



*En Mouvement / On the Move / In Bewegung*  
*Mobilités des hommes, des objets et des idées pendant le Paléolithique supérieur européen*  
*Mobility of people, objects and ideas during the European Upper Palaeolithic*  
*Mobilität von Menschen, Objekten und Ideen im europäischen Jungpaläolithikum*

Actes de la séance commune de la Société préhistorique française et la  
Hugo Obermaier-Gesellschaft à Strasbourg (16 - 17 mai 2019)

Textes publiés sous la direction de  
Ludovic MEVEL, Mara-Julia WEBER et Andreas MAIER  
Paris, Société préhistorique française, 2021  
(Séances de la Société préhistorique française, 17), p. 27-69

[www.prehistoire.org](http://www.prehistoire.org)

ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-86-5 (en ligne)

## Quels territoires en préhistoire ? Une analyse par réseaux de lieux pour penser l'espace au Paléolithique supérieur

*What territories in prehistory? An analysis by networks of places to think of space in the Upper Palaeolithic*

*Was sind Territorien in der Urgeschichte?  
Netzwerkanalysen als Annäherung an den Begriff des  
Raumes im Jungpaläolithikum*

Vincent DELVIGNE, Audrey LAFARGE, Paul FERNANDES, Damien PESESSE,  
Raphaël ANGEVIN, Peter BINDON, Mathieu LANGLAIS, Michel PIBOULE,  
Alain QUEFFELEC, Christophe TUFFÉRY et Jean-Paul RAYNAL

---

**Résumé :** Abordées par le biais de leur acquisition, les matières premières lithiques retrouvées dans les sites archéologiques fournissent des données à valeur spatiale et constituent des témoins privilégiés des déplacements humains pour les périodes préhistoriques. Notre méthode repose sur le couplage des résultats de l'analyse techno-typologique des vestiges avec la méthode de diagnose multi-échelles fondée sur le principe de chaîne évolutive proposée par certains d'entre nous et améliorée depuis. Il devient aujourd'hui possible de mieux appréhender les modes d'acquisition et d'introduction des matériaux lithiques sur les sites et d'améliorer ainsi la compréhension de la gestion de l'espace minéral. Cette approche techno-économique, toujours plus précise, s'appuie en partie sur les travaux d'un consortium de chercheurs, fédérés au sein des PCR « Réseaux de lithothèques » et du GDR « Silex ».

L'étude pétroarchéologique de séries archéologiques permet d'identifier des litho-espaces, qui ne sont pas une image du territoire. Les territoires, en effet, ne sont pas façonnés par les seules contraintes économiques (où l'espace quel qu'il soit est le support de la société), mais ils expriment la manière dont les collectifs se construisent en conférant à certains lieux des usages et des sens singuliers ; ces lieux sont liés les uns aux autres par un réseau complexe de valeurs. Qui plus est, la dimension symbolique des espaces est un élément central dans les représentations culturelles qu'en donnent les sociétés. Plutôt que de restreindre abusivement l'analyse du territoire au seul site, démarche antinomique dans le cadre de sociétés nomades, il semble beaucoup plus opérant d'analyser les relations entre lieux (*i.e.* les réseaux de lieux). Prenant en exemple des peuples nomades actuels ou subactuels pour lesquels les réseaux de circulation de matériaux participent à l'organisation des réseaux de lieux, nous proposons une méthode fondée sur les techniques d'analyse de réseau qui permettent de s'abstraire du seul site. Ce pas de côté permet non seulement de questionner la signification territoriale des enregistrements archéologiques, mais également leur cohérence en tant qu'entité « chrono-culturelle ».

**Mots-clés :** Pétroarchéologie, Techno-économie, Analyse de réseaux, Paléolithique supérieur, Aurignacien, Cultures archéologiques, Territoire, Litho-espace.

**Abstract:** Addressed from the perspective of where they were obtained, lithic raw materials found in archaeological sites carry and contain data of geographical value. Thus, they are privileged witnesses to human movements in prehistoric times. By coupling the results of technological analyses with multi-scale diagnostic methodologies based on the principle of an evolutionary chain set up by some of us and recently optimised, today it is possible to evaluate the acquisition modes for raw materials, the manner of their introduction into sites, and better understand the prehistoric management of mineralogical resources. This techno-economic approach, becoming ever more precise, is being facilitated thanks to the results from a consortium of researchers interconnected in the ‘Réseau de lithothèques’ and ‘Silex’ projects.

Detailed petro-archaeological studies of an archaeological series make it possible to identify litho-spaces that are not images of territories. Indeed, territories are not only shaped by economic constraints (where space is the basis of a society), but they are the way in which collectives build themselves by conferring meaning on places of singular use linked to each other by a complex network of values. Yet, the symbolic dimension of spaces is a central element in the cultural representations that societies have of it. Rather than limiting the analysis of the territories to the scale of a site, which in the context of nomadic societies is contradictory, it seems more efficient to analyse the relationships between places (i.e. networks of places). Taking as an example current or recently nomadic peoples – for whom networks in which materials circulate correspond to networks of places – we propose a method based on a concept of network analysis in order to escape the point of view based on single sites, and offer an approach to determining prehistoric territories. This side-step not only questions the spatial extent of archaeological records, but also their coherence as chrono-anthropological entities.

**Keywords:** Petroarchaeology, Techno-economy, Network analysis, Upper Palaeolithic, Aurignacian, Archaeological Culture, Territory, Litho-space.

**Zusammenfassung:** Lithische Rohstoffe, die in archäologischen Stätten gefunden werden, tragen und enthalten Daten von geografischem Wert über die Orte ihrer Beschaffung. Sie sind somit privilegierte Zeugen menschlicher Bewegungen in prähistorischen Zeiten. Durch die Kopplung der Ergebnisse technologischer Analysen mit mehrskaligen Diagnosemethoden, die auf dem Prinzip einer von einigen von uns aufgestellten und kürzlich optimierten Evolutionskette basieren, ist es heute möglich, die Beschaffungsmodi für Rohmaterialien und die Art ihrer Einbringung in zu untersuchende Fundorte zu evaluieren und die prähistorische Bewirtschaftung mineralogischer Ressourcen besser zu verstehen. Dieser immer präzisere technoökonomische Ansatz wird durch die Ergebnisse eines Zusammenschlusses von Forschern erleichtert, die in den Projekten „Réseau de lithothèques“ und „Silex“ miteinander verbunden sind. Detaillierte petro-archäologische Studien einer archäologischen Serie ermöglichen es, Lithoräume zu identifizieren, die keine Abbilder von Territorien sind. In der Tat sind Territorien nicht nur von wirtschaftlichen Zwängen geprägt (bei denen der Raum die Grundlage einer Gesellschaft ist), sondern auch durch die Art und Weise, wie sich Kollektive aufbauen, indem sie Orten mit spezieller Nutzung Bedeutung verleihen, die durch ein komplexes Netzwerk von Werten miteinander verbunden sind. Die symbolische Dimension von Räumen ist jedoch ein zentrales Element in den kulturellen Vorstellungen, die Gesellschaften von Räumen haben. Anstatt die Analyse der Gebiete auf die Größe eines Ortes zu beschränken, was im Kontext nomadischer Gesellschaften widersprüchlich ist, scheint es effizienter zu sein, die Beziehungen zwischen Orten (d. h. Netzwerke von Orten) zu analysieren.

Am Beispiel aktueller oder rezenter nomadischer Völker – für die Netzwerke, in denen Materialien zirkulieren, Netzwerken von Orten entsprechen – schlagen wir eine Methode vor, die auf einem Konzept der Netzwerkanalyse basiert, um die auf einzelnen Fundorten basierenden Sichtweisen zu vermeiden, und bieten einen Ansatz zur Bestimmung prähistorischer Gebiete. Dieser Perspektivwechsel stellt nicht nur die räumliche Ausdehnung archäologischer Fundniederschläge in Frage, sondern auch deren Kohärenz als chrono-anthropologische Einheiten.

**Schlüsselwörter:** Petroarchäologie, Technoökonomie, Netzwerkanalyse, Jungpaläolithikum, Aurignacien, Archäologische Kultur, Territorium, Lithoraum.

## INTRODUCTION

**D**ÉVELOPPÉES à partir des années 1940 aux États-Unis par J. Stewart et G. Willey pour les Paléoindiens du Grand Bassin (pour une revue historique voir Trigger, 1967), les réflexions sur les territoires préhistoriques sont aujourd’hui au cœur des débats concernant la structuration spatiale des groupes humains et par là même les notions de cultures préhistoriques et de frontières qui les sous-tendent. Dans le monde anglo-saxon, ces travaux reposent principalement sur des comparaisons ethnographiques visant à rapprocher les assemblages archéologiques de ceux observés chez les chasseurs-cueilleurs modernes, en particulier les amérindiens, les !Kung et les Aborigènes australiens (e.g. Binford, 1962, 1982 et 2012 ; Lee et DeVore [dir.], 1975 ; Peterson [dir.], 1976 ; Earle et Ericson [dir.], 1977 ; Gould, 1980 ; Kelly, 1983 et 1995 ; Grove, 2009 ; Favory et van

der Leeuw [dir.], 2016). En Europe de l’Ouest et centrale <sup>(1)</sup>, l’approche des territoires paléolithiques s’est focalisée pour une part sur l’origine et la circulation des matières premières lithiques (e.g. Kozłowski, 1976 ; Masson, 1979 et 1981 ; Demars, 1982 ; Torti, 1983 ; Morala, 1984 ; Geneste, 1985 ; Mauger, 1985 ; Aubry, 1991 ; Turq, 1992 ; Féblot-Augustins, 1997 et 2009 ; Leduc *et al.* [dir.], 2000, Affolter, 2002 ; Bressy, 2002 ; Surmely [dir.], 2003 ; Primault, 2003 ; Jaubert et Barbaza [dir.], 2005 ; Bressy *et al.* [dir.], 2006b ; Djindjian *et al.* [dir.], 2009 ; Fernandes, 2012 ; Delagnes, 2013 ; Tomasso, 2014 ; Sanchez de la Torre, 2015 ; Caux, 2015 ; Tarrío *et al.*, 2015 ; Moreau *et al.*, 2013 et 2016 ; Delvigne, 2016) et pour une autre (parfois d’ailleurs ces deux approches se croisent) sur les répartitions d’objets marqueurs (voir *infra*). Plus récemment, la circulation des objets de parure (e.g. Taborin, 1993 ; Vanhaeren *et al.*, 2004 ; Rigaud, 2011 ; Rigaud *et al.*, 2019 ; Peschaux, ce volume), de l’industrie en matières dures animales (Pétillon, 2013),

de matières colorantes (e.g. Lorblanchet *et al.*, 1988 ; Weinstein-Evron et Ilani, 1994 ; Salomon, 2009 ; d'Errico *et al.*, 2010 ; Pradeau *et al.*, 2014) et la répartition de certaines expressions graphiques (e.g. Bourdier, 2010 ; Gaussein, 2017 ; Honoré *et al.* [dir.], 2019) sont venus questionner autrement l'extension et la répartition des collectifs <sup>(2)</sup>.

### TERRITOIRE ET ARCHÉOLOGIE PRÉHISTORIQUE : UNE NÉCESSAIRE VISION GÉOGRAPHIQUE, UNE DIFFI- CILE INTERDISCIPLINARITÉ

Alors que les travaux de la *New archaeology* sont venus enrichir les réflexions européennes depuis le début des années 1990 (e.g. Féblot-Augustins, 1993 ; Féblot-Augustins et Perlès, 1992 ; Audouze, 2006 et 2007), la géographie sociale et culturelle demeure cependant trop rarement mobilisée en préhistoire (e.g. Aubry, 2005 ; Bracco, 2005 ; Jarry *et al.*, 2008 ; Goval, 2012 ; Aubry *et al.*, 2012a ; Delvigne, 2016 ; Sauvet, 2019). À part quelques précurseurs (Deffontaines, 1924 ; Champier, 1955 ; Nougier, 1959), les deux disciplines ont évolué en parallèle depuis le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle. Ce constat de séparatisme est d'autant plus surprenant que l'arrivée en préhistoire des géographes physiques et le développement d'outils géographiques (les SIG par exemple) auraient dû aider à la construction de ponts entre disciplines <sup>(3)</sup>. Si l'archéo-géographie, dans la diversité de ses courants, a tenté ce rapprochement archéologie-géographie pour les périodes historiques (Chouquer, 2000 et 2008 ; Fossier, 2002 ; Robert, 2003 et 2012 ; van der Leeuw *et al.* [dir.], 2003 ; Robert [dir.], 2011 ; Sanders, 2017), les tentatives inspirées de cette approche restent rares en préhistoire (de Carlos Izquierdo, 1990 ; Rasse et Boëda, 2006 ; Rasse, 2010 et 2014 ; Chevrier, 2012).

Ces rendez-vous manqués trouvent une part de leur origine dans la diversité des écoles de la géographie dont les travaux ont rarement convergé entre les années 1970 et 1990 (voir Bavoux, 2002) : géographie théorique et quantitative, statistiques spatiales, géographie sociale ou radicale, géographie culturelle ou physique, géopolitique... Si ces divers courants se sont parfois croisés, ils ont le plus souvent évolué en parallèle, faisant des territoires non pas un objet de convergence de concepts, mais une juxtaposition de plusieurs formes de savoirs scientifiques et techniques. Jusqu'aux début des années 2000, les territoires sont ainsi devenus des produits composites, issues de l'hybridation des divers savoirs qui s'y sont intéressés, sans réelle intention de synthèse, de réflexion épistémologique d'ensemble ni d'approche pluridisciplinaire, alors que d'autres sciences humaines ont tenté de s'interroger sur ce qui « fait société ».

A la fin du XX<sup>e</sup> siècle, la notion de territoire prend forme (Brunet *et al.*, 1992) et s'établit autour de trois axes fondamentaux :

1) la caractérisation des liens entre l'Homme et l'espace, à savoir « comment l'Homme gère l'espace et comment l'espace est interprété par l'Homme ? » ;

2) l'inscription de l'espace dans le temps puisque selon M. Marié :

« l'espace a besoin de l'épaisseur du temps, de répétitions silencieuses, de maturations lentes pour devenir territoire » (in Ozouf-Meignen, 2009, p. 34) ; et

3) l'inscription spatiale d'une institution politique.

L'ouvrage de Di Méo et Buléon (2005) recueille ainsi un nombre considérable de travaux sur les différentes conceptions et formes de représentations possibles des rapports sociétés-territoires, insistant sur l'indissociabilité de ces relations. Ils mettent également en évidence qu'en matière de territoire, les notions d'idéal et de matériel (Godelier, 1984) se font écho et s'imbriquent intimement : il n'y a pas d'un côté des représentations matérielles des territoires et de l'autre des représentations idéelles. La société interprète et construit son environnement géographique en donnant du sens aux objets naturels qu'elle perçoit, eux-mêmes prenant d'autant plus d'importance qu'ils sont reconnus et valorisés au sein de la société :

« c'est par l'existence d'une culture que se crée un territoire, et c'est par le territoire que se conforte et s'exprime la relation symbolique existant entre la culture et l'espace » (Bonnemaison, 1981, p. 254).

À cet égard, l'opposition entre espace appréhendé d'un point de vue émique ou étique, se doit d'être dépassée car elle oppose et dissocie des expériences qui ne relèvent pas des mêmes régimes de savoirs. En revanche, c'est la complexité et la dimension dynamique des expériences et des représentations du monde des sociétés, quelles qu'elles soient, qu'il faut prendre en compte. Dès lors, les tentatives de description des logiques sociales et spatiales des sociétés humaines – qui prévalent à leurs implantations, leurs déplacements, leurs approvisionnements en ressources, etc. – doivent être conduites avec une grande prudence méthodologique et surtout des précisions épistémologiques sur leur portée et leur signification. Dans ce contexte, les modèles construits sur des représentations géométriques et topologiques de l'espace offrent une première opportunité de compréhension, mais restent très insuffisants. Les dérives de la géographie quantitative, modélisatrice, ou encore de l'usage d'outils de type SIG ont produit des visions partielles et souvent faussées des territoires :

« La dérive de la géographie vers les SIG risque de réduire la discipline [et toutes les disciplines qui utilisent cette technique ?] à une technique de manipulation des données, abandonnant à d'autres le soin (et la responsabilité) de poser les bonnes questions, de construire les bonnes interprétations » (Staszak, 2018, p. 87).

En archéologie paléolithique, le territoire est jusqu'à présent, au mieux assimilé à l'espace géographique parcouru et exploité à partir d'un site, sinon à l'aire de distribution de types d'objets spécifiques ou de « cultures ».

Une séparation antinomique et paradigmatique (Descola, 2005) entre espace et société qui s'exprime, par exemple, dans la préface des actes du X<sup>e</sup> Congrès de l'Association européenne des archéologues :

« Si la majorité des articles présents dans ce volume définissent les zones d'approvisionnement et caractérisent les schémas de mobilité du seul point du site [...] nous espérons qu'à l'avenir, le croisement des données spatiales et territoriales sera généralisé aux niveaux micro-régional et régional » (Bressy *et al.*, 2006a, p. 7).

Cet état de la recherche, qui illustre une méconnaissance des « sciences territoriales » (Cambrézy *et al.*, 1999) pourrait résulter :

1) de la « complexité, clairement soulignée par les ethnologues [et les géographes] qui décourageait de nombreux préhistoriens » (Bracco, 2005, p. 14),

2) du cloisonnement de l'enseignement archéologique dans les universités selon le cursus choisi par l'étudiant (histoire de l'art, géologie, biologie, géographie) qui n'encourage pas les approches interdisciplinaires et

3) du caractère fragmentaire et diachrone de nos jeux de données *a priori* impropres aux reconstructions territoriales.

Comme la pétroarchéologie (voir « Introduction ») demeure à ce jour la principale pourvoyeuse de données à valeur géographique en préhistoire, nous chercherons à en illustrer les tenants et aboutissants (voir « Territoire et archéologie préhistorique... ») et par des exemples issus de récents travaux sur le Paléolithique supérieur du centre et du sud de la France, nous montrerons comment le croisement des données pétrographiques et technologiques (la techno-économie *sensu* Geneste, 1985 et 1991 ; Perles, 1991), lorsqu'elles sont observées par le filtre de la géographie sociale, de l'ethnographie et de l'analyse des systèmes complexes (voir « Implication archéologique »), permettent de mieux comprendre la structuration et le rôle des espaces concernés. Il s'agit donc bien de (re)considérer la pétroarchéologie comme un champ d'étude à part entière, producteur de données de base aujourd'hui fiables, précises et reproductibles autorisant une réflexion sur les territoires préhistoriques fondée sur des méthodes, des concepts et des propositions claires et bien définies.

## LA PÉTROARCHÉOLOGIE, OUTIL DE PALÉOGÉOGRAPHIE DYNAMIQUE

La détermination de l'origine des matières premières accompagne les premières recherches des préhistoriens dès leur début, en sont pour preuve les déterminations pertinentes des fondateurs : Damour (1865), Chasteignier (1868), Vinay (1867), Lartet et Christy (1864) ou Boule (1892). Mais il faut attendre les années trente pour voir paraître les premières mises au point méthodologiques en Allemagne et en Europe centrale (Krukowski, 1939), avec comme aboutissement la création du premier *Flint Symposium* à Maastricht en 1969.

En France, le mouvement s'organise à partir des années cinquante (Bordes et Sonneville-Bordes, 1954) et depuis la fin des années 1970, un ensemble de travaux internationaux a jeté les bases d'une méthode d'analyse baptisée pétroarchéologie (Štelcl et Malina, 1970), terme repris par Masson (1981) dans l'intitulé de sa thèse. De nouvelles bases méthodologiques sont ainsi posées et la pétroarchéologie devient petit à petit l'une des branches de l'archéologie préhistorique sans qu'un réel consensus ne s'établisse entre les différents acteurs, tant sur les méthodes que sur l'objet d'étude.

À la même époque, en parallèle et sous l'impulsion de l'école anglo-saxonne, certaines recherches se sont concentrées sur la caractérisation géochimique des silex (Sieveking *et al.*, 1972). Mais nombre de ces études ont donné des résultats mitigés et il n'est pas toujours facile, à quelques exceptions près (Bressy, 2002 ; Sanchez de la Torre *et al.*, 2017 ; Spinelli-Sanchez, 2018 ; Brandl *et al.*, 2018 ; Moreau *et al.*, 2019), d'identifier des marqueurs géochimiques. Malgré le développement des analyses multivariées et des techniques peu ou pas invasives, ces études en restent toutefois au stade exploratoire car, jusqu'à présent, ces anomalies discriminantes n'ont qu'une valeur locale.

Dans un climat scientifique global où la pétroarchéologie, comme l'archéologie, dérive vers le tout-quantitatif par le biais d'analyses géochimiques aveugles, il est nécessaire de rappeler que l'approche naturaliste reste le prérequis obligatoire. Au début du XXI<sup>e</sup> siècle, un groupe de chercheurs s'est créé par cooptation libre avec le soutien de l'association Archéo-logis/CDERAD avec pour but d'adapter à l'altération des roches l'approche pétrographique classique, élaborée par M. et M.-R. Séronie-Vivien (1987). Les nouveaux outils de diagnose fondés sur le concept de chaîne évolutive (voir *infra*) ont élargi aux questions pétrologiques les raisonnements sur les rapports entre silex et environnements. En effet, les diagnostics pétrographiques ou géochimiques nécessitent la prise en compte préalable des processus d'altération générés par la redistribution des matériaux dans l'environnement, susceptibles de modifier radicalement leur aspect, notamment dans le cas des objets archéologiques (Turq, 2000 et 2005 ; Burke, 2008 ; Fernandes, 2012). Cette avancée méthodologique a fait toutes ses preuves et a permis de dépasser nombre de blocages concernant la caractérisation des matériaux et leurs provenances.

### Le concept de chaîne évolutive

Le concept de chaîne évolutive (Fernandes et Raynal, 2006) est fondé sur le constat que, comme la plupart des roches, les silicites<sup>(4)</sup> sont altérables. Placées sous des conditions différentes de celles qui ont présidé à leur genèse, elles peuvent ainsi subir des transformations physico-chimiques importantes (*e.g.* Siever, 1962 ; Ernst et Calvert, 1969 ; Aubry *et al.*, 1975 ; Vilas-Boas da Silva, 1975 ; Trauth *et al.*, 1978 ; Rio, 1982 ; Knauth, 1992 ; Behl et Smith, 1992 ; Fernandes *et al.*, 2007, 2020 ; Fernandes, 2012 ; Thiry *et al.*, 2014). Au voisinage de



la surface – principalement dans les horizons des sols et dans les sédiments meubles – leurs minéraux sont soumis aux actions des facteurs mécaniques, chimiques, biologiques et climatiques qui favorisent les percolations hydriques qui, elles-mêmes, contribuent à de nouvelles conditions d'équilibre. Les phénomènes de dissolution et de néoformations minérales génèrent les principales transformations qui affectent, à différentes échelles (macroscopique, méso-scopique, microscopique et ultra-microscopique), non seulement la surface mais aussi la matrice du matériau. Ces transformations de la matrice siliceuse se traduisent par une épigénèse secondaire et par une modification localisée de la texture initiale de la roche et s'accompagnent souvent d'une réduction apparente du nombre d'allochèmes et d'un changement de teinte lié à un dépôt d'éléments métalliques solubles (où Fer et Manganèse prédominent). Malgré ces modifications, le faciès sédimentaire originel peut être partiellement préservé : héritage des *allochems* (notamment les composants détritiques), persistance de la structure... Dans son expression la plus marquée, cette épigénèse, souvent polyphasée, s'opère au détriment de la matrice interne de la roche et conduit à l'installation d'une enveloppe corticale surmontant une zone endocorticale. L'analyse pétrologique détaillée des pièces archéologiques siliceuses permet de reconstituer les différentes étapes de cette épigénèse évolutive en distinguant les stigmates acquis antérieurement à la collecte du matériau de ceux, plus tardifs, acquis dans le milieu de résidence finale des objets. Les chaînes évolutives propres à chaque silicite et à chaque pièce archéologique peuvent ainsi être décryptées, définies et comparées.

Sous nos latitudes, les sources principales des matériaux peuvent être divisées en huit catégories (Fernandes et Raynal, 2006 ; Fernandes, 2012 ; Delvigne *et al.*, 2019a) :

1) Les gîtes primaires, où les silicites sont présentes dans leurs roches mères (ou protolithe).

2) Les formations résiduelles (altérites) qui résultent de la dissolution *in situ* du protolithe. Les silicites accompagnent les sédiments résiduels (ex. : argiles à silex) et peuvent être divisées en deux grandes catégories : les formations résiduelles argilo-calcaires et les formations calcaro-sableuses.

3) Les gîtes secondaires des dépôts de pentes issus de processus gravitaires (éboulis) et/ou d'écoulement en masse (solifluction, glissements) et /ou de colluvionnement.

4) Les gîtes secondaires alluviaux à silicites des plages et lits des cours d'eau actifs.

5) Les gîtes secondaires des dépôts alluviaux anciens (terrasses et lits de paléo-cours). Ces dépôts à silicites sont subdivisés en fonction de leurs âges (traditionnellement notés basses, moyennes et hautes terrasses).

6) Les gîtes secondaires des dépôts littoraux à sables et galets de la zone intertidale active.

7) Les gîtes secondaires des dépôts littoraux fossiles.

8) Les gîtes secondaires d'origine glaciaire, morainiques *s.l.* et dérivés (fluvio-glaciaire).

Ces huit catégories de base peuvent être modulées et combinées en autant de catégories que nécessaire (e.g. colluvions d'argile à silex). En interprétant la chronologie des stigmates portés par les surfaces naturelles des silicites – (néo)cortex et lithoclase(s) – et en déchiffrant le degré d'évolution de la matrice et des allochèmes, il devient possible d'affecter avec précision la silicite à une formation géologique et de définir son type gîtologique. Cette approche est d'autant plus importante que les groupes humains ont prioritairement et abondamment exploité les sources secondaires (Turq, 2005 ; Fernandes et Raynal, 2006 ; Delvigne *et al.*, 2014 et 2019b).

## Méthode d'analyse

### *Lithothèques et prospections*

Pour faire prospérer cette pétroarchéologie dynamique, il convient en tout premier lieu de dresser l'inventaire des lithothèques existantes et de partager ces données en s'appuyant sur des supports harmonisés et abondamment illustrés. Ces collections de référence rassemblées par différents chercheurs sont encore souvent sous-exploitées, inégalement constituées et rarement correctement inventoriées. Pour y remédier, nous utilisons un formulaire d'inventaire comprenant 52 champs répartis en huit catégories <sup>(5)</sup>, développé dans le cadre de projets interdisciplinaires en cours <sup>(6)</sup>.

Ce formulaire peut également être utilisé sur le terrain lors de nouvelles prospections en utilisant des applications éprouvées et des formats garantissant l'interopérabilité des données et des métadonnées. Pour ce faire, nous avons développé un formulaire dédié dans l'application *123Survey* (Tufféry *et al.*, 2019), disponible en situation de mobilité ou non et facilitant la saisie de données directement sur le terrain. L'inventaire des lithothèques, leur pérennisation et leur mise aux normes nationales, couplés à des sessions de formation aux nouvelles méthodes de caractérisation et à la mutualisation des données, sont ainsi au cœur de notre démarche. Elle doit *in fine* permettre à toutes les personnes concernées d'utiliser un outil et un langage communs et de participer au plein développement d'une pétroarchéologie désormais bien installée dans ses méthodes et ses outils.

Une fois l'inventaire des lithothèques dressé et l'analyse des échantillons effectuée, il est possible de retourner sur le terrain afin de compléter les fonds existants. Ce travail en deux temps permet :

- de respecter les gîtes ;
- d'optimiser les interventions de terrain en évitant de (ré)échantillonner des formations déjà maintes fois prélevées.

Le travail réalisé sur la lithothèque du Musée du Grand-Pressigny par le PCR « Réseau de lithothèques en région Centre-Val-de-Loire » a bien illustré ce constat. Certains même gîtes du Turonien supérieur de la vallée de la Claise avaient été prélevés plus d'une dizaine de fois par les chercheurs qui se sont succédé (y compris nous !) sans pour autant que les échantillons déposés dans la

lithothèque n'aient été traités ou que le contexte de leur collecte n'ait été précisé. *A contrario*, certaines formations à silicites ont rarement été prospectées, entraînant la surreprésentation de certains matériaux et créant des biais méthodologiques dans la diagnose des collections archéologiques. C'est par exemple le cas pour les formations à silex de l'auréole du Turonien inférieur qui borde le sud du Bassin parisien, de la basse vallée du Cher à la vallée de l'Yonne (Surmely [dir.], 2006 ; Surmely *et al.*, 2008 ; Delvigne *et al.* [dir.], 2018). Les travaux ciblés ont ainsi conduit au fil du temps à une surreprésentation de « la basse vallée du Cher » (une vingtaine de kilomètres carrés de Pouillé à Selles-sur-Cher) dans les modèles de circulation des matériaux à l'échelle nationale, au détriment de la cuesta crétacée du Pays Fort (une quinzaine de kilomètres carrés entre Mery-ès-Bois et Saint-Martin-d'Auxigny). Rappelons que les silex issus de ces deux espaces se retrouvent pourtant confondus dans les collections archéologiques du Paléolithique supérieur (notamment du Magdalénien) de l'Auvergne, alors qu'ils documentent des espaces distants d'une soixantaine de kilomètres et deux géotopes (voir *infra*) bien distincts.

Les prospections raisonnées ont donc deux intérêts principaux :

- documenter la diversité lithologique des formations à l'échelle d'une zone donnée ;
- documenter l'évolution des types de silicites.

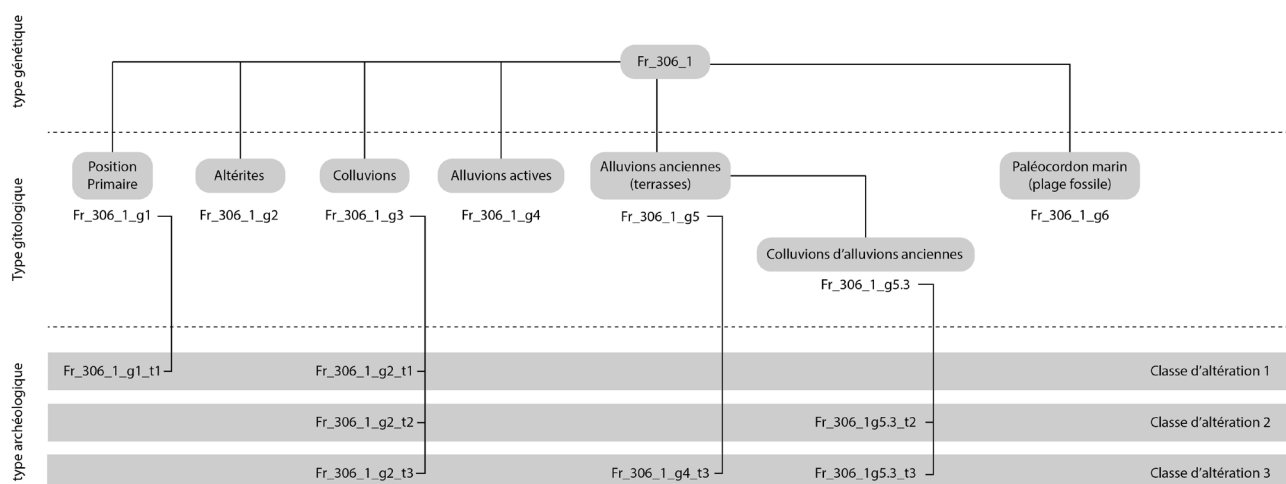
Pour parvenir à ce double objectif, il s'agit de bien renseigner les positions géologiques et géographiques des échantillons en précisant le type de formation dont ils sont issus et, autant que possible, de suivre les différents types dans les formations qu'ils traversent. Les lithothèques dynamiques ainsi définies sont en accord avec le concept de chaîne évolutive et représentent le plus fidèlement possible l'évolution d'un type de silicite, depuis son affleurement primaire jusqu'aux formations les plus distales. De telles

lithothèques commencent à exister : Sarl Paléotime, Musée du Grand Pressigny, Musée National de Préhistoire, Musée d'Orgnac, UMR CReAAH, Association Archéo-Logis... mais ces travaux se doivent d'être amplifiés.

### Caractérisation

Outre le travail d'inventaire, il s'agit de décrire les échantillons pour que les données obtenues soient comparables, reproductibles et ouvertes. À cet égard, nos observations utilisent une base de données développée sous Microsoft Access et adaptée pour Microsoft Excel<sup>(7)</sup> (Fernandes [dir.], 2017 ; Delvigne *et al.*, 2020a). Chaque échantillon est décrit selon trois grilles d'observation qui documentent des aspects particuliers de leurs « vies » (fig. 1).

La première grille expose les principaux critères de définition des microfaciès, l'environnement de formation et l'âge de la silicite qui permettent de caractériser le type génétique. Ce dernier est défini comme une population de matériaux regroupant tous les sous-types dérivés d'une même source, primaire et secondaire (sub-primaire, altéritique, colluviale, alluviale...) – eux-mêmes dits « types gîtologiques » (voir *infra*) –, avant leur collecte par les populations préhistoriques. Nous nous concentrons principalement sur les éléments figurés (détritiques, chimiques et biogéniques ; Folk, 1959) en termes de répartition, d'abondance, de tri, d'éroussé, de sphéricité, de taille et de nature pour chaque type d'allochèmes. L'analyse est systématiquement effectuée à la loupe binoculaire à fort grossissement ( $\times 100$  à  $\times 200$ ) sous une lame d'eau. La fraction détritique est identifiée par microscopie optique (lorsque des lames minces sont disponibles) et par spectroscopie Raman (Delvigne, 2016). L'ensemble des microfaciès est décrit et la diagnose des types génétiques ne repose pas sur un seul élément (par exemple la présence ou l'absence d'*Orbitoides media* dans les silex



**Fig. 1** – Diagramme hiérarchique théorique pour le type génétique Fr\_306\_1.

**Fig. 1** – Theoretical hierarchical diagram for the Fr\_306\_1 genetic type.

**Abb.1** – Theoretisches hierarchisches Diagramm für den genetischen Typ Fr\_306\_1.

du Campanien V, dits « du Bergeracois ») et peut être réalisée sur de très petits échantillons sur la base de son appartenance faciologique à une variabilité connue.

La seconde grille permet d'identifier les différents types gîtologiques des types génétiques tels que définis dans la grille 1. Par type gîtologique, nous entendons une association d'échantillons dérivée d'un même type génétique dont la composition est fondée sur une série de stigmates d'altération communs l'associant à un type de formation. À ce stade de l'analyse et pour chaque type de surface, il faut donc déchiffrer les types d'actions physiques (telles que la fissuration), ainsi que les processus chimiques dont la cinétique est plus lente (telles que les altérations, le type et le degré de porosité et de poronécrose<sup>(8)</sup> ou la diffusion des oxydes dans la matrice). Ces phénomènes sont contrôlés entre autres par le positionnement des surfaces, c'est-à-dire la polarité dite gîtologique, et sont intervenus dans un ordre illustrant la séquence des transformations prédépositionnelles. Ainsi, à la manière de la chaîne opératoire de la technologie lithique, il s'agit de déchiffrer l'ordre des processus non anthropiques ayant affecté la silicite. *In fine*, une association de stigmates sera caractéristique d'un type de formation : primaire, sub-primaire, colluviale, alluviale, alluviale ancienne, marine... Le travail du pétroarchéologue ne se résume donc plus à décrire les aspects génétiques d'une silicite, permettant de déterminer son origine stratigraphique, mais il s'attache à décrypter les transformations post-génétiques permettant de mieux situer dans l'espace l'emplacement de sa récolte par les préhistoriques ; certains types collectés en position secondaire peuvent parfois se retrouver très éloignés des formations dont ils sont issus : c'est typiquement le cas des galets des plages marines ou des alluvions anciennes.

Enfin, dans le cadre de l'étude d'objets archéologiques, nous avons recours à une troisième grille dite « de taphonomie ». Elle comporte 38 champs et a pour objectif de décrire le type et l'intensité des processus post-dépositionnels : patine, chocs et modifications portés par les nervures, les bordures et les surfaces (selon la microtopographie), lustrés, encroûtements et revêtements ainsi que phénomènes thermiques. Ces éléments nous donnent des indications sur les processus édaphiques intervenus depuis l'abandon de l'objet archéologique (Fernandes, 2012). Cette grille nous informe donc sur l'intégrité des niveaux archéologiques et apporte un regard complémentaire dans l'étude de la taphonomie des sites (Delvigne *et al.*, sous presse).

Cette approche rassemble et harmonise des données issues de différents champs disciplinaires (minéralogie, pétrologie, géochimie, tribologie, taphonomie...) dans un outil unique. Son objectif ultime est de reconstituer l'histoire pré- et post-dépositionnelle des objets afin :

- de retrouver le dernier lieu de résidence des silicites avant leur collecte par les groupes humains ;
- de préciser les modalités de leur introduction dans le site archéologique ;
- d'identifier des groupes de matériaux cohérents avant leur analyse archéologique ;
- de caractériser les processus intervenus après leur abandon.

## Cartographie et SIG

Cette approche intégrée, de la collecte à l'analyse finale, est adossée à un SIG<sup>(9)</sup> des formations à silicites développé en ligne sur la plateforme ArcGisOnline (Tufféry *et al.*, 2018).

L'intérêt de ce SIG réside dans la combinaison de différentes couches de données géoréférencées :

- 1) les contours et la description des formations à silicites sous la forme de polygones (Fernandes *et al.*, 2013 et 2016) ;
- 2) la localisation et la description des gîtes sous la forme de points ;
- 3) les cartes d'identité pour chacun des types gîtologiques définis.

Déjà disponible pour les régions Centre-Val-de-Loire, Nouvelle-Aquitaine (entre Dordogne et Lot), Auvergne-Rhône-Alpes et Île-de-France, ce SIG permet le traitement d'une grande quantité de données concernant le potentiel lithologique et le partage en ligne entre chercheurs. Une fois finalisé, nous serons en mesure de modéliser la diffusion d'un type génétique de silicite dans le réseau hydrographique, comme nous l'avons fait pour les silcères éo-oligocènes de Saint-Léger-du-Malzieu (Lozère) et les silex bajociens de la marge carbonatée des Cévennes septentrionales<sup>(10)</sup>, mais également de mieux modéliser la circulation anthropique des matériaux.

## IMPLICATION ARCHÉOLOGIQUE

La définition toujours plus précise des différents types (génétiques et gîtologiques) de silicites présents dans les assemblages archéologiques permet une meilleure compréhension des comportements humains.

### Une approche intégrée du litho-espace

Une première conséquence des subdivisions lithologiques fondées sur la notion de gîte concerne le traitement analytique des industries lithiques. À titre d'exemple, dans les assemblages badegoulien et magdalénien du Houleau (fouilles M. Sireix, Sainte-Florence, Gironde ; Laplace, 1966 ; Lenoir, 1983 et 2000)<sup>(11)</sup>, nous avons identifié une importante diversité de silex des formations du Campanien, du Coniacien et du Santonien de la moyenne vallée de l'Isle (à une cinquantaine de kilomètres au nord du site). Tous ces silex, qu'ils portent une plage (néo)corticale ou non, présentent les témoignages d'une évolution dans des alluvions anciennes. Or, les terrasses de l'Isle à sa confluence avec la Dordogne (Dubreuilh *et al.*, 1995), à une dizaine de kilomètres au nord-ouest du site, contiennent ces types gîtologiques de silex (VD obs. pers.). Bien qu'issus de différents types génétiques, ils ont probablement été collectés dans le(s) même(s) gîte(s) secondaire(s) et doivent donc être considérés ensemble lors de l'analyse techno-économique. À l'inverse, les silex campaniens dits « du Bergeracois »

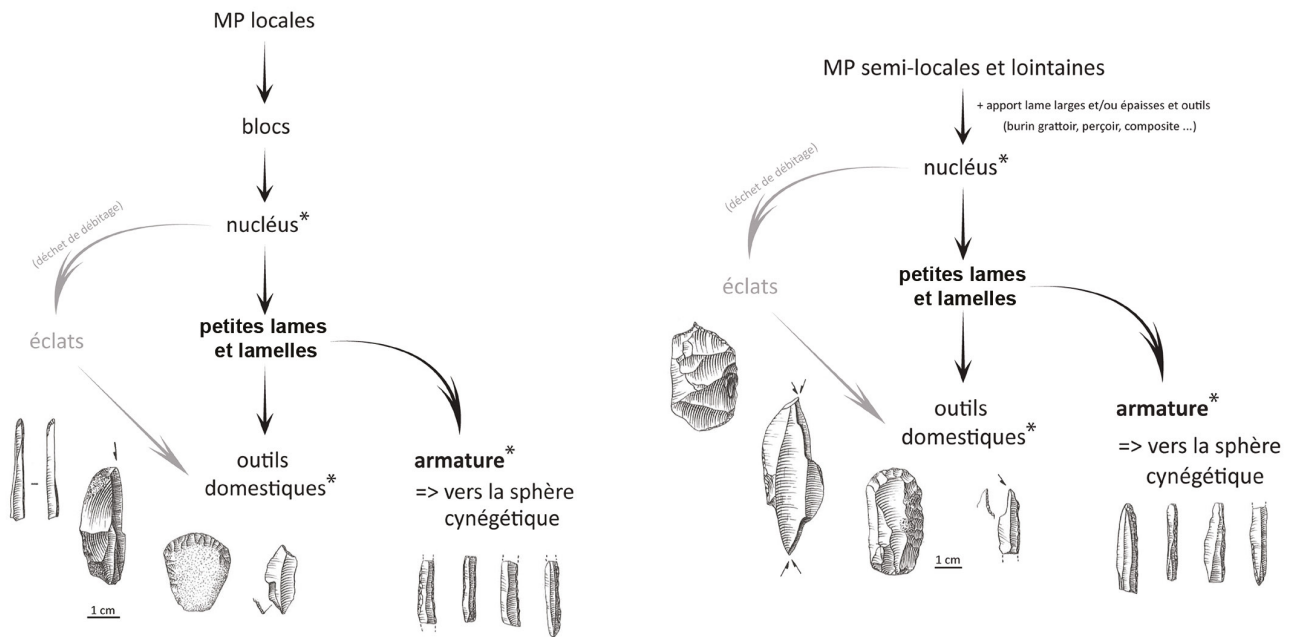
(type génétique Fr\_806\_1)<sup>(12)</sup> montrent des états d'évolution attestant d'une récolte dans différents types de gîtes : subprimaire, altérites calcaro-sableuses, colluvions d'altérites, alluvions actives et toute une diversité d'alluvions anciennes. Si cette diversité gîtologique est un argument fort en faveur du déplacement de collectifs le long de la moyenne vallée de la Dordogne, au premier stade de l'analyse, ce type génétique ne peut donc pas être traité globalement du point de vue techno-économique puisqu'il témoigne d'une segmentation spatiale des comportements de collecte.

La méthode de diagnose a également une propension à augmenter le nombre de types génétiques et gîtologiques identifiés. C'est par exemple le cas pour le site magdalénien de Sainte-Anne II près du Puy-en-Velay (Haute-Loire) (Séguy et Séguy, 1972 ; Fouéré, 1985 ; Delvigne, 2016). Cette petite grotte de 15 m<sup>2</sup>, fouillée dans les années 1970 par Robert Séguy (préhistorien amateur et correspondant départemental de la Direction des antiquités préhistoriques d'alors), contenait un niveau archéologique probablement unique, déstructuré par un aquifère saisonnier et des processus périglaciaires, qui a livré 5500 objets lithiques d'une taille supérieure à 10 mm. À part deux fragments de lames en silex du Turonien supérieur de la vallée de la Claise (type génétique Fr\_542\_3), dont le type de débitage évoque les productions de la fin du Néolithique de la région du Grand-Pressigny (Millet-Richard, 1998), l'ensemble de l'industrie est attribuable au Magdalénien supérieur (*sensu* Langlais *et al.*, 2016). En plus de restes humains, dont un fragment de *calcaneum* daté aux alentours de 12,7 ka BP<sup>(13)</sup>, furent également découverts une ammonite (*Amaltheus stokesi*) perforée rapportée au Pliensbachien supérieur de l'Indre (Daugas et Raynal, 2007), un fragment de côte gravé d'un bison<sup>(14)</sup> ainsi que de nombreux restes fauniques dominés par le cheval, les bovidés et le bouquetin<sup>(15)</sup>. L'étude pétroarchéologique a permis d'identifier 101 types génétiques de silicites, caractérisant un peu moins d'une centaine de sources de matières premières car certains types génétiques ont vraisemblablement été collectés en position secondaire dans les mêmes gîtes d'alluvions anciennes (Delvigne, 2016). Cette diversité de types contraste avec les résultats obtenus lors des études précédentes qui en avaient distingué 20 (Masson, 1981). Outre le degré de précision induit par nos analyses, ce résultat découle du grand nombre de pièces observées selon le même protocole (n = 6230)<sup>(16)</sup>. En effet, si l'exhaustivité reste un leurre, seule l'observation d'une grande quantité de pièces permet de l'approcher en caractérisant des types de silicites parfois présents en un seul exemplaire. Or ces types peuvent témoigner de relations spatiales particulières, souvent à grande distance. Ainsi, pour les séries trop importantes en nombre d'objets pour lesquelles un échantillonnage s'impose, il doit répondre à une problématique précise : diversité minimale des silicites, traitement technologique, diversité gîtologique... et les résultats obtenus ne peuvent être *a priori* étendus au reste de la série. Ainsi, on lit souvent que les tris de matériaux sont effectués à l'œil nu, puis vérifiés par le biais d'observation à la loupe binoculaire,

soit le microscope ou par des analyses géochimiques de quelques objets choisis ; ces tris ne concernent d'ailleurs souvent que des types « emblématiques » bien connus, même à l'œil nu (pour une discussion sur les méthodes de diagnoses, voir Blades, 2006 ; Fernandes, 2012 ; Delvigne *et al.*, 2018 et 2020a) : cette manière de procéder fausse *de facto* la représentation relative des matériaux !

Toujours pour le Magdalénien de Sainte-Anne II, il a été établi que 41% des matières premières siliceuses sont d'origine locale (récoltées dans un rayon de 10 km autour du site), 14% d'origine régionale (entre 10 et 100 km du site), 41% d'origine lointaine (à plus de 100 km du site) et 4% d'origine inconnue ; en croisant les données pétroarchéologiques et technologiques, il s'avère que la segmentation différentielle des chaînes opératoires n'est pas corrélée à la distance aux sources et donc aux catégories géographiques précitées (Delvigne, 2016). Certains types de matières premières locales sont en effet introduits dans le site sous forme de produits finis, alors que des types pourtant éloignés de plusieurs centaines de kilomètres le sont sous forme de nucléus à lames ou à lamelles (fig. 2). Dans le détail, la segmentation des chaînes opératoires et la finalité des productions lithiques ne sont donc pas directement dépendantes de la distance au gîte. Or, de nombreux sites du Paléolithique supérieur et du Paléolithique moyen-récent, en dehors des matériaux disponibles immédiatement aux abords du site, répondent souvent à ce constat (*e.g.* Chalard *et al.*, 2006 ; Guillermin, 2008 ; Pesesse, 2013 ; Lafarge, 2014 ; Delvigne, 2016 ; Vaissie *et al.*, 2017 ; Langlais *et al.*, 2018, 2019 et 2020 ; Delvigne *et al.*, 2020a ; Parthenay, 2020). Cette partition de l'espace (local, régional et lointain) est parfois induite à l'issue de l'analyse, parfois conventionnelle et projetée *a priori* comme grille d'étude et dans les deux cas, elle recoupe régulièrement des échelles géographiques variées, limitant leur caractère heuristique. Rappelons que ces subdivisions ont été détournées des modèles de *site catchment analysis* pensés pour les sociétés agro-pastorales sédentaires du Levant (Vita Finzi et Higgs, 1970 ; Jarman *et al.*, 1972). Or ces modèles ont été développés pour questionner la pertinence d'une implantation humaine et le degré d'adéquation de son « économie » par rapport à l'environnement immédiat au site : disponibilité en terres arables, en pâture, en ressources halieutiques... Si elles ont été adaptées avec succès par l'école de technologie française au contexte particulier du Paléolithique moyen de Dordogne (Geneste, 1985), elles ont par la suite été élevées au rang de modèle pour tout le Paléolithique (voir notamment Féblot-Augustins, 1997), alors même que Jarman, en s'appuyant sur l'exemple des !Kung (Lee, 1967), prévenait : « le territoire d'exploitation du site se trouve dans un rayon d'environ 10 km, au-delà, l'exploitation devient non-économique » (Jarman *et al.*, 1972, p. 62 ; voir également Elefanti et Marshall, 2018). À l'exception de l'espace local (qui constitue en lui-même un géotope, voir *infra*), il s'avère donc que ces subdivisions sont peu opérantes pour les collectifs du Paléolithique supérieur et il apparaît beaucoup plus efficace de structurer les





**Fig. 2** – Sainte-Anne II – Synthèse de l’organisation techno-économique des productions lithiques locales (< 10km) (à gauche) et régionale (10-100 km) / lointaines (> 100km) (à droite) (dessins : P. Fouerré, 1985).

**Fig. 2** – Sainte-Anne II – Summary of the techno-economic organization of local (< 10 km) (left), regional (10-100 km), and distant (> 100km) (right) lithic productions (drawings: P. Fouerré, 1985).

**Abb. 2** – Sainte-Anne II – Zusammenfassung der technoökonomischen Organisation lokaler (<10 km) (links), regionaler (10-100 km) und entfernter (> 100 km) (rechts) lithischer Produktionen (Zeichnungen: P. Fouerré, 1985).

analyses techno-économiques en recherchant les schémas opératoires *par type gîtologique*, sans préjuger dans un premier temps de leur origine géographique (e.g. Santagata, 2012 ; Lafarge, 2014 ; Delvigne, 2016 ; Langlais *et al.*, 2018, 2019 et 2020).

Le déroulement de l’analyse d’une l’industrie lithique doit donc se structurer comme suit :

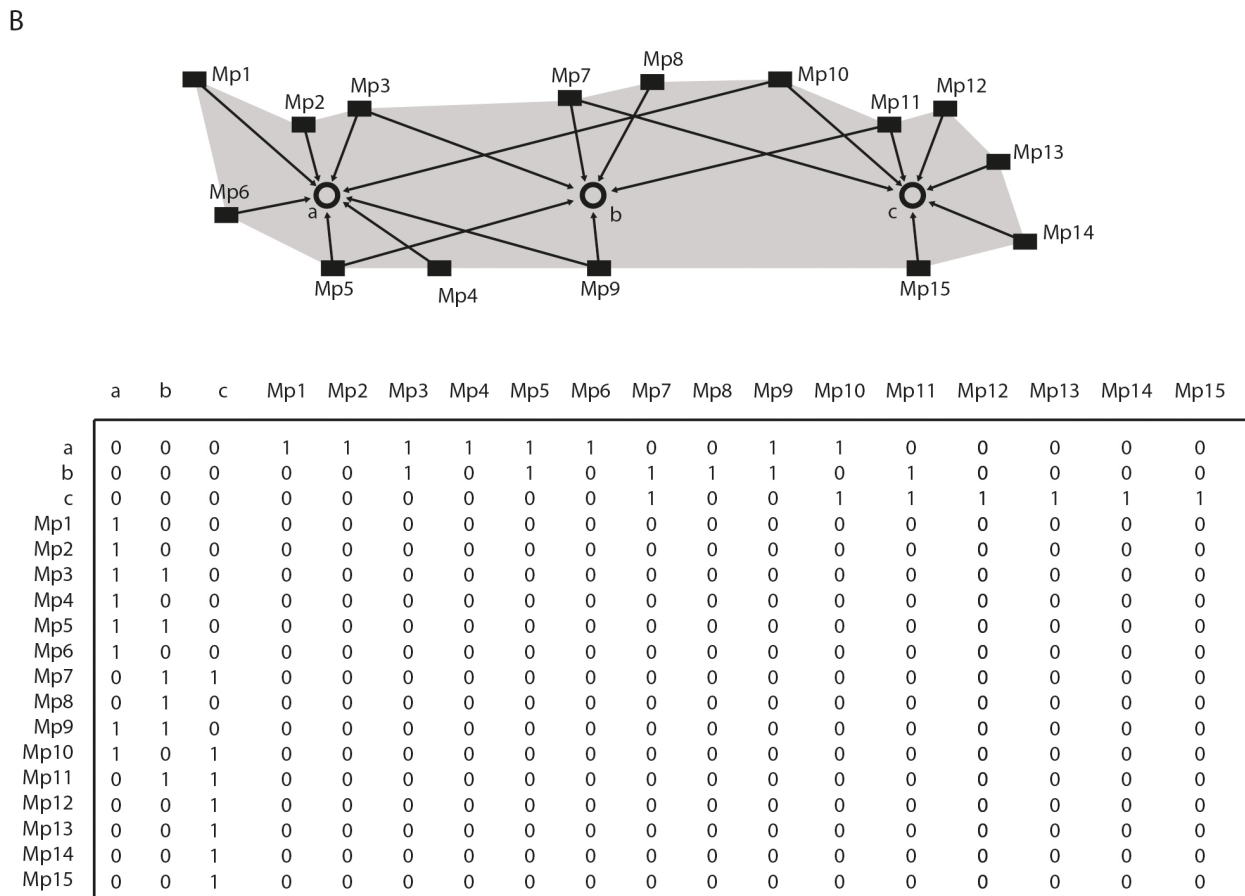
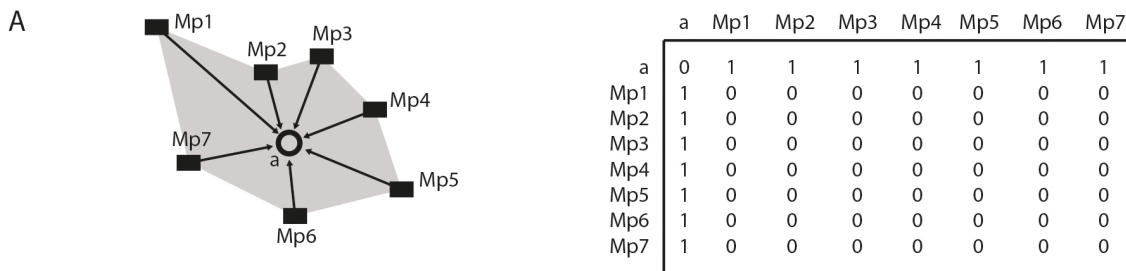
- 1) Classification de l’industrie en types gîtologiques ;
- 2) Analyses technologique et tracéologique par type gîtologique ;
- 3) Définition de l’origine des types gîtologiques ;
- 4) Regroupement des groupes de matériaux par géotopes ;
- 5) Interprétation.

Ainsi conçue et comme préconisée dès les années 1980 par J. Tixier (1991), la recherche des processus opératoires par matériau est un puissant outil d’interprétation pour appréhender la mise en relation des espaces, sous réserve d’une détermination robuste des types.

Reprenant à notre compte les propositions de Brunet (Brunet *et al.*, 1992 ; Brunet, 2001), nous considérons comme « espace » une zone d’étendue variable définie sur la base de critères biologiques, physiques, écologiques ou sur la répartition d’un ou plusieurs produits de l’activité humaine (type d’habitat, objet manufacturé, élément graphique). En d’autres termes, la surface terrestre est couverte d’espaces géographiques adjacents ou emboîtés définis sur la base de critères propres : tel domaine montagnard, tel environnement côtier, telle zone urbaine... Au contraire de celles proposée *infra*

(litho-espace, géotopes), cette notion polysémique recouvre nécessairement diverses réalités physiques. Donc, considérant un niveau archéologique donné et pour lequel la mise en place des dépôts est bien connue, nous nommons litho-espace, l’espace géographique défini par l’étendue maximale esquissée par l’origine des matières premières lithiques retrouvées dans ce niveau. En termes d’analyses de réseau (voir *infra*), le litho-espace forme un égo-réseau polarisé et hypercentralisé ; il se traduit graphiquement par un diagramme en étoile et une matrice de correspondance symétrique (fig. 3a). C’est une représentation factuelle de l’origine des matériaux retrouvés dans une unité archéologique, mais aucunement une image du territoire d’un groupe. Par extension, le litho-espace d’un ensemble donné – par exemple du Magdalénien moyen français ou du Badegoulien du Massif central – est constitué par la somme des litho-espaces définis par chaque élément de cet ensemble (fig. 3b).

Suite à la définition de l’origine des types de matériau et afin de rechercher des schémas opératoires, il s’agira toutefois de regrouper les matériaux par ensemble. Dérivés de la notion de biotope, les géotopes sont définis par Strasser et collaborateurs comme « des portions de la géosphère délimitées dans l’espace et d’une importance géologique, géomorphologique ou géoécologique particulière » (1995, p. 5). Par géotope, nous entendrons donc un espace géographique délimité, mais d’étendue variable, présentant une unité géologique cohérente par sa lithologie, sa tectonique et sa géomorphologie, par exemple : la haute vallée de la Loire, la Sologne, le Bassin de Brive...



**Fig. 3 – 3a :** Litho-espace théorique d’un site (en gris) défini par l’égo-réseau sous-tendu par la matrice de correspondance figurée à droite. Appliqué à l’archéologie, le point central est un site, les rectangles sont des gîtes de matériaux (colorants, coquilles, silicites...) et les flèches représentent les flux de matériaux depuis les gîtes vers le site; 3b : somme des égo-réseaux pour un ensemble fini [a,b,c] de sites.

**Fig. 3 – 3a:** Theoretical litho-space of a site (in gray) defined by the ego-network underpinned by the correspondence matrix shown on the right. Applied to archeology, the central dot is a site, the rectangles are sources of materials (dyes, shells, silicites, etc.), and the arrows represent the flow of materials from the deposits to the site; 3b: Sum of ego-networks for a finite set [a, b, c] of sites.

**Abb. 3 – 3a:** Theoretischer Lithoraum eines Fundortes (grau), definiert durch das Ego-Netzwerk, das durch die rechts gezeigte Korrespondenzmatrix untermauert wird. Auf die Archäologie angewandt ist der zentrale Punkt ein Fundort, die Rechtecke sind Materialquellen (Farbstoffe, Schalen, Silizite usw.) und die Pfeile repräsentieren den Materialfluss von den Vorkommen zum Ort; 3b: Summe der Ego-Netzwerke für eine endliche Menge [a, b, c] von Fundorten.

Cette réflexion en termes de géotopes permet d’envisager des entités géographiques sans préjuger de leur distance au site étudié. Le critère de « distance au gîte » ne doit être pris en compte qu’en fin du processus d’analyse, car il n’est qu’une variable des comportements humains.

La finalité de cette démarche est de (re)contextualiser les objets en croisant les données ayant trait à la diversité,

à la quantité et au mode d’introduction dans les sites de matériaux issus de mêmes géotopes. L’interprétation de la circulation des matériaux n’est en effet pas la même selon qu’un type unique issu d’un espace distant de plusieurs dizaines de kilomètres (même en quantité) est introduit et traité de manière particulière, ou que différents types génétiques (voire gîtologiques) provenant de ce même

espace sont apportés et traités à l'équivalent de matériaux affleurant à proximité. En se déportant du site, réfléchir en termes de géotopes permet en outre de réintégrer dans les modèles de peuplements des espaces qui ne contiennent pas de trace évidente d'anthropisation. C'est typiquement le cas pour les basse et moyenne vallées du Cher et de l'Indre au Gravettien final (fig. 4). La gestion du litho-espace des couches 21 à 34 du Blot (Cerzat, Haute-Loire) illustre la bonne connaissance de ces espaces par les groupes humains fréquentant la haute vallée de l'Allier, alors même que nous ne connaissons aucun indice d'occupation contemporain dans le sud du Bassin parisien <sup>(17)</sup> (Delvigne, 2016 ; Delvigne *et al.*, 2020b).

Dans cette approche élargie du litho-espace, il s'agit toutefois de ne pas oublier le site. En effet, la fonction et le statut du site dans son géotope permettent de comprendre le rôle joué par ce lieu au sein de l'espace de nomadisation, et par extension du géotope en lui-même. Ces données rendent compte des relations entre les lieux et permettent de désacraliser la valeur centrale du site en lui restituant sa juste valeur spatiale : un lieu parmi d'autres dans l'espace de nomadisation. Il s'agit là de dépasser le dilemme *résidentiel vs logistique* (*sensu* Binford, 1982) car chaque site a ses particularités et répond à des impératifs propres. Il s'ensuit que la typologie des sites ne peut être fixe (Audouze, 2006 ; Fougère, 2011) mais reflète nécessairement

- 1) les disponibilités de l'environnement et
- 2) la place du site dans le territoire.

Il en est ainsi des deux occupations principales du Laborien de Port-de-Penne (Penne d'Agenais, Lot-et-Garonne) qui mêlent les critères d'un campement résidentiel et d'une halte logistique. La fonction du site ne semble pas changer au cours du temps – habitat de courte durée à activités multiples – mais son rôle au sein du parcours de nomadisme (temps de résidence, comportements socio-économiques) diffère, tout comme le statut de la moyenne vallée du Lot (Langlais *et al.*, 2020).

### Des litho-espaces à la structure des « réseaux de lieux » préhistoriques

Depuis les premières interprétations concernant l'origine des silex lointains dans les sites (Bordes et Sonneville-Bordes, 1954) et plus encore suite aux travaux de L. R. Binford (1979), le litho-espace est confondu avec l'espace géographique exploité annuellement. Ce postulat est une conséquence directe des propositions de l'école d'ethnoarchéologie nord-américaine qui, se fondant sur les comportements des Inuits Nunammiut, a proposé que la récolte de matériaux pour la réalisation d'outils en pierre soit uniquement effectuée à l'occasion d'autres activités de subsistance (*embedded procurement*) :

« Very rarely, and then only when things have gone wrong, does one go out into the environment for the express and exclusive purpose of obtaining raw material for tools » (Binford, 1979, p. 259).

Cette assertion, en grande partie généralisable chez les chasseurs-cueilleurs, excluait tout déplacement logistique dans la seule perspective d'un approvisionnement en matière première lithique (*cf.* mobilité logistique) (Kroeber, 1922 ; Spencer and Gillen, 1927 ; Thomson, 1949 ; Goldschmidt, 1951 ; Sharp, 1952). Pour autant, l'assimilation litho-espace = espace géographique exploité = territoire d'un groupe n'est pas satisfaisante (fig. 5) car elle ne prend pas en compte

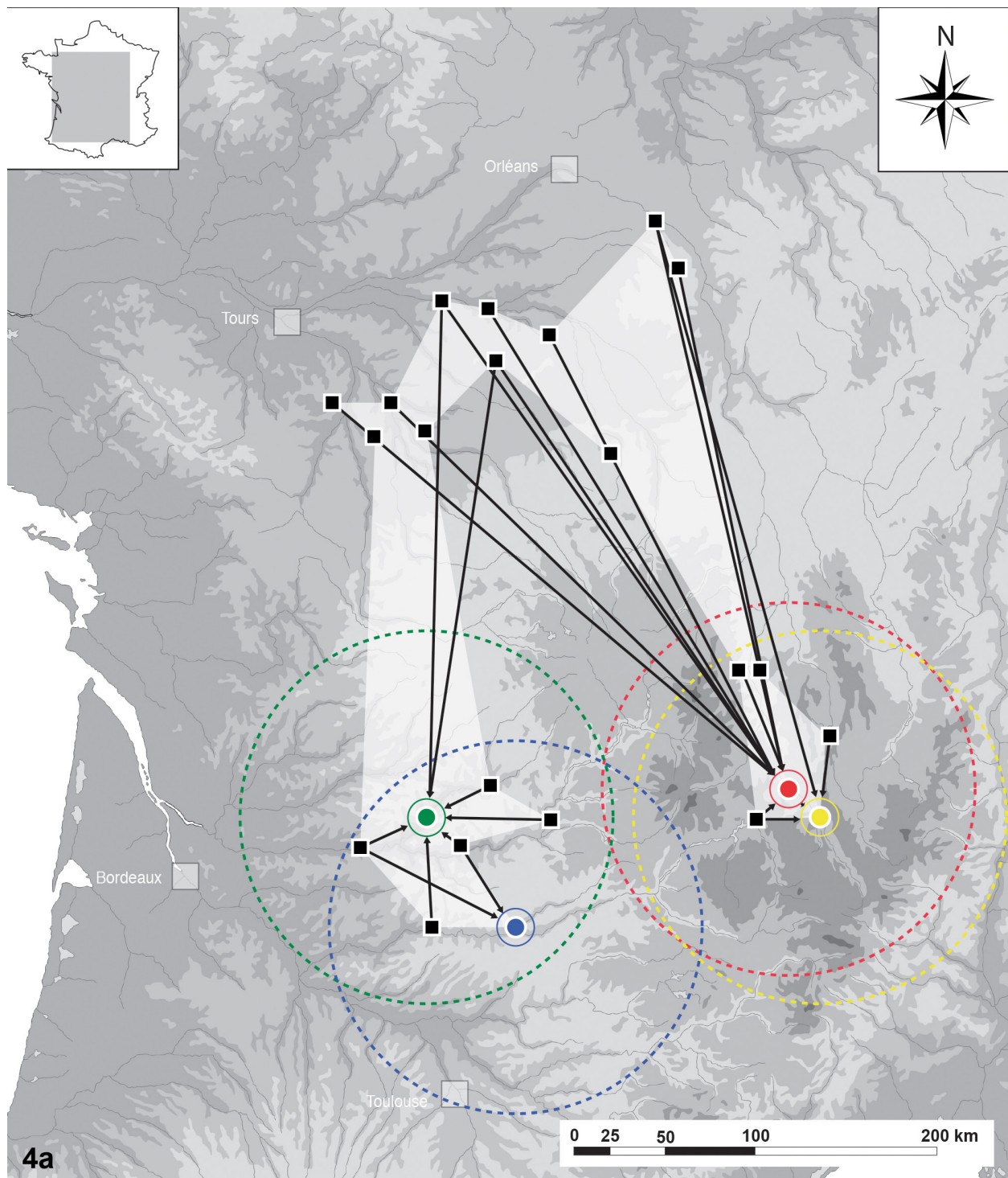
1) les mécanismes sous-jacents (économiques, symboliques...) relatifs à la présence des matières dans les sites (Tomasso et Porraz, 2016);

2) les indices extérieurs au site; et

3) ne considère qu'un seul registre de vestiges, celui des matériaux lithiques (voir aussi Kelly, 1992 ; Hughes, 2011 ; Smith et Harvey, 2018).

En outre, pour des peuples réputés nomades (*sensu* Testart, 2012, p. 225), l'étude des territoires du seul point de vue d'un site est paradoxale (Bracco, 2004). Les travaux de la géographie sociale et culturelle ont en effet bien montré que c'est l'ensemble des interconnexions entre lieux qui est porteur de sens dans un espace donné et permet la territorialisation. Un seul site, et donc un seul litho-espace ne peuvent définir un territoire. Seule la mise en réseau de différents litho-espaces obtenus pour des sites (sub)contemporains et l'intégration à la réflexion de tous les éléments disponibles à valeur spatiale peuvent permettre d'approcher l'organisation dans l'espace des collectifs. Avant nous, il a déjà été proposé de considérer cette organisation à l'échelle de microrégions (ex. une vallée) ou de régions (ex. l'arc liguro-provençal, le Bassin aquitain ou le Bassin parisien), mais ces approches sont encore trop peu nombreuses (*e.g.* Julien, 1989 ; Tilley, 1994 ; Cattin, 2002 ; Bernard-Guelle, 2005 ; Castel *et al.*, 2005 ; Audouze, 2006 et 2007 ; Goval, 2012 ; Aubry *et al.*, 2012a ; Mevel, 2013 ; Tomasso, 2014 et 2018 ; Bereziat et Floss, 2016 ; Langlais *et al.*, 2016 ; Maier, 2015, Maier et Zimmerman, 2017 ; Sécher, 2017).

Une revue systématique de la littérature francophone et anglo-saxonne ayant trait aux territoires nomades montre clairement qu'ils sont intrinsèquement différents des territoires des sociétés occidentales sédentaires actuelles (pour une discussion voir Delvigne, 2016 ; Anderson, 2019 ; Delvigne et Raynal, sous presse). La conception de l'espace nomade se structure sous la forme de réseaux pour partie superposés aux réseaux de circulation de matériaux (Di Méo, 1998 ; Frérot, 1999 ; Banos, 2009). Le territoire est ainsi constitué de pleins, qui correspondent à des lieux nommés et bien identifiés (les hyper-lieux de M. Lussault, 2017) dont la hiérarchie varie en fonction de la valeur sociale qui leur est attribuée, de non-lieux (*sensu* Augé, 1992) qui sont autant d'itinéraires (zones de transit) reliant les pleins (*i.e.* les lieux) et de vides, qui sont occasionnellement fréquentés ou de façon circonstanciée à l'occasion d'événements ponctuels. Le vide n'est pas seulement le fait d'une carence historiographique ou de lacunes imposées par la géomorphologie, c'est un des principes de l'organisation de l'espace nomade (*e.g.* Bonnemaïson, 1981 ; Bernus, 1982 ;



**Fig. 4a** – Somme des égo-réseaux et représentation des domaines locaux (cercles pleins) et régionaux (cercles pointillés) ainsi que du litho-espace (aplant blanc) du Gravettien final de faciès protomagdalénien.

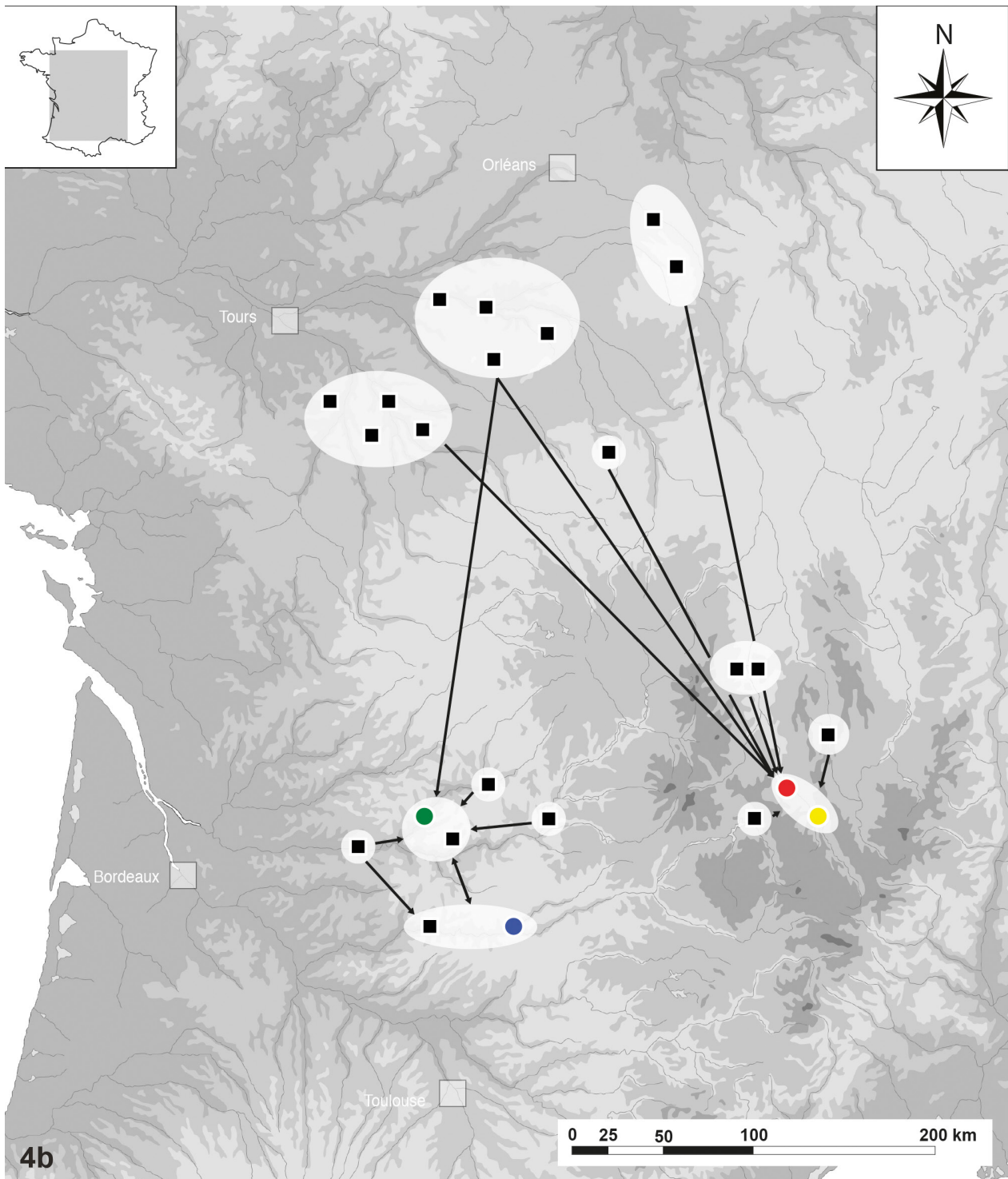
*Fig. 4a* – : Sum of the ego-networks and representation of the local (solid circles) and regional (dotted circles) domains as well as the litho-space (white area) of the final Gravettian (cf. Protomagdalenian).

*Abb. 4a* – Summe der Ego-Netzwerke und Darstellung der lokalen (durchgezogene Kreise) und regionalen (gepunktete Kreise) Domänen sowie des Lithoraums (weißer Bereich) des finalen Gravettien (Fazies Protomagdalénien).

Debarbieux, 1995 et 2009 ; Collignon, 1996 ; Descola, 2005 et 2016 ; Pedersen, 2007 ; Nabokov, 2008 ; Frérot, 2011). En résumé, les territoires ne sont donc pas le support physique de la société, mais ils sont la manière dont les collectifs se construisent eux-mêmes en conférant à

des lieux des usages et des sens singuliers, liés les uns aux autres par un réseau complexe de valeurs. Plutôt que de percevoir le territoire par une analyse limitée à l'échelle d'un site, il semble bien plus opérant d'analyser les lieux par le biais de leurs relations (*i.e.* les réseaux de lieux).

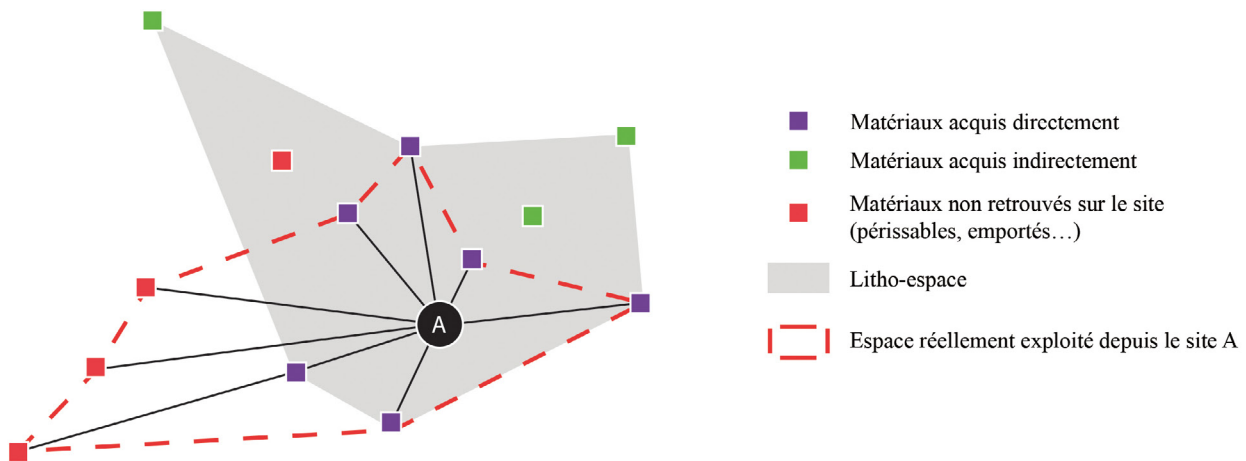




**Fig. 4b** – Égo-réseaux des sites du Gravettien final de faciès protomagdalénien subdivisés en termes de géotopes (aplats blancs). Les données sont issues de Delvigne, 2016 : le Blot (point rouge) et le Rond de Saint-Arcons (point jaune) ; Valensi, 1960 ; Demars, 1990, 1994 et 1998 ; Chiotti *et al.*, 2013 : Laugerie Haute-Est, c.36-38 et l’abri Pataud c.2 (point vert) ; Allard *et al.*, 2005, Klaric *et al.*, 2009, Guillermin et Morala, 2014 : Les Peyrugues c.18 (point bleu).

**Fig. 4b** – Ego-networks of the Final Gravettian sites of Protomagdalenian facies subdivided in terms of geotopes (white areas). Data from Delvigne, 2016: Le Blot rock-shelter (red dot) and the Rond de Saint-Arcons cave (yellow dot); Valensi, 1960; Demars, 1990, 1994 and 1998; Chiotti *et al.*, 2013: Laugerie Haute-Est, ca. 36-38 and Abri Pataud, ca. 2 (green dot); Allard *et al.*, 2005, Klaric *et al.*, 2009, Guillermin and Morala, 2014: Les Peyrugues c.18 (blue dot).

**Abb. 4b** – Ego-Netzwerke der Fundorte des finalen Gravettien (Fazies Protomagdalénien), unterteilt nach Geotopen (weiße Bereiche). Daten aus Delvigne, 2016: Le Blot Rock Shelter (roter Punkt) und Rond de Saint-Arcons-Höhle (gelber Punkt); Valensi, 1960; Demars, 1990, 1994 und 1998; Chiotti *et al.*, 2013: Laugerie Haute-Est, ca. 36-38 und Abri Pataud, ca. 2 (grüner Punkt); Allard *et al.*, 2005, Klaric *et al.*, 2009, Guillermin und Morala, 2014: Les Peyrugues c.18 (blauer Punkt).



**Fig. 5** – Différence d’appréciation entre le litho-espace d’un site « A » et l’espace réellement exploité (Delvigne, 2016 modifié).

**Fig. 5** – Difference in appreciation between the lithospace of a site (A) and the space actually exploited (Delvigne, 2016 modified).

**Abb. 5** – Unterschied in der Wertschätzung zwischen der Lithospace eines Fundortes (A) und dem tatsächlich genutzten Raum (Delvigne, 2016 modifiziert).

Pour reconstituer les réseaux de lieux de la préhistoire, nous nous fondons sur deux postulats :

1) Il est possible de traiter ensemble des objets provenant d’une même unité archéologique ;

2) Il est possible de comparer des sites qui ne sont pas strictement contemporains mais qui appartiennent à un même techno-système ou techno-complexe (*infra*).

La littérature *ad hoc* explique abondamment comment les lieux sont les gardiens de la mémoire collective dans les sociétés nomades. Leur statut étant d’autant plus important que la société est stable puisque la valeur symbolique du lieu est constamment entretenue dans la mémoire collective (*e.g.* Sack, 1980 ; Moine, 2007). Certaines périodes voient se perpétuer des systèmes techniques communs (quelle que soit la catégorie de vestiges prise en compte) et ce parfois sur de vastes espaces. Reprenant le terme et la définition de V. Roux (2000)<sup>(18)</sup>, nous nommons ces moments « techno-systèmes » lorsque ces subdivisions ne sont documentées que par un seul registre technique (*e.g.* les subdivisions de l’Aurignacien du sud du Bassin parisien définies à partir des données lithiques voir *infra*) et « techno-complexe » lorsque ces subdivisions croisent différents registres (*e.g.* le Magdalénien moyen)<sup>(19)</sup>. Ils constituent l’échelle à laquelle se développent nos réflexions.

### Analyse de réseau, « système complexe » et archéologie préhistorique

Pour aborder en profondeur la compréhension des réseaux de lieux préhistoriques, nous devons recourir aux techniques d’analyse de réseaux (*cf. Network analysis* ; *e.g.* Wasserman et Faust, 1994 ; Classen, 2008 ; Brughmans, 2010 ; Collar *et al.*, 2015 ; Brughmans *et al.* [dir.], 2016 ; Knappett [dir.], 2013 ; Blake, 2014 ; Brughmans et Brandes, 2017 ; Mills, 2017 ; Peeples, 2019). Ce type d’analyse est développée dans de nombreux

champs disciplinaires (physique, informatique, sociologie...) depuis une quinzaine d’années et notamment en archéologie depuis 2007 (Brughmans, 2013) où elles couplent trois traditions de recherche (Brughmans et Peeples, 2017) : la théorie des graphes (*e.g.* Terrell, 1977 ; Santley, 1991 ; Broodbank, 2002), les analyses de réseaux sociaux (ou SNA) (*e.g.* Irwin-Williams, 1977 ; Golitko *et al.*, 2012 ; Hart *et al.*, 2016) et l’analyse des systèmes complexes (*e.g.* Brandes *et al.*, 2013 ; Bentley et Maschner [dir.], 2003 ; Watts et Ossa, 2016). Si elles permettent de répondre aux questions concernant les interrelations entre entités (sites), elles n’apportent pas de réponse aux questions relatives aux propriétés des entités (définition de la chronologie, de la fonction ou du type de site). En revanche, elles permettent d’interroger la place des entités dans le réseau par le biais de calculs mathématiques simples et de représentations graphiques. Nous utiliserons préférentiellement deux outils : les analyses de similarité et les analyses de proximité.

Les analyses de similarités permettent de qualifier l’intensité des liens entre nœuds (faible, moyenne, forte) en se fondant sur un nombre fini de critères. Ceux-ci serviront à définir les limites du corpus d’étude et son degré de cohérence (ou degré d’homophilie)<sup>(20)</sup>. À ces fins, nous emploierons trois types d’étude de similarités : des égo-réseaux et des réseaux de plus fortes similarités ainsi que des *Co-presence similarity network*. Fréquemment effectuées à l’heure actuelle en archéologie classique (*e.g.* Rivers *et al.*, 2013) ou en archéologie américaniste (*e.g.* Amati *et al.*, 2019), elles sont encore rarement appliquées à la préhistoire européenne (Riede, 2014), alors même que la précision de nos enregistrements (schémas opératoires lithiques, fauniques ou picturaux) constitue pourtant une source de données robuste pour les analyses de réseaux.

L’analyse de proximité de point (*Proximal Point Analysis*, abrégé PPA), répond avant tout ici à des problématiques d’ordre géographique ; elle fait partie des

plus anciennes applications de techniques d'analyses de réseaux en archéologie (voir Terrell, 1977 sur la structuration des groupes humains dans les îles Salomon). Les modèles de PPA sont fondés sur la variation d'un paramètre noté  $k$  qui correspond au nombre de relations établies par un nœud avec son (ses) voisin(s) le(s) plus proche(s). Si  $k = 1$  un seul lien se forme et le réseau est strictement dépendant du degré de centralité <sup>(21)</sup> des nœuds, avec  $k = 2$  deux liens se forment entre les nœuds, avec  $k = 3$  trois liens se forment entre les nœuds etc. En faisant varier la valeur de  $k$ , il est possible d'observer les tendances générales d'évolution du réseau, de mettre en évidence des ensembles (ou *cluster*) et de documenter leur structuration interne. Les analyses de système complexe (*Small World Analysis*, voir Watts et Strogatz, 1998) postulent que le réseau le plus simple est celui demandant le minimum de liens pour que tout le réseau soit établi (valeur de  $k$  la plus basse possible). Ceci permet de considérer le degré de centralité et d'intermédiarité <sup>(22)</sup> de chacun des nœuds.

Les analyses de réseaux, soulignons-le, permettent l'établissement de modèles à considérer comme une construction analytique et non une restitution des réseaux passés (Sindbaek, 2013). À ce titre, leur structure est variable et dépendante

1) de la précision des données de base (Isaksen, 2013) et 2) de la problématique à laquelle ils répondent (Collar *et al.*, 2015).

## RÉSULTATS

### Un exemple d'application pour l'Aurignacien « classique » <sup>(23)</sup> du sud du Bassin parisien

Ces réflexions s'appuient sur les travaux réalisés dans le cadre de la fouille programmée du site « aurignacien moyen-récent » des Bouloises installé sur la cuesta créée au nord de Bourges (Cher, France) et du PCR « Réseau de lithothèques en région Centre-Val-de-Loire ». L'une des problématiques concerne l'insertion de ce site, d'un point de vue technique et spatial, dans le tissu de l'Aurignacien du sud du Bassin parisien, alors même que les points de comparaison les plus proches sont situés une centaine de kilomètres au sud-est (Marigny, Connet *et al.*, 2015) ou à l'ouest (La Croix de Bagneux, Kildea [dir.], 2008). Rappelons que le sud du Bassin parisien est un terrain particulièrement favorable au développement de ces problématiques, d'une part car les critères de distinctions classiques de l'Aurignacien (notamment fondés sur l'industrie lithique lamellaire et l'industrie osseuse) sont rares – sinon absents – dans les assemblages et que le potentiel en géoressources de la région est aujourd'hui relativement bien connu ; le centre de la France ayant en effet une longue tradition de recherche sur la caractérisation et la circulation des matériaux lithiques au Paléolithique (*e.g.* Valensi, 1955 et 1957; Charbonnier, 1962; Grattier, 1977a et 1977b; Masson, 1981; Giot *et al.*, 1986; Aubry, 1991 ;

Surmely *et al.*, 1998 et 2008 ; Primault, 2003 ; Delvigne, 2016 ; Delvigne *et al.*, 2017, 2018 et 2020a ; Piboule *et al.*, 2018). Enfin, cet espace participe d'un discours de portée plus générale sur l'extension des expressions aurignaciennes vers la grande plaine nord-européenne (nord de la France, Belgique, sud du Royaume-Uni) ; le rattachement de certains gisements (Les Bouloises, Marigny, La Croix de Bagneux) à une phase « post-ancienne » de l'Aurignacien le place en effet en position d'interface entre le domaine Aurignacien ancien classique du sud-ouest de la France, du nord du Massif central et du sud de la Bourgogne et les sites considérés comme aurignaciens récents de l'Yonne, d'Île-de-France et de Picardie (Michel, 2010 ; Bodu *et al.* [dir.], 2013).

### Sites et indices de similarités

Sur la base de leur industrie lithique et/ou de datations par le radiocarbone, les sites aurignaciens du sud du Bassin parisien sont répartis en cinq groupes distincts :

– le groupe 1, « Proto-Aurignacien » représenté par la couche 4 inf (Cot 4i) de la grotte des Cottés dans la Vienne (Soressi et Roussel, 2013) et le site de plein air de la Croix de Bagneux Ensemble D (CBd) dans le Loir-et-Cher (Kildea *et al.*, 2013) ;

– le groupe 2, « Aurignacien ancien » représenté par l'abri des Roches couche 3 (Roc 3) (Aubry *et al.*, 2012b) ainsi que la grotte des Cottés couche 4sup (Cot 4s) (Primault, 2003 ; Soressi et Roussel, 2013) ;

– le groupe 3, « Aurignacien ancien final » / « moyen-récent » représenté par le site de plein air de Marigny (Mar) dans la Nièvre (Connet *et al.*, 2015), le site de plein air des Bouloises (LBo) dans le Cher (Angevin [dir.], 2017 et 2018), la Croix de Bagneux Ensemble C (CBc) (Kildea [dir.], 2008), l'US 2 des Cottés (Cot 2) (Soressi et Roussel, *op. cit.*) et, avec beaucoup de réserves du fait des mélanges stratigraphiques mis en lumière avec l'Aurignacien récent classique et le Gravettien moyen à burins du Raysse sus-jacent, l'abri Charbonnier couches V à VII (Char : c. 5 de Pradel (1965) : Aurignacien II) dans l'Indre (Primault, 2003 ; Aubry *et al.*, 2013) ;

– le groupe 4, « Aurignacien moyen classique » représenté par l'ensemble B de la Croix de Bagneux (CBb) (Kildea, *op. cit.*) ;

– le groupe 5, « Aurignacien récent classique » représenté par le site de plein air du Buchet en Indre-et-Loire (Aubry *et al.*, 2012b et 2013), la Terre du Buisson (TBu) dans le nord du Loir-et-Cher (Djemali, 2016) et, avec beaucoup de réserves du fait des mélanges stratigraphiques mis en lumière avec l'Aurignacien ancien sous-jacent et le Solutréen également présent en séquence, la couche 5 de l'abri des Roches (Roc 5 ; Aubry *et al.*, 2013) <sup>(24)</sup>.

Afin de tester la cohérence de ces ensembles, nous avons retenu 14 critères typologiques et technologiques de l'industrie lithique classiquement utilisés pour sérier l'Aurignacien, hors Aurignacien final (Brézillon, 1968 ; Demars et Laurent, 1992 ; Lucas, 1997 ; Chiotti, 1999, 2000 et 2003 ; Bon, 2002 ; Bordes et Lenoble, 2002 ; Le Brun-Ricalens *et al.*, [dir.], 2005 ; Michel, 2010) (tableau 1) ;

ce sont donc des critères utilisés pour séparer les industries à l'intérieur de l'Aurignacien et non des critères pour différencier l'Aurignacien des autres techno-systèmes qui, compte-tenu de la documentation disponible, sont relativement génériques :

- Le type de support de grattoir caréné : sur masse, sur lame ou les deux ;
- L'abondance de grattoirs carénés, à museau ou à épaulement <sup>(25)</sup> ;
- La présence / absence de grattoirs à museau plat ;
- Le caractère exclusif du débitage lamellaire sur front type caréné ou museau plat ;
- L'abondance de burins busqués ;
- La présence / absence de lamelles Caminade ;
- L'abondance de lames à retouche aurignacienne ;
- L'abondance de lamelles Dufour sous-type Dufour ;
- L'abondance de lamelles Dufour sous-type Roc de Combe <sup>(26)</sup> ;
- Le type de débitage laminaire : unipolaire facial, bipolaire d'entretien, unipolaire et bipolaire ;
- La largeur de la table laminaire : étroite, large ou large et étroite ;
- L'existence d'un débitage de petites lames ;
- La présence d'un *continuum* dans le débitage de lames, de petites lames et de lamelles ;
- La présence / absence d'une production d'éclats.

Ces données ont permis de dresser différentes matrices de correspondance, d'abord en comptabilisant le nombre de similarités entre les sites (tableau 2), puis en réduisant cette matrice par le nombre de critères pris en compte (tableau 3) :

$$I(s) = N(\text{critère commun}) / N(\text{critère pris en compte})$$

Puis, nous avons regroupé ces indices de similarités en trois catégories qui définissent les intensités des liens du réseau (Tableau 4) : les liens de faible similarité (pour un  $I(s)$  entre 0 et  $< 0,3$ ), les liens de similarité moyen-faible (pour un  $I(s) \geq 0,3$  à  $< 0,33$ ), les liens de similarité moyenne (pour un  $I(s) \geq 0,33$  et  $< 0,60$ ), les liens de similarité moyen-fort (pour un  $I(s) \geq 0,6$  et  $< 0,63$ ) et les liens de forte similarité (pour un  $I(s) \geq 0,63$  et 1,0).

Afin de vérifier l'homogénéité des sites dits « Aurignacien moyen-récent » (groupe 3), il faut comparer leurs degrés de similarité entre eux, mais également avec ceux des autres sites aurignaciens des groupes 1, 2, 4 et 5 pour s'assurer qu'il n'y ait pas de recoupement. Dans ce but, nous avons construit des égo-réseaux de similarité. Dans ces modèles, la longueur des liens représente le degré de similarité ( $I(s)$ ) présent dans le tableau 3) : plus le lien est court, plus la similarité entre les deux nœuds (*i.e.* les niveaux archéologiques) est grande (fig. 6). À la lecture des graphiques de similarités, le site des Bouloises (fig. 6a) présente bel et bien un degré de similarité plus fort avec les sites du groupe 3, « Aurignacien moyen-récent » qu'avec les autres sites aurignaciens du sud du Bassin parisien. Il en va de même pour Marigny (fig. 6b), même si le degré de similarité intra-groupe est globalement moins important et que l'abri Charbonnier et

l'ensemble C de la Croix de Bagneux ne présentent que des similarités moyennes avec Marigny. En revanche, pour les trois autres sites aurignaciens du groupe 3, les liens inter-groupes sont parfois plus importants que les liens intra-groupes. Nous constatons que l'US 2 de l'abri des Cottés (fig. 6d), pourtant très proche des Bouloises ( $I(s) = 0,8$ , soit le lien le plus fort de tout le réseau), partage également des liens forts avec « l'Aurignacien moyen classique » (groupe 4) de l'ensemble B de la Croix de Bagneux et avec l'Us 4 sup. des Cottés dite « Aurignacien ancien » (groupe 2) ( $I(s) > 0,63$ ). Ces liens sont aussi forts, voire plus forts, qu'avec l'abri Charbonnier et Marigny qui pourtant sont réputés appartenir au même groupe (donc au même techno-système). Cette observation se vérifie pour l'ensemble C de La Croix de Bagneux (fig. 6c). Ce dernier est d'ailleurs plus proche (ou aussi proche) de la plupart des autres sites que de Marigny ou de l'Abri Charbonnier.

Ce regard sur les sites pris un par un ne semble donc pas dégager d'ensemble cohérent, mais considérons maintenant le réseau des similarités dans sa globalité. Tous les sites présentent au moins un critère commun (*cf.* tableau 2) et pris dans sa globalité, le réseau des sites de l'Aurignacien du sud du Bassin parisien est donc totalement interconnecté : tous les nœuds (*i.e.* les niveaux archéologiques) sont reliés par un réseau d'interaction de degré divers (fig. 7a et 8a). Pour démêler l'écheveau des interrelations, nous avons représenté les réseaux par classes de similarité (faible, moyenne-faible, moyenne, moyenne-forte et forte) et figuré le degré de centralité des nœuds par leur taille.

Pour le réseau des relations faibles et moyennes-faibles (fig. 7b), la Terre-du-Buisson est faiblement liée à la moitié des sites (6 sur 12) dont des sites des groupes 2 « Aurignacien ancien » et 3 « Aurignacien moyen-récent ». Marigny présente plus de liens faibles (5 sur 12) ou moyens (5 sur 12) avec l'ensemble du réseau que de liens forts, liens établis toutefois avec deux sites du groupe 3 « Aurignacien moyen-récent ». Enfin, pour le graphique des relations faibles et moyennes-faibles, nous notons l'absence de liens intra-groupes. Les sites sont donc liés par un réseau de liens moyens, moyens-forts ou forts.

Pour le réseau des relations moyennes (fig. 7c), le site des Bouloises et l'abri Charbonnier offrent le plus de relations à ce degré de similarité (degré de centralité respectivement de 6 et de 5). Il en va de même pour la plupart des sites des groupes 1 « Proto-Aurignacien » et 2 « Aurignacien ancien » (degré moyen de centralité = 4,4). Si nous avons constaté l'absence de lien faible intra-groupe (voir *supra*), ce n'est plus le cas ici car Les Roches c.3 et les Cottés US 4 sup. (les deux représentants de l'Aurignacien « ancien ») sont moyennement reliés. Enfin, l'essentiel des sites des groupes 1 et 2 ne présentent que des liens d'intensité moyenne (14 sur 25 possibles). Il en va de même de Marigny, moyennement lié à l'abri Charbonnier et à la couche C de Mareuil. L'ensemble B de La Croix de Bagneux est lui moyennement relié aussi bien à des sites de l'Aurignacien moyen, de l'Aurignacien récent qu'à des sites de « l'Aurignacien moyen-récent ».



|   | Type de grattoir caréné  | Grattoir à museaux plat             | Débitage lamellaire sur "front" type caréné ou museau plat | Grattoir caréné, épaulement et museau   | Burin busqués   | Lamelles laminées                   | Lame à retouche aurignacienne   | Lamelles Dufour sous-type Dufour  |
|---|--|-------------------------------------|--|---|---|-------------------------------------|---|---|
| LBo_ Les Bouloises                        | 2  | 1                                   | 1  | 1   | 0   | 0                                   | 1   | 0   |
| Mar_Marigny                               | 2  | 1                                   | 1  | 4   | 0   | 0                                   | 1   | 0   |
| CBb_ La Croix de Bagnoux - Ensemble B     | 1  | 0                                   | 2  | 1   | 0   | 0                                   | 2   | 0   |
| CBc_ La Croix de Bagnoux - Ensemble C     | 0  | 1                                   | 2  | 1   | 0   | 0                                   | 3   | 0   |
| CBd_ La Croix de Bagnoux - Ensemble D     | 1  | 0                                   | 2  | 3   | 0   | 0                                   | 0   | 2   |
| Roe5_ Les Roches d'Abilly - US 5a         | 0  | 0                                   | 2  | 3   | 2   | 0                                   | 0   | 0   |
| Roe4_ Les Roches d'Abilly - US 3a         | 0  | 0                                   | 2  | 2   | 0   | 0                                   | 2   | 1   |
| Cot2_ Les Cottés - E supérieur / Us 2     | 3  | 1                                   | 1  | 1   | 0   | 0                                   | 2   | 0   |
| Cot4s_ Les Cottés - E inférieur / Us4 sup | 1  | 1                                   | 2  | 1   | 0   | 0                                   | 2   | 2   |
| Cot4i_ Les Cottés - E inférieur / Us4 inf | 1  | 0                                   | 2  | 1   | 0   | 0                                   | 0   | 4   |
| Char_L'abri Charbonnier c V-VII           | 2  | 1                                   | 2  | 2   | 1   | 0                                   | 2   | 0   |
| Tbu_Terre du Buisson                      | 0  | 0                                   | 0  | 0   | 2   | 1                                   | 0   | 0   |
|   | 0 - absent<br>1 - sur masse<br>2 - sur lame<br>3 - sur masse et sur lame | 0 - absent<br>1 - présent<br>-<br>- | 0 - absent<br>1 - exclusif<br>2 - non exclusif<br>-        | 0 - absent<br>1 - (<5% outillage)<br>2 - (5-10% outillage)<br>3 - (10-25% outillage)<br>4 - (> 25% outillage) | 0 - absent<br>1 - (<5% outillage)<br>2 - (5-10% outillage)<br>3 - (10-25% outillage)<br>4 - (> 25% outillage) | 0 - absent<br>1 - présent<br>-<br>- | 0 - absent<br>1 - (<5% outillage)<br>2 - (5-10% outillage)<br>3 - (10-25% outillage)<br>4 - (> 25% outillage) | 0 - absent<br>1 - (<5% outillage)<br>2 - (5-10% outillage)<br>3 - (10-25% outillage)<br>4 - (> 25% outillage) |

|   | Lamelles Dufour sous-type Roc de Combe  | Type de débitage laminaire   | Largeur table de débitage laminaire                                  | Existence d'un débitage de petites lames             | Continuum lame > petite lames                        | Production d'éclats                                  | Médiane des datations en BP | Source des données                          |
|---|---|--|--|--|--|--|-----------------------------|---|
| LBo_ Les Bouloises                        | 0   | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | -                           | Angevin (dir.), 2017 et 2018                |
| Mar_Marigny                               | 0   | 2  | 2  | 1  | 1  | 0  | -                           | Conet <i>et al.</i> , 2015                  |
| CBb_ La Croix de Bagnoux - Ensemble B     | 0   | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | -                           | Kildéa (dir.), 2008                         |
| CBc_ La Croix de Bagnoux - Ensemble C     | 0   | 1  | 2  | 1  | 0  | 1  | -                           | Kildéa (dir.), 2008                         |
| CBd_ La Croix de Bagnoux - Ensemble D     | 0   | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | -                           | Kildéa (dir.), 2008                         |
| Roe5_ Les Roches d'Abilly - US 5a         | 0   | 1  | ?  | ?  | ?  | ?  | 31,6                        | Aubry <i>et al.</i> , 2012 et 2013          |
| Roe4_ Les Roches d'Abilly - US 3a         | 0   | 1  | ?  | ?  | ?  | ?  | 35,1                        | Aubry <i>et al.</i> , 2012 et 2013          |
| Cot2_ Les Cottés - E supérieur / Us 2     | 0   | 1  | ?  | ?  | ?  | ?  | 33,2                        | Primault, 2003 ; Soressi et Roussel, 2013   |
| Cot4s_ Les Cottés - E inférieur / Us4 sup | 2   | 1  | ?  | ?  | ?  | ?  | 36,5                        | Primault, 2003 ; Soressi et Roussel, 2013   |
| Cot4i_ Les Cottés - E inférieur / Us4 inf | 1   | 1  | ?  | ?  | ?  | ?  | 38,7                        | Primault, 2003 ; Soressi et Roussel, 2013   |
| Char_L'abri Charbonnier c V-VII           | 0   | 1  | ?  | ?  | ?  | ?  | -                           | Primault, 2003 ; Aubry <i>et al.</i> , 2013 |
| Tbu_Terre du Buisson                      | 1   | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | -                           | Djemmat, 2016                               |
|   | 0 - absent<br>1 - (<5% outillage)<br>2 - (5-10% outillage)<br>3 - (10-25% outillage)<br>4 - (> 25% outillage) | 1 - Unipolaire facial<br>2 - bipolaire d'entretien<br>3 - unipolaire et bipolaire<br>- | 0 - étroit<br>1 - large<br>2 - large et étroit<br>? - pas de données | 0 - absent<br>1 - présent<br>? - pas de données<br>- | 0 - absent<br>1 - présent<br>? - pas de données<br>- | 0 - absent<br>1 - présent<br>? - pas de données<br>- | -<br>-<br>-<br>-            | -<br>-<br>-<br>-                            |

Tableau 1 – Tableau de données pour les 14 critères retenus dans l'élaboration des indices de similarités.

Table 1 – Data table for the 14 criteria used in the development of similarity indices.

Tabelle 1 – Datentabelle für die 14 Kriterien, die bei der Entwicklung von Ähnlichkeitsindizes verwendet wurden.

|  | LBo_ Les Bouloises | Mar_Marigny | Cbb_La Croix de Bagnoux - Ensemble B | Cbc_La Croix de Bagnoux - Ensemble C | Cbd_La Croix de Bagnoux - Ensemble D | Roc5_Les Roches d'Abilly - US 5a | Roc4_Les Roches d'Abilly - US 3a | Cot2_Les Cottés - E supérieur / Us 2 | Cot4s_Les Cottés - E inférieur / Us4 sup | Cot4i_Les Cottés - E inférieur / Us4 inf | Char_L'abri Charbonnier c V-VII | Tbu_Terre du Buisson |
|--|--------------------|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--|--|---------------------------------|----------------------|
| LBo_ Les Bouloises                       | -                  | 9           | 8                                    | 10                                   | 8                                    | 4                                | 4                                | 8                                    | 5  | 4  | 6                               | 3                    |
| Mar_Marigny                              | 9                  | -           | 5                                    | 7                                    | 2                                    | 4                                | 3                                | 6                                    | 3  | 3  | 5                               | 1                    |
| Cbb_La Croix de Bagnoux - Ensemble B     | 8                  | 5           | -                                    | 8                                    | 9                                    | 6                                | 7                                | 7                                    | 7  | 7  | 6                               | 7                    |
| Cbc_La Croix de Bagnoux - Ensemble C     | 10                 | 7           | 8                                    | -                                    | 9                                    | 7                                | 6                                | 7                                    | 6  | 6  | 6                               | 5                    |
| Cbd_La Croix de Bagnoux - Ensemble D     | 8                  | 9           | 9                                    | 9                                    | -                                    | 6                                | 6                                | 4                                    | 6  | 7  | 4                               | 5                    |
| Roc5_Les Roches d'Abilly - US 5a         | 4                  | 4           | 6                                    | 7                                    | 7                                    | -                                | 6                                | 4                                    | 4  | 5  | 5                               | 6                    |
| Roc4_Les Roches d'Abilly - US 3a         | 4                  | 3           | 7                                    | 6                                    | 6                                    | 6                                | -                                | 5                                    | 5  | 6  | 6                               | 3                    |
| Cot2_Les Cottés - E supérieur / Us 2     | 8                  | 6           | 7                                    | 7                                    | 4                                    | 4                                | 5                                | -                                    | 6  | 4  | 6                               | 2                    |
| Cot4s_Les Cottés - E inférieur / Us4 sup | 5                  | 3           | 7                                    | 6                                    | 6                                    | 4                                | 5                                | 6                                    | -  | 6  | 5                               | 4                    |
| Cot4i_Les Cottés - E inférieur / Us4 inf | 4                  | 2           | 7                                    | 6                                    | 7                                    | 5                                | 5                                | 4                                    | 6  | -  | 3                               | 4                    |
| Char_L'abri Charbonnier c V-VII          | 6                  | 4           | 6                                    | 6                                    | 4                                    | 5                                | 6                                | 6                                    | 5  | 3  | -                               | 2                    |
| Tbu_Terre du Buisson                     | 3                  | 1           | 7                                    | 5                                    | 5                                    | 6                                | 3                                | 2                                    | 1  | 4  | 2                               | -                    |

Tableau 2 – Matrice de similarité.

Table 2 – Similarity matrix.

Tabelle 2 – Ähnlichkeitsmatrix.

|  | LBo_ Les Bouloises | Mar_Marigny | Cbb_La Croix de Bagnoux - Ensemble B | Cbc_La Croix de Bagnoux - Ensemble C | Cbd_La Croix de Bagnoux - Ensemble D | Roc5_Les Roches d'Abilly - US 5a | Roc4_Les Roches d'Abilly - US 3a | Cot2_Les Cottés - E supérieur / Us 2 | Cot4s_Les Cottés - E inférieur / Us4 sup | Cot4i_Les Cottés - E inférieur / Us4 inf | Char_L'abri Charbonnier c V-VII | Tbu_Terre du Buisson |
|--|--------------------|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--|--|---------------------------------|----------------------|
| LBo_ Les Bouloises                       | -                  | 0,6429      | 0,5714                               | 0,7143                               | 0,5714                               | 0,4000                           | 0,4000                           | 0,8000                               | 0,6000                                   | 0,4000                                   | 0,6000                          | 0,2143               |
| Mar_Marigny                              | 0,6429             | -           | 0,3571                               | 0,5000                               | 0,1429                               | 0,4000                           | 0,3000                           | 0,6000                               | 0,3000                                   | 0,2000                                   | 0,4000                          | 0,0714               |
| Cbb_La Croix de Bagnoux - Ensemble B     | 0,5714             | 0,3571      | -                                    | 0,5714                               | 0,6429                               | 0,6000                           | 0,7000                           | 0,7000                               | 0,7000                                   | 0,7000                                   | 0,6000                          | 0,5000               |
| Cbc_La Croix de Bagnoux - Ensemble C     | 0,7143             | 0,5000      | 0,5714                               | -                                    | 0,6429                               | 0,7000                           | 0,6000                           | 0,7000                               | 0,6000                                   | 0,6000                                   | 0,6000                          | 0,3571               |
| Cbd_La Croix de Bagnoux - Ensemble D     | 0,5714             | 0,1429      | 0,6429                               | 0,6429                               | -                                    | 0,6000                           | 0,6000                           | 0,4000                               | 0,6000                                   | 0,7000                                   | 0,4000                          | 0,3571               |
| Roc5_Les Roches d'Abilly - US 5a         | 0,4000             | 0,4000      | 0,6000                               | 0,7000                               | 0,7000                               | -                                | 0,6000                           | 0,4000                               | 0,4000                                   | 0,5000                                   | 0,5000                          | 0,6000               |
| Roc4_Les Roches d'Abilly - US 3a         | 0,4000             | 0,3000      | 0,7000                               | 0,6000                               | 0,6000                               | 0,6000                           | -                                | 0,5000                               | 0,5000                                   | 0,5000                                   | 0,6000                          | 0,3000               |
| Cot2_Les Cottés - E supérieur / Us 2     | 0,8000             | 0,6000      | 0,7000                               | 0,7000                               | 0,4000                               | 0,4000                           | 0,5000                           | -                                    | 0,6000                                   | 0,4000                                   | 0,6000                          | 0,2000               |
| Cot4s_Les Cottés - E inférieur / Us4 sup | 0,5000             | 0,3000      | 0,7000                               | 0,6000                               | 0,6000                               | 0,5000                           | 0,6000                           | 0,6000                               | -  | 0,6000                                   | 0,5000                          | 0,1000               |
| Cot4i_Les Cottés - E inférieur / Us4 inf | 0,4000             | 0,2000      | 0,7000                               | 0,6000                               | 0,7000                               | 0,5000                           | 0,5000                           | 0,4000                               | 0,6000                                   | -  | 0,3000                          | 0,4000               |
| Char_L'abri Charbonnier c V-VII          | 0,6000             | 0,4000      | 0,6000                               | 0,6000                               | 0,4000                               | 0,6000                           | 0,6000                           | 0,6000                               | 0,5000                                   | 0,3000                                   | -                               | 0,2000               |
| Tbu_Terre du Buisson                     | 0,2143             | 0,0714      | 0,5000                               | 0,3571                               | 0,3571                               | 0,3000                           | 0,2000                           | 0,2000                               | 0,1000                                   | 0,4000                                   | 0,2000                          | -                    |

Tableau 3 – Matrice de similarité réduite sur I.

Table 3 – Reduced similarity matrix on I.

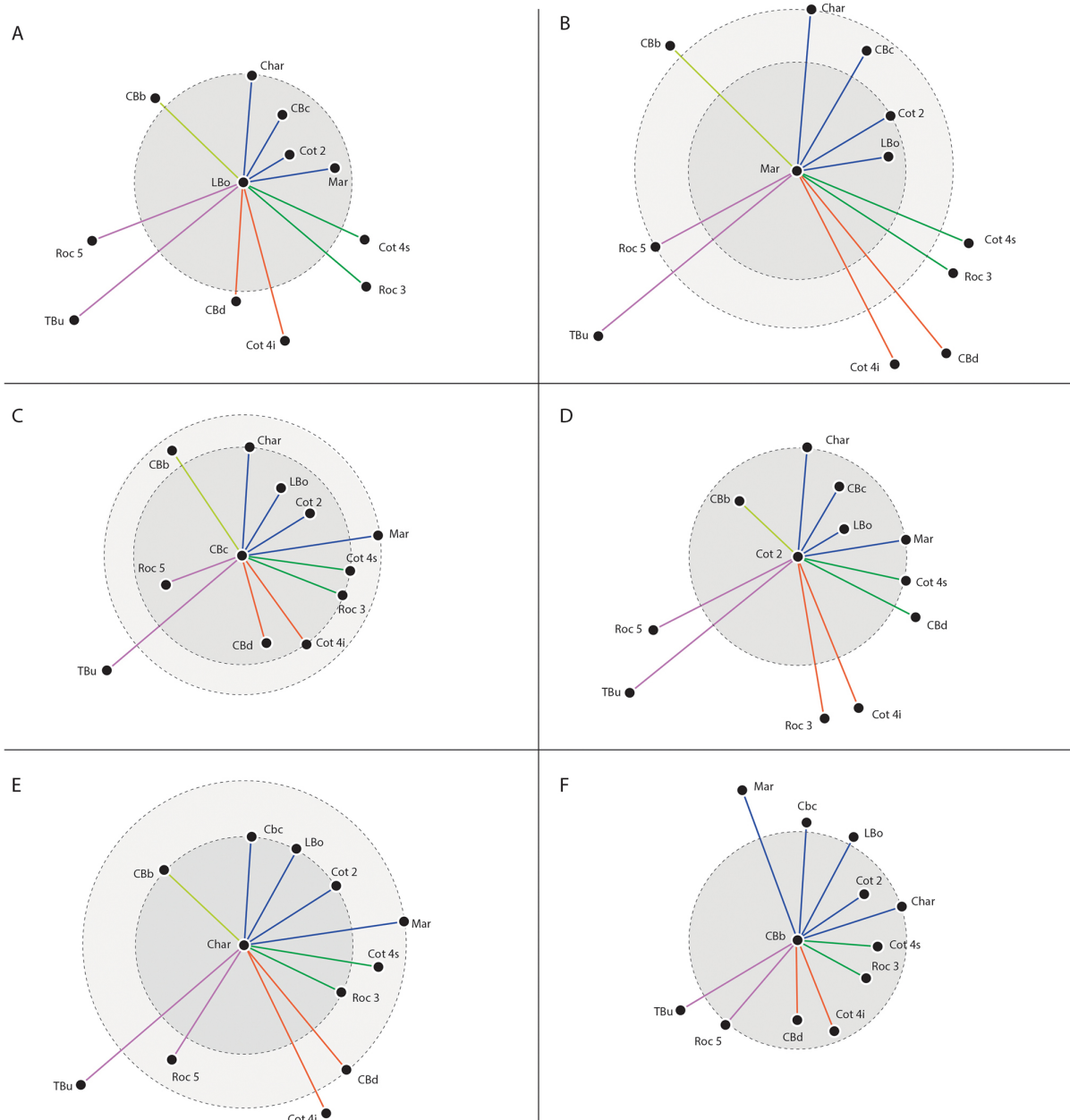
Tabelle 3 – Reduzierte Ähnlichkeitsmatrix auf I.

|  | LBo Les Buloises | Mar_Marigny | CBb La Croix de Bagnoux - Ensemble B | CBe La Croix de Bagnoux - Ensemble C | CBd La Croix de Bagnoux - Ensemble D | Roc5 Les Roches d'Abilly - US 5a | Roc4 Les Roches d'Abilly - US 3a | Cot2 Les Cottés - E supérieur / Us 2 | Cot4s Les Cottés - E inférieur / Us4 sup | Cot4i Les Cottés - E inférieur / Us4 inf | Char L'abri Charbonnier c V-VII | Tbu Terre du Buisson |
|--|------------------|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--|--|---------------------------------|----------------------|
| LBo_Les Buloises                         | -                | 2           | 2                                    | 3                                    | 2                                    | 2                                | 2                                | 3                                    | 2  | 2  | 2                               | 1                    |
| Mar_Marigny                              | 2                | -           | 2                                    | 2                                    | 1                                    | 2                                | 1                                | 2                                    | 2  | 1  | 2                               | 1                    |
| CBb_La Croix de Bagnoux - Ensemble B     | 2                | 2           | -                                    | 2                                    | 2                                    | 2                                | 3                                | 3                                    | 3  | 3  | 2                               | 2                    |
| CBe_La Croix de Bagnoux - Ensemble C     | 3                | 2           | 2                                    | -                                    | 2                                    | 3                                | 2                                | 3                                    | 2  | 2  | 2                               | 2                    |
| CBd_La Croix de Bagnoux - Ensemble D     | 2                | 1           | 2                                    | 2                                    | 3                                    | 2                                | 2                                | 2                                    | 2  | 3  | 2                               | 2                    |
| Roc5_Les Roches d'Abilly - US 5a         | 2                | 2           | 2                                    | 3                                    | 3                                    | -                                | 2                                | 2                                    | 2  | 2  | 2                               | 2                    |
| Roc4_Les Roches d'Abilly - US 3a         | 2                | 2           | 3                                    | 2                                    | 2                                    | 2                                | -                                | 2                                    | 2  | 2  | 2                               | 1                    |
| Cot2_Les Cottés - E supérieur / Us 2     | 3                | 2           | 3                                    | 3                                    | 2                                    | 2                                | 2                                | -                                    | 2  | 2  | 2                               | 1                    |
| Cot4s_Les Cottés - E inférieur / Us4 sup | 2                | 1           | 3                                    | 2                                    | 2                                    | 2                                | 2                                | 2                                    | -  | 2  | 2                               | 1                    |
| Cot4i_Les Cottés - E inférieur / Us4 inf | 2                | 1           | 3                                    | 2                                    | 3                                    | 2                                | 2                                | 2                                    | 2  | -  | 1                               | 2                    |
| Char_L'abri Charbonnier c V-VII          | 2                | 2           | 2                                    | 2                                    | 2                                    | 2                                | 2                                | 2                                    | 2  | 1  | -                               | 1                    |
| Tbu_Terre du Buisson                     | 1                | 1           | 2                                    | 2                                    | 2                                    | 2                                | 1                                | 1                                    | 1  | 2  | 1                               | -                    |

**Tableau 4 –** Matrice des classes de similarités.

**Table 4 –** Matrix of similarity classes.

**Tabelle 4 –** Matrix der Ähnlichkeitsklassen.

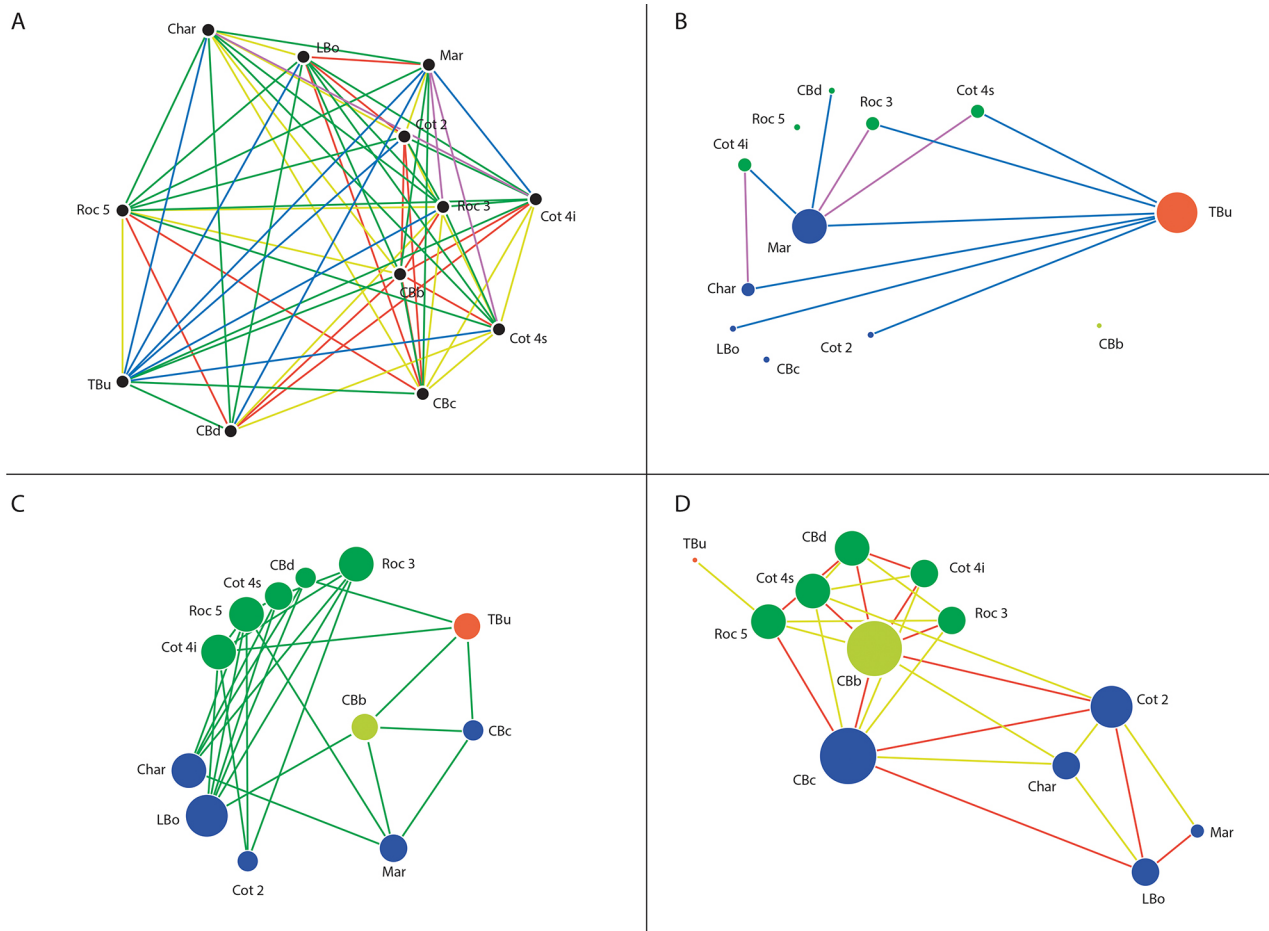


**Fig. 6** – Ego-réseau des similarités pour les sites du groupe 3 « Aurignacien moyen-récent » et du groupe 4 « Aurignacien moyen ». La couleur des liens représente les différents groupes (*i.e.* les techno-systèmes) auxquels appartiennent *a priori* les sites (rouge : groupe 1 – « Proto-Aurignacien » ; vert : groupe 2 – « Aurignacien ancien », bleu : groupe 3 – « Aurignacien moyen-récent » ; jaune : groupe 4 – « Aurignacien moyen classique », violet : groupe 5 – « Aurignacien récent classique »). Le cercle gris foncé est le cercle de forte similarité ( $I(s) = 0,63$ ) dans lequel tout site présent offre des critères de similarité forts avec le nœud au cœur de l'égo-réseau ; le cercle gris clair est défini par le différentiel entre le site du groupe 3 – « Aurignacien moyen-récent » le moins similaire ( $I(s)$  le plus faible) et le cercle de forte similarité.

**Fig. 6** – Similarity of ego-networks for the sites of group 3 'Middle-Recent Aurignacian' and of group 4 'Middle Aurignacian'. The color of the links represents the different groups (*i.e.* techno-systems) to which the sites belong *a priori* (red: group 1 – 'Proto-Aurignacian'; green: group 2 – 'Early Aurignacian'; blue: group 3 – 'Middle-Recent Aurignacian'; yellow: group 4 – 'Classical Middle Aurignacian'; purple: group 5 – 'Classical Recent Aurignacian'). The dark gray circle marks the area of strong similarity ( $I(s) = 0,63$ ), in which any site present offers strong similarity criteria with the node at the heart of the ego-network; the light gray circle is defined by the differential between the least similar site of group 3 – 'Middle-Recent Aurignacian' ( $I(s)$  weakest) and the circle of strong similarity.

**Abb. 6** – Ähnlichkeit der Ego-Netzwerke für die Standorte der Gruppe 3 „Mittleres-Spätetes Aurignacien“ und der Gruppe 4 „Mittleres Aurignacien“. Die Farbe der Verbindungslinien repräsentiert die verschiedenen Gruppen (d. h. Technosysteme), zu denen die Fundorte *a priori* gehören (rot: Gruppe 1 – „Proto-Aurignacien“; grün: Gruppe 2 – „Frühes Aurignacien“; blau: Gruppe 3 – „Mittleres-Spätetes Aurignacien“; gelb: Gruppe 4 – „klassisches Mittleres Aurignacien“; lila: Gruppe 5 – „klassisches Spätetes Aurignacien“). Der dunkelgraue Kreis markiert den Bereich starker Ähnlichkeit ( $I(s) = 0,63$ ), in dem jeder Fundort starke Ähnlichkeitskriterien mit dem Knoten im Herzen des Ego-Netzwerks bietet. Der hellgraue Kreis wird durch den Unterschied zwischen der am wenigsten ähnlichen Stelle der Gruppe 3 – „Mittleres-Spätetes Aurignacien“ ( $I(s)$  am schwächsten) und dem Kreis mit starker Ähnlichkeit – definiert.





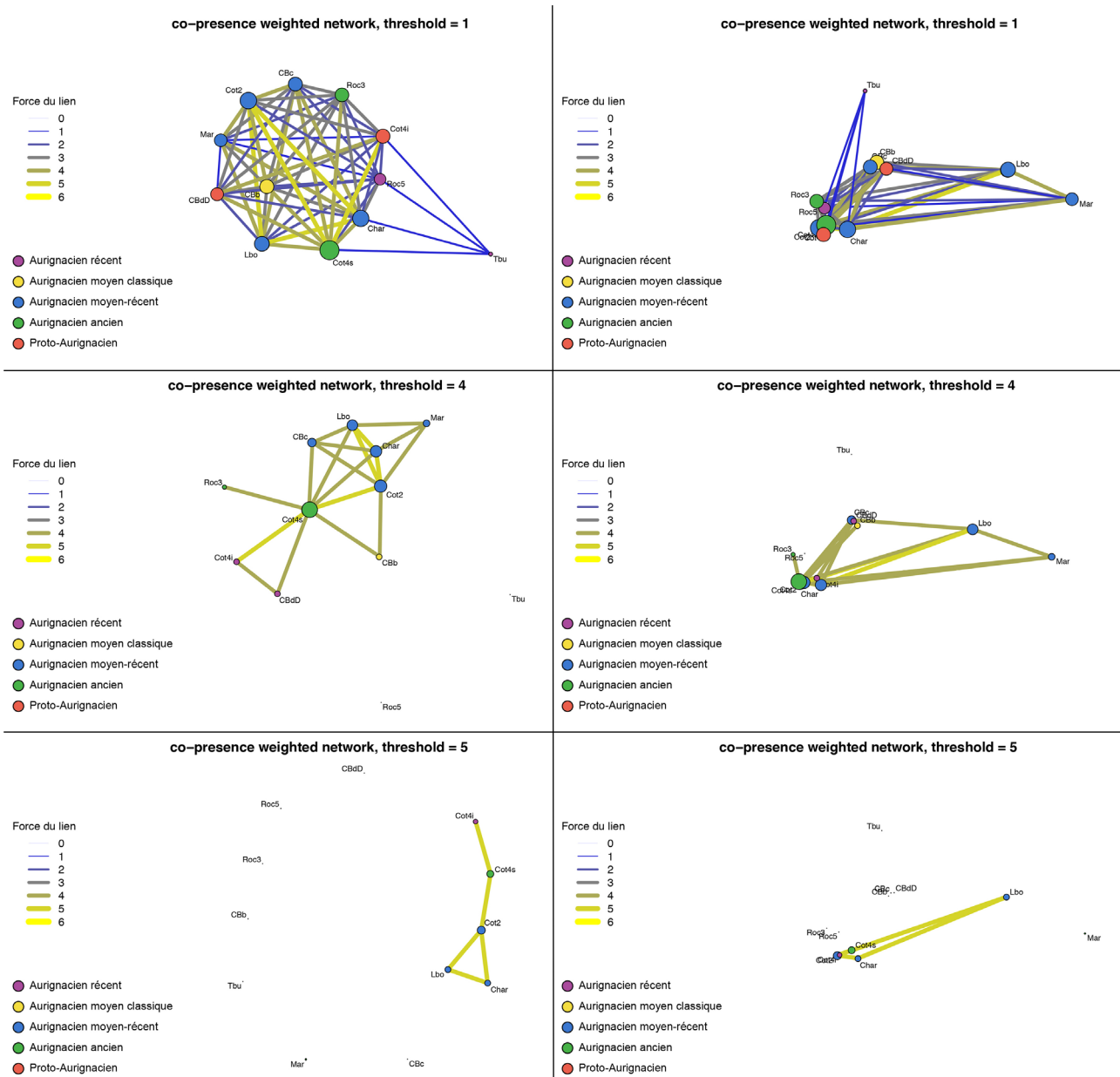
**Fig. 7** – Réseau de similarité des sites aurignaciens du sud du Bassin parisien. En bleu les liens faibles ( $I(s) < 0,3$ ), en violet les liens moyens-faibles ( $0,3 \leq I(s) < 0,33$ ) ; en vert les liens moyens ( $0,33 \leq I(s) < 0,6$ ), en jaune les liens moyens-forts ( $0,6 \leq I(s) < 0,63$ ) et en rouge les liens forts ( $I(s) > 0,63$ ). Dans les figures 7b, 7c, 7d la couleur des points correspond aux différents groupes (*i.e.* techno-systèmes) auxquels appartient *a priori* les sites (rouge : « Proto-Aurignacien » ; vert : « Aurignacien ancien », bleu : « Aurignacien moyen-récent » ; jaune : « Aurignacien moyen classique » ; violet : « Aurignacien récent »). La taille des points correspond au degré de centralité, c'est à dire au nombre de liens qui incident le nœud. Fig. 7a : Réseau global ; Fig. 7b : réseau réduit pour les liens faibles et moyen-faibles ; Fig. 7c : Réseau réduit pour les liens moyens ; Fig. 7d : réseau réduit pour les liens forts et moyen-forts.

**Fig. 7** – Similarity network of Aurignacian sites in the south of the Paris Basin. In blue the weak links ( $I(s) < 0.3$ ), in purple the medium-weak links ( $0.3 \leq I(s) < 0.33$ ); in green the medium links ( $0.33 \leq I(s) < 0.6$ ), in yellow the medium-strong links ( $0.6 \leq I(s) < 0.63$ ), and in red the strong links ( $I(s) > 0.63$ ). In figures 7b, 7c, 7d the color of the dots corresponds to the different groups (*i.e.* techno-systems) to which the sites belong *a priori* (red: 'Proto-Aurignacian'; green: 'Early Aurignacian'; blue: 'Middle-Recent Aurignacian'; yellow: 'Classical Middle Aurignacian'; purple: 'Recent Aurignacian'). The size of the dots corresponds to the degree of centrality, that is to say the number of links that result in the node. Fig. 7a: Global network; Fig. 7b: Reduced network for weak and medium-weak links; Fig. 7c: Reduced network for medium links; Fig. 7d: Reduced network for strong and medium-strong links.

**Abb. 7** – Ähnlichkeitsnetzwerk der Fundorte des Aurignacien im Süden des Pariser Beckens. In Blau dargestellt die schwachen Verbindungslinien ( $I(s) < 0,3$ ), in Lila die mittelschwachen Verbindungslinien ( $0,3 \leq I(s) < 0,33$ ); in Grün die mittleren Verbindungslinien ( $0,33 \leq I(s) < 0,6$ ), in Gelb die mittelstarken Verbindungslinien ( $0,6 \leq I(s) < 0,63$ ) und in Rot die starken Verbindungslinien ( $I(s) > 0,63$ ). In den Abbildungen 7b, 7c, 7d entspricht die Farbe der Punkte den verschiedenen Gruppen (d. h. Technosystemen), zu denen die Fundorte *a priori* gehören (rot: „Proto-Aurignacien“; grün: „Frühes Aurignacien“; blau: „Mittleres-Spätes Aurignacien“; gelb: „klassische mittleres Aurignacien“; lila: „Spätes Aurignacien“). Die Größe der Punkte entspricht dem Grad der Zentralität, d. h. der Anzahl der Verbindungen, die zum Knoten führen. Abb. 7a: Globales Netzwerk; Abb. 7b: Reduziertes Netzwerk für schwache und mittelschwache Verbindungen; Abb. 7c: Reduziertes Netzwerk für mittlere Verbindungen; Abb. 7d: Reduziertes Netzwerk für starke und mittelstarke Verbindungen.

Enfin, concernant les liens forts et moyens-forts (fig. 7d), outre la Terre-du-Buisson, les liens formés croisent tout le réseau, qu'importent les groupes (*i.e.* les techno-systèmes). S'il est vrai que l'essentiel des liens entre sites du groupe 3 « Aurignacien moyen-récent » sont forts (16 sur 25 possibles), de

nombreux liens existent toutefois avec les sites des autres groupes ( $n = 8$ ) : ceci est particulièrement vrai pour l'ensemble C de la Croix de Bagnex ( $n = 4 / 6$ ). Comme constaté ci-avant (fig. 6f), l'ensemble B de la Croix de Bagnex (Aurignacien récent) est lui aussi en position intermédiaire avec quatre liens forts vers



**Fig. 8** – Analyse de réseaux basée sur la coprésence des critères typologiques de l’Aurignacien du sud du Bassin parisien. Colonne de gauche vue par défaut dans le logiciel R ; à droite positionnement des nœuds selon les coordonnées géographiques des sites. La taille des nœuds correspond au degré de centralité.

*Fig. 8* – Network analysis based on the co-presence of typological criteria of the Aurignacian from the south of the Paris Basin. Left column: view by default in R software; on the right, positioning of the nodes according to the geographic coordinates of the sites. The size of the nodes corresponds to the degree of centrality.

*Abb. 8* – Netzwerkanalyse basierend auf dem gleichzeitigen Vorhandensein typologischer Kriterien des Aurignacien des südlichen Pariser Beckens. Linke Spalte: Standardansicht in R-Software; Rechte Spalte: Positionierung der Knoten gemäß den geografischen Koordinaten der Fundorte. Die Größe der Knoten entspricht dem Grad der Zentralität.

l’Aurignacien ancien et le Proto-Aurignacien, trois liens forts avec l’Aurignacien moyen-récent et un lien fort avec l’Aurignacien récent. Ceci marque le caractère non diagnostique de cet ensemble.

Afin de tester le poids des lacunes documentaires dans la construction de ce réseau, une analyse basée sur la co-présence des critères typologiques diagnostiques a été réalisée (cf. tableau 1). Les *Co-presence similarity network* sont basés sur la présence de critères (valeur binaire 0 ou 1 des critères). L’analyse en réseau a été réalisée grâce aux

*packages* R *statnet* et *tnet* (Handcock *et al.*, 2008 ; Opsahl et Opsahl, 2015) et se fonde sur un script développé par Peeples (2017) (voir SI\_1).

L’analyse des co-présences met en exergue du réseau la Terre du Buisson, à partir d’une co-présence > 1 (fig. 8, ligne 1). Pour un indice de co-présence de 4 (fig. 8, ligne 2), les regroupements en fonction des techno-systèmes fonctionnent relativement bien, à l’exception de la couche 4 supérieur des Cottés, qui possède un degré d’intermédiation très fort reliant tous les ensembles du réseau.

Pour le même degré de co-présence, la couche 2 des Cottés est liée avec l'ensemble B de la Croix de Bagnaux. Ceci montre le degré d'intermédiarité évident de la couche 2 des Cottés entre ensembles de l'Aurignacien « moyen-récent » et « moyen classique » et questionne la position chrono-culturelle de l'ensemble B de la Croix de Bagnaux en tant que seul représentant de son techno-système. Si la couche 5 de l'abri des Roches est exclue du réseau, elle n'est pas pour autant liée à la Terre du Buisson, alors que les deux sites appartiennent *a priori* au même techno-système (Aurignacien « récent »). Enfin, pour une co-présence de 5 (fig. 8, ligne 3), toute l'archéo-séquence des Cottés (allant du « Proto-Aurignacien » à l'Aurignacien « moyen-récent ») est liée, signifiant qu'il existe plus de similitude entre membres de la séquence qu'avec le reste de l'Aurignacien du sud du Bassin parisien. Au-delà d'un indice de coprésence de 5, le réseau s'effondre et aucun lien ne se forme.

Que ce soit par l'analyse des similarités ou des co-présences, mis à part l'Aurignacien « récent » de la Terre du Buisson qui ne partage des liens forts qu'avec la couche 5 de l'abri des Roches, nous ne pouvons pas définir d'ensembles clairement distincts à l'échelle de l'Aurignacien « classique » du sud du Bassin parisien. Les liens forts intra-groupes, qui représentent le degré de cohérence interne d'un techno-système, sont aussi nombreux si ce n'est moins, que les liens inter-groupes. Néanmoins, des sous-ensembles se dessinent en se fondant sur les co-présences : par exemple pour les Cottés US 2, Les Bouloises, Marigny, l'abri Charbonnier et la Croix de Bagnaux ensemble C et B. La couche 4 supérieur des Cottés ne se place clairement dans aucun des techno-systèmes, quel que soit le type d'analyse.

Ces constat permettent de prendre la mesure et d'objectiver les « impressions » techno-culturelles formulées jusque-là sur le seul fondement de la présence/absence de certains types considérés comme signifiants. Si les travaux récents ont permis d'isoler un « faciès » original de l'Aurignacien « post-ancien », le flou terminologique qui persiste rend ainsi parfaitement compte de la diversité des points de vue adoptés, cet ensemble étant tantôt qualifié « d'Aurignacien ancien final » (Soressi et Roussel, 2013) ou « d'Aurignacien moyen-récent » (Angevin [dir.], 2017 et 2018), en fonction des affinités perçues entre les industries.

Il faut donc s'interroger sur les raisons de cette homogénéité : faibles variations du signal archéologique, biais taphonomiques ou contextuels, pertinence des critères retenus par les analystes ? L'ancienneté des fouilles ou le contexte stratigraphique peuvent être invoqués pour les couches V à VII de l'abri Charbonnier (Pradel, 1965), les couches 3 et 5 de l'abri des Roches ou les trois couches des Cottés (contextes d'abri sous roche ou de grotte à occupations multiples aux conditions de stratogénèse mal connues). Ce n'est pas le cas pour le site de La Croix de Bagnaux (fouille récente, certes en contexte d'urgence, d'occupations de plein air avec des ensembles bien distincts), ni pour la Terre du Buisson, Marigny et les Bouloises (sites fouillés récemment présentant une seule nappe de vestiges postulée homogène).

La question de la pertinence des critères de définition de l'Aurignacien du sud du Bassin parisien (voir *supra*), qui ne permettent pas de sérier les ensembles, est donc posée. Ils sont essentiellement fondés sur la présence/absence d'éléments particuliers (*e.g.* les lamelles Dufour sous-type Dufour pour le Proto-Aurignacien) mais ce n'est qu'un des quatorze critères de différenciation lorsque l'on considère le sous-système technique lithique dans sa globalité. Pour permettre de mieux caractériser l'Aurignacien « classique » du sud du Bassin parisien, il paraît donc nécessaire

1) de combler les lacunes de documentation identifiées durant cette analyse (présence éventuelle d'un *continuum* lamino-lamellaire et vocation techno-économique des débitages de lames légères ; mise en œuvre, statut et destination fonctionnelle des chaînes opératoires lamellaires et micro-lamellaires ; place des débitages d'éclats dans le sous-système technique lithique) et

2) d'inventer des critères en convoquant d'autres sous-systèmes techniques (parure, traitement de la faune, organisation de l'espace, type de structure foyère, éléments graphiques...).

Néanmoins, soulignons l'absence de données archéozoologiques, d'industrie osseuse ou de parure pour les sites de plein air de l'Aurignacien du sud du Bassin parisien ...

L'approche proposée questionne également la structuration des assemblages archéologiques et leur cohérence technique en tant que référents (voir *supra* pour La Croix de Bagnaux). Car si l'on accepte que l'attribution d'une unité archéologique repose sur le choix de quelques critères de définition (et notamment la reconnaissance d'un ou plusieurs objets ou manières de faire dits « typiques ») au détriment de certains autres, comment traiter et interpréter le reste de l'industrie et quelle valeur technochrono-culturelle donner à cet assemblage ? À cet égard, en interrogeant la structuration même des ensembles lithiques et leur valeur heuristique, les approches réticulaires questionnent nos pratiques et notre manière de construire la préhistoire. Pour rester au plus proche des données archéologiques, nous traiterons maintenant de l'Aurignacien du sud du Bassin parisien - hors Terre du Buisson - dans sa globalité, choix d'autant plus justifié que nous observons une récurrence dans l'extension des litho-espaces et dans le choix des matériaux utilisés durant tout l'Aurignacien « classique ».

### Extension géographique

Une fois le corpus d'étude défini et ses limites exposées (voir « Des litho-espaces à la structure des « réseaux de lieux » préhistoriques »), il faut s'interroger sur l'étendue spatiale appréhendée dans notre étude. Pour ce faire, nous avons défini les litho-espaces de chacun des sites de l'ensemble auquel appartient les Bouloises, soit dans une version restreinte (*cf.* modèle centré sur le réseau de similarité forte des Bouloises ( $I(s) > 0,63$ ), fig. 6a) comprenant Les Cottés Us 2, Marigny, l'abri Charbonnier et la couche C de Mareuil (fig. 9a), soit dans une version étendue (fig. 9b) à l'ensemble des sites aurignaciens du sud du Bassin

parisien, hors Terre du Buisson (voir *supra*). Ces réseaux construits à partir des données pétrographiques constituent une somme d'égo-réseaux en deux modes (les sites et les gîtes) dont les liens sont non pondérés (voir fig. 3b).

Le litho-espace des Bouloises incorpore d'autres sites aurignaciens « classiques » (La Croix de Bagneux, Les Roches) et certains matériaux identifiés aux Bouloises sont exploités sur ces mêmes sites (particulièrement les silex du Turonien inférieur de la basse vallée du Cher et ceux du Turonien supérieur de la moyenne vallée de la Claise). En outre, les litho-espaces sont stables dans le temps et ne varient guère, si ce n'est par l'adjonction d'un gîte dans la vallée de la Vienne, uniquement représenté dans l'ensemble inférieur de l'Abri des Roches (fig. 9b). Toutefois, une convergence de faciès avec les silcrètes de l'Eo-Oligocène qui affleurent au-dessus de l'abri Charbonnier est possible (Primault, 2003), qui dès lors réintégreraient le réseau déjà identifié. Les nouveaux liens (en vert sur la fig. 9b) ne font que renforcer le réseau existant, notamment entre Basse vallée du Cher et vallée de la Claise. L'ajout de données ne vient donc pas modifier le réseau, mais le compléter, illustrant ici encore les similarités entre sites du groupe 1 « Proto-Aurignacien ancien », du groupe 2 « Aurignacien ancien » et du groupe 3 « Aurignacien moyen-récent ».

Afin de comprendre la gestion préhistorique des espaces identifiés par l'analyse des litho-espaces, les données doivent être structurées. En questionnant les relations entre voisins les plus proches (en termes géographiques), les analyses de proximité (PPA) (voir « Une approche intégrée du litho-espace ») permettent de tester la structure du réseau de circulation de matériaux. Selon nos critères de définition (ici le chemin le plus court entre deux nœuds), si les couples A-B et B-C présentent des liens forts et A-C ne présente qu'un lien faible, il est alors plus probable de joindre le point A au point C en passant par le point B (fig. 10). Pareillement, si un lien (fort ou faible) existe entre E et D et qu'il n'y a pas de lien entre C et E, il est plus probable que C soit relié à E en passant par D. À noter que les relations entre nœuds (*i.e.* lieux) peuvent être faibles (ou unilatérales, trait plein simple) ou fortes (bilatérales, trait plein doublé).

Dans notre modèle, nous avons établi une valeur-seuil au-delà de laquelle un lien de proximité ne peut pas s'établir. Ici, la recherche de proximité étant géographique, nous avons arrêté cette valeur à 60 km ; c'est à dire que des nœuds situés à plus de 60 km l'un de l'autre ne pourront jamais être directement reliés. Cette valeur correspond au parcours théorique dans un espace par un homme marchant en ligne droite à 6 km/h pendant 10 heures<sup>(27)</sup>. Ce type d'analyse est possible pour l'Aurignacien « classique » du sud du Bassin parisien

1) car les données lithologiques sont assez précises et

2) car les reliefs dans cet espace ne contraignent pas de manière significative les déplacements (Verhaegen *et al.*, 2019).

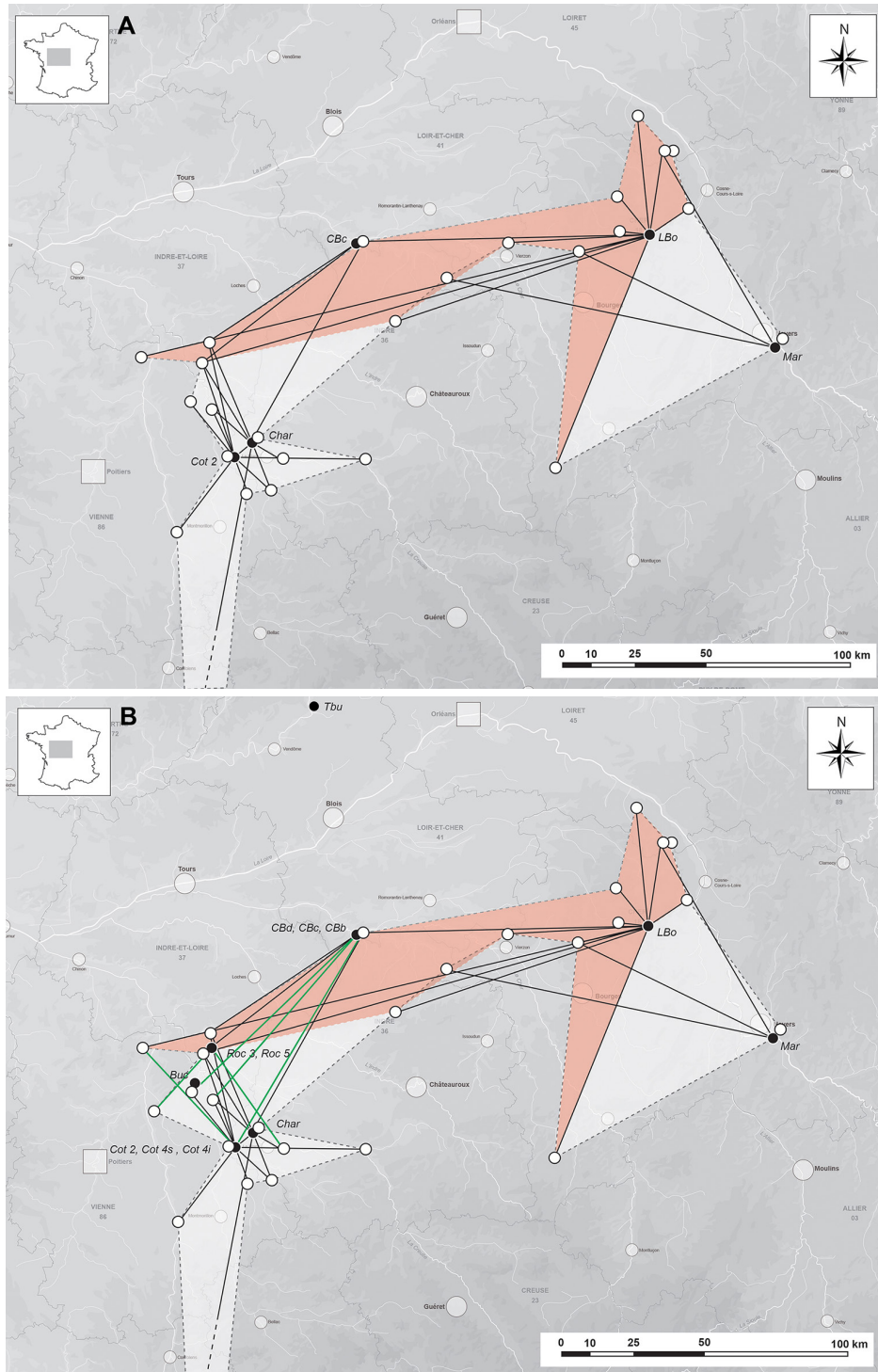
La PPA effectuée à partir des seules données des Bouloises (fig. 11a), montre que le réseau se forme à partir d'une variable  $k = 2$  et que pour des variables plus élevées

( $k > 2$ ) l'ajout de liens ne fait que renforcer le réseau. Si l'on peut donc avancer que l'augmentation du nombre de liens montre un réseau plus dense avec la formation de liens qui n'existent pas dans une PPA (2) (fig. 11b), les principes des analyses de systèmes complexes (voir « Une approche intégrée du litho-espace ») montrent bien que les réseaux réduits (*cf. Small world analysis*) identifient les structures sous-jacentes des réseaux et la centralité des nœuds de manière plus claire que pour des systèmes complets où la masse de données noie souvent l'information. Ici, nous nous intéressons avant tout à la mise en évidence de la structure du réseau de circulation de matériaux et à la définition d'ensembles cohérents pour l'analyse techno-économique subséquente.

Outre l'existence de quatre ensembles bien distincts (cercles vert pointillés sur la fig. 11), nous observons des nœuds (ou ensembles) non reliés au réseau. Ceci est dépendant de la contrainte (pas de lien si  $A - B > 60$  km) imposée. Si par exemple, nous avons imposé une contrainte de 100 km (ce qui, rappelons-le, ne serait pas cohérent avec les données ethnographiques des « nomades à pieds », mais c'est une donnée dont on peut bien évidemment critiquer le transfert aux Aurignaciens...), certains liens seraient formés, notamment un lien faible unissant la basse vallée du Cher et la Touraine. La modélisation en PPA(2) contrainte, montre toutefois un manque de données car les nœuds non reliés sont des gîtes fournisseurs de matériaux retrouvés aux Bouloises : d'une manière ou d'une autre, ils doivent donc intégrer le réseau ; pour ce faire, il suffit d'ajouter des nœuds virtuels (appelés point de Steiner). Comme nous réfléchissons en termes géographiques, donc sur des espaces, nous avons élargi ce concept en formant des zones potentielles (*cf.* aire de Steiner, aplat rouge sur les fig. 11, 12 et 13) dans lesquelles sont susceptibles de se trouver les nœuds manquants. En termes archéologiques, il peut s'agir de sites encore non découverts, de gîtes exploités mais non reconnus dans les assemblages archéologiques, ou de lieux non documentés en termes de vestiges (arrêt bref, zone de chasse, zone culturelle...). Quoi qu'il en soit, ces zones ne répondent pas aux mêmes logiques que les ensembles identifiés et leur statut doit être questionné. Enfin, certains points du réseau ont un degré d'intermédiarité important et servent de pivot (situation de *brokerage*) ; c'est particulièrement le cas du gîte à hauteur de Vierzon (fig. 11, flèche rouge) qui unit les ensembles « Pays Fort » (très serré et bien développé) et « Basse vallée du Cher ».

Pour compléter les vides du réseau (*cf.* aires de Steiner) et puisque nous avons vu que le litho-espace des Bouloises intègre des sites dont l'indice de similarité technique est fort (voir *supra*), nous pouvons selon le principe d'*Embedness* (voir Hess, 2004 ; Borck *et al.*, 2015) étendre la modélisation en PPA à l'ensemble des sites de l'Aurignacien « classique » du sud du Bassin parisien (fig. 12). Les figures 12a et 12b présentent les modèles obtenus pour une PPA avec  $k = 2$  et  $k = 3$ . Malgré la complexification du réseau entre les deux modèles, sa structure reste inchangée. Elle confirme l'existence des quatre ensembles distingués précédemment à partir du site des Bouloises et deux autres apparaissent.

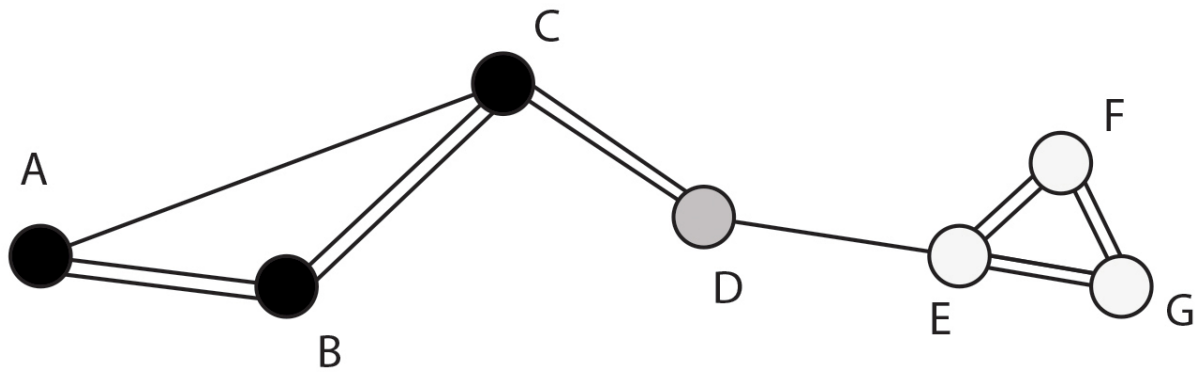




**Fig. 9** – Points noirs : sites archéologiques ; points blancs : gîtes de matériaux ; zone rouge : litho-espace des Bouloises ; zone blanche : litho-espace défini par la somme des égo-réseaux considérés. 9a : égo-réseaux et litho-espace du réseau de forte similarité technique des Bouloises ; 9b : égo-réseaux et litho-espaces de l’Aurignacien « classique » du sud du Bassin parisien, en vert, les liens créés par cette modélisation.

**Fig. 9** – Black dots: archaeological sites; white dots: sources of raw materials; red zone: litho-space of Les Bouloises; white zone: litho-space defined by the sum of the ego-networks considered. 9a: Ego-networks and litho-space of Les Bouloises strong technical similarity network; 9b: Ego-networks and litho-spaces of the ‘classical’ Aurignacian from the south of the Paris Basin; in green, the links created by this modeling.

**Abb. 9** – Schwarze Punkte: archäologische Fundstellen; weiße Punkte: Rohstoffquellen; rote Zone: Lithoraum von Les Bouloises; weiße Zone: Lithoraum definiert durch die Summe der betrachteten Ego-Netzwerke. 9a: Ego-Netzwerke und Lithoraum von Les Bouloises starkem technischen Ähnlichkeitsnetzwerk; 9b: Ego-Netzwerke und Lithoräume des „klassischen“ Aurignacien des südlichen Pariser Beckens; in Grün die durch diese Modellierung erstellten Verbindungslinien.



**Fig. 10** – Schéma théorique des différentes possibilités d'établissement de lien dans les analyses de proximité de points.

**Fig. 10** – *Theoretical diagram of the different possibilities for establishing a link in point proximity analyses (PPA).*

**Abb. 10** – *Theoretisches Diagramm der verschiedenen Möglichkeiten zum Aufbau einer Verknüpfung in Punktnähe-Analysen (PPA).*

L'Aurignacien « classique » du sud du Bassin parisien se structure donc géographiquement en six ensembles distincts : 1) la moyenne vallée de la Loire, 2) le Pays Fort, 3) la vallée de l'Arnon, 4) la basse vallée du Cher, 5) la Touraine, 6) les vallées de la Vienne et de la Creuse. En outre, le haut degré d'intermédiarité de la zone de Vierzon est confirmé malgré l'adjonction d'un nouveau nœud à l'ensemble « Basse vallée du Cher ». Enfin, les ensembles « Touraine » et « vallées de la Creuse et de la Vienne » offrent un seul lien, faible, illustrant le caractère bipartite de cet espace, déjà pressenti dans les études précédentes (Primault, 2003 ; Aubry *et al.*, 2013).

Les six ensembles identifiés sont cohérents en termes de géotopes et non en termes d'étendue (*i.e.* de distance entre site et gîte). Ceci conforte donc pleinement la réflexion menée en termes de géotopes et le traitement des matériaux par ensemble et non en fonction de la distance moyenne au site (voir « Le concept de chaîne évolutive »). En revenant à l'exemple des Bouloises, cela signifie qu'il n'y a pas de raison de traiter différemment tous les nœuds (*i.e.* les gîtes) identifiés dans l'ensemble « Pays Fort » puisqu'ils présentent un nombre important de liens forts et un degré d'intermédiarité des nœuds faible (c'est à dire que le degré de centralité de chacun des nœuds dans cet ensemble est fort), alors même que du point de vue sito-centré, ces matériaux sont considérés comme locaux et régionaux. À l'inverse, les matériaux provenant de la zone de Vierzon (flèche fig. 10), pourtant « régionaux », nécessitent d'être traités à part car ils ne semblent pas appartenir au même ensemble (*i.e.* géotope). Il en va de même pour les silex dits « lointains » appartenant ici à trois ensembles distincts (« la Touraine », « la basse et moyenne vallée du Cher » et « la vallée de l'Arnon ») qui doivent donc être traités comme tels. L'extension des modélisations par PPA à l'échelle du réseau de similarité technique affine par conséquent notre compréhension de la gestion des espaces par les groupes humains.

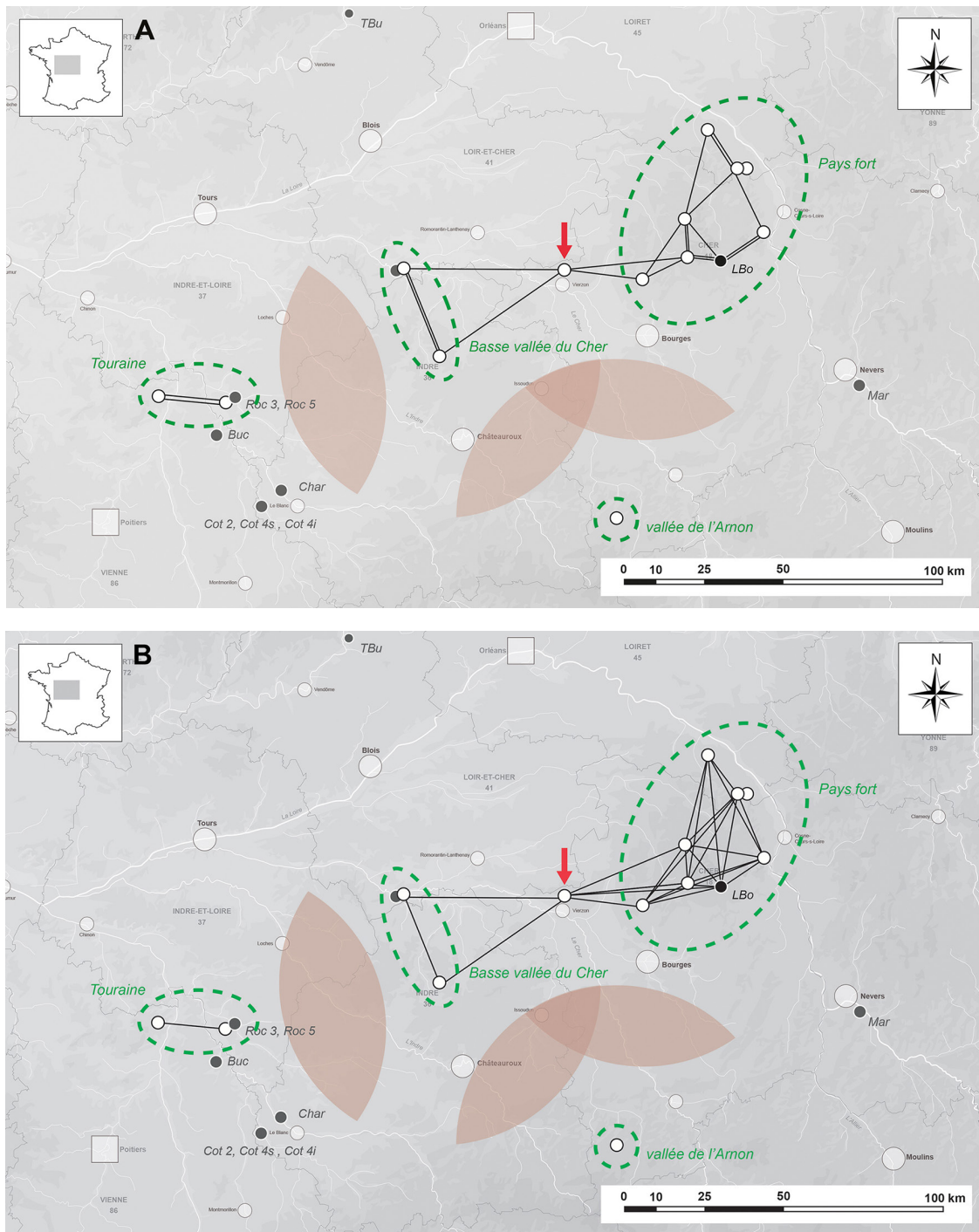
Néanmoins, le réseau modélisé par les PPA n'est pas une représentation du réseau de lieux réels (*i.e.* du territoire) de l'Aurignacien « classique » et les liens présentés ne figurent pas les zones de circulation des groupes humains. Il ne montre que les probabilités de liaisons

entre les nœuds en illustrant la valeur la plus probable du cheminement d'un point A à un point B. Ce sont donc bien ces ensembles qui doivent servir de base aux réflexions techno-économiques et à la compréhension des comportements spatiaux des hommes préhistoriques.

## DISCUSSION

Les résultats présentés mettent en relief les ambiguïtés des cadres chrono-culturels définis pour rendre compte des différentes expressions de l'Aurignacien dans le Centre-Ouest de la France (Aubry *et al.*, 2013). Les attributs classiques sont rares et leur combinaison dans les assemblages soulève de nombreuses interrogations ayant trait tout à la fois à l'intégrité des séries étudiées, à la spécificité techno-économique des industries et à leur cadrage spatio-temporel. De ce point de vue pourtant, certaines originalités se dégagent, sans qu'il soit possible pour le moment de préciser leur valeur fonctionnelle, chronologique ou géographique. Les mesures d'âges par le radiocarbone disponibles, combinées à une analyse des séries attribuées à « l'Aurignacien moyen-récent » (ou Aurignacien ancien final), montrent ainsi l'existence d'un faciès « post-ancien classique » (ex-Aurignacien I) dont les traits techno-économiques les plus sensibles résident dans l'absence d'armatures microlithiques retouchées et le développement de formes spécifiques de modification micro-lamellaire des outils sur front (grattoirs à museau plat) dont la destination fonctionnelle reste à préciser. Pour autant, ces originalités ne doivent pas masquer la grande cohérence du sous-système technique lithique aurignacien dans le Bassin ligérien et nous invitent à pondérer les tentatives d'analyses phylétiques de ces industries.

De fait, tandis que la permanence des ensembles observée en combinant les données des Bouloises et des sites des réseaux de similarité proche et étendue (fig. 9, 11 et 12) montre la stabilité des comportements spatiaux dans le temps, la mise en parallèle des réseaux de similarité technique et d'approvisionnement de matériaux témoigne également d'une relative adéquation (fig. 13).

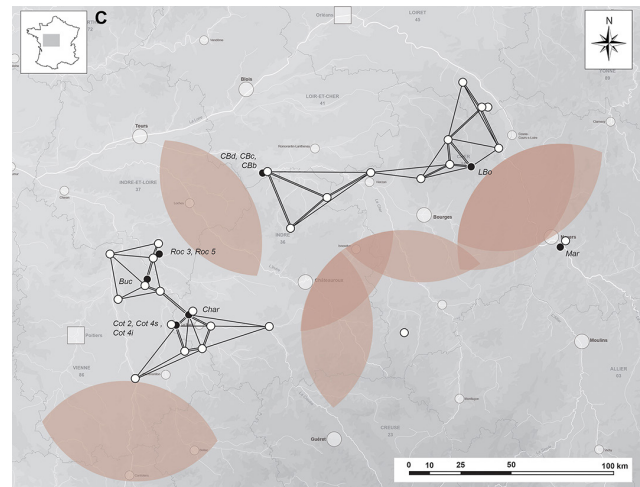
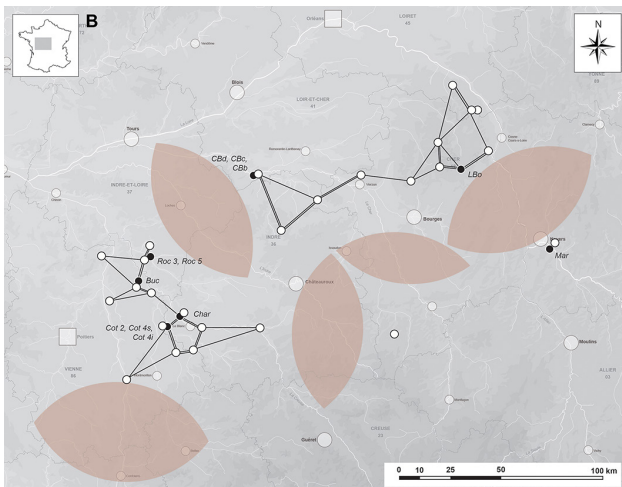
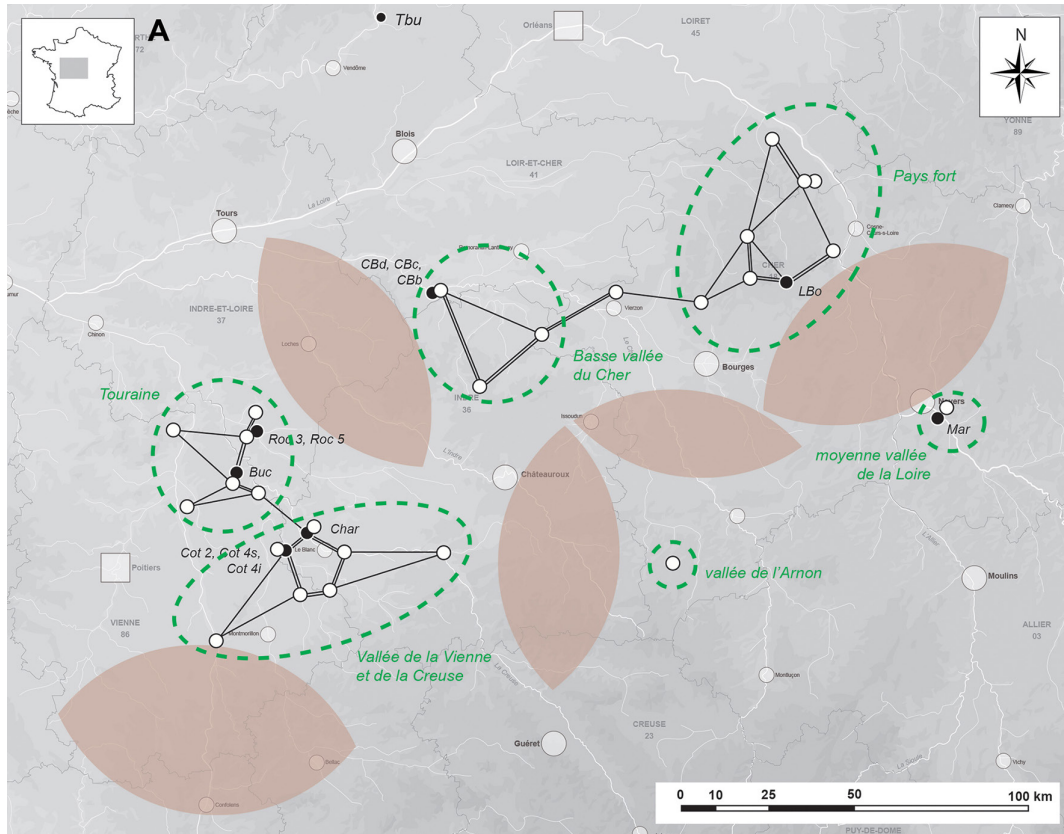


**Fig. 11** – Modélisation en PPA du réseau de matériaux des Bouloises ; les nœuds intégrés dans le réseau correspondent aux sites des Bouloises (point noirs) et aux gîtes exploités aux Bouloises (points blancs) ; les cercles pointillés verts illustrent les différents ensembles identifiés ; les zones rouges sont des aires de Steiner ; la flèche rouge indique un nœud (le gîte de Vierzon) avec un degré d’intermédiarité fort. 11a : Proximal point analysis (PPA) pour une valeur de  $k = 2$  et une contrainte de 60 km ; 11b : Proximal point analysis (PPA) pour une valeur de  $k = \infty$  et une contrainte de 60 km.

**Fig. 11** – PPA modeling of Les Bouloises raw material network; the nodes integrated into the network correspond to Les Bouloises sites (black dots) and the sources exploited at Les Bouloises (white dots); the green dotted circles illustrate the different clusters identified; red areas are Steiner areas; the red arrow indicates a node (the Vierzon area) with a strong degree of ‘betweenness’. 11a: Proximal point analysis (PPA) for a value of  $k = 2$  and a constraint of 60 km; 11b: Proximal point analysis (PPA) for a value of  $k = \infty$  and a constraint of 60 km.

**Abb. 11** – PPA-Modellierung des Rohstoffnetzwerks Les Bouloises; Die in das Netzwerk integrierten Knoten entsprechen den Fundorten von Les Bouloises (schwarze Punkte) und den in Les Bouloises genutzten Quellen (weiße Punkte). Die grün gepunkteten Kreise veranschaulichen die verschiedenen identifizierten Cluster. Rote Bereiche sind Steiner-Bereiche; Der rote Pfeil zeigt einen Knoten (den Vierzon-Bereich) mit einem starken Grad an „Betweenness“ an. Proximal point analysis (PPA) für einen Wert von  $k = 2$  und eine Einschränkung von 60 km; Proximal point analysis (PPA) für einen Wert von  $k = \infty$  und eine Einschränkung von 60 km.



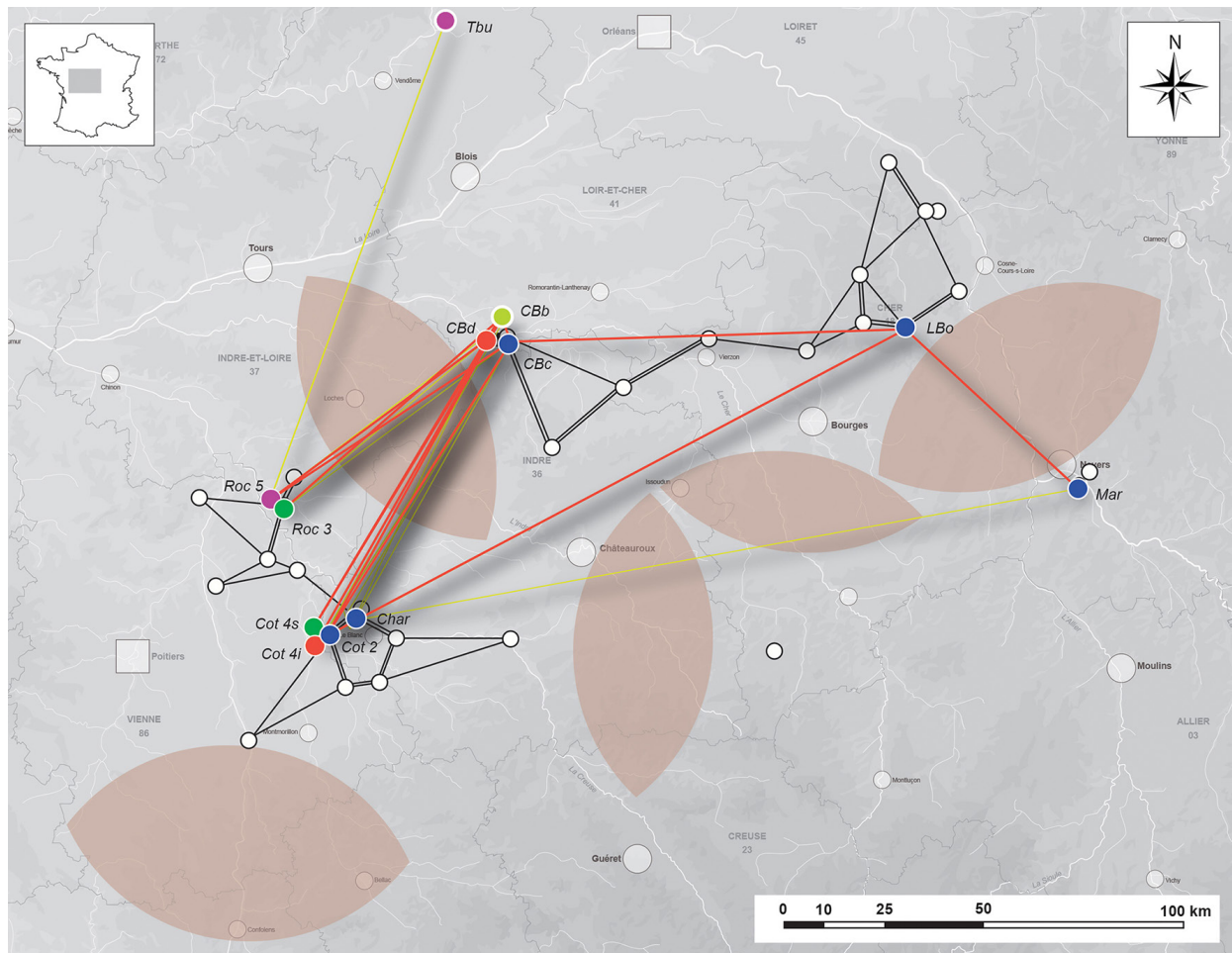


**Fig. 12** – 12a : Proximal point analysis (PPA) pour une valeur de  $k = 2$  et une contrainte de 60 km du réseau de matériaux de l'Aurignacien « classique » du sud du Bassin parisien ; les nœuds intégrés dans le réseau correspondent aux sites (points noirs) et aux gîtes exploités (points blancs) ; les cercles pointillés verts illustrent les différents ensembles identifiés ; les zones rouges sont des aires de Steiner. 12b : Proximal point analysis (PPA) pour une valeur de  $k = 2$  et une contrainte de 60 km ; 12c : Proximal point analysis (PPA) pour une valeur de  $k = 3$  et une contrainte de 60 km.

**Fig. 12** – 12a: Proximal point analysis (PPA) for a value of  $k = 2$  and a constraint of 60 km of the raw material network of the 'Classical' Aurignacian of the south of the Paris Basin; the nodes integrated into the network correspond to the sites (black dots) and to the sources operated (white dots); the green dotted circles illustrate the different sets identified; the red zones are Steiner areas. 12b: Proximal point analysis (PPA) for a value of  $k = 2$  and a constraint of 60 km; 12c: Proximal point analysis (PPA) for a value of  $k = 3$  and a constraint of 60 km.

**Abb. 12** – 12a oben: Proximal point analysis (PPA) für einen Wert von  $k = 2$  und eine Beschränkung von 60 km des Rohstoffnetzwerks des „klassischen“ Aurignacien im Süden des Pariser Beckens; Die in das Netzwerk integrierten Knoten entsprechen den Fundorten (schwarze Punkte) und den genutzten Quellen (weiße Punkte). Die grün gepunkteten Kreise veranschaulichen die verschiedenen identifizierten Sets. Die roten Zonen sind Steiner-Bereiche; 12b unten links: Proximal point analysis (PPA) für einen Wert von  $k = 2$  und eine Beschränkung von 60 km; 12c unten rechts: Proximal point analysis (PPA) für einen Wert von  $k = 3$  und eine Einschränkung von 60 km.





**Fig. 13** – Mise en parallèle des réseaux de circulation de matériaux (PPA pour  $k = 2$  et contrainte à 60 km) et de similarité technique ( $I(s) \geq 0,6$ ) pour les sites aurignaciens du sud du Bassin parisien.

**Fig. 13** – Comparison of the raw material circulation network (PPA for  $k = 2$  and constraint at 60 km) and technical similarity network ( $I(s) \geq 0.6$ ) for the Aurignacian sites in the south of the Paris Basin.

**Abb. 13** – Vergleich des Rohstoffzirkulationsnetzwerks (PPA für  $k = 2$  und Einschränkung bei 60 km) und des Netzwerks für technische Ähnlichkeit ( $I(s) \geq 0,6$ ) für die Aurignacien-Fundorte des südlichen Pariser Beckens.

L'étendue du litho-espace est en effet cohérente avec les relations de similarité à longue distance, notamment illustrées par les liens techniques forts entretenus par les Bouloises, ainsi que par l'exclusion du litho-espace de la Terre du Buisson. Notable est la séparation entre « Touraine » et « Vallées de la Creuse et de La Vienne », illustrée non seulement par les matériaux (un lien faible) mais aussi par le réseau technique. Ceci démontre l'indépendance (tout au moins selon nos indicateurs) de ces deux ensembles qui, bien que reliés, doivent être traités séparément en termes d'occupation de l'espace. À l'inverse, on notera la place centrale jouée par la « Basse vallée du Cher » dans le réseau technique, alors que son rôle dans le réseau de circulation des matériaux est relativement marginal, bien que la somme des égo-réseaux de matériaux (fig. 9) en montre la centralité forte...

Pour aller plus loin, il conviendrait maintenant de réintégrer dans les modélisations les données économiques par type de matériau, informations qui ne sont pour l'instant disponibles de manière exhaustive qu'aux Bouloises et à Marigny. Ceci permettrait d'orienter le

réseau par la mise en évidence de polarités, de tester dans l'espace la question de la perdurance des traditions techniques constatée (voir *supra*) et de savoir si elle s'étend également aux comportements techno-économiques (quantité et type d'introduction de chacun des types concernés). À l'instar de propositions précédentes (Primault, 2003 ; Soressi et Roussel, 2013), la prise en compte de la gestion des différents ensembles géographiques déterminés lors de cette étude (*i.e.* les géotopes), à savoir le statut socio-économique des sites et des études fonctionnelles exhaustives pourraient permettre de mieux appréhender la variabilité de l'Aurignacien du sud du Bassin parisien.

Il s'agira également de développer les réseaux de similarités techniques à plus grande échelle. Nous pensons notamment au département de l'Allier et au sud-ouest de la France. Des silex du Turonien inférieur de la Basse vallée du Cher ont en effet été reconnus dans l'Aurignacien de la grotte des Fées (Châtelperron, Allier ; Delporte *et al.*, 1999) et une pièce issue de la couche V de l'abri Charbonnier – un fragment proximal de lame –

est réalisée en silex campanien V de la région de Bergerac (Primault, 2003, p. 219-220) ; enfin, un ensemble du Sud-Ouest, l'Aurignacien de la nappe 6 de la grotte Bouyssonie (Brive-la-Gaillarde, Corrèze) montre des affinités techniques fortes avec l'US 2 des Cottés et nous y avons reconnu des matériaux provenant de deux des six ensembles identifiés (silex lacustre des Cottés et silex du Turonien supérieur de la vallée de la Claise).

## CONCLUSION

Quel(s) territoire(s) en préhistoire ? Souvent perçu comme des fragments d'un espace vécu, pensé, rêvé... le « territoire » du préhistorien est avant tout une question d'échelle et d'acteurs. Nous ne percevons que des fragments d'espaces de diverses natures au travers des enregistrements discontinus que sont les sites archéologiques. À penser les espaces préhistoriques comme une partie du territoire, un aspect du territoire, un territoire tronqué, l'objet de recherche perd de sa substance (Rasse, 2010 ; Goval, 2012). Ici, le litho-espace n'est pas un fragment du territoire, c'est une donnée à part entière qui ne peut plus être lue d'un point de vue émique. Nous proposons donc d'associer aux nouvelles méthodes d'analyse en pétroarchéologie, un ensemble d'outils, de théories et de concepts déjà existants, issus des analyses de réseaux, en opérant un changement de perspective : s'intéresser aux réseaux de lieux et à leur structuration dans le temps et l'espace et non plus à la recherche de territoires passés. Se positionner à des niveaux distincts et complémentaires contribue à un meilleur cumul des connaissances et conduit à un renouvellement des problématiques dans ce vaste champ de recherche. Dans tous les cas, la conception du territoire associée à l'analyse spatiale doit être systématiquement explicitée et non plus seulement présentée comme dérivant de la seule observation.

Ce besoin est d'autant plus pressant que l'étude des litho-espaces illustre parfaitement la nature fragmentaire de la documentation archéologique, dans la mesure où l'origine des silicites identifiées exprime la fréquentation d'espaces parfois vierges de tout indice archéologique. Ils montrent également que les modalités de circulation des matériaux durant la préhistoire ne répondent pas seulement à une logique économique fondée sur le rapport quantité / type d'introduction / distance, mais sous-tendent la circulation d'objets matériels et immatériels qui s'intègrent à différentes échelles dans de plus vastes réseaux. Ceci justifie pleinement l'utilisation des techniques d'analyses de réseaux pour répondre aux problématiques ayant trait à la spatialité des groupes humains.

Bien entendu, la précision des analyses de réseaux est dépendante de la qualité des données. Ceci ne peut que nous inciter à harmoniser les protocoles d'étude et les modalités de diffusion de l'information concernant les archéomatériaux (voir les travaux du GDR « Silex », des

PCR « Réseau de lithothèques » ou du PCR « Pigmentothèques ») ; mais les données technologiques (quel que soit le type de vestiges) demandent aussi harmonisation et optimisation. À terme, la refonte des données techno-économiques dans une perspective réticulaire (indices de similarité pour des critères issus de différents contextes, égo-réseaux de similarités et de distribution des matériaux et *Proximal point analysis* à différentes échelles) permettra de mieux documenter la cohérence des collectifs préhistoriques. À l'inverse d'autres types d'analyses factorielles multivariées (comme les ACP, les ACPN, les ANACOR...) qui recherchent le ou les critères discriminants dans un ensemble *a priori* jugé cohérent, les analyses de réseaux proposent en effet d'identifier des ensembles à partir d'un nombre fini de données jugées cohérentes (d'où l'importance de systématiser les protocoles d'étude, d'enregistrement et de diffusion des données).

Si elles questionnent la valeur d'ensembles constitués *a priori*, les analyses de réseaux permettent également de structurer les espaces en les considérant non plus d'un point de vue sito-centré, mais du point de vue des interrelations entre lieux de nature variées ; or cette démarche a un réel impact sur la façon de concevoir la préhistoire. L'approche réticulaire de l'espace permet à la fois de contredire les modèles radiaux de diffusion culturelle et les modèles essentialistes qui envisagent les techno-complexes ou les techno-systèmes comme des ensembles clos et homogènes. Or ces modèles ont un impact fort sur la représentation des territoires du Paléolithique et les modalités de diffusion culturelle dans l'espace (entendu que le territoire est considéré comme l'inscription spatiale de la culture) avec des centres, des marges et des voisins, créant des frontières entre groupes qui ont pour seule justification le point de vue du préhistorien. Pour notre part, nous interprétons l'espace comme un maillage de lieux signifiants supportés par des réseaux parfois congruents, parfois indépendants, qui traduisent toute la complexité des comportements humains.

**Remerciements :** Nous souhaitons rendre hommage à R. Séguy pour nous avoir confié l'étude du site de Sainte Anne II et pour avoir porté un intérêt constant à nos recherches. Nous remercions également les organisateurs du colloque « Mobilités des hommes, des objets et des idées entre le LGM et le début de l'Holocène » L. Mevel, A. Maier, J. Maria-Weber pour nous avoir permis de présenter et publier ces travaux. Les idées développées dans cet article doivent beaucoup aux échanges et débats que nous avons pu avoir avec P. Allard, P. Bodu, C. Bressy, J.P. Bracco, A. Gibaud, L. Manolakakis, A. Morala, N. Naudinot, M. de Parthenay, F. Perron, A. Turq, B. Valentin et E. Vaissié ainsi qu'avec les membres des PCR « Réseaux de lithothèques ». Ce travail s'intègre dans le cadre des recherches menées dans les PCR « Réseaux de lithothèques en région Centre-Val-de-Loire », « Réseau de lithothèques en Auvergne Rhône Alpes », « Réseau de lithothèques en Nouvelle Aquitaine », « Matières premières du Bassin parisien », du GDR « Silex », du Projet « Dex\_Ter » du Labex de l'Université de Bordeaux, de la fouille programmée des « Bouloises », de la « Grotte Bouyssonie » et de l'APP « Le Blot ». Il a bénéficié du soutien logistique du Ministère français de la Culture, du Service de Préhistoire et du Tracéolab de l'Université de Liège, des UMR PACEA,

CRéAAH, ASM et ArScAn, de la société Paléotime, ainsi que de l'association Archéo-logis de Laussonne. Enfin, nous remercions les deux relecteurs anonymes de ce manuscrit qui par leurs remarques ont permis de clarifier nos propos.

## NOTES

- (1) En Europe orientale, la question des territoires paléolithiques est rarement abordée (Noiret, 2009 ; Iakovleva et Djindjian, 2014 ; Moreau *et al.*, 2019), alors même qu'il existe de nombreux travaux sur la circulation des groupes néolithiques dans les Balkans (*e.g.* Kanchev, 1978 ; Crandell, 2008 ; Gurova et Nachev, 2008 ; Nachev, 2009 ; Andreeva *et al.*, 2014).
- (2) D'abord introduit en sociologie par B. Latour (1991) comme un groupement d'individus (humains et/ou non-humains) organisés sous forme de réseau dont les frontières sont définies par le choix arbitraire de l'analyste, le terme de « collectif » a été repris en 2005 par Ph. Descola afin de catégoriser un ensemble d'individus « définies par la prévalence en leur sein d'un schème de relations spécifiques » (Descola, 2005, p. 616). Les ensembles ainsi circonscrits sont par essence hétérogènes et non homologues aux découpages habituels de l'ethnographie : ethnies, tribus, bandes, groupe linguistique... et permettent « d'éviter les écueils du fixisme et (...) au lieu de jeter son dévolu sur un ensemble borné au préalable, (...) de repérer le champ couvert par certains schèmes fédérant les pratiques (...) » (Descola, 2005, p. 618). D'abord, élaboré à partir d'observations socio-anthropologiques – donc sub-synchrones – nous proposons d'adapter à la Préhistoire ce concept en prenant une position intermédiaire d'avec ces deux auteurs en considérant les collectifs comme *un ensemble d'acteurs humains et/ou non humains présentant un nombre plus ou moins élevé de traits communs tel que perçus par un observateur extérieur* (ici celui du Préhistorien). Cette définition permet de s'abstraire d'un point de vue anthropo-centré et semble plus apte à définir les ensembles que nous analysons en préhistoire puisque le rapprochement avec les catégories anthropologiques classiques (voir notamment Sahlins, 1968) est toujours sujet à caution en raison des échelles spatio-temporelles appréhender en Préhistoire].
- (3) Voir les travaux du labex « Dynamite » de l'Université Paris 1.
- (4) Le terme de silicite désigne l'ensemble des roches (à l'exception des grès) ayant subi une silicification d'origine chimique, biochimique ou diagénétique (silex, *chert*, silcrète et silice hydrothermale). Il permet de s'affranchir du terme silex (ou *flint*), dont le sens est sujet à controverse et à des incompréhensions selon qu'il est employé par les géologues, les pétrographes, les sédimentologues ou les archéologues. Nous employons donc le terme de silex uniquement pour désigner les roches ayant subi une diagenèse initiale suivie d'une épigenèse siliceuse et portant un cortex.
- (5) Ce formulaire harmonisé à l'échelle nationale est disponible auprès des auteurs, en version papier et dans différents formats numériques (.xls, -.csv et -.dbf).
- (6) PCR « Réseau de lithothèques en Auvergne-Rhône-Alpes » (dir. P. Fernandes), PCR « Réseau de lithothèques en Centre-Val-de-Loire » (dir. V. Delvigne), PCR « Réseau de lithothèques en Nouvelle-Aquitaine » (dir. A. Turq), PCR « Les silicites cénozoïques d'Ile-de-France » (dir. P. Allard), GDR « Silex » (dir. C. Bressy).
- (7) Cette table de données, disponible sur demande auprès des auteurs, est adossée au lexique de diagnose des silicites et constitue le cœur des enseignements aux méthodes de la pétroarchéologie effectuée dans le cadre du GDR « Silex ». Cette table de données est en cours de refonte, afin de créer une base de données relationnelle sur logiciel libre (MySQL) dans le cadre de l'axe 2 du GDR « Silex » (travaux Pasqualini *et al.*, recherches en cours).
- (8) Poronécrose (pétrographie) : colmatage ou tapissage de la porosité.
- (9) Le terme SIG désigne ici l'ensemble des données, des logiciels, des applications, des compétences, des tâches de travail, des procédures de préparation, de stockage, de gestion, d'analyse, d'administration des droits, des dispositions réglementaires et contractuelles, des produits résultants, des concepteurs et des utilisateurs des différentes données à référence spatiale mis en œuvre de façon organisée pour assurer les travaux présentés ici. Les SIG ne se limitent donc pas ici aux seuls logiciels ni aux seules données, contrairement à l'acception générale du terme.
- (10) Voir résumé des communications du colloque ECTQG p. 191-192 ([http://www.ectqg.eu/assets/download/ECTQG2019\\_Programme-and-book-of-abstracts.pdf](http://www.ectqg.eu/assets/download/ECTQG2019_Programme-and-book-of-abstracts.pdf)).
- (11) Ce site fait l'objet d'une réévaluation dans le cadre du projet DEX\_TER (S. Ducasse et M. Langlais coord.).
- (12) Dans le cadre du GDR « SILEX », a été actée une notation harmonisée des gîtes à silicites sous la forme : Initiale du pays (ici Fr) \_ le numéro de la carte géologique (ici 806 - Bergerac) \_ un numéro incrémenté de 1 à n dans la base de données nationale.
- (13) Travaux Raynal, Gisclon et Guadelli : 12680 ± 50 ka BP (Beta 362822) soit entre 15280 et 14840 cal BP (déviat standard à deux sigma, calibration OxCal 4.3, courbe Int-Cal13, Reimer *et al.*, 2013) ; une seconde date, obtenue sur métacarpien de renne, a donné un âge de 12930 ± 60 ka BP (Beta 223284) soit entre 15701 et 15233 cal BP (déviat standard à deux sigma, calibration OxCal 4.3, courbe Int-Cal13, Reimer *et al.*, 2013).
- (14) Identification M. Aulanier
- (15) Déterminations J.-L. Guadelli et J.-M. Lepape
- (16) Aux 5500 objets d'une taille supérieure à 10 mm, nous avons ajouté 730 esquilles.
- (17) Mis à part quelques rares indices aux Roches d'Abilly (Aubry, comm. pers.)
- (18) « [le techno-système] correspond à une combinaison complexe d'activités élémentaires (laquelle peut être vue comme une association de filières). Il est décrit à partir des filières techniques et des données contextuelles qui structurent l'ensemble de la production » (Roux, 2000, p. 277).
- (19) Pour nous, le terme de « complexe » concerne un ensemble de « liens tissés » (lat. *complexus*) entre éléments de registres distincts dans un ensemble cohérent, tandis que le terme de « système » fait référence à des éléments d'un même registre qui sont tous engagés dans un même processus technique (*sensu* Lemonnier, 1983), plus ou moins spécialisé.
- (20) Homophilie (ang. *homophily*) : tendance des nœuds à se connecter à d'autres nœuds similaires (Collar *et al.*, 2015 p. 22).
- (21) Degré de centralité (ang. *degree centrality*) : la centralité d'un nœud est définie en fonction du nombre de liens incidents à ce nœud. Plus un nœud a de liens incidents, plus



- son degré de centralité dans le réseau est élevé et donc plus ce nœud joue un rôle pivot dans le réseau (Collar *et al.*, 2015, p. 20).
- (22) Degré d'intermédiarité (ang. *betweenness centrality*) : le degré d'intermédiarité d'un nœud est défini par sa capacité à créer un chemin le plus court entre deux *clusters* (Collar *et al.*, 2015, p. 21).
- (23) Par Aurignacien classique, nous entendons l'Aurignacien ancien, moyen et récent, en écartant le Proto-aurignacien et l'Aurignacien final tels qu'identifiés dans le sud-ouest de la France (Michel, 2010).
- (24) Aux Roches d'Abilly, la médiane des dates, la présence de burins busqués et la position stratigraphique, au-dessus de la couche 3 dite « Aurignacien ancien », plaident toutefois en faveur d'une composante majoritaire de l'Aurignacien récent classique. La reconnaissance de nombreux burins busqués dans les c. V et III (*sensu* Charbonnier) de l'Abri Charbonnier signale en outre la présence de vestiges de l'Aurignacien récent, mélangés à ceux de l'Aurignacien moyen et du Gravettien (Aubry *et al.*, 2013).
- (25) Nous avons dû regrouper ces classes, car les données disponibles dans la littérature ne distinguent pas toujours ces trois objets.
- (26) La documentation ne permet pas de distinguer tous les différents types de lamelles Dufour reconnus dans le nord de l'Aquitaine (Michel, 2010).
- (27) Une brève revue des données ethnographiques (voir Kelly, 1995 ; Binford, 2001) montre la grande diversité des situations en termes de distance parcourue entre deux lieux par un groupe humain. Si généralement celle-ci oscille entre 10 et 20 km (Binford, 1982 ; Kelly, 1995 ; Groves, 2009), de rares expéditions ponctuelles (souvent dans le cadre de rassemblements intergroupes) peuvent engendrer des trajets plus longs (jusqu'à une soixantaine de kilomètres). Comme 1) nous ne connaissons pas les raisons de la mobilité des groupes du Paléolithique supérieur, 2) nous pré-supposons que l'essentiel des matériaux est acquis à l'occasion d'autres activités (comme le montrent la plupart des données ethnographiques) et 3) jusqu'à preuve du contraire, la mobilité des groupes du Paléolithique étant une mobilité de type « nomade à pieds », nous avons choisi une valeur limite de 60 km. Bien que cette valeur soit assez haute, il est à noter que des valeurs plus basses, comprises entre 10 et 20 kilomètres, ne permettent pas la formation du réseau (aucun point ne se lie avec un autre), en contradiction avec les données archéologiques montrant que ces matériaux sont retrouvés dans de mêmes unités archéologiques.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFFOLTER J. (2002) – *Provenance des silex préhistoriques du Jura et des régions limitrophes*, Neuchâtel, Service et musée cantonal d'archéologie (Archéologie neuchâteloise, 28), 2 tomes, 341 p.
- ALLARD M., CHALARD P., MARTIN H. (2005) – Témoins de mobilité humaine aux Peyrugues (Orniac, Lot) durant le Paléolithique supérieur, signification spatio-temporelle, in J. Jaubert et M. Barbaza (dir.), *Territoires, déplacements, mobilités, échanges durant la Préhistoire. Terres et Hommes du Sud*, Actes des 126<sup>ème</sup> congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques (Toulouse, 2001), Paris, CTHS, p. 219-231.
- AMATI V., MO A., SHAFIE T., HOFMAN C., BRANDES U. (2019) – A framework for reconstructing archaeological network using exponential random graph models, *Journal of Archaeological method and theory*, 27, p. 192-219.
- ANDERSON L. (2019) – *Essai de paléosociologie aurignacienne. Gestion des équipements lithiques et transmission des savoir-faire parmi les communautés établies dans le sud de la France*, Thèse de doctorat, Université de Toulouse Jean-Jaurès, Toulouse, 1263 p.
- ANDREEVA P., STEFANOVA E., GUROVA M. (2014) – Chert raw materials and artefacts from NE Bulgaria: A combined petrographic and LA-ICP-MS study, *Journal of Lithic Studies*, 1, 2, p. 25-45.
- ANGEVIN R. (dir.) (2017) – *Gisement présumé Aurignacien récent des « Bouloises ». 1<sup>ère</sup> campagne (2017)*, Rapport d'opération de fouille archéologique programmée, Direction régionale des affaires culturelles du Centre-Val-de-Loire, Orléans, 163 p. (diffusion restreinte).
- ANGEVIN R. (dir.) (2018) – *Gisement Moustérien et Aurignacien moyen/récent des « Bouloises ». 2<sup>ème</sup> campagne (2018)*, Rapport d'opération de fouille archéologique programmée, Direction régionale des affaires culturelles du Centre-Val-de-Loire, Orléans, 216 p. (diffusion restreinte).
- AUBRY T. (1991) – *L'exploitation des ressources en matières premières lithiques dans les gisements solutréens et badois du bassin versant de la Creuse (France)*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux-1, 327 p.
- AUBRY T. (2005) – Étude de l'approvisionnement en matières premières lithiques d'ensembles archéologiques, remarques méthodologiques et terminologiques, in D. Vialou, J. Renault-Miskovsky et M. H. Patou-Mathis (dir.), *Comportements des hommes du Paléolithique moyen et supérieur en Europe : territoires et milieux*, Actes du colloque du G.D.R. 1945 du C.N.R.S. (Paris, 2003), Liège, ERAUL, p. 87-99.
- AUBRY M. P., DEWOLF, Y., MUXART, T. (1975) – Altération des silex de la craie, étude expérimentale, première observation, *Compte rendu de l'Académie des Sciences*, série D, 280, p. 1509-1512.
- AUBRY T., LUIS L., MANGADO LLACH X., MATIAS H. (2012a) – We will be known by the tracks we leave behind: Exotic lithic raw materials, mobility and social networking among the Côa Valley foragers (Portugal), *Journal of Anthropological Archaeology*, 31, p. 528-550.
- AUBRY T., DIMUCCIO L. A., ALMEIDA M., BUYALTER J. P., FONTANA L., HIGHAM T., LIARD M., MURRAY A. S., NEVES M. J., PEYROUSSE J. B., WALTER B. (2012b) – Stratigraphic and technological evidence from the middle palaeolithic-Châtelperronian-Aurignacian record at the Bordes-Fitte rockshelter (Roches d'Abilly site, Central France), *Journal of human evolution*, 62, 1, p. 116-137.
- AUBRY T., ALMEIDA M., CANDELA P., CHAUVIÈRE F. X., DIMUCCIO L., FONTANA L., LIARD M., MARQUET J.-C., NEVES M. J., PEYROUSSE J. B., WALTER B. (2013) – Le Paléolithique supérieur ancien dans le sud-ouest du Bassin



- parisien : du Châtelperronien au Gravettien dans les vallées de la Creuse et de la Claise, in P. Bodu, L. Chehmana, L. Klaric, L. Mevel, S. Soriano et N. Teyssandier (dir.), *Le Paléolithique supérieur ancien de l'Europe du Nord-Ouest. Réflexions et synthèses à partir d'un projet collectif de recherche sur le centre et le sud du Bassin parisien*, Actes du colloque de Sens (Sens, 15-18 avril 2009), Paris, Société préhistorique française (Mémoire, 56), p. 299-315.
- AUDOUZE F. (2006) – Essai de modélisation du cycle annuel de nomadisation des Magdaléniens du Bassin parisien, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 103, 4, p. 683-694.
- AUDOUZE F. (2007) – Mobilité résidentielle et stratégie de subsistance dans le Magdalénien du Bassin parisien, in P. Rouillar, C. Perlès et E. Grimaud (dir.), *Mobilités, immobilité : l'emprunt et son refus*, Actes du colloque de Nanterre (Nanterre, 8-9 juin 2006), Paris, de Boccard, p. 27-44.
- AUGÉ M. (1992) – *Non-lieux. Introduction à une anthropologie de la surmodernité*, Paris, Le Seuil, 150 p.
- BANOS V. (2009) – Repenser le couple « territoire-lieu » : pour une géographie de la démocratie ? in M. Vanier (dir.), *Territoires, territorialité, territorialisation. Controverses et perspectives*, actes des entretiens de la cité des Territoires (Grenoble, 7 et 8 juin 2007), Rennes, Presses universitaires de Rennes, p. 157-165.
- BAVOUX J. J. (2002) – *La géographie. Objet, méthodes, débats*, Paris, Armand Colin, 239 p.
- BEHL R. J., SMITH B. M. (1992) – Silicification of deep-sea sediments and the oxygen isotope composition of diagenetic siliceous rocks from the western Pacific, Pigafetta and east Mariana basins, *Proceedings of the ODP, scientific results*, 129, 81-117.
- BENTLEY R. A., MASCHNER H. D. (dir.) (2003) – *Complex Systems and Archaeology*, Salt Lake City, University of Utah Press, 160 p.
- BÉREZIAT G., FLOSS H. (2016) – De longs fleuves tranquilles ? Le rôle du couloir Rhin-Saône-Rhône dans la dynamique de peuplement à la fin du Paléolithique supérieur sur le pourtour jurassien, in S. Robert et B. Sittler (dir.), *Water as morphogen in Landscapes*, XVII<sup>e</sup> Congrès Mondial de l'UISPP (Burgos, 1-7 septembre 2014), Oxford, Archaeopress, p. 15-30.
- BERNARD-GUELLE S. (2005) – Territoires et mobilité des groupes moustériens en Vercors : analyses et discussion, *L'Anthropologie*, 109, p. 799-814.
- BERNUS E. (1982) – Territoires nomades - approches d'un géographe, *Bulletin de l'équipe écologie et anthropologie des sociétés pastorales*, 11, p. 84-90.
- BINFORD L. R. (1962) – Archaeology as anthropology, *American antiquity*, 28, 2, p. 217-225.
- BINFORD L. R. (1979) – Organization and formation Processes looking at curated technology, *Journal of Anthropological Research*, 35, p. 255-273.
- BINFORD L. R. (1982) – The archaeology of place, *Journal of Anthropological Archaeology*, 1, p. 5-31.
- BINFORD L. R. (2001) – *Constructing frame of reference. An analytical method for archaeological theory building using ethnographic and environmental data sets*, Berkeley, University of California Press, 563 p.
- BINFORD L. R. (2012) – *Nunamiut Ethnoarchaeology*, New York, Eliot Werner Publications Inc, 509 p.
- BLADES B. (2006) – Common concerns in the analysis of lithic raw material exploitation in the old and new worlds, in C. Bressy, A. Burke, P. Chalard et H. Martin (dir.), *Notions de territoire et de mobilité. Exemples de l'Europe et des premières nations en Amérique du Nord avant le contact européen*, Actes de sessions présentées au X<sup>ème</sup> congrès annuel de l'Association Européenne des Archéologues (Lyon, 8-11 septembre 2004), Liège, ERAUL, p. 155-162.
- BLAKE E. (2014) – *Social networks and regional identity in Bronze Age Italy*, Cambridge, Cambridge University Press, 330 p.
- BODU P., CHEHMANA L., KLARIC L., MEVEL L., SORIANO S., TEYSSANDIER N. (dir.) (2013) – *Le Paléolithique supérieur ancien de l'Europe du Nord-Ouest. Réflexions et synthèses à partir d'un projet collectif de recherche sur le centre et le sud du Bassin parisien*, Actes du colloque de Sens (Sens, 15-18 avril 2009), Paris, Société préhistorique française (Mémoire, 56), 516 p.
- BON F. (2002) – *L'Aurignacien entre mer et océan : réflexion sur l'unité des phases anciennes de l'Aurignacien dans le Sud de la France*, Paris, Société préhistorique française (Mémoire, 29), 253 p.
- BONNEMAISON J. (1981) – Voyage autour du territoire, *Espace géographique*, 10, 4, p. 249-262.
- BORCK L., MILLS B. J., PEEPLES M. A., CLARK J. J. (2015) – Are social networks survival networks? An example from the Late Prehispanic U.S. Southwest, *Journal of Archaeological Method and Theory*, 22, 1, p. 33-57.
- BORDES F., SONNEVILLE-BORDES, DE D. (1954) – Présence probable de jaspé de Fontmaure dans l'Aurignacien V de Laugerie-haute, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 51, p. 67-68.
- BORDES J. G., LENOBLE A. (2002) – La « lamelle Caminade » : un nouvel outil lithique aurignacien ? *Bulletin de la Société préhistorique française*, 99, 4, p. 735-749.
- BOULE M. (1892) – *Description géologique du Velay*, Thèse de doctorat, Université de Paris, Paris, 261 p.
- BOURDIER C. (2010) – *Paléogéographie symbolique au Magdalénien moyen : apport de l'étude des productions graphiques pariétales des abris occupés et sculptés de l'Ouest français (Roc-aux-Sorciers, Chaire-à-Calvin, Reverdit, Cap-Blanc)*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux, Talence, 408 p.
- BRACCO J.-P. (2004) – Fonction et fonctionnement du gisement épigravettien de Saint-Antoine à Vitrolles (Hautes-Alpes) : données et propositions, in P. Bodu et C. Constantin (dir.), *Approches fonctionnelles en préhistoire*, Actes du XXV<sup>ème</sup> Congrès préhistorique de France (Nanterre, 24-26 novembre 2000), Paris, Société préhistorique française, p. 335-340.
- BRACCO J.-P. (2005) – De quoi parlons-nous ? Réflexions sur l'appréhension des territoires en Préhistoire paléolithique, in J. Jaubert et M. Barbaza (dir.), *Territoires, déplacements, mobilités, échanges durant la Préhistoire. Terres et Hommes du Sud*, Actes des 126<sup>ème</sup> congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques (Toulouse, 2001), Paris, CTHS, p. 13-16.

- BRANDL M., MARTINEZ M. M., HAUZENBERGER C., FILZMOSE P., NYMOEN P., MEHLER N. (2018) – A multi-technique analytical approach to sourcing Scandinavian flint: Provenance of ballast flint from the shipwreck 'Leirvigen 1', Norway, *PLoS one*, 13, 8, e0200647.
- BRANDES U., ROBINS G., MCCRANIE A., WASSERMAN S. (2013) – What is network science? *Network science*, 1, 1, p. 1-15.
- BRESSY, C. (2002) – *Caractérisation et gestion du silex des sites mésolithiques et néolithiques du Nord-Ouest de l'arc alpin. Une approche pétrographique et géochimique*, Thèse de doctorat, Université Aix-Marseille 1, Aix-en-Provence, 677 p.
- BRESSY C., BURKE A., CHALARD P., MARTIN H. (2006a) – Avant-propos, in C. Bressy, A. Burke, P. Chalard et H. Martin (dir.), *Notions de territoire et de mobilité. Exemples de l'Europe et des premières nations en Amérique du Nord avant le contact européen*, Actes de sessions présentées au X<sup>ème</sup> congrès annuel de l'Association Européenne des Archéologues (Lyon, 8-11 septembre 2004), Liège, ERAUL, p. 5-7.
- BRESSY C., BURKE A., CHALARD P., MARTIN H. (dir.) (2006b) – *Notions de territoire et de mobilité. Exemples de l'Europe et des premières nations en Amérique du Nord avant le contact européen*, Actes de sessions présentées au X<sup>e</sup> congrès annuel de l'Association Européenne des Archéologues (Lyon, 8-11 septembre 2004), Liège, ERAUL, 169 p.
- BRÉZILLON M. (1968) – *La dénomination des objets de pierre taillée*, Paris, CNRS, 417 p.
- BROodbANK C. (2002) – *An island archaeology of the early Cyclades*, Cambridge, Cambridge University Press, 434 p.
- BRUGHMANS T. (2010) – Connecting the dots: towards archaeological network analysis, *Oxford Journal of Archaeology*, 29, 3, p. 277-303.
- BRUGHMANS T. (2013) – Thinking through networks: a review of formal network methods in archaeology, *Journal of Archaeological Method and Theory*, 20, 4, p. 623-662.
- BRUGHMANS T., BRANDES U. (2017) – Visibility network patterns and methods for studying visual relational phenomena in archeology, *Frontiers in Digital Humanities*, 4, 17, doi: 10.3389/fdigh.2017.00017.
- BRUGHMANS T., PEEPLES M. (2017) – Trends in archaeological network research: A bibliometric analysis, *Journal of Historical Network Research*, 1, 1, p. 1-24.
- BRUGHMANS T., COLLAR A., COWARD F. (dir.) (2016) – *The connected past: challenges to network studies in archaeology and history*, Oxford, Oxford University Press, 224 p.
- BRUNET R. (2001) – *Le déchiffrement du monde*, Paris, Belin, 192 p.
- BRUNET R. FERRAS R., THERY H. (1992) – *Les mots de la géographie*, Paris, La documentation française, 518 p.
- BURKE A. L. (2008) – L'économie des matières premières en Estrie : la perspective géoarchéologique, Entre lacs et montagne au Méganticois : 12 000 ans d'histoire Amérindienne, *Paléo Québec*, p. 249-269.
- CAMBRÉZY L., QUINTY-BOURGEOIS L., BLANC-PAMARD C. (1999) – Pour Joël, in J. Bonnemaïson, L. Cambrézy et L. Quinty-Bourgeois (dir.), *Les territoires de l'identité. Tome 1 : le territoire, lien ou frontière ?*, Paris, L'Harmattan, p. 9-10.
- CASTEL J. C., CHADELLE J. P., GENESTE J. P. (2005) – Nouvelle approche des territoires solutréens du sud-ouest de la France, in J. Jaubert et M. Barbaza (dir.), *Territoires, déplacements, mobilités, échanges durant la Préhistoire. Terres et Hommes du Sud*, Actes des 126<sup>ème</sup> congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques (Toulouse, 2001), Paris, CTHS, p. 279-294.
- CATTIN M.-I. (2002) – *Du nodule à l'outil ou le silex dans tous ses états : le matériel lithique des campements magdaléniens d'Hauterive Champréveyres*, Thèse de doctorat, Université de Neuchâtel, Neuchâtel, 606 p.
- CAUX S. (2015) – *Du territoire d'approvisionnement au territoire culturel. Pétroarchéologie et techno-économie du silex Grain de mil au cours de l'Aurignacien dans le Sud-ouest de la France*, Thèse de doctorat, université de Bordeaux 1, Talence, 249 p.
- CHALARD P., GUILLERMIN P., JARRY M. (2006) – Acquisition et exploitation des silex allochtones au Gravettien. L'exemple de la couche E du gisement des fieux (Lot, France), in C. Bressy, A. Burke, P. Chalard et H. Martin (dir.), *Notions de territoire et de mobilité. Exemples de l'Europe et des premières nations en Amérique du Nord avant le contact européen*, Actes de sessions présentées au X<sup>ème</sup> congrès annuel de l'Association Européenne des Archéologues (Lyon, 8-11 septembre 2004), Liège, ERAUL, p. 29-40.
- CHAMPIER L. (1955) – Géographie humaine et préhistoire, *Revue de géographie de Lyon*, 30, 2, p. 145-151.
- CHARBONNIER O. (1962) – L'abri aurignacien des Roches, Commune de Pouligny-Saint-Pierre (Indre), *L'Anthropologie*, 66, 5-6, p. 469-484.
- CHASTEIGNIER DE A. (1868) – *L'Age de Pierre dans les Landes de la Gironde, découverte des ateliers de fabrication des pointes de flèches et de l'origine du silex employé*, Bordeaux, Didier, 7 p.
- CHEVRIER B. (2012) – Ni espace ni temps en Préhistoire ancienne : « Out of Africa » ou le paradigme de la flèche, *M@ppemonde*, 106.
- CHIOTTI L. (1999) – *Les industries lithiques des niveaux aurignaciens de l'abri Pataud, Les Eyzies-de-Tayac (Dordogne) : étude technologique et typologique*, Thèse de doctorat, Muséum national d'histoire naturelle de Paris, Paris, 623 p.
- CHIOTTI L. (2000) – Lamelles Dufour et grattoirs aurignaciens (carénés et à museau) de la couche 8 de l'abri Pataud, Les Eyzies-de-Tayac, Dordogne, *L'Anthropologie*, 104, 2, p. 239-263.
- CHIOTTI L. (2003) – Les productions lamellaires dans l'Aurignacien de l'abri Pataud, Les Eyzies-de-Tayac (Dordogne), *Gallia préhistoire*, 45, 1, p. 113-156.
- CHIOTTI L., NESPOULET R., MORALA A., GUILLERMIN P. (2013) – Chapitre 8 – Données typo-technologiques de l'industrie lithique, in R. Nespoulet, L. Chiotti et D. Henry-Gambier (dir.), *Le Gravettien final de l'abri Pataud (Dordogne, France). Fouilles et études 2005-2009*, Oxford, Archeopress (BAR, International Series 2458), p. 111-126.
- CHOUQUER G. (2000) – *L'étude des paysages. Essais sur leurs formes et leur histoire*, Paris, Errance, 208 p.
- CHOUQUER G. (2008) – *Traité d'archéogéographie, La crise des récits géohistoriques*, Paris, Errance, 200 p.

- CLASSEN E. (2008) – Early neolithic social networks in western Germany, in A. Posluschny, K. Lambers et I. Herzog, (dir.), *Layers of Perception*, Proceedings of the 35<sup>th</sup> International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA) (Berlin, 2-6 April, 2007), Analysing Ancient Economies and Social Relations, p. 1-7.
- COLLAR A., COWARD F., BRUGHMANS T., MILLS B. J. (2015) – Networks in archaeology: phenomena, abstraction, representation, *Journal of Archaeological Method and Theory*, 22, 1, p. 1-32.
- COLLIGNON B. (1996) – *Les Inuit. Ce qu'ils savent du territoire*, Paris, L'Harmattan, 254 p.
- CONNET N., CHAUSSÉ C., LHOMME V., PRIMAULT J., LISTRAT, P. (2015) – Le site de Marigny à Sauvigny-les-Bois (Nièvre, France), dans la perspective des occupations du Paléolithique supérieur ancien sur la marge sud du bassin de Paris, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 112, 4, p. 621-645.
- CRANDELL O. N. (2008) – Regarding the procurement of lithic materials at the Neolithic site at Limba (Alba County, Romania): sources of local and imported materials, in R. I. Kostov, B. Gaydarska et M. Gurova (dir.), *Geoarchaeology and Archaeomineralogy*, Proceedings of the International Conference (Sofia, 29-30 October 2008), Sofia, Sv. Ivan Rilski, p. 36-45.
- DAMOUR A. (1865) – Sur la composition des Haches en pierre trouvées dans les monuments celtiques et chez les sauvages, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, LXI, p. 1-13.
- DAUGAS J. P., RAYNAL, J. P. (2007) – Territoire et occupation humaine au Magdalénien dans le bassin moyen de l'Allier (Auvergne, Massif central français), in R. Desbrosse et A. Thévenin (dir.), *Arts et cultures de la Préhistoire : hommages à Henri Delporte*, Paris, CTHS, p. 197-235.
- DEBARBIEUX B. (1995) – Le lieu, le territoire et trois figures de rhétorique, *Espace géographique*, 24, 2, p. 97-112.
- DEBARBIEUX B. (2009) – Territoire – Territorialité – Territorialisation : aujourd'hui encore, et bien moins que demain ... in Vanier M. (dir.), *Territoires, territorialité, territorialisation. Controverses et perspectives*, Actes des entretiens de la cité des Territoires (Grenoble, 7 et 8 juin 2007), Rennes, Presses universitaires de Rennes, p. 19-30.
- DE CARLOS IZQUIERDO J. (1990) – *La Arqueogeografía. Un procedimiento para el estudio del espacio prehistórico*, Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid 413 p.
- DEFFONTAINES P. (1924) – La géographie préhistorique, *Annales de géographie*, 33, p. 19-29.
- DELAGNES A. (2013) – *Systèmes techniques, subsistance et mobilité au Paléolithique moyen : interactions et implications diachroniques*, Mémoire d'Habilitation à diriger des recherches, Université de Bordeaux 1, Bordeaux, 323 p.
- DELPORTE H., SURMELY F., URGAL A. (1999) – *Châtelperron : Un grand gisement préhistorique de l'Allier*, Moulins, Conseil général de l'Allier, 48 p.
- DELVIGNE V. (2016) – *Géoresources et expressions technoculturelles dans le sud du Massif central au Paléolithique supérieur : des déterminismes et des choix*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux, Talence, 1297 p.
- DELVIGNE V., RAYNAL J. P. (accepté) – Geographical Spaces, areas, routes, sites... Reading Palaeolithic territories? in N. Goutas, S. Mery et A. Averbough (dir.), *Nomades lives*, Paris, Publications scientifiques du Museum.
- DELVIGNE V., FERNANDES P., PIBOULE M., LAFARGE A., GENESTE J. M., MONCEL M.-H., RAYNAL J. P. (2014) – Ressources en silex au Paléolithique supérieur dans le Massif central : réseaux locaux et approvisionnements lointains revisités, in M. Otte et F. Le Brun Ricalens (dir.), *Modes de contacts et de déplacements au Paléolithique eurasiatique*, Actes du colloque international de la commission 8 de l'UISPP (Liège, 28-31 mai 2012), Liège, ERAUL et Luxembourg, Musée National d'Histoire et d'Art, p. 403-435.
- DELVIGNE V., FERNANDES P., PIBOULE M., LAFARGE A., RAYNAL J. P. (2017) – Circulation de géomatières sur de longues distances au Paléolithique supérieur : le cas des silex du Turonien du sud du Bassin parisien, *Comptes rendus Palevol*, 16, 1, p. 82-102.
- DELVIGNE V., ANGEVIN R., FERNANDES P., LETHROSNE H. (dir.) (2018) – *Réseau de lithothèques en région Centre-Val-de-Loire*, Rapport de Programme collectif de recherche, Direction régionale des affaires culturelles du Centre-Val-de-Loire, Orléans, 182 p. (diffusion restreinte).
- DELVIGNE V., PIBOULE M., FERNANDES P., LAFARGE A., PRIMAULT J., AUBRY T., MANGADO X., RAYNAL J. P. (2018) – Principales matières premières lithiques disponibles au Paléolithique entre le Bassin parisien et l'Auvergne : partie 2 – Loir-et-Cher, Indre-et-Loire. Le cas du Turonien inférieur et supérieur, in O. Troubat (dir.), *Préhistoire de la France centrale. Actualité de la recherche*, actes du colloque interrégional de Montluçon (Montluçon, 19 novembre 2016), Montluçon, Cercle d'Archéologie de Montluçon et de la région, p. 28-49.
- DELVIGNE V., FERNANDES P., TUFFÉRY C., ANGEVIN R., LETHROSNE H., AUBRY T., CREUSILLET M. F., DÉPONT J., LE BOURDONNEC F. X., LAFARGE A., LIABEUF R., MANGADO-LLACH X., MONCEL M. H., PHILIPPE M., PIBOULE M., PRIMAULT J., RAYNAL J.-P., RECQ C., SANCHEZ DE LE TORRE M., TEURQUEUTY G., VERJUX C. (2019a) – Grand-Pressigny was not alone: acquiring and sharing data about raw materials in the collective research project 'Réseau de lithothèques en région Centre-Val de Loire' (France), *Journal of lithic studies*, 5, 2, <https://doi.org/10.2218/jls.2798>.
- DELVIGNE V., FERNANDES P., PIBOULE M., BINDON P., CHOMETTE D., DEFIVE E., LAFARGE A., LIABEUF R., MONCEL M.-H., VAISSIÉ E., WRAGG-SYKES R., RAYNAL J.-P. (2019b) – Barremian–Bedoulian flint humanly transported from the west bank of the Rhône to the Massif-Central Highlands – A diachronic perspective, *Comptes rendus Palevol*, 18, 1, p. 90-112.
- DELVIGNE V., FERNANDES P., TUFFÉRY C., RAYNAL J.-P., KLARIC L. (2020a) – Taphonomic method and database to establish the origin of silicites from the Middle-recent Gravettian of La Picardie open-air site (Indre-et-Loire, France), *Journal of Archaeological Science: Reports*, 32, <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102369>.
- DELVIGNE V., FERNANDES P., BINDON P., BRACCO J. P., KLARIC L., LAFARGE A., LANGLAIS M., PIBOULE M., RAYNAL J. P. (2020b) – Geo-resources and techno-cultural expressions in the south of the French Massif Central during the



- Upper Palaeolithic: determinism and choices, in H. Collet, A. Hauzeur et F. Bostyn (dir.) *Acts of the 7<sup>th</sup> international conference of the UISPP Commission on Flint Mining in Pre- and Protohistoric times* (septembre 2016 ; Mons et Spienne), Bruxelles, Société royale belge d'Anthropologie et de Préhistoire (Anthropologica et Præhistorica, 128), p. 39-55.
- DELVIGNE V., FERNANDES P., NOIRET P. (sous presse) – Quand la pétroarchéologie questionne la notion de site : états de surface et taphonomie des objets lithiques de La Belle Roche (Sprimont, Prov. de Liège, Belgique), *Comptes rendus Palevol*.
- DEMARS P. Y. (1982) – *L'utilisation du silex au Paléolithique supérieur : choix, approvisionnement, circulation : l'exemple du bassin de Brive*, Paris, CNRS (Cahier du Quaternaire, 5), 253 p.
- DEMARS P. Y. (1990) – L'économie du silex à Laugerie-Haute (Dordogne), in M. R. Séronie Vivien et M. Lenoir (dir.), *le silex de sa genèse à l'outil*, Actes du 5<sup>ème</sup> flint Symposium (Talence, 17 septembre-2 octobre 1987), Paris, CNRS (Cahier du Quaternaire, 17), p. 373-383.
- DEMARS P. Y. (1994) – *L'économie du silex au Paléolithique supérieur dans le Nord de l'Aquitaine*, Thèse d'état, Université de Bordeaux I, Talence, 549 p.
- DEMARS P. Y. (1998) – Circulation des silex dans le Nord de l'Aquitaine au Paléolithique supérieur. L'occupation de l'espace par les derniers chasseurs cueilleurs, *Gallia Préhistoire*, 40, 1-28.
- DEMARS P. Y., LAURENT P. (1992) – *Types d'outils lithiques du Paléolithique supérieur en Europe*, Paris, CNRS, 178 p.
- D'ERRICO F., SALOMON H., VIGNAUD C., STRINGER C. (2010) – Pigments from the Middle Palaeolithic levels of Es-Skhul (Mount Carmel, Israel), *Journal of Archaeological Science*, 37, 12, p. 3099-3110.
- DESCOLA P. (2005) – *Par-delà nature et culture*, Paris, Gallimard, 800 p.
- DESCOLA P. (2016) – *Les usages de la terre. Cosmopolitiques de la territorialité*, Cours du Collège de France du 11 mai 2016, amphithéâtre Maurice Halbwachs – Marcelin Berthelot (Non publié ; <https://www.college-de-france.fr/site/philippe-descola/course-2016-2017.htm>).
- DI MÉO G. (1998) – *Géographie sociale et territoires*, Paris, Nathan, 320 p.
- DI MÉO G., BULÉON P. (2005) – *L'espace social. Lecture géographique des sociétés*, Paris, Armand Colin, 304 p.
- DJEMMALI N. (2016) – *Extension de carrière dans la vallée du Loir. Saint-Jean-Froidmentel, Loir-et-Cher, « Terres du Buisson »*, Rapport de diagnostic, Direction régionale des affaires culturelles du Centre-Val-de-Loire, Orléans, 95 p. (diffusion restreinte).
- DIJINDJIAN F., KOZŁOWSKI J. K., BICHO N. (dir.) (2009) – *Le concept de territoires dans le Paléolithique supérieur européen*, Actes du XV<sup>ème</sup> congrès international de l'UISPP, (Lisbonne, 4-9 septembre 2006), Oxford, Archaeopress (BAR International Series 1938), 272 p.
- DUBREUILH J., CHARNET F., LENOIR M. (1995) – *Notice de la carte géologique au 1/50 000ème, feuille de Libourne (804)*, Orléans, BRGM, 59 p.
- EARLE T. K., ERICSON J. E. (dir.) (1977) – *Exchange system in Prehistory*, New-York, Academic press, 274 p.
- ELEFANTI P., MARSHALL G. (2018) – Mobility during the Upper Palaeolithic in Greece: some suggestions for the Argolid Peninsula, *Journal of Archaeology*, 3, p. 7-22.
- ERNST W. G., CALVERT S. E. (1969) – An experimental study of the recrystallization of porcelanite and its bearing on the origin of some bedded cherts, *American Journal of Science*, 267, p. 114-133.
- FAVORY F., VAN DER LEEUW S. (dir.) (2016) – *Voyage dans l'archéologie spatiale anglo-saxonne*, Besançon, Presse Universitaires de Franche-Comté, 201 p.
- FÉBLLOT-AUGUSTINS J. (1993) – Mobility strategies in the late middle paleolithic of central Europe and Western Europe: element of stability and variability, *Journal of Anthropological Archaeology*, 12, p. 211-265.
- FÉBLLOT-AUGUSTINS J. (1997) – *La circulation des matières premières au Paléolithique*, Liège, ERAUL, 2 volumes, 522 p.
- FÉBLLOT-AUGUSTINS J. (2009) – Revisiting European Upper Paleolithic raw material transfers: the demise of the cultural ecological paradigm?, in B. Adams et B. Blades (dir.), *Lithic materials and Paleolithic societies*, Oxford, Wiley-Blackwell, p. 25-46.
- FÉBLLOT-AUGUSTINS J., PERLÈS C. (1992) – Perspectives ethno-archéologiques sur les échanges à longue distance, in F. Audouze (dir.), *Ethnoarchéologie : justification, problèmes, limites*, Actes des XII<sup>ème</sup> Rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes (Juan-les-Pins, 17- 19 octobre 1991), Juan-les-Pins, APDCA, p. 195-209.
- FERNANDES P. (2012) – *Itinéraires et transformations du silex : une pétroarchéologie refondée, application au Paléolithique moyen*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux I, Talence, 623 p.
- FERNANDES P. (dir.) 2017 – *Réseau de lithothèques en Auvergne Rhône-Alpes*, Rapport de Programme collectif de recherche, Direction régionale des affaires culturelles Auvergne Rhône-Alpes, Lyon, 111 p. (diffusion restreinte).
- FERNANDES P., RAYNAL J. P. (2006) – Pétroarchéologie du silex : un retour aux sources, *Comptes rendus Palevol*, 5, p. 829-837.
- FERNANDES P., LE BOURDONNÉC F. X., RAYNAL J.-P., POUPEAU G., PIBOULE M., MONCEL M. H. (2007) – Origins of prehistoric flints: The neocortex memory revealed by scanning electron microscopy, *Comptes rendus Palevol*, 6, p. 557-568.
- FERNANDES P., RAYNAL J. P., TALLET P., TUFFÉRY C., PIBOULE M., SÉRONIE-VIVIEN M., SÉRONIE-VIVIEN M. R., TURQ A., MORALA A., AFFOLTER J., MILLET D., MILLET F., BAZILE F., SCHMIDT P., FOUCHER P., DELVIGNE V., LIAGRE J., GAILLOT S., MORIN A., MONCEL M. H., GARNIER J. F., LÉANDRI-BRESSY C. (2013) – Une carte et une base de données pour les formations à silex du sud de la France: un outil pour la pétroarchéologie, *Paléo*, 24, p. 219-228.
- FERNANDES P., TUFFÉRY C., BINDER D., LÉANDRI-BRESSY C., BRACCO J.-P., TALLET P., MORALA A., TURQ A., DAVITIAN G., CAVERNE J.-B., DALPHINET D., DELVIGNE V., LIAGRE J., GAILLOT S., MILLET D., MILLET F., PIBOULE M., PICAVET R., SCHMIDT P., TOMASSO A., AFFOLTER J.,



- BAZILE F., GARNIER J. F., BINTZ P., PINÇON G., RAYNAL J.-P. (2016) – Constitution d'une base de données géoréférencées sur les formations à silex dans le sud de la France. Une démarche collaborative, in D. Binder (dir.), *Comptes rendus de la table ronde « Ressources lithiques, productions et transferts entre Alpes et Méditerranée »* (Nice, 28 et 29 mars 2013), Paris, Société préhistorique française, p. 137-152.
- FERNANDES P., DELVIGNE V., DUBERNET S., LE BOURDONNÉC F. X., MORALA A., MOREAU L., PIBOULE M., TURQ A., RAYNAL J.-P. (2020) – Flint studies revisited: the 'chaîne évolutive' concept, in H. Collet, A. Hauzeur et F. Bostyn (dir.), *Acts of the 7<sup>th</sup> international conference of the UISPP Commission on Flint Mining in Pre- and Protohistoric times* (septembre 2016 ; Mons et Spienne), Bruxelles : Société royale belge d'Anthropologie et de Préhistoire (Anthropologica et Præhistorica, 128), p. 263-269.
- FOLK R. L. (1959) – Practical classification of limestone, *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 43, p. 1-38.
- FOSSIER R. (2002) – *Enfance de l'Europe. Aspects économiques et sociaux. L'homme et son espace*, tome 1, Paris, Nouvelle Cléo, 605 p.
- FOUÉRÉ P. (1985) – *Sainte Anne II : Étude du matériel lithique*, Mémoire de DEA, Université de Bordeaux I, Talence, 53 p.
- FOUGÈRE F. (2011) – Pour une modélisation du cycle annuel de nomadisation des chasseurs-cueilleurs : données ethnographiques et conditions d'application archéologique, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 108, 2, p. 201-220.
- FRÉROT A.-M. (1999) – Territoires nomades en devenir. Questions à propos de l'urbanisation d'un espace nomade (Mauritanie), in J. Bonnemaïson, L. Cambrézy et L. Quinty-Bourgeois (dir.), *Les territoires de l'identité. Tome 2 : le territoire, lien ou frontière ?*, Paris, L'Harmattan, p. 113-123.
- FRÉROT A.M. (2011) – *Imaginaires des Sahariens : habiter le paysage*, Paris, CTHS, 181 p.
- GAUSSEIN P. (2017) – *Pour une anthropologie de l'art mobilier : identités et réseaux magdaléniens entre Loire et Dordogne*, Thèse de doctorat, Université de Paris 10-Nanterre, 554 p.
- GENESTE J. M. (1985) – *Analyse lithique d'industries moustériennes du Périgord : une approche technologique du comportement des groupes humains au Paléolithique moyen*, Thèse de 3<sup>ème</sup> Cycle, Université de Bordeaux-1, Talence, 567 p.
- GENESTE J. M. (1991) – Systèmes techniques de production lithique: variations techno-économiques dans les processus de réalisation des outillages paléolithiques, *Techniques & culture*, 17-18, p. 1-35.
- GIOT D., MALLET N., MILLET D. (1986) – Les silex de la région du Grand-Pressigny. Recherche géologique et analyse pétrographique, *Revue archéologique du Centre de la France*, 25, 1, p. 21-36.
- GODELIER M. (1984) – *L'idéal et le matériel. Pensée, économies, sociétés*, Paris, Fayard, 349 p.
- GOLDSCHMIDT T. (1951) – Namlaki Ethnography, *American Archaeology and Ethnology*, 42, p. 303-443.
- GOLITKO M., MEIERHOFF J., FEINMAN G. M., WILLIAMS, P. R. (2012) – Complexities of collapse: the evidence of Maya obsidian as revealed by social network graphical analysis, *Antiquity*, 86, p. 507-523.
- GOULD R. A. (1980) – *Living Archaeology*, Cambridge, Cambridge University Press, 288 p.
- GOVAL, E. (2012) – *Peuplements néandertaliens dans le nord de la France*, Paris, INRAP, Paris, CNRS (Recherches archéologiques, 4), 312 p.
- GRATTIER M. (1977a) – Les stations acheuléo-moustériennes de Moulins-sur-Céphons (Indre). Première partie, *Revue Archéologique du Centre de la France*, 16, 1-2, p. 71-84.
- GRATTIER M. (1977b) – Les stations acheuléo-moustériennes de Moulins-sur-Céphons (Indre). Deuxième partie, *Revue Archéologique du Centre de la France*, 16, 3-4, p. 295-306.
- GROVE M. (2009) – Hunter-gatherer movement patterns: causes and constraints, *Journal of Anthropological Archaeology*, 28, 2, p. 222-233.
- GUILLERMIN P. (2008) – Les « périgordiens » en Quercy : l'exemple du gisement des Fieux, *Paléo*, 20, p. 125-140.
- GUILLERMIN P., MORALA A. (2014) – Les « Périgordiens » étaient-ils quercinois ?, in M. Jarry, J.-P. Brugal et C. Ferrier (dir.), *Modalité d'occupation et exploitation des milieux au Paléolithique dans le Sud-Ouest de la France : l'exemple du Quercy*, Actes de la session C67, XV<sup>ème</sup> congrès mondial de l'UISPP, (Lisbonne, septembre 2006), Les Eyzies-de-Tayac, Musée national de Préhistoire (Paléo, supplément 4), p. 311-342.
- GUROVA M., NACHEV C. (2008) – Formal Early Neolithic flint toolkits: archaeological and sedimentological aspects, in R. I. Kostov, B. Gaydarska et M. Gurova (dir.), *Geoarchaeology and Archaeomineralogy*, Proceedings of the International Conference (Sofia, 29-30 October 2008), Sofia, Sv. Ivan Rilski, p. 29-35.
- HANDCOCK M. S., HUNTER D. R., BUTTS C. T., GOODREAU S. M., MORRIS M. (2008) – statnet: Software tools for the representation, visualization, analysis and simulation of network data, *Journal of statistical software*, 24, 1, p. 1548-1560.
- HART J. P., SHAFIE T., BIRCH J., DERMARKAR S., WILLIAMSON R. F. (2016) – Nation building and social signaling in southern Ontario: AD 1350–1650, *PloS one*, 11, 5, e0156178.
- HESS M. (2004) – 'Spatial' relationships? Towards a reconceptualization of embeddedness, *Progress in Human Geography*, 28, 2, p. 165-186.
- HONORÉ E., LUCAS C., PETROGNANI S., ROBERT E. (dir.) (2019) – *Symbolic Territories Prehistory*, Amsterdam, Elsevier (Quaternary international, 503), 95 p.
- HUGHES R. E. (2011) – Sources of inspiration for studies of prehistoric resource acquisition and materials conveyance in California and the Great Basin, in R. E. Hughes (dir.), *Perspectives on Trade and Exchange in California and the Great Basin*, Salt Lake City, University of Utah Press, p. 1-21.
- IAKOVLEVA L., DJINDJIAN F. (2014) – L'habitat à cabanes en os de mamouths de Gontsky (Ukraine) : une référence pour la reconstruction d'un système de chasseurs-cueilleurs dans son territoire basé sur l'économie du Mammouth, in M. Otte et F. Le Brun Ricalens (dir.), *Modes de contacts et de déplacements au Paléolithique eurasiatique*, Actes du colloque international de la commission 8 de l'UISPP (Liège, 28–31 mai 2012), Liège, ERAUL et Luxembourg, Musée National d'Histoire et d'Art, p. 215-241.

- IRWIN-WILLIAMS C. (1977) – A network model for the analysis of prehistoric trade, in T. K. Earle et J. E. Ericsson (dir.) *Exchange systems in prehistory*, New-York, Academic Press, p. 141-151.
- ISAKSEN L. (2013) – ‘O What a Tangled Web We Weave’ – Towards a Practice That Does Not Deceive, in C. Knappett (dir.), *Network Analysis in Archaeology: New Approaches to Regional Interaction*, Oxford, Oxford University Press, p. 43-67.
- JARMAN M. R., VITA FINZI C., HIGGS E. S. (1972) – Site catchment analysis in archaeology, in P. J. Ucko, R. Tringham et G. W. Dimbleby (dir.), *Man, settlement and urbanism*, London, Duckworth, p. 61-66.
- JARRY M., MARTIN H., LE GALL O., DEMARS P. Y. (2008) – Territoires et saisons au Paléolithique. Éléments de réflexions, *Archéopages*, 21, p. 6-15.
- JAUBERT J., BARBAZA M. (dir.) (2005) – *Territoires, déplacements, mobilités, échanges durant la Préhistoire. Terres et Hommes du Sud*, Actes des 126<sup>ème</sup> congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques (Toulouse, 2001), Paris, CTHS, 561 p.
- JULIEN M. (1989) – Activités saisonnières et déplacements des Magdaléniens dans le Bassin parisien, in J.-P. Rigaud (dir.), *Le Magdalénien en Europe, la structuration du Magdalénien*, Actes du 11<sup>ème</sup> congrès de l’UISPP (Mayence, 1987), Liège, ERAUL, p. 177-189.
- KANCHEV K. (1978) – Prouchvaneto na flintoviya material ot arheologicheski razkopki, problemi i zadachi, *Interdistsiplinnarni Izsledvaniya*, 2, p. 81-89.
- KELLY R. L. (1983) – Hunter-gatherer mobility strategies, *Journal of anthropological research*, 39, 3, p. 277-306.
- KELLY R. L. (1992) – Mobility / sedentism: concepts, archaeological measures, and effects, *Annual Review of Anthropology*, 21, p. 43-66.
- KELLY R. L. (1995) – *The foraging spectrum: diversity in Hunter Gatherer Lifeway*, Washington, Smithsonian institution Press, 446 p.
- KILDEA F. (dir.) (2008) – « La Croix de Bagneux » à Mareuil-sur-Cher (Loir-et-Cher). Un site paléolithique à occupations multiples dans la vallée du Cher, Rapport final d’opération de fouille archéologique préventive, INRAP, Direction régionale des affaires culturelles du Centre, Orléans, 643 p. (diffusion restreinte).
- KILDEA F., GRISELIN S., LANG L., SOUFFI B., SELLAMI F., HOLZEM N., DUMARÇAY G. (2013) – Le Paléolithique supérieur ancien aux marges méridionales du Bassin parisien : le site de la Croix-de-Bagneux à Mareuil-sur-Cher (Loir-et-Cher), in P. Bodu, L. Chehmana, L. Klaric, L. Mevel, S. Soriano et N. Teyssandier (dir.), *Le Paléolithique supérieur ancien de l’Europe du Nord-Ouest. Réflexions et synthèses à partir d’un projet collectif de recherche sur le centre et le sud du Bassin parisien*, Actes du colloque de Sens (Sens, 15-18 avril 2009), Paris, Société préhistorique française, p. 317-330.
- KLARIC L., GUILLERMIN P., AUBRY T. (2009) – Des armatures variées et des modes de production variables. Réflexions à partir de quelques exemples issus du Gravettien d’Europe occidentale (France, Portugal, Allemagne), *Gallia Préhistoire*, 51, p. 113-154.
- KNAPPETT C. (dir.) (2013) – *Network Analysis in Archaeology: New Approaches to Regional Interaction*, Oxford, Oxford University Press, 348 p.
- KNAUTH L. P. (1992) – Origin and diagenesis of cherts: an isotopic perspective, in N. Clauer et S. Chaudhuri (dir.), *Isotopic signatures and sedimentary records*, Berlin, Springer-Verlag (dir.), p. 123-152.
- KOZŁOWSKI J. K. (1976) – Première conférence consacrée aux matières premières lithiques utilisées à l’époque paléolithique et néolithique aux Pays carpathiques, *Acta archaeologica Carpathia*, 13, p. 5-19.
- KROEBER A. L. (1922) – Elements of culture in native California, *American Archaeology and Ethnology*, 13, p. 260-328.
- KRUKOWSKI S. (1939) – Paleolit: Prehistoria ziem Polskich, in S. Krukowski, K. Kostrzewski et R. Jakimowicz (dir.), *Encyclopedia Polska*, Krakow, P.A.U., p. 29-60.
- LAFARGE A. (2014) – *Entre plaine et montagne : techniques et cultures du Badegoulien du Massif central, de l’Allier au Velay*, Thèse de doctorat, Université Montpellier III - Paul Valéry, 685 p.
- LANGLAIS M., SÉCHER A., CAUX S., DELVIGNE V., GOURC L., NORMAND C., SANCHEZ DE LA TORRE M. (2016) – Lithic tool kits: A Metronome of the evolution of the Magdalenian in southwest France (19,000 14,000 cal BP), *Quaternary international*, 414, p. 92-107.
- LANGLAIS M., DELVIGNE V., GIBAUD A., JACQUIER J., PERRIN T., FERNANDES P., DELPUECH A. (2018) – La séquence stratigraphique du Cuze de Sainte-Anastasia (Cantal) : nouvelle approche des industries lithiques du Paléolithique final au Mésolithique, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 115, 3, p. 497-529.
- LANGLAIS M., DELVIGNE V., JACQUIER J., LENOBLE A., BEAUVAL C., PESCHAUX C., ORTEGA FERNANDEZ A. M., LESVIGNES É., LACRAMPE-CUYAUBÈRE F., BISMUTH T., PESESSE D. (2019) – Une nouvelle archéo-séquence pour le Magdalénien en Corrèze. Focus sur le Magdalénien moyen ancien de la grotte Bouyssonie (Brive-La-Gaillarde, Corrèze, France), *Paléo*, 30, 1, p. 204-229.
- LANGLAIS M., DELVIGNE V., JACQUIER J., CHAVELLIER A., MARQUEBIELLE B., RIGAUD S., DETRAIN L., FAT CHEUNG, MORALA A. (2020) – Variations socio-économiques et temporalités des occupations de plein air du Laborien ancien à Port-de-Penne (Penne d’Agenais, Lot-et-Garonne), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 117, 3, p. 409-459.
- LAPLACE G. (1966) – *Recherches sur l’origine et l’évolution des complexes leptolithiques*, Paris, de Brocard (Ecole Française de Rome. Mélanges d’Archéologie et d’Histoire, 4), 354 p.
- LARTET E., CHRISTY H. (1864) – *Objets gravés et sculptés des temps pré-historiques dans l’Europe occidentale*, Paris, Librairie Académique, 37 p.
- LATOUR B. (1991) – *Nous n’avons jamais été modernes. Essai d’anthropologie symétrique*, Paris, La Découverte, 178 p.
- LE BRUN-RICALENS F., BORDES J. G., BON F. (dir.) (2005) – *Productions lamellaires attribués à l’Aurignacien. Chaînes opératoires et perspectives technoculturelles*, Actes du XIV<sup>ème</sup> congrès de l’UISPP (Liège, 2-8 septembre 2001), Luxembourg, Musée national d’Histoire et d’Art (Archéologiques, 1), 568 p.

- LEDUC M., VALDEYRON N., VAQUER J. (dir.) (2000) – *Société et espaces*, Actes des troisièmes rencontres méridionales de Préhistoire récente, Toulouse (6-7 novembre 1998), Toulouse, Archives d'écologie préhistorique, 462 p.
- LEE R. B. (1967) – !Kung Bushman Subsistence. An input-output analysis, in A. P. Vayda (dir.), *Human ecology: an anthropological reader*, New-York, American Museum of Natural History, p. 47-79.
- LEE R. B., DE VORE I. (dir.) (1975) – *Man the hunter*, Chicago, Aldine publishing company, 415 p.
- LEMONNIER P. (1983) – L'étude des systèmes techniques, une urgence en technologie culturelle, *Techniques et cultures*, 1, p. 35-48.
- LENOIR M. (1983) – *Le Paléolithique des basses vallées de la Dordogne et de la Garonne*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux, Talence, 1250 p.
- LENOIR M. (2000) – La Préhistoire ancienne en Gironde : apport des recherches récentes, *Gallia Préhistoire*, 42, p. 57-84.
- LORBLANCHET M., LABEAU M., VERNET J. L. (1988) – Première étude des pigments des grottes ornées quercinoises, *Préhistoire Quercynoise*, 3, p. 79-94.
- LUCAS G. (1997) – Les lamelles Dufour du Flageolet 1 (Bézenac, Dordogne) dans le contexte aurignacien, *Paléo*, 9, 1, p. 191-219.
- LUSSAULT M. (2017) – *Hyper-lieux. Les nouvelles géographies politiques de la mondialisation*, Paris, Seuil, 307 p.
- MAIER A. (2015) – *The Central European Magdalenian*, Amsterdam, Springer, 473 p.
- MAIER A., ZIMMERMANN A. (2017) – Populations headed south? The Gravettian from a palaeodemographic point of view, *Antiquity*, 91, p. 573-588.
- MASSON A. (1979) – Recherches sur la provenance des silex préhistoriques : méthode d'études, *Études préhistoriques*, 15, p. 29-40.
- MASSON A. (1981) – *Pétoarchéologie des roches siliceuses, intérêt en Préhistoire*, Thèse de doctorat, Université de Lyon, Lyon, 101 p.
- MAUGER M. (1985) – *Les matériaux siliceux utilisés au Paléolithique supérieur en Île-de-France*, Thèse de doctorat, Université Paris 1 Panthéon – La Sorbonne, Paris, 406 p.
- MEVEL L. (2013) – Magdalenian pioneers in the northern French Alps, 17 000 cal BP, *Antiquity*, 87, p. 384-404.
- MICHEL A. (2010) – *L'aurignacien récent (post-ancien) dans le Sud-Ouest de la France : variabilité des productions lithiques : révision taphonomique et techno-économique des sites de Caminade-Est, abri Pataud, Roc-de-Combe, Le Flageolet I, La Ferrassie et Combemenué*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux 1, Talence, 600 p.
- MILLET-RICHARD L. A. (1998) – *Habitats et ateliers de taille au Néolithique final dans la région du Grand-Pressigny (Indre-et-Loire) : technologie lithique*, Thèse de doctorat, Université de Paris 1, Paris, 531 p.
- MILLS B. J. (2017) – Social network analysis in archaeology, *Annual Review of Anthropology*, 46, p. 379-397.
- MOINE A. (2007) – *Le territoire : comment observer un système complexe*, Paris, L'Harmattan, 176 p.
- MORALA A. (1984) – *Périgordien et Aurignacien en Haut-Agenais. Étude d'ensembles lithiques*, Toulouse, École des hautes études en sciences sociales (Archives d'écologie préhistorique, 7), 140 p.
- MOREAU L., HAUZEUR A., JADIN I. (2013) – La gestion des ressources lithiques dans l'ensemble gravettien de Maisières-Canal (Bassin de Mons, Hainaut, B). Nouvelles perspectives, *Notae Praehistoricae*, 33, 10, p. 105-126.
- MOREAU L., BRANDL M., FILZMOSER P., HAUZENBERGER C., GOEMAERE É., JADIN I., COLLET H., HAUZEUR A., SCHMITZ R. W. (2016) – Geochemical sourcing of flint artifacts from Western Belgium and the German Rhineland: Testing hypotheses on Gravettian period mobility and raw material economy, *Geoarchaeology*, 31, 3, p. 229-243.
- MOREAU L., CIORNEI A., GJESFJELDS E., FILZMOSER P., GIBSON S. A., DAY J., NIGST P., NOIRET P., MACLEOD R. A., NITA L., ANGHELINU M. (2019) – First geochemical sourcing of 'Balkan flint' and 'Prut flint' from Palaeolithic Romania: potentials, limitations and future directions, *Archaeometry*, 61, 3, p. 521-538.
- NABOKOV P. (2008) – *Là ou frappe la foudre. Lieux sacrés de l'Amérique indienne*, Paris, Albin Michel, 448 p.
- NACHEV C. (2009) – The main flint types in Bulgaria as raw material for artefacts, *Interdisciplinary Studies*, 20-21, p. 7-21.
- NOIRET P. (2009) – *Le Paléolithique supérieur de la Moldavie*, Liège, ERAUL, 609 p.
- NOUGIER L. R. (1959) – *Géographie humaine préhistorique*, Paris, Gallimard, 325 p.
- OPSAHL T., OPSAHL M. T. (2015) – Package 'tnet', unpublished.
- OZOUF-MEIGNEN M.-V. (2009) – Le territoire, la géographie et les sciences sociales : aperçus historiques et épistémologiques, in Vanier M. (dir.), *Territoires, territorialité, territorialisation. Controverses et perspectives*, Actes des entretiens de la cité des Territoires (Grenoble, 7 et 8 juin 2007), Rennes, Presses universitaires de Rennes, p. 31-35.
- PARTHENAY DE M. (2020) – *Étude préliminaire de circulation d'un savoir technique au Gravettien. Le cas du débitage lamellaire rayssien de la Grotte des Morts (Brive-la-Gaillarde, Corrèze) : approche pétoarchéologique et analyse de réseau*, Mémoire de Master 2, Université de Rennes 2, 76 p.
- PEDERSEN M. A. (2007) – Multiplicity Without Myth: Theorising Darhad Perspectivism, *Inner Asia*, 9, p. 173-190.
- PEEPLES M. A. (2017) – Network science and statistical techniques for dealing with uncertainties in archaeological datasets, <http://www.mattpeeples.net/netstats.html>.
- PEEPLES M. A. (2019) – Finding a Place for Networks in Archaeology, *Journal of Archaeological Research*, 27, 4, p. 451-499.
- PERLÈS C. (1991) – Économie des matières premières et économie du débitage: deux conceptions opposées ?, *Vingt-cinq ans d'études technologiques en Préhistoire. Bilan et perspectives*, XI<sup>e</sup> rencontre internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes (Juan-les-Pins, 18-20 octobre 1990), Antibes, APDCA, p. 35-45.
- PESESSE D. (2013) – *Les premières sociétés gravettiennes. Analyses comparées de système techniques lithiques*, Paris, CTHS, 285 p.



- PETERSON N. (dir.) (1976) – *Tribes and boundaries in Australia*, Cambera, Australian Institute of aboriginal studies, 250 p.
- PÉTILLON J. M. (2013) – Circulation of Whale-Bone Artifacts in the Northern Pyrenees during the Late Upper Paleolithic, *Journal of Human Evolution*, 65, p. 525-543.
- PIBOULEM., DELVIGNE V., FERNANDES P., LAFARGE A., RAYNAL J. P. (2018) – Principales matières premières lithiques disponibles au Paléolithique entre Bassin Parisien et l'Auvergne : partie 1 - Allier, Cher et Indre. Grandes variétés des matériaux et leurs transits au Paléolithique ancien et moyen, in O. Troubat (dir.), *Préhistoire de la France centrale. Actualité de la recherche*, Actes du colloque inter-régional de Montluçon (Montluçon, 19 Novembre 2016), Montluçon, Cercle d'Archéologie de Montluçon et de la région, p. 10-27.
- PRADEAU J. V., SALOMON H., BON F., MENSAN R., LEJAY M., REGERT M. (2014) – Les matières colorantes sur le site aurignacien de plein air de Régismont-le-Haut (Poilhes, Hérault), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 111, 4, p. 631-658.
- PRADEL L. (1965) – L'abri aurignacien et périgordien des roches, commune de Poulligny-Saint-Pierre (Indre), *L'Anthropologie*, 69, 3-4, p. 219-236.
- PRIMAULT J. (2003) – *Exploitation et diffusion des silex de la région du Grand-Pressigny au Paléolithique*, Thèse de doctorat, Université Paris X – Nanterre, Nanterre, 362 p.
- RASSE M. (2010) – *Espaces et temps des premières sociétés. Pour une convergence géographique – préhistoire*, Diplôme d'habilitation à diriger des recherches, Université de Rouen, Rouen, 215 p.
- RASSE M. (2014) – Modélisation de la diffusion du Néolithique en Europe, *M@ppemonde*, 115 p.
- RASSE M., BOËDA E. (2006) – De la lecture verticale à la lecture spatiale des informations archéologiques : réflexions géographiques tirées de l'exemple du site d'Umm el Tlel (Syrie centrale), *M@ppemonde*, 83 p.
- REIMER P. J., BARD E., BAYLISS A., BECK J. W., BLACKWELL P. G., RAMSEY C. B., BUCK C. E., CHENG H., EDWARDS R. L., FRIEDRICH M., GROOTES P. M., GUILDERSON T. P., HAFLIDASON H., HAJDAS I., HATTÉ C., HEATON T. J., HOFFMANN D. L., HOGG A. G., HUGHEN K. A., KAISER K. F., KROMER B., MANNING S. W., NIU M., REIMER R. W., RICHARDS D. A., SCOTT E. M., SOUTHON J. R., STAFF R. A., TURNER C. S. M., VAN DER PLICHT J. (2013) – IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0-50,000 Years cal BP, *Radiocarbon*, 55, 4, p. 1869-1887.
- RIEDE F. (2014) – Eruptions and ruptures-a social network perspective on vulnerability and impact of the Laacher See eruption (c. 13,000 BP) on Late Glacial hunter-gatherers in northern Europe, *Archaeological Review from Cambridge*, 29, 1, p. 67-102.
- RIGAUD S. (2011) – *La parure: traceur de la géographie culturelle et des dynamiques de peuplement au passage Mésolithique-Néolithique en Europe*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux, Talence, 470 p.
- RIGAUD S., COSTAMAGNO S., PÉTILLON J. M., CHALARD P., LAROULANDIE V., LANGLAIS M. (2019) – Settlement dynamic and beadwork: new insights on the Late Upper Paleolithic craft activities, *PaleoAnthropology*, p. 137-155.
- RIO M. (1982) – *Les accidents siliceux dans le Crétacé du bassin Vocontien (Sud-Est de la France). Contribution à l'étude de la silicification des formations calcaires*, Villeurbanne, Université Claude-Bernard (Documents du laboratoire de géologie Lyon, 84), 184 p.
- RIVERS R., KNAPPETT C., EVANS T. (2013) – What makes a site important? Centrality, gateways and gravity, in C. Knappett (dir.), *Network Analysis in Archaeology: New Approaches to Regional Interaction*, Oxford, Oxford University Press, p. 125-150.
- ROBERT S. (2003) – *L'analyse morphologique des paysages entre archéologie, urbanisme et aménagement du territoire*, Thèse de doctorat, Université Paris I Panthéon-Sorbonne, Paris, 1391 p.
- ROBERT S. (dir.) (2011) – *Sources et techniques de l'archéogéographie planimétrique*, Besançon, Presses universitaires de Franche-Comté, 239 p.
- ROBERT S. (2012) – Les dynamiques spatiales à la croisée de l'archéologie et de la géographie, *L'Espace géographique*, 41, 4, p. 289-294.
- ROUX V. (2000) – *Cornaline de l'Inde : Des pratiques techniques de Cambay aux techno-systèmes de l'Indus*, Paris, la Maison des sciences de l'homme, 545 p.
- SACK R. D. (1980) – *Conceptions of space in social thought. A geographic perspective*, Londres, The Macmillan press, 231 p.
- SAHLINS M. (1968) – *Tribesmen*, Prentice Hall, Englewood Cliff, 118 p.
- SALOMON H. (2009) – *Les matières colorantes au début du Paléolithique supérieur : sources, transformations et fonctions*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux 1, Talence, 432 p.
- SANCHEZ DE LA TORRE M. (2015) – *Las sciedades Cazadoras-Recolectoras del Paleolitico superior final Pirenaico : Territorios economicos y sociales*, Barcelonne, SERP, 314 p.
- SANCHEZ DE LA TORRE M., LE BOURDONNEC F. X., DUBERNET S., GRATUZE B., MANGADO X., FULLOLA J. M. (2017) – The geochemical characterization of two long distance chert tracers by ED-XRF and LA-ICP-MS. Implications for Magdalenian human mobility in the Pyrenees (SW Europe), *STAR: Science & Technology of Archaeological Research*, 3, 2, p. 405-417.
- SANDERS L. (dir.) (2017) – *Peupler la Terre. De la préhistoire à l'ère des métropoles*, Tours, Presses Universitaires Françaises Rabelais, 527 p.
- SANTAGATA C. (2012) – *L'utilisation de roches autres que le silex au Paléolithique ancien et moyen: choix économiques, techniques et fonctionnels sur la base de l'étude des gisements de Sainte-Anne 1 (Haute-Loire, France)(MIS 5 et 6) et Notarchirico (Basilicata, Italie)(MIS 14 à 17)*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux 1 et La Sapienza, Talence, Rome, 680 p.
- SANTLEY R. S. (1991) – The structure of the Aztec transport network, in Trombold C. D. (dir.), *Ancient road networks and settlement hierarchies in the New World*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 198-210.
- SAUVET G. (2019) – The lifeworld of hunter-gatherers and the concepts of territory, *Quaternary International*, 503, p. 191-199.



- SÉCHER A. (2017) – *Traditions techniques et paléogéographie du Magdalénien moyen ancien dans le Sud-Ouest de la France (19 000-17 500 cal BP). Des groupes humains à plusieurs visages ?*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux, Talence, 368 p.
- SÉGUY R., SÉGUY J. M. (1972) – Le gisement de Sainte Anne II, in H. Delporte (dir.), *XIX<sup>ème</sup> session du Congrès préhistorique de France*, Comptes rendus (Auvergne, 06–14 juillet 1969), Paris, Société préhistorique française, p. 338-340.
- SÉRONIE-VIVIEN M., SÉRONIE-VIVIEN M. R. (1987) – *Les silex du Mésozoïque nord-aquitain. Approche géologique de l'étude des silex pour servir à la recherche préhistorique*, Bordeaux, Société Linnéenne de Bordeaux (Bulletin de la Société linnéenne de Bordeaux, supplément au tome 15), 136 p.
- SHARP L. (1952) – Steel Axes for Stone-Age Australians, *Human Organisation*, 2, p. 17-22.
- SIEVEKING G., BUSH P., FERGUSSON J., CRADDOCK P. T., HUGES M. J., COWELL M. R. (1972) – Prehistoric flint mines and their identification as sources of raw material, *Archaeometry*, 14, 2, p. 151-176.
- SIEVER R. (1962) – Silica solubility 0°-200° and the diagenesis of siliceous sediments, *Journal of Geology*, 70, p. 127-150.
- SINDBÆK S. M. (2013) – Broken links and black boxes: material affiliations and contextual network synthesis in the Viking world, in C. Knappett (dir.), *Network Analysis in Archaeology: New Approaches to Regional Interaction*, Oxford, Oxford University Press, p. 71-94.
- SMITH G. M., HARVEY D. C. (2018) – Reconstructing prehistoric landscape use at a regional scale: A critical review of the lithic conveyance zone concept with a focus on its limitations, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 19, p. 828-835.
- SORESSI M., ROUSSEL M. (2013) – Une nouvelle séquence du Paléolithique supérieur ancien aux marges sud-ouest du Bassin parisien : Les Cottés dans la Vienne, in : P. Bodu, L. Chehmana, L. Klaric, L. Mevel, S. Soriano et N. Teyssandier (dir.), *Le Paléolithique supérieur ancien de l'Europe du Nord-Ouest. Réflexions et synthèses à partir d'un projet collectif de recherche sur le centre et le sud du Bassin parisien*, Actes du colloque de Sens (Sens, 15-18 avril 2009), Paris, Société préhistorique française (Mémoire, 56), p. 283-297.
- SPENCER, B., GILLEN, F. J. (1927) – *The Arunta: A study of a Stone Age people*, London, Macmillan and Co., 2 volumes, 1036 p.
- SPINELLI-SANCHEZ O. (2018) – *Apports de la géochimie à la caractérisation des évolutions du silex : étude des galets marins de la baie d'Audierne (Massif armoricain)*, Mémoire de Master 2, Université Bordeaux-Montaigne, Pessac, 90 p.
- STASZAK J. F. (2018) – *La géographie*, in J. M. Berthelot (dir.), *Epistémologie des sciences sociales*, Paris, Presse universitaire de France, p. 87.
- ŠTELCL J., MALINA J. (1970) – Anwendung der Petrographie in der Archäologie, *Folia facultatis scientiarum naturalium Universitatis Purkynianae Brunensis Geologia*, 11, 20, p. 5-111.
- STRASSER A., HEITZMANN P., JORDAN P., STAFFER A., STÜRM B., VOGEL A., WEIDMANN M. (1995) – *Géotopes et la protection des objets géologiques en Suisse : un rapport stratégique*, Fribourg, Groupe de travail suisse pour la protection des géotopes, 27 p.
- SURMELY F. (dir.) (2003) – *Les matières premières lithiques en Préhistoire*, Actes de la table ronde internationale (Aurillac, Juin 2002), Cressensac, Association de préhistoire du Sud-Ouest (Bulletin de Préhistoire du Sud-Ouest, supplément 5), 375 p.
- SURMELY F. (dir.) (2006) – *La diffusion des silex crétacés dans le Massif central durant la Préhistoire*, Rapport de prospection thématique, Direction régionale des affaires culturelles du Centre-Val-de-Loire, Orléans, 21 p. (diffusion restreinte).
- SURMELY F., BARRIER P., BRACCO J. P., CHARLY N., LIABEUF R. (1998) – Caractérisation des matières premières siliceuses par l'étude des microfaciès et application à la connaissance du peuplement préhistorique de l'Auvergne, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Sciences de la Terre et des planètes*, 326, p. 595-601.
- SURMELY F., BOUDON P., BRIOT D., PIN C. (2008) – La diffusion des silex crétacés dans le centre du Massif central durant la Préhistoire (Paléolithique, Mésolithique, Néolithique). Contribution à l'étude de la circulation des matières premières sur de longues distance, *Paléo*, 20, p. 115-144.
- TARRIÑO A., ELORRIETA I., GARCIA-ROJAS M. (2015) – Flint as raw material in prehistoric times: Cantabrian Mountain and Western Pyrenees data, *Quaternary International*, 364, p. 94-108.
- TABORIN Y. (1993) – *La parure en coquillage au Paléolithique*, Paris, CNRS (Supplément à Gallia préhistoire, 29), 538 p.
- TERELL J. (1977) – Geographic systems and human diversity in the North Solomons, *World Archaeology*, 9, 1, p. 62-81.
- TESTART A. (2012) – *Avant l'histoire : l'évolution des sociétés, de Lascaux à Carnac*, Paris, Gallimard, 549 p.
- THIRY M., FERNANDES P., MILNES A., RAYNAL J. P. (2014) – Driving forces for the weathering and alteration of silica in the regolith: implications for studies of prehistoric flint tools, *Earth Science Reviews*, 136, p. 141-154.
- THOMSON D. F. (1949) – *Economic Structure and the Ceremonial Exchange Cycle in Arnhem Land*, Melbourne, Macmillan and Co, 106 p.
- TILLEY C. (1994) – *A Phenomenology of Landscape: Places, Paths and Monuments*, Oxford, Berg, 221 p.
- TIXIER J. (1991) – Et passez au pays des silex : rapportez-nous des lames !, in *Vingt-cinq ans d'études technologiques en Préhistoire. Bilan et perspectives*, XI<sup>e</sup> rencontre internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes (Juan-les-Pins, 18-20 octobre 1990), Antibes, APDCA, p. 235-243.
- TOMASSO A. (2014) – *Territoire, système de mobilité et système de production. La fin du Paléolithique supérieur dans l'arc liguro-provençal*, Thèse de doctorat, Université de Nice Sophia-Antipolis et Università di Pisa, Nice, Pise, 1069 p.
- TOMASSO A. (2018) – Territoire de mobilité et territoire social : structuration du territoire d'approvisionnement en matières premières lithiques dans l'Épigravettien récent au nord-ouest de l'Italie, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 115, 4, p. 677-700.
- TOMASSO A., PORRAZ G. (2016) – Hunter-gatherers' mobility and embedded raw material procurement strategies: a critical view from the Mediterranean Upper Paleolithic, *Evolutionary Anthropology*, 25, p. 164-174.

- TORTI C. (1983) – Quelques données sur les sources et l'utilisation des matières premières dans le Massif central, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 80, 8, p. 226-227.
- TRAUTH N., VILAS-BOAS G., THIRY M., BADAUT D., EBERHART J. P. (1978) – silex et chailles du Bassin de Paris. Modifications minéralogiques lors de leur altération, *Science géologique*, 31, 4, p. 173-183.
- TRIGGER B. G. (1967) – Settlement archaeology – its goals and promise, *American antiquity*, 32, 2, p. 149-160.
- TUFFÉRY C., FERNANDES P., DELVIGNE V., MORALA A. (2018) – Combinaison d'un SMA et d'un SIG pour aider à la prospection pétroarchéologique. Exploration d'une approche multi-agents dans la modélisation des parcours naturels du silex, *Archéologies numériques*, 2, 1, DOI : 10.21494/ISTE.OP.2018.0276.
- TUFFÉRY C., DELVIGNE V., FERNANDES P., BRESSY-LÉANDRI C., RENAULT S. (2019) – Collecte, gestion et valorisation des données sur les formations et les gîtes à silex en France : des plateformes cartographiques et de publications partagées. *Archéologie numériques*, 3, 1, DOI : 10.21494/ISTE.OP.2019.0351.
- TURQ A. (1992) – L'approvisionnement en matières premières lithiques du Magdalénien du Quercy et du Haut-Agenais : étude préliminaire, in J.-P. Rigaud, H. Delporte et B. Vandermeersch (dir.), *Le peuplement magdalénien, paléogéographie physique et humaine*, Actes du colloque de Chancelade (Chancelade, 10-15 octobre 1988), Paris, CTHS, p. 301-308.
- TURQ A. (2000) – *Le paléolithique inférieur et moyen entre Dordogne et Lot*, Les Eyzies-de-Tayac, Société des Amis du Musée national de préhistoire et de la recherche archéologique (Paléo supplément 2), 456 p.
- TURQ A. (2005) – Réflexions méthodologiques sur les études de matières premières lithiques, *Paléo*, 17, p. 111-132.
- VAISSIÉ E., DELVIGNE V., FAIVRE J. P., FERNANDES P., TURQ A., RAYNAL J. P. (2017) – Techno-économie et signification culturelle de l'occupation moustérienne supérieure de Baume-Vallée (Haute-Loire), *Comptes Rendus Palevol*, 16, 7, p. 804-819.
- VALENSI L. (1955) – Étude micropaléontologique des silex du Magdalénien de St-Amand (Cher), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 52, 9-10, p. 584-596.
- VALENSI L. (1957) – Micropaléontologie des silex du Grand-Pressigny, *Bulletin de la Société géologique française*, 7, p. 1083-1090.
- VALENSI L. (1960) – De l'origine des silex protomagdaléniens de l'Abri Pataud, les Eyzies, *Bulletin de la Société préhistorique de France*, 50, 1-2, p. 80-84.
- VAN DER LEEUW S., FAVORY F., FICHES J. L. (dir.) (2003) – *Archéologie et systèmes socio-environnementaux. Études multiscalaires sur la vallée du Rhône dans le programme ARCHAOMEDES*, Paris, CNRS, 408 p.
- VANHAEREN M., D'ERRICO F., BILLY I., GROUSSET F. (2004) – Tracing the source of Upper Palaeolithic shell beads by strontium isotope dating, *Journal of Archaeological Science*, 31, 10, p. 1481-1488.
- VERHAEGEN P., NUNINGER L., GROENHUIJZEN M. R. (2019) – Modelling of pathways and movement networks in archaeology: an overview of current approaches, in P. Verhaegen (dir.), *Finding the Limits of the Limes*, Cham, Springer, p. 217-249.
- VILAS-BOAS DA SILVA G. (1975) – *L'altération des accidents siliceux, silex et chailles dans les formations paléogènes Bassin de Paris*, Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, Université Strasbourg, Strasbourg, 110 p.
- VINAY H. (1867) – Découverte de coquilles marines fossiles dans un gisement de sables et galets à l'Herm, près de Le Monastier (Haute-Loire), *Société académique du Puy-en-Velay*, 28, p. 193-194 and p. 341-348.
- VITA-FINZI C., HIGGS E. S. (1970) – Prehistoric economy in the Mount Carmel area of Palestine: site catchment analysis, *Proceedings of the Prehistoric society*, 36, p. 1-37.
- WASSERMAN S., FAUST K. (1994) – *Social network analysis: methods and applications*, Cambridge, Cambridge University Press, 825 p.
- WATTS J., OSSA A. (2016) – Exchange network topologies and agent-based modeling: economies of the Sedentary-Period Hohokam, *American Antiquity*, 81, 4, p. 623-644.
- WATTS D. J., STROGATZ S. H. (1998) – Collective dynamics of 'small-world' networks, *Nature*, 393, p. 440-442.
- WEINSTEIN-EVRON M., ILANI S. (1994) – Provenance of ochre in the Natufian layers of el-Wad Cave, Mount Carmel, Israel, *Journal of Archaeological Science*, 21, p. 461-467.

**Vincent DELVIGNE**

Chercheur associé, Service de Préhistoire,  
Université de Liège  
Chercheur associé UMR 5199 – PACEA  
Université de Liège, Place du XX août, 4000  
Liège, Belgium  
delvignevincent@gmail.com

**Audrey LAFARGE**

Chercheur associé UMR 5140 - Archéologie  
des sociétés méditerranéennes

**Paul FERNANDES**

Chercheur, SARL Paléotime  
Chercheur associé UMR 5199 – PACEA

**Damien PESESSE**

Université Rennes 2, UMR 6566 – CReAAH

**Raphaël ANGEVIN**

DRAC Auvergne-Rhône-Alpes, SRA Auvergne  
Chercheur associé, UMR 7041 – ArScAn

**Peter BINDON**

Chercheur associé, Australian  
Ethnographic Institute

**Mathieu LANGLAIS**

CNRS, UMR 5199 – PACEA

**Michel PIBOULE**

Sans rattachement

**Alain QUEFFELEC**

CNRS, UMR 5199 – PACEA

**Christophe TUFFÉRY**

INRAP, DST/ Sous-direction Pilotage de  
l'activité opérationnelle et méthodes

**Jean-Paul RAYNAL**

CNRS, UMR 5199 – PACEA

Chercheur associé, Department of Human  
Evolution, Max Planck Institute for  
Evolutionary Anthropology

