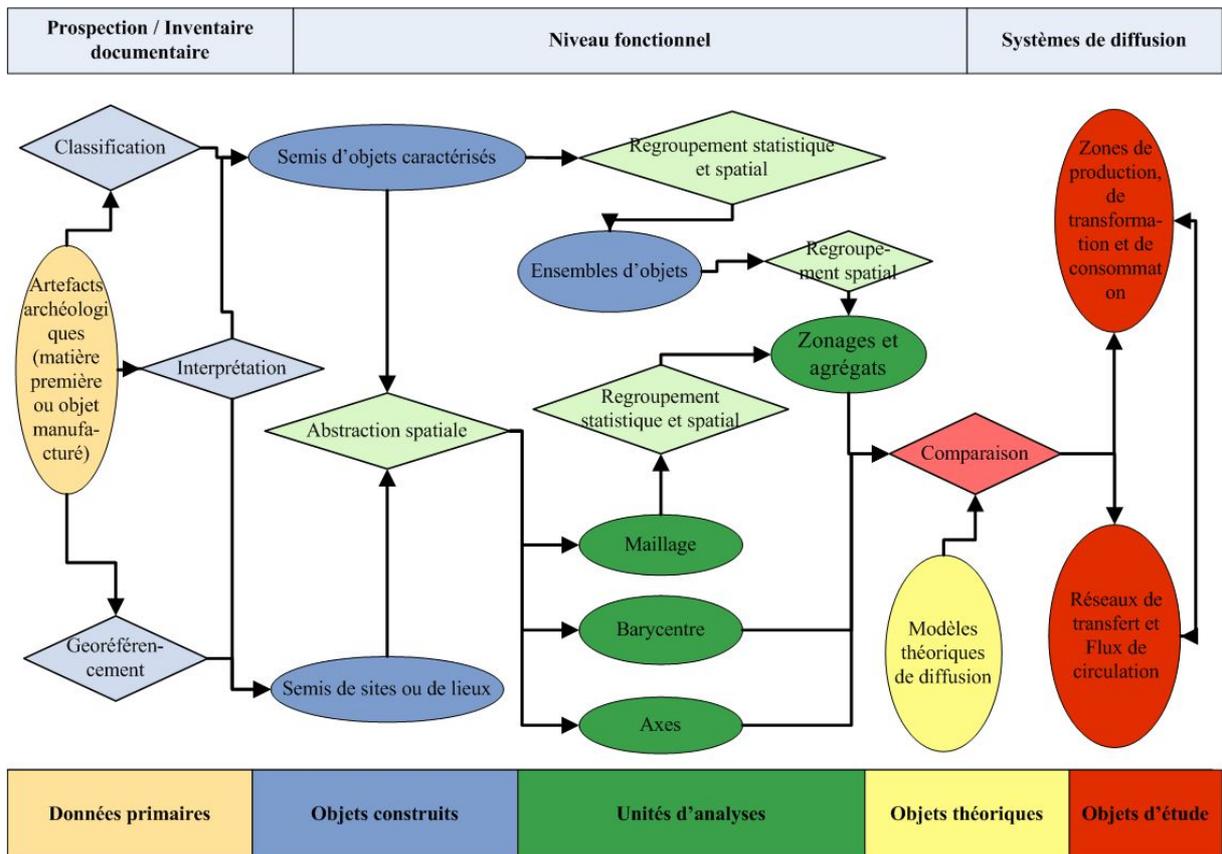


Fig. 23. Formalisation des études des systèmes de diffusion des objets manufacturés et des matières premières (atelier 3).

L'apport de cette formalisation est la description synthétique des hypothèses testées et de la démarche mise en œuvre. Elle permet de clarifier un certain nombre de postulats, de situer chaque étape du raisonnement, chaque analyse les unes par rapport aux autres et par rapport aux objectifs des études. Ces formalisations sont novatrices en tant qu'outils de visualisation et compréhension d'une démarche scientifique et, plus largement, elles ont une valeur heuristique pour la compréhension des modèles de dynamiques spatiales dans la longue durée.

5. EXPLOITATION DES RESULTATS

Les analyses réalisées ont surtout été valorisées dans le cadre de tables rondes et de colloques, tant en France (Colloque d'Antibes 2011, colloques de l'AFEAF 2010 et 2012) qu'à l'étranger, lors de sessions du CAA (Southampton 2012), de l'EAA (Helsinki 2012), du World Archaeological Congress (Jordanie, 2013), du Congrès de l'IUPPS (Brésil 2011), de colloques et de tables rondes (Osnabrück 2009, Gand 2010, Iasi, Roumanie, 2011).

Dans l'atelier 1, les analyses réalisées sur les parcellaires fossiles ont pour l'instant surtout été valorisées dans le cadre de tables rondes et de colloques, en illustration d'une utilisation de données acquises par télédétection LiDAR. Les travaux sur les épandages agraires ont, pour leur part, été valorisés sous forme de communications à des colloques et les indicateurs élaborés ont été utilisés dans le cadre d'autres projets de recherche, dédiés notamment à l'intégration de données issues de relevés LiDAR (projet Marie-Curie *ModAgSpace* et BQR de l'Université de Franche Comté 2011).

Les travaux de l'Atelier 2 ont été présentés dans de nombreuses rencontres en France et à l'étranger et ont fait l'objet de plusieurs publications, sous forme d'articles de synthèse présentant le positionnement scientifique et les développements méthodologiques de l'atelier, ou d'études de cas régionales intégrant diverses sources (archéologiques, épigraphiques, parcellaires) pour restituer les dynamiques territoriales. Le projet a en outre impulsé des travaux universitaires (1 Doctorat et 1 Master) et contribué à l'émergence de nouveaux projets, dont deux de dimension internationale (ANR *TransMonDyn* (2010-2014), ANR et ERC *Gallia Rustica* (soumise en 2012) Projet Hubert Curien franco-néerlandais *IHAPMA*, projet BQR et régional *Archaepigraph*).

Outre le regroupement de 5 équipes différentes (dont 3 MSH) à travers la France, l'atelier 3 a participé à de nombreuses rencontres internationales, publié plusieurs articles de synthèse, impulsé des travaux universitaires (1 thèse et 1 travail de Master), orienté les travaux de projets extérieurs (ANR JADE, mission archéologique en Roumanie du Ministère des Affaires étrangères) et permis de développer plusieurs outils mutualisés comme les cartes de confiance ou les projections linéaires (élaborés par l'atelier 4).

6. DISCUSSION

Dans l'atelier 1, le schéma d'analyse théorique des parcellaires mis en place dans le cadre de l'ACI a été beaucoup affiné et il a pu être testé jusqu'au bout, même s'il reste encore exploratoire. Des limites persistent toutefois du fait des caractéristiques des zones étudiées, qui varient de 40 à près de 11 000 ha, rendant les comparaisons délicates. Seule l'analyse selon les mêmes protocoles d'autres vastes zones (et elles existent désormais, notamment grâce à de nouveaux levés LiDAR !) permettra de valider ce protocole d'étude. Enfin, il faut noter que la comparaison entre les parcellaires fossiles conservés sous forêt et les parcellaires fossoyés mis au jour dans le cadre d'opérations d'archéologie préventive n'a pu être menée du fait de surfaces trop petites et surtout discontinues. Cette comparaison reste un enjeu méthodologique pour l'avenir. Concernant les épandages agraires, la démarche comparative a pu être mise en œuvre dans sa totalité pour seulement 3 zones-ateliers. Une intégration plus complète de l'ensemble des zones-ateliers, notamment dans le cadre d'une analyse multivariée, nécessiterait un travail important pour homogénéiser les critères de description pédologique de chacune d'elle.

Dans l'Atelier 2, la généralisation du calcul des indicateurs à l'ensemble des microrégions étudiées s'est heurtée à l'insuffisance numérique des effectifs d'établissements dans les 2 zones-ateliers tourangelles et dans la zone Berry-Sancergues, incompatible avec les exigences statistiques requises pour le calcul des indicateurs. La participation de ces zones-ateliers à l'analyse générale s'en trouve de fait fortement

limitée. Plus largement, une difficulté, déjà pointée à la fin des années 90 à l'issue des programmes *Archaeomedes* (Durand-Dastès *et al.* 1998), pour la perception fine de l'évolution de la structure hiérarchique du peuplement, concerne le suivi de la trajectoire individuelle des établissements, du point de vue de l'évolution de leur niveau hiérarchique. Les spécificités de l'information archéologique issue de prospections de surface limitent en effet la perception de l'évolution au cours du temps des caractéristiques formelles et fonctionnelles de l'établissement (superficie, qualité architecturale, fonction) qui contribuent à définir son niveau hiérarchique (grâce à une AFC suivie d'une CAH). Ainsi, un établissement conserve le même niveau hiérarchique tout au long de son occupation, ce qui peut gommer certaines évolutions de son statut entre sa création et son abandon. Afin de tenter de remédier à cette difficulté, nous avons effectué une classification hiérarchique des établissements en faisant varier le seul descripteur qui puisse être transformé au fur et à mesure de l'avancement de l'occupation de l'établissement, à savoir sa durée d'occupation. Ainsi, au lieu de considérer la durée d'occupation totale atteinte par chaque établissement à la fin de sa vie, nous avons calculé, pour chaque siècle considéré, la durée d'occupation accomplie par l'établissement à l'issue de ce siècle. Une CAH a donc été réalisée sur un corpus de 5478 établissements, chaque établissement occupé plus d'un siècle étant discrétisé en autant d'individus statistiques que de siècles occupés. Au-delà des incohérences relevées dans la classification résultante, liées au caractère largement redondant des données (multiplication d'individus statistiques ayant des profils identiques à l'exception de la modalité « Durée d'occupation »), cette expérience n'a pas été jugée satisfaisante dans la mesure où elle conduit à accorder un rôle prééminent à la durée d'occupation dans l'appréciation du niveau hiérarchique des établissements (plus un établissement est durable, plus sa place dans la hiérarchie de l'habitat augmente, ce qui est en partie démontré par les analyses précédentes mais reste un postulat fort). La question du suivi de la trajectoire hiérarchique des établissements dans la longue durée nécessite donc d'explorer d'autres voies, dont l'une pourrait consister à élaborer des appareils descriptifs spécifiques, mieux adaptés aux différents contextes chrono-culturels étudiés, ce qui suppose de lever la difficulté de la comparabilité de classifications établies sur des critères différents. Un autre enjeu méthodologique consiste à changer d'échelle d'analyse pour mettre en évidence des différenciations spatiales et hiérarchiques de la trame de peuplement à l'intérieur de chaque zone d'étude. Après l'exploration d'une méthode empirique (définition manuelle d'agrégats d'établissements en fonction de la densité du semis) à la fin du programme ACI *ArchaeDyn* 1 pour le calcul de l'étendue et de la variété hiérarchiques (Bertoncello *et al.* 2012a), les tentatives de définition automatisée de zones homogènes (du point de vue de l'espacement des établissements) à l'intérieur de chaque zone-atelier, sur lesquelles les indicateurs de densité et de structure hiérarchique et spatiale du peuplement auraient pu être calculés, n'ont pas abouti aux résultats escomptés. L'exploration d'autres méthodes d'analyse spatiale sont envisagées (par exemple l'analyse de cartes du semis d'établissements par la morphologie mathématique). Bien que le niveau d'analyse reste donc celui de la microrégion, il faut souligner le potentiel de renouvellement des connaissances sur la dynamique du peuplement protohistorique et antique offert par le protocole analytique développé au sein de l'Atelier 2. Une grande partie du projet ayant été consacrée aux développements méthodologiques, l'analyse fine des trajectoires microrégionales du peuplement et leur comparaison interrégionale est en cours. Il en est de même des possibilités de croisement offertes par ces indicateurs du peuplement avec d'autres indicateurs des dynamiques territoriales ou environnementales (données épigraphiques mobilisées par le groupe de travail « Epigraphie spatiale », données relatives à l'exploitation des sols traitées par l'Atelier 1, données paléoenvironnementales, etc.), qui ont été explorées pour certaines microrégions (Favory *et al.* 2011, Favory et Ouriachi sous presse, Poirier et Gandini sous presse) et dont l'exploitation sera poursuivie au sein de programmes de recherche en cours ou à venir (projet région Franche-Comté *Archaeograph*, ANR *TransMonDyn*, ANR *Gallia Rustica*, etc.).

Bien que la mise en place des indicateurs élaborés au sein de l'atelier 3 ait permis d'avancer sur différents points, la tâche reste immense étant donnée la grande variété des questions se rapportant à la diffusion des produits. Des choix ont du être faits et les études réalisées ont essentiellement porté sur une recherche méthodologique. Il n'a pas été possible de mettre pleinement en œuvre les analyses pour l'ensemble des cas de figure. Beaucoup de travail reste encore à mener étant donnés les objectifs très ambitieux de l'atelier mais, également, la « jeunesse » des approches spatiales par les SIG sur les questions de diffusion des produits.

C'est la raison pour laquelle, l'atelier a souhaité réfléchir en parallèle à une méthodologie commune permettant de dépasser les approches courantes. Pour cela il a été nécessaire de revenir sur les processus à l'œuvre, via la création d'un modèle à trois dimensions : espace – temps - fonction des lieux, impliquant la reconstitution de l'histoire et du parcours physique de l'objet (fig. 24-26). Une meilleure structuration des données prendrait alors en compte les étapes du cycle de vie de l'objet et la fonction des lieux, deux paramètres qui ne sont pratiquement jamais intégrés directement dans les

bases de données et dans les SIG en Archéologie traitant des processus de diffusion. Un modèle conceptuel de données créé par la méthode HBDS (Bouillé 1977) a ainsi été proposé (fig. 27). Il a ensuite été matérialisé sous la forme d'un modèle de Géodatabase permettant de structurer les données dans un SIG. En ce sens le travail mené par l'atelier 3 a posé les bases d'une approche totalement nouvelle du sujet, qui pourra être mise en œuvre dans les travaux futurs (ANR JADE 2, Mission archéologique en Roumanie du Ministère des Affaires étrangères).

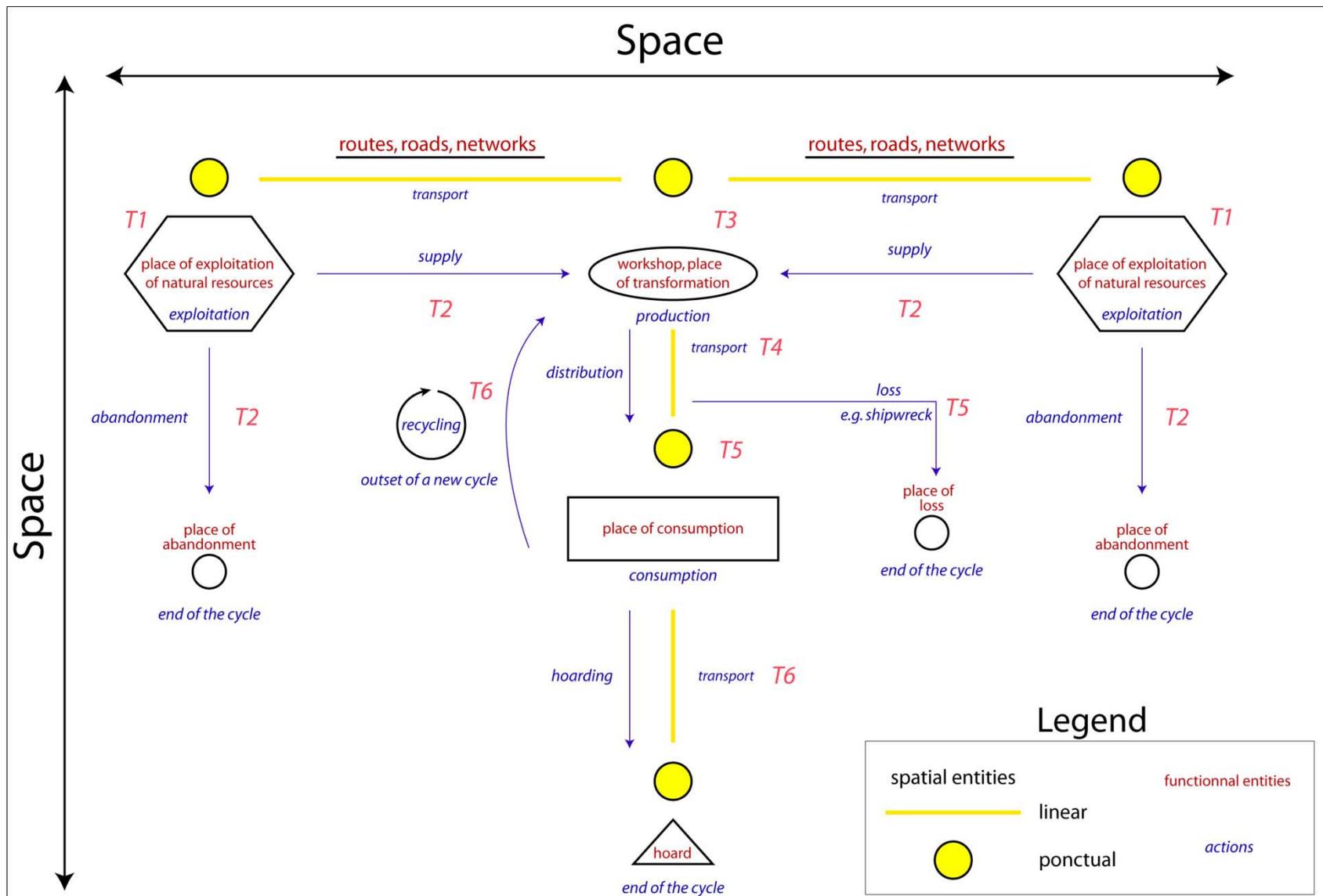


Fig. 24. Atelier 3. Exemple théorique d'application : modélisation du cycle de vie d'un ensemble d'objets

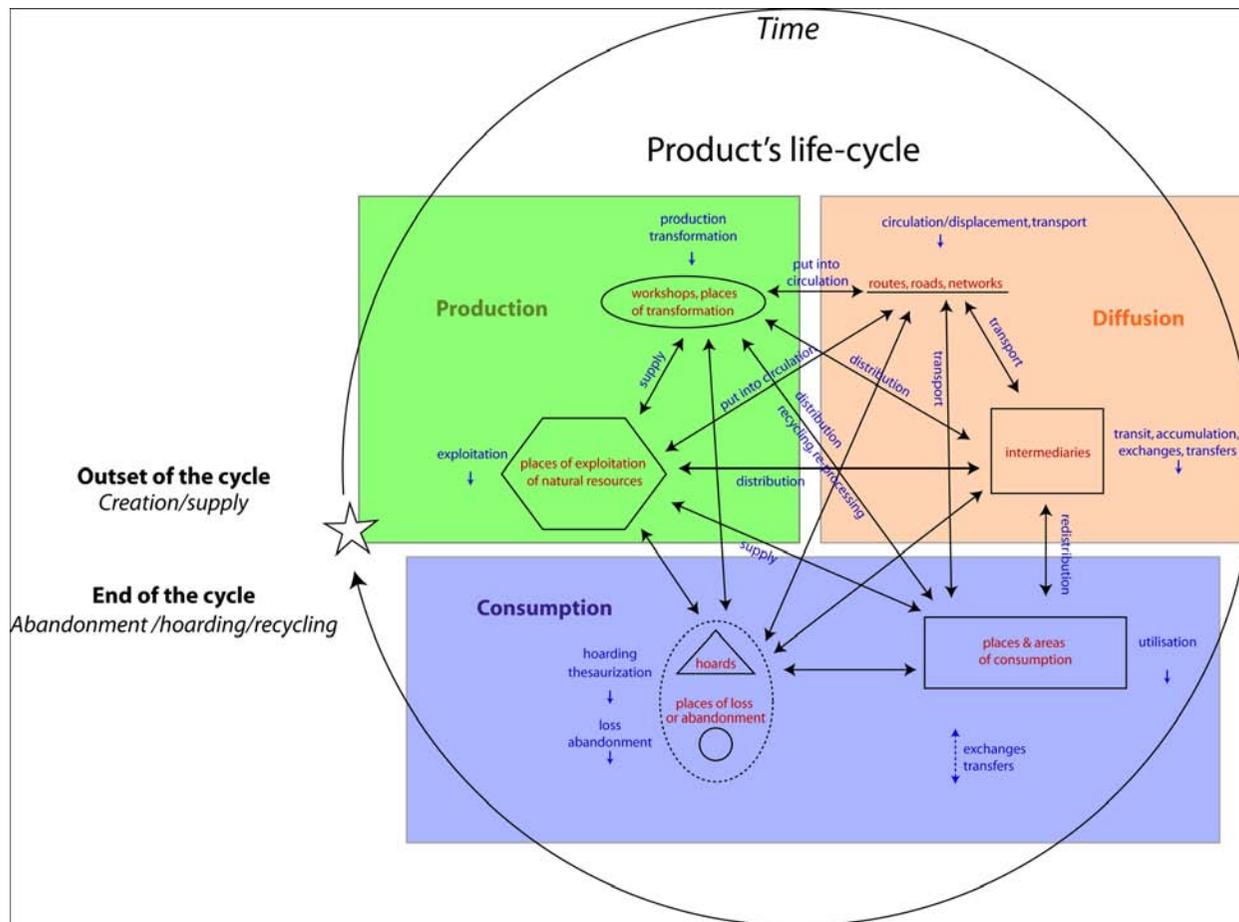
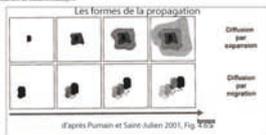


Fig. 25. Atelier 3. Modèle temporel-fonctionnel

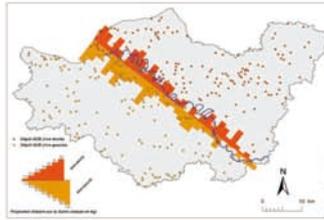
Position relative des barycentres des répartitions par niveau de finition reflétant un phénomène de diffusion à la fois par migration et par expansion : l'objet est retransformé au cours de sa diffusion



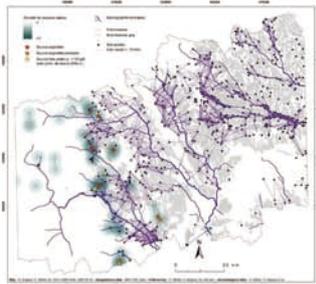
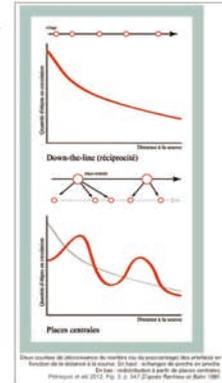
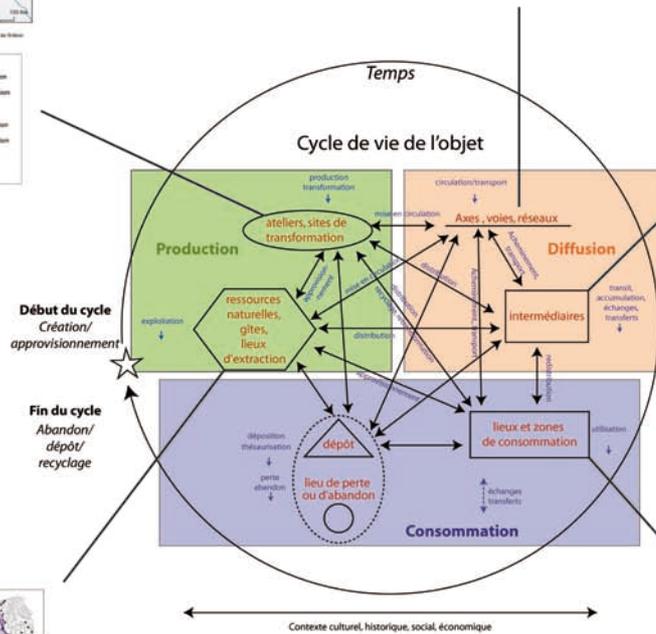
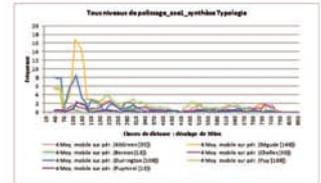
Haches en jades alpins du Néolithique européen



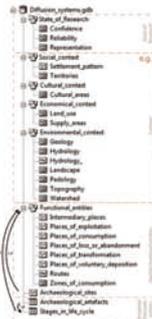
Projections linéaires des dépôts métalliques du Bronze moyen dans la Basse vallée de la Seine permettant de visualiser une décroissance progressive du nombre de haches distribuées en direction du Bassin parisien



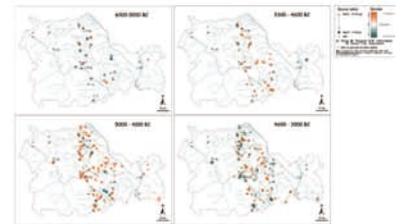
Courbes de tendance de la variation des distances à la source de différents types de haches en jades alpins. L'existence de plusieurs pics laisse penser à une diffusion via des centres de redistribution de type places centrales



Réseaux de visibilité des établissements archéologiques (4600-3500 BC) et ressources naturelles sols fertiles et sources salées exploitées ou non entre les Carpates et le Prut (Roumanie).



Modèle de Géodatabase conçu pour structurer efficacement les données afin de prendre en compte simultanément le parcours physique des objets circulant et les étapes de leur cycle de vie.



Dynamiques de peuplement (création/abandon) dans le dép. du Neamt (Roumanie) obtenues par soustraction des cartes de densité (méthode KED) et distribution des sources salées selon leur salinité. Les zones stables ont également été précisées.

Fig. 25. Atelier 3. Schéma synthétique avec le modèle et quelques cas d'études

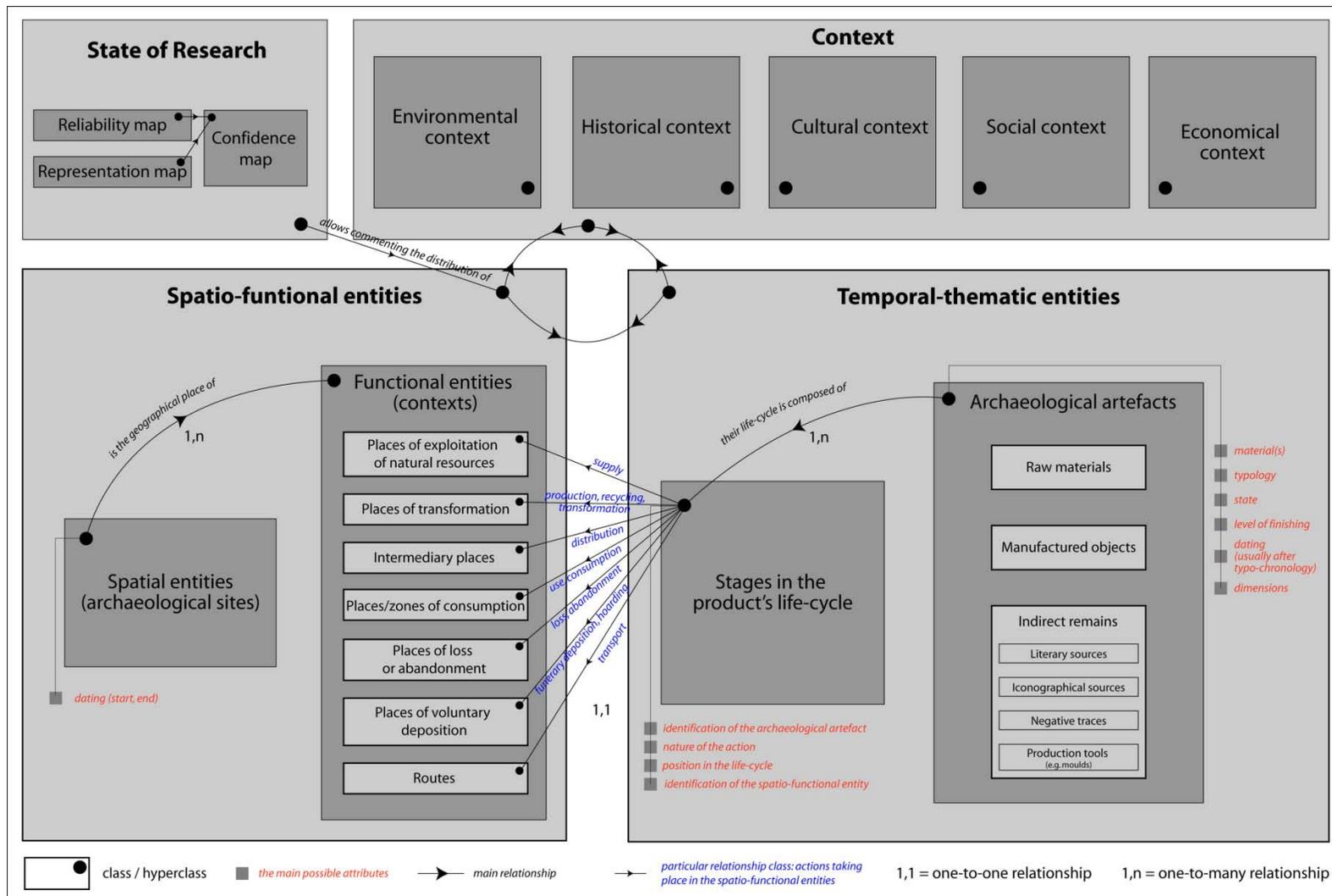


Fig. 27. Atelier 3. Modèle conceptuel de données

7. CONCLUSIONS

Le programme financé par l'ANR a permis de poursuivre les travaux engagés dans *ArchaeDyn* I. Les résultats obtenus reposent sur des procédures affinées et validées. Les analyses ont bénéficié du concours actif de plusieurs membres du comité scientifique du projet qui ont offert au collectif leur regard critique et leurs conseils avisés pour améliorer les protocoles analytiques. *ArchaeDyn* a d'ores et déjà livré des procédures d'évaluation quantitative et qualitative des données archéologiques mobilisées, dont la diffusion est attestée dans des travaux universitaires et dans des programmes de recherche en cours (par ex. cartes de confiance). Les outils d'analyses, sous SIG, des bases de données géoréférencées sont promis à une large dissémination, les métadonnées étant accessibles en ligne sur le portail CARGOS, hébergé par le TGE ADONIS.

8. REFERENCES

- BAKELS C., 1997. The beginnings of manuring in western Europe. *Antiquity*, 71 : 442–445.
- BINTLIFF J. & SNODGRASS A., 1988. Off-site pottery distributions: A regional and interregional perspective. *Current Anthropology*, 29(3) : 506–513.
- BOUILLÉ F. 1977. *Un modèle universel de banque de données simultanément portable, répartie*, Thèse d'Etat Es Sciences (spécialité: mathématiques, mention: informatique). Paris: Université Pierre et Marie Curie- Paris VI.
- DURAND-DASTES F., FAVORY F., FICHES J.-L., MATHIAN H., PUMAIN D., RAYNAUD C., SANDERS L., VAN DER LEEUW S. E., 1998. *Des oppida aux métropoles : Archéologues et géographes en vallée du Rhône*, Paris, Anthropos, coll. Villes.
- EARLE T. 2000. "Archaeology, Property, and Prehistory." *Annual Review of Anthropology* 29 : 39-60.
- FICHES J.-L., VAN DER LEEUW S. E., 1989. « De la structuration et de l'analyse spatiale aux processus historiques », In *Archéologie et espaces, Actes des Xe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*, CRA-CNRS : 503-512.
- GANDINI C., FAVORY F., NUNINGER L. (eds), 2012. *Settlements pattern, production and trades from Neolithic to Middle Ages. ArchaeDyn. 7 millennia of territorial dynamics*. Archaeopress, British Archaeological Reports International Series 2370, Oxford.
- GODELIER M., 1996. *L'énigme du don*. Paris: Fayard.
- HODDER I., 1974. "Regression analysis of some trade and marketing patterns." *World Archaeology* 6.2 : 172-189.
- KOPYTOFF I., 1986. "The cultural biography of things: Commoditization as process." In *The Social Life of Things*, edited by Appadurai, Arjun, 64-94. Cambridge: Cambridge Univ Press.
- MAUSS M., 1923-1924. "Essai sur le don. Forme et raison de l'échange dans les sociétés archaïques." *L'Année Sociologique*, nouvelle série I : 30-186.
- PETREQUIN A.-M & PETREQUIN P. et coll. WELLER O., 2006. *Objets de pouvoir en Nouvelle-Guinée. Catalogue de la donation Anne-Marie et Pierre Pétrequin*. Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye. Paris, Editions de la Réunion des Musées.
- PETREQUIN P., CASSE S., ERRERA M., KLASSEN L. & SHERIDAN A. (ed.) 2012. *Jade. Grandes haches alpines du Néolithique européen. Ve et IVe millénaires av. J.-C.* Cahiers de la MSHE C.N. Ledoux, Besançon, Presses Universitaires de Franche-Comté.
- POIRIER N. & NUNINGER L., 2012. Techniques d'amendement agraire et témoins matériels. Pour une approche archéologique des espaces agraires anciens. *Histoire & Sociétés Rurales*, 38(2) : 11–50.
- PUMAIN D. & SAINT-JULIEN Th., 2001. *Les interactions spatiales*. Paris: Armand Colin.
- RENFREW C., 1975. "Trade as Action at a Distance: Questions of Integration and Communication." In *Ancient Civilization and Trade*, edited by Sabloff, J.A. & Lamberg-Karlovsky, C.C., Albuquerque: University of New-Mexico : 3-59.
- SCHIFFER M. B., 1972. "Archaeological Context and Systemic Context." *American Antiquity* 37.2 : 156-165.
- TRINGHAM R., 1994. "Engendered places in prehistory." *Gender, Place and Culture* 1.2 : 169-203.
- WILKINSON T., 1982. The definition of ancient manured zones by means of extensive sherd-sampling techniques. *Journal of Field Archaeology*, 9(3) : 323–333.
- WILKINSON T., 1989. Extensive sherd scatters and land-use intensity: some recent results. *Journal of Field Archaeology*, 16(1) : 31–46.
- VAN DER LEEUW S. E., FAVORY F., FICHES J.-L. (dir.), 2003. *Archéologie et systèmes socio-environnementaux. Études multiscalaires sur la vallée du Rhône dans le programme Archaeomedes*, CNRS Éditions, Paris.